

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
 CURSOS ABIERTOS
V CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION
MODULO III CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO
 Del 20 al 24 de junio de 1994

F E C H A	H O R A R I O	T E M A	P R O F E S O R
Lunes 20	9:00 a 13:00 hrs. 15:00 a 19:00 hrs.	Obras Hidraulicas Planeación de un Taller	Ing. Agustín Cárdenas Ing. Arturo Mata Malacara
Martes 21	9:00 a 13:00 hrs. 15:00 a 19:00 hrs.	Puentes Tendido de Tubería	Ing. Alejandro Calderón Ing. Sergio Aceves Bórbolla
Miércoles 22	9:00 a 13:00 hrs. 15:00 a 19:00 hrs.	Soldadura Plataformas Marinas	Ing. Luis F. Núñez García Ing. Mario Ramos
Jueves 23	9:00 a 13:00 hrs. 15:00 a 19:00 hrs.	Tanques de Almacenamiento Instalación de Vía	Ing. Manuel López Manjerrez Arq. Eduardo Lazzala Mozo
Viernes 24	9:00 a 13:00 hrs.	Edificios y Naves Industriales	Ing. Jorge García Villegas

EVALUACION DEL PERSONAL DOCENTE

CURSO: Módulo III: Construcción y Montaje de Estructuras de Acero

FECHA: Del 20 al 24 de junio de 1994.

CONFERENCISTA	DOMINIO DEL TEMA	USO DE AYUDAS AUDIOVISUALES	COMUNICACION CON EL ASISTENTE	PUNTUALIDAD
Ing. Agustín Cárdenas				
Ing. Arturo Mata Malacara				
Ing. Alejandro Calderón				
Ing. Sergio Aceves Borbolla				
Ing. Luis F. Núñez García				
Ing. Mario Ramos				
Ing. Manuel López Manjarrez				
Arq. Eduardo Lazzala Mozo				
Ing. Jorge García Villegas				

EVALUACION DE LA ENSEÑANZA

ORGANIZACION Y DESARROLLO DEL CURSO	
GRADO DE PROFUNDIDAD LOGRADO EN EL CURSO	
ACTUALIZACION DEL CURSO	
APLICACION PRACTICA DEL CURSO	

EVALUACION DEL CURSO

CONCEPTO	CALIF.
CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL CURSO	
CONTINUIDAD EN LOS TEMAS	
CALIDAD DEL MATERIAL DIDACTICO UTILIZADO	

ESCALA DE EVALUACION: 1 A 10

1.- ¿LE AGRADO SU ESTANCIA EN LA DIVISION DE EDUCACION CONTINUA?

SI	NO
----	----

SI INDICA QUE "NO" DIGA PORQUE.

2.- MEDIO A TRAVES DEL CUAL SE ENTERO DEL CURSO:

PERIODICO EXCELSIOR		FOLLETO ANUAL		GACETA UNAM		OTRO MEDIO	
PERIODICO EL UNIVERSAL		FOLLETO DEL CURSO		REVISTAS TECNICAS			

3.- ¿QUE CAMBIOS SUGERIRIA AL CURSO PARA MEJORARLO?

4.- ¿RECOMENDARIA EL CURSO A OTRA(S) PERSONA(S)?

SI		NO	
----	--	----	--

5.- ¿QUE CURSOS LE SERVIRIA QUE PROGRAMARA LA DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.

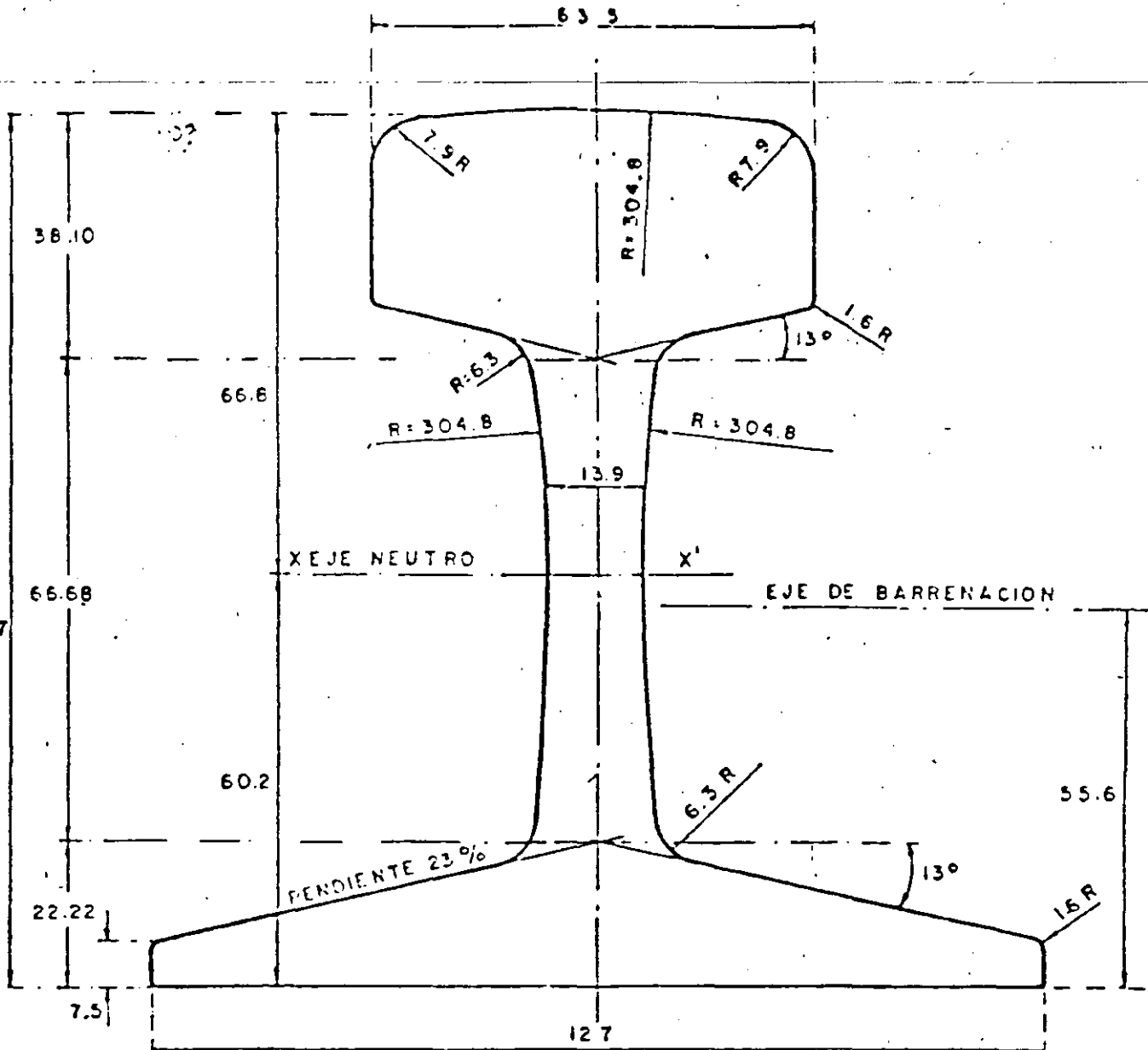
6.- OTRAS SUGERENCIAS:



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS ABIERTOS
V CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION
MODULO III CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO**

INSTALACION DE VIA

ARQ. EDUARDO LASSALA MOZO

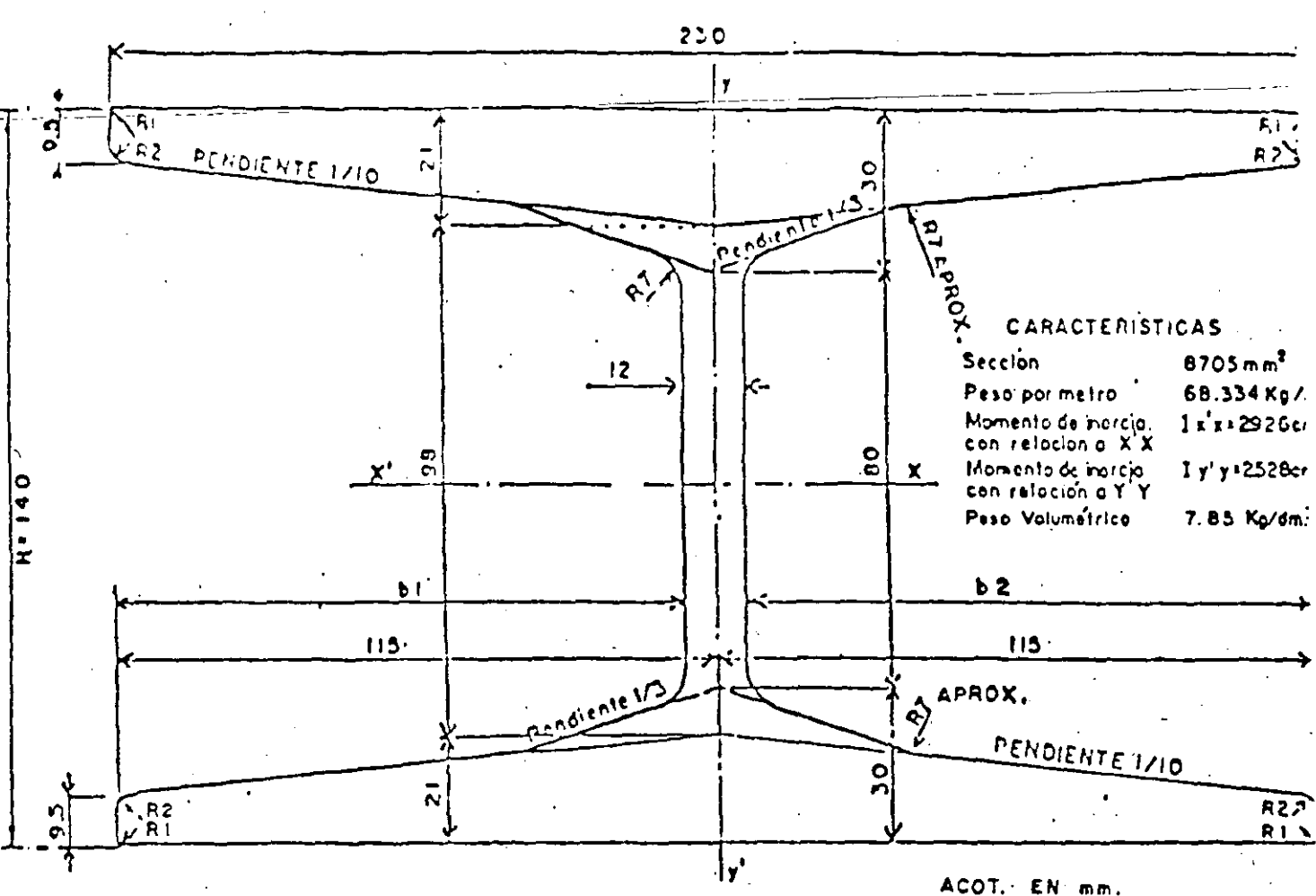


PERFIL DEL RIEL 80 ASCE

ACOT. EN mm

RIEL DE 80 ASCE
 SECCION: 5071 mm²
 PESO: 39.807 Kg/m
 MOMENTO DE INERCIA RESPECTO
 AL EJE X.X': 1098.9 cm⁴
 DENSIDAD: 7.85

FIGURA No. 1



CARACTERISTICAS

Sección	8705 mm ²
Peso por metro	68.334 Kg/m
Momento de inercia con relación a X X	1x'x' = 2926 cm ⁴
Momento de inercia con relación a Y Y	1y'y' = 2528 cm ⁴
Peso Volumétrico	7.85 Kg/dm ³

TOLERANCIAS EN LAS DIMENSIONES

A). PERFIL.

- Altura, medida en el eje del perfil _____ ± 2 mm
- Ancho de las alas _____ ± 3 mm
- Espesor del alma _____ ± 0.75 mm
- Inclinación de los asentos de planchuelas (Verificado sobre una base de 30 mm. = paralelo al asiento de planchuelas teórico). _____ ± 0.80 mm
- Abertura de los asentos de planchuelas (Dimension comprendido entre las intersecciones de los asentos y controlado en los extremos de los perfiles) _____ ± 0.50 mm
- Inclinación del alma medida sobre la altura total del perfil. _____ ± 0.80 mm
- Asimetría de las alas respecto al eje vertical. _____

B) PARALELISMO DE LAS ALAS

- En los extremos del perfil, diferencia entre las alturas medidas en los bordes de las alas _____ $\frac{b_1 - b_2}{2} \leq 3 \text{ mm}$
- A lo largo de la barra, diferencia entre las alturas medidas en los bordes de las alas _____ ≤ 2 mm
- Concavidad transversal del perfil. _____ ≤ 2.5 mm
- Concavidad transversal del perfil. _____ ≤ 0.8 mm

C). LONGITUD DE LAS BARRAS

- Medido o medio altura del perfil hasta 18m. Inclusive _____ ≤ 2 mm

D) ESCUADRADO DE LOS EXTREMOS

- En el sentido vertical _____ ± 1 mm
- En el sentido horizontal _____ ± 2 mm

E) ENDEREZADO

- Flèche en el sentido vertical y horizontal (Medido con una regla de 1.50m Colocada en los extremos. _____ ± 0.8 mm.

FIGURA No. 3

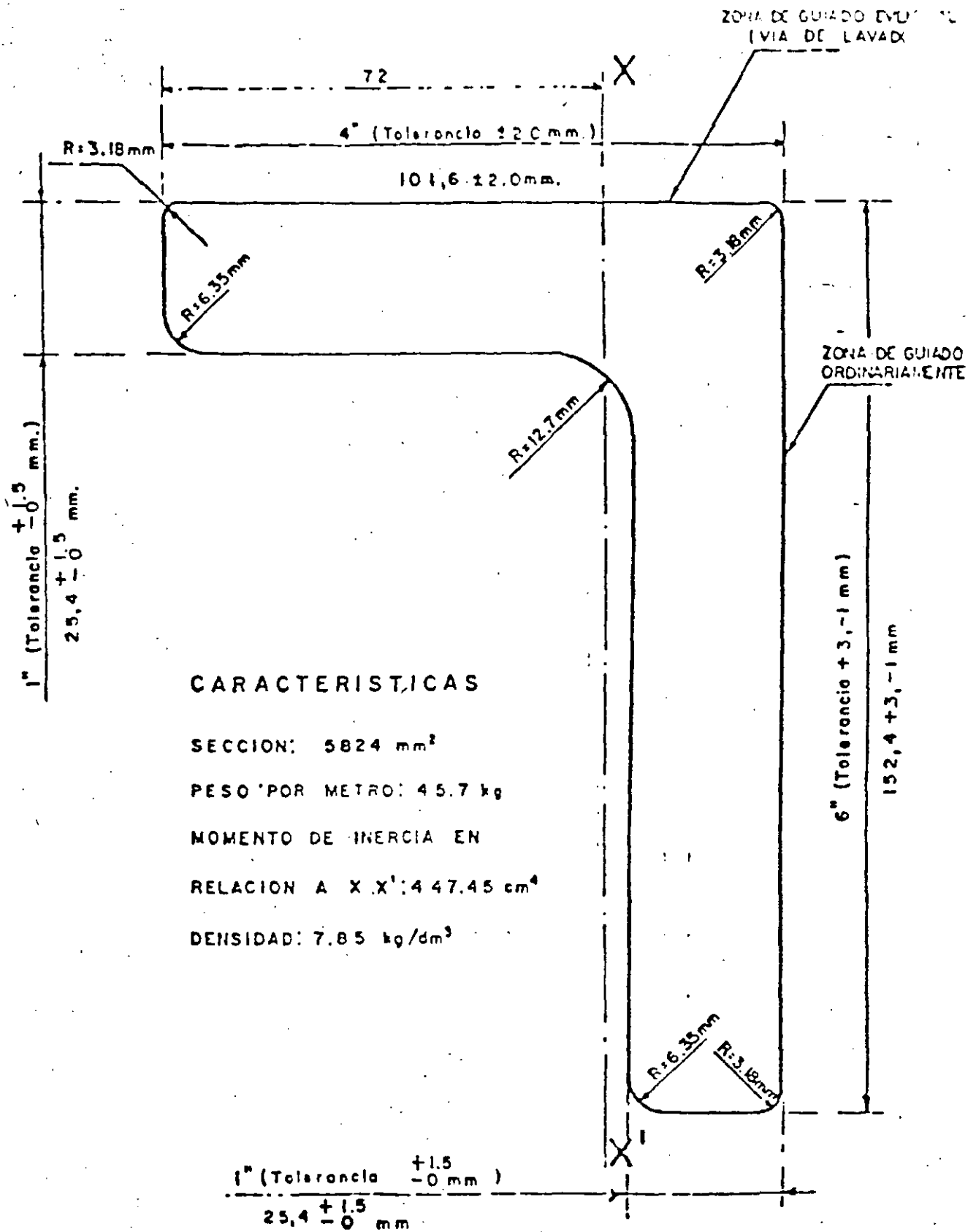
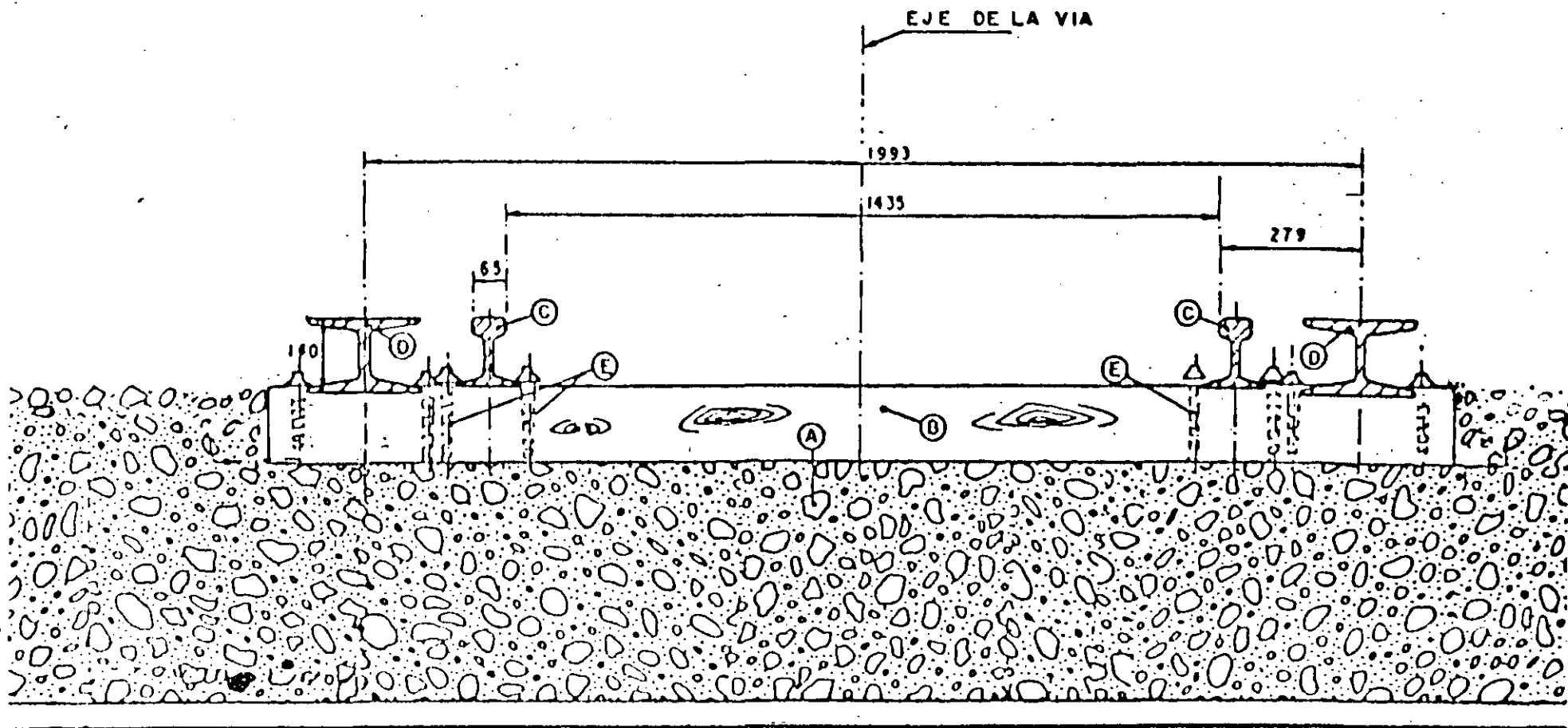


FIGURA No. 4

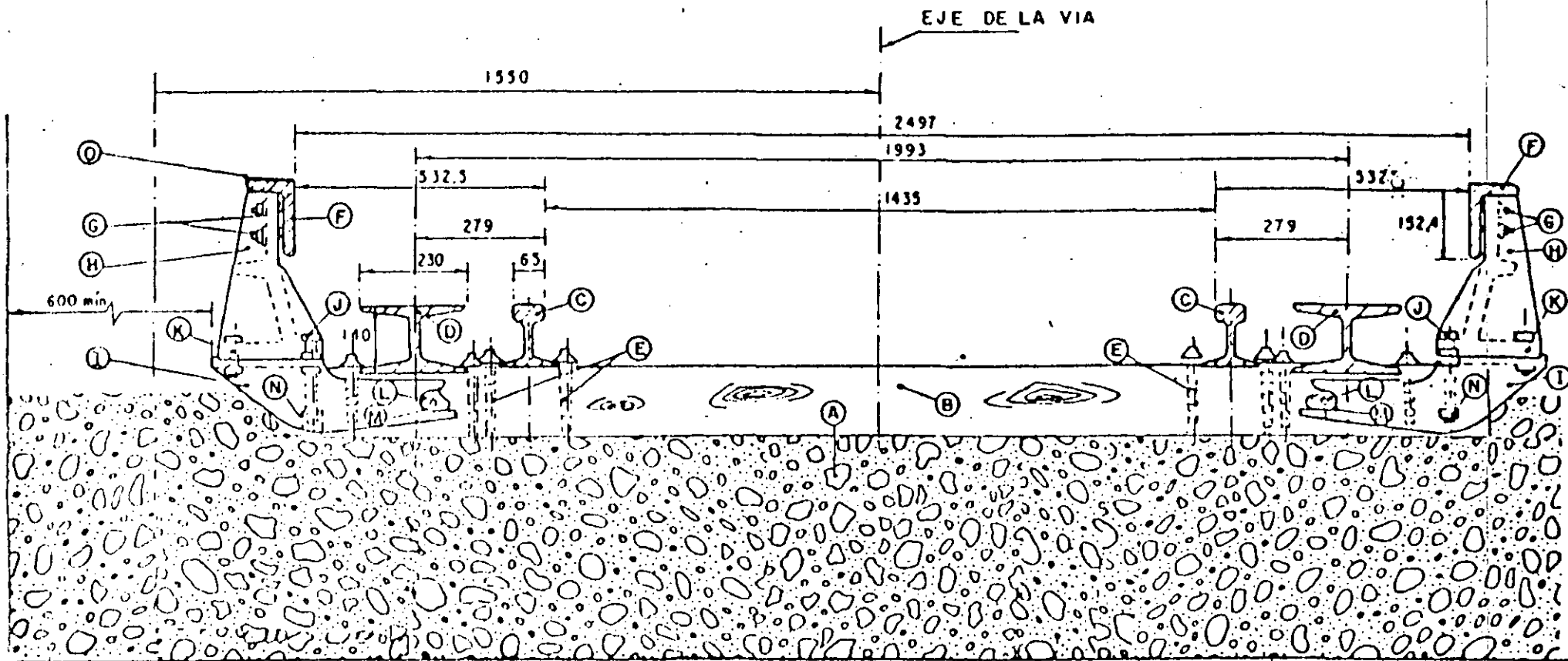


ACOT. EN mm.

NOMENCLATURA

- (A) : BALASTO.
- (B) : DURMIENTE DE MADERA
- (C) : RIEL DE SEGURIDAD.
- (D) : PISTA METALICA.
- (E) : TIRAFONDO.

CORTE DE LA VIA EN BALASTO CON—
DURMIENTE DE MADERA PARA FIJACION
DE RIELES Y PISTAS



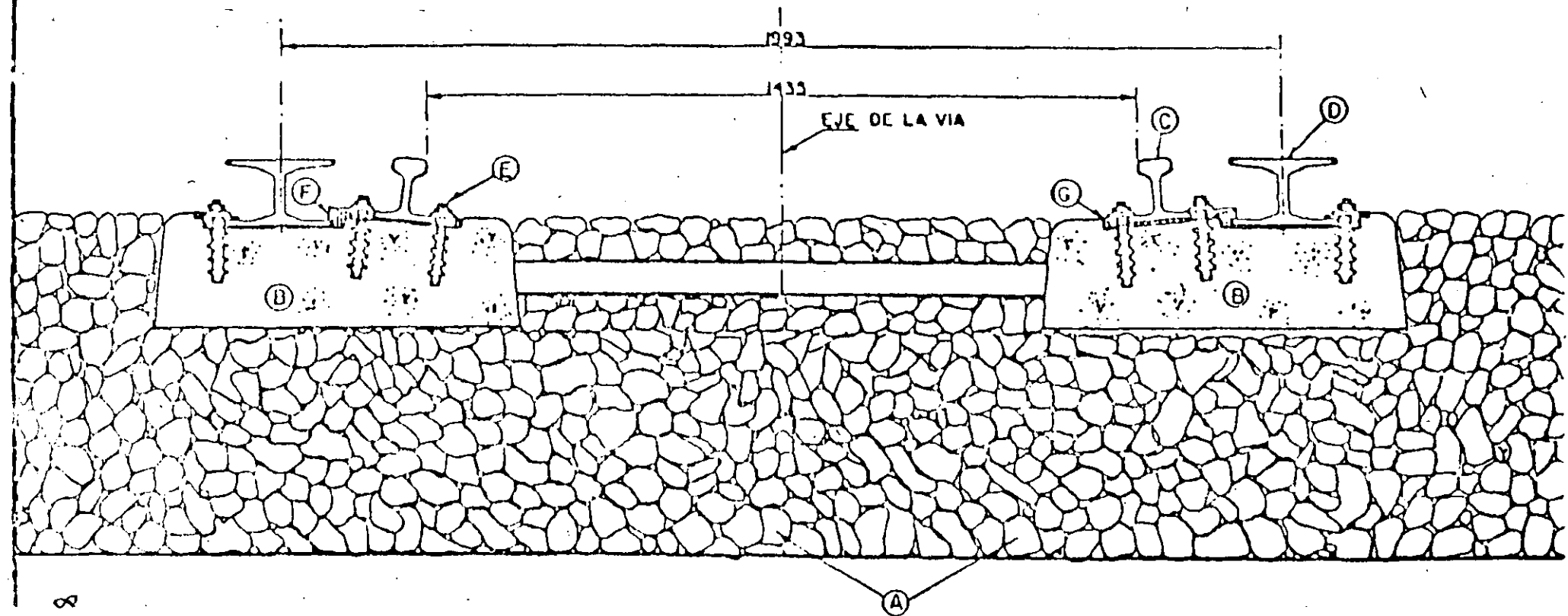
ACOT. EN mm

NOMENCLATURA

- (A) - BALASTO.
- (B) - DURMIENTE DE MADERA
- (C) - RIEL DE SEGURIDAD.
- (D) - PISTA METALICA.
- (E) - TIRAFONDO.
- (F) - BARRA GUIA.
- (G) - PERNOS NELSON.
- (H) - AISLADOR
- (I) - ZOCLO
- (J) y (K) - TORNILLOS PARA FIJACION DE AISLADOR.
- (L) - PERNO PARA FIJACION DE CANDADOS
- (M) - CANDADO PARA FIJACION DE ZOCLO.
- (N) - CANDELERO
- (O) - AISLAMIENTO PARA BARRA GUIA.

CORTE DE LA VIA EN BALASTO CON -
DURMIENTE DE MADERA PARA FIJACION
DE AISLADOR

Figura No. 5



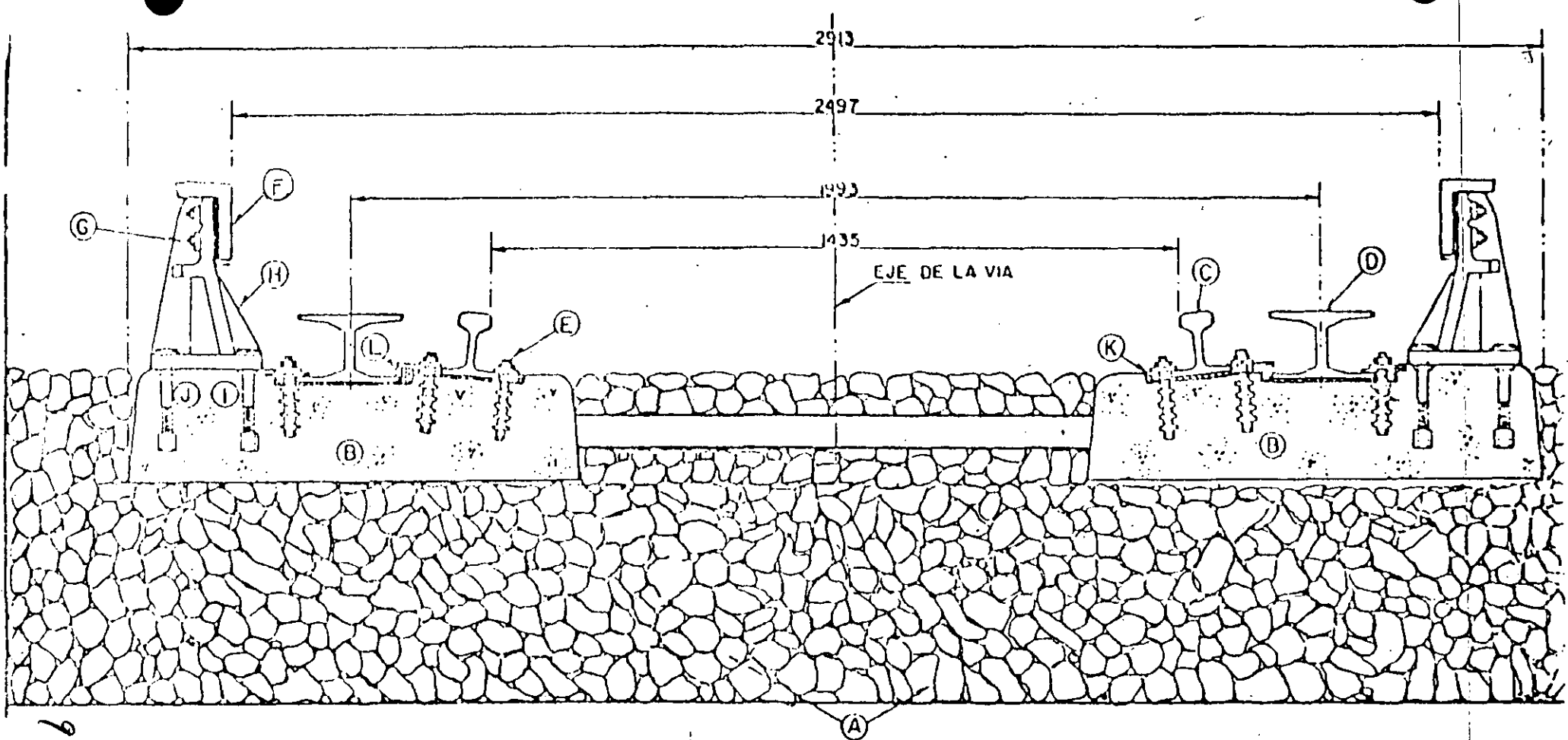
∞
NOMENCLATURA

- (A) - BALASTO
- (B) - DURMIENTE DE CONCRETO TIPO "O"
- (C) - RIEL DE SEGURIDAD
- (D) - PISTA METALICA
- (E) - PERNO TIRAFONDO
- (F) - ESTRIBO LATERAL

(G) - GRAPA DE NYLON

ACOTACIONES EN mm.

CORTE DE LA VIA EN BALASTO CON DURMIENTE DE CONCRETO TIPO "O"



NOMENCLATURA

ACOTACIONES EN mm.

- | | |
|---------------------------------------|--|
| (A) : BALASTO. | (G) - PERNOS NELSON. |
| (B) : DURMIENTE DE CONCRETO TIPO "S". | (H) - AISLADOR. |
| (C) : RIEL DE SEGURIDAD. | (I) y (J) : TORNILLOS PARA FIJACION DE AISLADOR. |
| (D) : PISTA METALICA. | (K) - GRAPA DE NYLON |
| (E) : PERNO TIRAFONDO. | (L) - ESTRIBO LATERAL |
| (F) : BARRA GUIA. | |

CORTE DE LA VIA EN BALASTO CON -
DURMIENTE DE CONCRETO TIPO "S"

I N T R O D U C C I O N

La presente charla, es con el fin de que Ustedes conozcan los procedimientos más comunes para la instalación de vía que se utilizan en el País.

LAS VIAS FERREAS COMO ESTRUCTURAS METALICAS:

A primera vista podría suponerse que una vía férrea y una estructura metálica no tienen nada en común, que no sea el metal con que están construidas ambas, pero no es así.

Una vía férrea está sometida a esfuerzos de toda índole, y para evitar que estos produzcan deformaciones, se requiere estructurarlas, mediante procedimientos similares a los que se utilizan para una metálica.

Así, observamos que podemos estructurar a base de soldadura y pernos; pues bien, una vía férrea se estructura de la misma forma y con algún otro tipo de procedimientos que posteriormente iremos analizando.

QUE ES UNA VIA FERREA?

La definición es: "Camino por donde se transita; espacio que hay entre los carriles que señalan las ruedas de los carros".

De donde podemos decir, que hacer una vía férrea, es construir a base de elementos metálicos, un camino para que por él transiten vehículos que permitan la transportación de personas ó cosas.

A continuación, analizaremos los sistemas utilizados para la instalación de vía en el metro de la Ciudad de México.

Estos sistemas podrían dividirse en dos grandes grupos:

- 1.- La vía que se instala en línea subterránea.
- 2.- La vía que se instala en las líneas superficiales; para la primera hay dos subgrupos.
 - A.- La vía sobre balasto, en la cual pueden utilizarse durmientes de madera ó de concreto.
 - B.- La vía fijada directamente sobre una losa de concreto.

En las líneas superficiales se utiliza la vía sobre balasto y durmientes, ya sea de madera ó de concreto, pero con otro sistema de fijación, debido a las afectaciones que sufren las estructuras por la temperatura ambiente.

PRELIMINARES:

Se requiere que para el inicio de la Instalación de Vía, se encuentre el tramo perfectamente limpio, sin nada de material regado, con todas sus coladeras y registros, así como que tenga la totalidad de las tortugas (sin estar fracturadas ninguno de estas piezas).

Se procederá a hacer la prueba hidráulica del dren lateral.

El procedimiento a seguir para esta prueba es el siguiente:

Se inyecta agua con colorante desde el parteaguas o punto más alto de la pendiente, y deberá constatarse que el agua corra libremente por los drenes, verificándose su paso por los registros abiertos, que permitirán observar su recorrido hasta los cárcamos de bombeo o registros municipales.

TOPOGRAFIA:

Aún cuando en teoría, la obra civil precedente a los trabajos de Instalación de Vía, son regidos por el proyecto de trazo para ésta, es necesario replantearlo para los ejes de vía y utilizar los muros o muretes laterales para marcar su perfil longitudinal sobre ellos. Sobre estos también, es conveniente dejar marcados o materializados bancos de nivel que permitan replantear el trazo cuantas veces sea necesario.

Como referencias para el trazo, en tramos rectos se harán marcas cada 25 m., lineales.

El eje de vía se marcará, mediante estacas o clavos, tanto en las lasas de piso, como de techo, permitiendo éstas el marcaje definitivo en los muros con el distanciamiento anteriormente señalado.

Para zona de curvas o clotoides, se llevará a cabo el mismo sistema pero a cada 5 metros lineales y además quedará señalado el nivel de la fila del riel más bajo, determinando con el peralte de dicha curva el nivel del riel de la segunda fila.

Para instalación de vía en tramo elevado, las marcas de referencia se colocarán en el centro del claro entre columnas, y estas marcas deberán corregirse una vez haya sido cargada toda la estructura, pues aquí sí hay cambios fuertes, debido a las deformaciones lógicas que sufren.

INTRODUCCION DEL BALASTO:

La introducción del balasto al túnel o cajón será por gravedad y por los distintos puntos (llámese alcancías o lumbreras) que se dejan a expreso; para líneas superficiales o elevadas, es recomendable descargarlo en zonas que no se maltraten con este almacenamiento.

Una vez descargado el balasto en las zonas pertinentes, se procede a su transporte para depositarlo in situ, mediante camiones de carga y cargador frontal sobre neumáticos.

Este equipo permite extenderlo y compactarlo a todo lo ancho de la sección del tramo a construir. La compactación se lleva a cabo mediante un rodillo que se engancha al cargador, pasándolo varias veces hasta la aceptación por parte de la supervisión.

Para la vía sobre durmiente de madera, el compactado del balasto deberá quedar 10 cms., por debajo de la elevación requerida para las bases del durmiente.

Tomando como base el hongo del riel, esta capa deberá de ser de 38 cms., por debajo de su elevación de proyecto.

Cuando la vía que instalamos es sobre durmiente de concreto, el balasto compactado deberá quedar a 43 cms., por debajo de su elevación de proyecto.

Para curvas en durmiente de madera, se buscara colocar y compactar el balasto, siguiendo el perfil del peralte de proyecto de las vías, de tal manera que la superficie compactado quede en ambos rieles a 38 cms., por debajo de sus hongos.

Cuando utilicemos el durmiente de concreto, será el mismo sistema, pero nuestra cota será de 43 cms., por debajo del hongo en ambos casos.

DISTRIBUCION DE DURMIENTE Y RIEL:

La introducción de estos materiales se llevó a cabo por las alcancías (en cajón), las lumbreras (en tunel) ó aproximadamente en sitio, en superficial y elevado.

Esto quiere decir que en estos dos últimos casos, se ahorra un buen tiempo para la construcción de la vía.

A diferencia de la introducción del balasto, tanto los durmientes como el riel, son materiales mucho más delicados, y por lo tanto su introducción al túnel ó cajón es mucho más minuciosa.

Mediante una grua y un balancín, se introduce uno a uno cada tramo del riel de 18 m., colocándolo en tongas sobre polines de madera, y mediante Lorris y pórticos. Se llevan los Lorris al extremo de la vía provisional y se bajan los rieles con tenazas o pórticos, colocándolos adelante para aumentar 18 m., el largo de la vía provisional.

Esta vía provisional permite la distribución del durmiente y del riel, de la vía definitiva.

DURMIENTES DE MADERA:

Para la vía sobre durmiente de madera, existen varios tipos de ellos.

Para rectas y curvas con radio mayor o igual a 500 m., se utilizan los durmientes A y GA.

El durmiente A se colocará en una proporción de 3 durmientes seguidos por un durmiente GA.

Estos durmientes vienen maquinados de tal manera, que una vez colocados los rieles tengan una distancia de 1.435 m., entre sus caras interiores de rodamiento.

La diferencia entre los A y los GA, es que los segundos son más largos y también están maquinados para recibir el zoclo metálico de bridas laterales que soporta el aislador y la barra guía.

El distanciamiento correcto entre durmientes A y GA, es de 75 cms., entre cada uno. Quedando los GA a 3.00 m., uno del otro.

Para curvas de radio menores a 500 m., se utilizan los durmientes C y GC, y vienen maquinados para que la separación entre las caras internas de los rieles sea de 1.439 m.

El durmiente GC, viene maquinado adicionalmente para recibir el zoclo metálico de bridas laterales igual que el GA.

El distanciamiento correcto entre durmientes C y GC, es de 50 cms., y se colocarán en una proporción de 2 durmientes C, seguidos de 1 GC, a continuación, quedando una distancia de 1.80 m., entre cada GC.

Para la transición de recto a curva (clotoides) se utilizan los durmientes T, estos se utilizarán por pares, ya sea a la entrada o la salida de la clotoide, su tamaño y maquinado será idéntico, la única diferencia es que el distanciamiento entre bordes de los rieles en uno será de 1.4363 y el siguiente de 1.4376, evitando de esta manera el cambio brusco de distanciamientos entre recta y curva.

Todos los durmientes anteriormente señalados, están maquinados también para recibir y apoyar la pista de rodamiento.

DURMIENTES DE CONCRETO:

Para la vía sobre durmiente de concreto, existen también varios tipos de durmiente.

Durmientes " 0 ": Son los durmientes ordinarios para riel y pista de rodamiento, ya sea en recta o curva de cualquier radio, a cada 75 cms., en recta y 60 cms., en curva.

Durmientes " S " : Son los durmientes para riel. pista y aislador, ya sea en recto o cualquier tipo de curva. A diferencia de los durmientes de madera, el distanciamiento entre los bordes del riel se realiza mediante unas grapas que después analizaremos. Pero la separación entre ellos será igual que en los de madera.

La distribución de los durmientes ya sean de madera o concreto, debe hacerse sobre todo en estos últimos con muchísimo cuidado, mediante Lorris, especialmente adaptados y pórticos que permitan dejarlos en su lugar sin tirarlos bruscamente.

RIEL DE 80 LBS.:

La vía de rieles se compone de dos elementos de 80 lbs., (80 # ASCE) aprox. 39.7 Kg/ml., que se fijan sobre durmientes, ya sean de madera o de concreto.

La separación entre rieles previa a su fijación definitiva, se obtiene mediante escantillones, que mantienen la distancia óptima, dependiendo si se encuentra en recta o curva de radio menor de 500 ml.

Esta operación se llevará a cabo una vez terminada la primera capa de balasto, que anteriormente describimos y sobre los durmientes correspondientes.

La fijación del riel sobre durmiente de madera, se lleva a cabo mediante tirafondos que presionan y fijan el riel al durmiente, deberá cuidarse especialmente que los tirafondos de un mismo riel, se aprieten sucesivamente en el mismo durmiente.

Para facilitar la introducción del tirafondo en el barro, se le aplica grasa, ya que no deben de meterse a golpeo por ningún motivo.

Por regla general, se utiliza una tirafondeadora con torque, que dé automáticamente el par de apriete especificado.

La fijación sobre el durmiente de concreto es mas minuciosa y complicada.

Este tipo de durmiente requiere como protección extra, que los pernos tirafondo se protejan con tuercas para que la rosca no se golpee durante su traslado.

Deberá cuidarse antes de asentar el patín del riel sobre el durmiente, que la almohadilla de caucho se encuentre en su lugar, fijamente adherida y perfectamente limpia de basura y objetos extraños.

La colocación del riel se llevará a cabo mediante pórticos que permitan su óptima ubicación, sin golpeo de ninguna especie.

Una vez en su lugar y colocados los escantillones, se quita la protección del perno tirafondo y se procede a la colocación de la grapa y la primera fijación del riel.

De las distintas grapas previstas para la instalación de la vía sobre durmiente de concreto para la zona interior, se escojerán las numeradas con los dígitos 9 y 10.

La grapa que se utilizará para la zona central, deberá colocarse longitudinalmente, en el sentido de la vía, de tal manera que sobre el patín del riel, asiente la muesca prevista para la fijación inicial del perfil. Para esta etapa podrán utilizarse las grapas de los números que se tengan a la mano, una vez alineado y nivelado se procederá al coriete de las tuercas en los pernos tirafondos, permitiendo de ésta forma que las fuerzas laterales que produzcan los vehículos que transitan sobre el riel se transmitan al durmiente perfectamente.

Cuando los radios de las curvas sean menores de 300 ml., deberá rolarse previamente el riel.

2ª CAPA DE BALASTO:

Una vez armada la vía y prealineada, mediante balasteras, se procede a la colocación del balasto requerido para la nivelación definitiva de la vía, mediante el bateado que permitirá dejarlo a 2 mm., arriba de lo solicitado en proyecto, para que una vez que circulen los trenes se compacte al nivel del diseño.

La nivelación se llevará a cabo mediante el uso de bateadoras (palas vibratorias).

Para el compactado del durmiente de madera, se procederá de la siguiente manera:

Los bateadores deberán colocarse de cara hacia el durmiente, en posición vertical y se inclinarán hacia abajo, mediante una vaiven que permita introducir la hoja bajo el durmiente y con ella el balasto que se vaya requiriendo, hasta obtener el nivel deseado, teniendo un apoyo rígido. Esta operación se llevará a cabo de los extremos del durmiente hacia su parte central, debiendo dejar el apoyo rígido hasta aproximadamente 40 cms., del riel hacia el eje de vía en ambos sentidos.

Se buscará que en la zona central del durmiente, el compactado sea ligero, dejando el apoyo rígido en los extremos.

Esta operación se llevará a cabo tantas veces como sea necesario, hasta llegar a la compactación deseada.

Para el compactado del durmiente de concreto, se procederá de la misma forma y sistema, empleando también bateadores pero con hojas para este tipo de durmiente. Y solamente se compactará bajo los bloques de concreto.

Una vez nivelado el tramo, deberá darse la alineación definitiva, mediante barretas y posteriormente se afinará el balasto, quedando 3 cms., abajo de los rieles y al ras del nivel superior de los durmientes.

INSTALACION DE PISTA:

La pista de rodamiento es un perfil estructural que pesa aproximadamente 68.4 Kg/ml., y cada pieza tiene una longitud aproximada de 18 ml.

Una vez instalado el riel de forma definitiva, alineado y nivelado, se procederá al armado de la pista de rodamiento.

Se recomienda que antes de ser colocada en su sitio, se suelden varios tramos, buscando completar tramos de junta a junta, ya sean mecánicas o aislantes, con la intención de evitar soldaduras cuando el perfil esté colocado en sitio, pues éstas requieren de otro tipo de molde, lo cual, lo complica en extremo.

Una vez soldados los distintos perfiles, se colocarán en su sitio, mediante pórticos y mordazas que logran que se asienten suavemente.

Todas las pistas son marcadas previamente, de acuerdo a las tolerancias permitidas, esto nos permite conocer y clasificar las pistas por su altura, ancho, distintos anchos de las alas y los extremos de pista que permiten el emplanchuelado para juntas mecánicas o aislantes.

Se prevee que en la distribución de la pista las diferencias entre ellas sean las mínimas posibles.

Una vez cumplidos estos requisitos, se procederá a soldar los tramos sobre el centro de la vía.

Para curvas de radio menor de 350 ml., se deberá rolar o curvar previamente la pista en talleres.

Una vez que se coloque en su sitio la pista, se verificará el distanciamiento entre ésta y el riel, procediendo al apriete contra el durmiente.

En caso de que sea de madera, se fijarán los tirafondos, tratando que los dos de un mismo durmiente se aprieten sucesivamente.

Cuando el durmiente sea de concreto, se retirará la tuerca de protección del perno - tirafondo exterior de la pista, se colocará una grapa que no deje más de 2 mm. de huelgo horizontal entre la pista y el durmiente, escogiendo entre los existentes aquella que más ajustada quede y se le dará un apriete de 9 Kg/m.

A continuación se aflojará la grapa interior que sujeta al riel y se girará 90°, quedando perpendicularmente al riel y la pista, colocando una pieza metálica (cuña lateral) bajo la cuña de la grapa que aprisiona a la pista, consiguiendo de esta manera la posición correcta de la grapa.

Deberá como en el caso anterior, escogerse la grapa adecuada que no deje más de 2 mm., de huelgos laterales. Si la grapa original no lo permite, se buscará aquella que si lo haga.

Todos estos pasos deberán llevarse a cabo, durmiente por durmiente, pues se corre el riesgo de que la alineación y nivelación se pierda si se aflojan más de uno.

Se rectificará el torque después de terminado el tramo a instalar.

INSTALACION DE LA BARRA GUIA:

Para la vía sobre durmientes de madera, se montará el aislador mediante 4 tornillos que se fijará al zoclo metálico de bridas laterales.

Es importante que el aislador quede en contacto con el tope trasero del zoclo, conforme se va ajustando.

Los durmientes de concreto tienen unos barrenos que rematan con una tuerca que queda embebida durante el fraguado, en estos barrenos es donde penetran los tornillos que fijan el aislador.

En ambos casos se colocarán dos roldanas, una plana y otra de presión.

Una vez fijo el aislador, se montará provisionalmente la barra guía y se fijará a éste, mediante una prensa, se repetirá esta operación colocándolos uno tras otro, dejando entre ellos únicamente la apertura necesaria para la soldadura.

En seguida se marcará mediante una plantilla la posición exacta de cada perno autosoldable.

Esta plantilla tendrá unas guías que permitirán posteriormente que la pistola de soldar quede en posición óptima para la soldadura.

Deberá tomarse en cuenta la distancia de la barra y que las juntas entre estas no queden nunca a menos de 20 cms. de la parte más cercana del aislador, si esto no sucede, la barra deberá ser recortada para respetar la especificación.

En curva menor o igual a 250 m. de radio, la barra se rolará previamente en taller, recortando todas las puntas que no queden debidamente roladas.

Posteriormente, se bajarán las barras nuevamente, procediendo a la soldadura de pernos autosoldables en su posición ideal para este efecto.

Una vez rectificado la soldadura de los pernos, se tomará la medida entre el borde de rodamiento del riel y el perfil superior del aislador, mediante un escantillón especialmente diseñado para este trabajo. Las diferencias se marcarán en el aislador para saber en cada punto cuanto calzado deberá de llevar.

Para alcanzar este espesor, hay dos tipos de calzas, las gruesas y las finas.

Las gruesas son las calzas permanentes de 3 barrenos de 3, 5 y 10 mm., de espesor, que se colocan antes de montar la barra y los de espesor variable y fino, que vienen separadas en dos partes y se colocan después de montada la barra guía que vienen en espesores de 1, 3 y 4 mm.

Para el conrete armado, se colocarán primero por la cara interior de la barra guía, las calzas permanentes de 3 barrenos y después las calzas en dos partes. A continuación se colocarán las roldanas y los tuercas autofrenables con un par de apriete de 3 Nm.

Se procederá posteriormente a la soldadura aluminotérmica, a su pulido y pruebas.

Como acabado final se pule mediante cardas toda la superficie de contacto con las escobillas y se le aplica grasa graficada.

Para líneas superficiales y elevadas se utilizarán aisladores cuyas preparaciones u orificios para la fijación de la barra son ovalados.

A diferencia de la instalación en túnel o cajón, en intemperie se llevará a cabo el siguiente procedimiento:

Se colocarán y fijarán las barras sobre los aisladores y mediante prensas especiales para este efecto, dejando entre cada elemento la distancia requerida para la soldadura aluminotérmica.

Se procederá a hacer las soldaduras entre las barras haciendo un "chorizo" tan largo como lo indique el proyecto.

Una vez terminadas las soldaduras, se traza la posición de los pernos Nelson autosoldables, desmontando posteriormente mediante pórticos distribuidos en toda la longitud de la barra larga.

A continuación se sueldan los pernos Nelson en posición vertical y se hace el montaje definitivo, subiendo toda la barra al mismo tiempo.

ANCLAJE DE LA BARRA GUIA:

Para el anclaje de la barra, aproximadamente a la mitad del tramo que hay entre 2 aparatos de dilatación (126 m., aprox.) se instalarán sistemas de anclaje en dos de los aisladores que quedan en esa posición y que serán marcados por proyecto.

Los pernos Nelson de los aisladores con anclaje se soldarán después de ser marcados con una plantilla especial para esta operación. La soldadura de los topes se realizará una vez que la barra guía esté colocada y fijada sobre sus aisladores.

VIA SOBRE LOSA DE CONCRETO

LOSA DE CONCRETO:

PRELIMINARES:

Para la construcción de esta losa, se hacen los siguientes preparativos:

- Debe retirarse todo el material suelto, dejando limpio el tramo donde se va a colocar.
- Posteriormente a base de martelinos se despega toda la teacota y protuberancias adheridas a la losa estructural.
- Se barre con escoba de mijo, dejando lo más limpio posible de todo material suelto.
- Se aplica ácido muriático rebajado al 18% con una proporción de agua 1 : 1.
- Se talla con cepillos de mijo fuertemente, para desincrustar toda suciedad y residuos de material que pudieran quedar todavía.
- Se riega agua en abundancia con la intención de retirar todo el desperdicio y anular los efectos del ácido.
- Se deja secar después de barrer perfectamente el tramo.

TOPOGRAFIA:

ALINEACION.- Como referencias para el trazo en línea recta o tangente, se harán marcas cada 30 ml., en curvas circulares y clotoides (enlaces parabólicos) se harán marcas a cada 2.0 ml., ambos sobre el eje de vía.

NIVELACION.- Tanto en tangente como en curvas o clotoides, se marcarán sobre las paredes del túnel ó cajón, con el distanciamiento antes indicado, las marcas que permitirán posteriormente la nivelación.

Se procede a la instalación de los candeleros en los puntos topográficos marcados con anterioridad, quedando de esta manera alineados y mediante unas anclas de balazo se fijan en su lugar a cada 2.80 ml., ya que las cimbras nivelables tienen sus pernos a este distanciamiento, continuando al siguiente ritmo:

0.22 2.80 0.22 2.80

Todas estas operaciones se llevarán a cabo sobre una de las vías, ya que la otra se utiliza para poder instalar todos los elementos requeridos para el correcto colado de la losa.

Cada una de las cimbras tiene en sus extremos un tornillo sinfín, que se enrosca sobre los candeleros y que además permite la nivelación con aparatos topográficos; no se permite que la losa tenga variaciones mayores en su superficie de más de 5 milímetros en cada 3 m., de longitud.

Por la vía libre se va instalando la tubería de bombeo de concreto, que se coloca hasta el extremo contrario al de la bomba, y de esta manera conforme se avanza se van quitando tramos, procedimiento lógico para un colado de estas características.

INTRODUCCION DEL CONCRETO:

El suministro de concreto a la bomba se lleva a cabo de diferentes maneras, dependiendo del tipo de construcción.

Si es cajón (excavación a cielo abierto y cerrado después con tabletas) previamente se dejan unos registros de acuerdo a las distancias ideales para los colados.

Si es túnel (excavación profunda), se utilizan los pozos de verificación topográfica.

En ambos casos, la olla del premezclado descarga sobre una tolva, que en su parte inferior tiene el diámetro del registro o pozo.

En el caso del cajón, esta tolva descarga directamente sobre un canalón que lleva el concreto a la bomba.

En túnel, donde las profundidades son mayores, descarga sobre el pozo que sirve de tubería y éste a su vez remata sobre un tanque amortiguador de donde sale un canalón para la bomba.

COLADO DE LOSA:

Una vez hecha toda la instalación para el bombeo y habiendo rectificado la alineación y nivelación de las cimbras, se procede a la aplicación del latex, que sirve para la correcta unión del concreto viejo con el nuevo y se inicia el colado.

Conforme avanza el colado, se va vibrando perfectamente y mediante una regla vibratoria que corre perpendicularmente sobre las cimbras, se va dando el acabado inicial. El acabado final se da mediante llana metálica.

Simultáneamente se cuele también el andador con un acabado final escombillado, para evitar resbalones.

Las características del concreto son: Concreto $f'c = 200 \text{ Kg/cm. TMA}$ de 19 mm., y revenimiento de $10 \pm 2 \text{ cms.}$

Como podrán observar, el bombear un concreto con revenimiento de 10 cms., a 150 m. de distancia no es posible, por lo cual se le aplica un aditivo fluidizante, reductor de agua dosificado en olla, que eleva a 18 cms. como máximo permitido el revenimiento para poder bombearlo.

Este aditivo tiene un efecto de aproximadamente 30 minutos, que son suficientes para la terminación del colado.

INSTALACION DEL RIEL:

Una vez verificado el acabado de la losa topográficamente y hechos los arreglos que se hayan requerido, se procede al trazo del eje de vía, sobre el cual quedarán los marcas para la colocación de las plantillas a cada 6 m. en tangente y 3 m. en curva.

Estas plantillas milimétricas se utilizan en la perforación de la losa para las calzas de riel y pista y permiten lograr una exactitud que no excede de ± 8 mm. en sentido transversal, ± 5 mm. en sentido longitudinal y ± 5 mm. en profundidad.

PERFORACION:

Cada plantilla tiene en sus extremos guías para la perforación de las anclas, que evitan los movimientos cuando se está perforando.

Por tanto, la perforación se inicia usando estas guías y colocando inmediatamente las anclas. Una vez anclado, se continua barrenando con equipo neumático y brocas de 50 mm. de diámetro, llevando cada perforación a 14.5 cms. de profundidad y cuidando que queden perfectamente perpendiculares al plano del piso.

Cada plantilla permite en tangente la perforación de los barrenos requeridos para las calzas de fijación del riel y pista a cada 75 cms. a lo largo de 6 m.

En curva o clotoide, permite la perforación de los barrenos a cada 75 cms. en radios iguales o mayores a 500 m. (8 veces el módulo de 0.75 m.), y a cada 60 cms. en radios menores de 500 m. (5 veces el módulo de 0.60 m.), a lo largo de 3 m.

Según las cuerdas antes mencionadas, sobre la fila del radio mayor, las calzas aislantes serán igualmente colocadas, ya sea a 75 cms. o a 60 cms., según el radio. El borde exterior del riel de cada fila servirá de referencia para la implantación.

Para la fila de radio menor, las calzas serán distribuidas igual que los anteriores y la diferencia será ajustada totalmente en una sola distancia, comprendida entre dos calzas.

Para evitar una acumulación de errores, se recomienda que cada cambio de plantilla se haga tomando como referencia la marca topográfica y no las perforaciones anteriores; una vez que se haya terminado la perforación y los errores (si los hay) hayan sido rectificadas, se procede a la limpieza de los barrenos, dejándolos completamente limpios de polvos y desechos, cuidando que queden tapados hasta el inicio de la operación siguiente sobre ellos.

Se introduce el riel, ya sea por lumbreras o alcancías, mediante una grúa y un balancín, estibándolos sobre Lorris, que corren sobre una vía provisional que va a todo lo largo del túnel y que permite la distribución del material sobre la vía contigua.

Es importante en la distribución del riel, que se tome en cuenta que las juntas entre ellos deben quedar cuando menos a 13 cms. del eje transversal de las perforaciones, para permitir la soldadura del elemento y que ésta no interfiera sobre las calzas de asiento. La apertura se dejará fija, mediante cualquier dispositivo que permita el armado provisional del riel, ésta apertura deberá ser la especificada para el correcto colado de la soldadura.

CALZAS AISLANTES:

Las calzas aislantes, son los asientos requeridos para que el riel se apoye sobre la losa.

Estas calzas están hechas de un material aislante (polyester) cuya superficie de contacto con el riel, tiene además un cojinete o almohadilla de caucho con características dieléctricas y que se fijan a la losa mediante unas varillas roscadas que quedan fijas al concreto con mortero expansivo, estas mismas varillas fijan el riel a la calza, aislando todo contacto mediante unas grapas aislantes que se aprietan con roldanas elásticas y tuercas autofrenables, que permiten que el apriete especificado (55 Nm) lo mantenga en su sitio.

Una vez que el riel ha sido soldado y armado en sus juntas aislantes, se procede al armado general de calzas, cuidando que las varillas queden sobre las perforaciones que les corresponden. A continuación se va colocando in situ mediante unos tirantes que permiten que la alineación sea la correcta (funcionando como escantillones) y que la separación de las caras internas de los rieles sea de 1.435 m. en tangente y curva con radio mayor a 500 ml. y 1.439 para curvas de radio menor de 500 ml.

Estos tirantes se colocarán a cada 3 m. en tangente y curvas mayores de 500 ml. y a cada 2 m. en curvas de radio menor de 500 ml.

Si la curva es menor a 300 ml. de radio, se requerirá rolar previamente el riel, en caso contrario es permitido que se le instolen en su sitio final por deformación elástica.

Hay ocasiones en que las soldaduras no son buenas y no cumplen con los requisitos especificados. En estas ocasiones, se debe hacer en injerto que nunca deberá ser menor de 4.50 ml. y se procederá al colado de las dos soldaduras resultantes.

Los tirantes tienen dos tornillos que permiten el movimiento perpendicular al eje vía, para la correcta alineación y otros 2 más que suben y bajan el riel, que sirven para nivelarlo.

Después de la revisión topográfica de la alineación y nivelación, se procede a quitar todo residuo de polvo y material de los orificios y bajo el patín del riel.

A continuación, se introducirá mediante pequeñas cuñas el mortero expansivo, lo suficientemente fluido, para que penetre por gravedad por el espacio que queda entre la varilla y la pared del barrenado, hasta que quede a nivel de la losa, en caso de sobrepasarlo, hay que quitarlo de inmediato para evitar que fragüe, ya que debe quedar completamente al ras, para que posteriormente el relleno bajo calza quede correctamente.

Una vez fraguado el mortero, la varilla deberá tener una resistencia al arranque de 7 toneladas y un desplazamiento de 3 mm.

Dependiendo del producto usado como mortero expansivo y de acuerdo a las pruebas efectuadas en él, respecto al tiempo de fraguado requerido, se limpiará toda la zona bajo calza de adherencias y polvo.

Una vez limpia la zona, se introducirá bajo la calza el mortero autonivelante, no sin antes haber colocado la cimbra que deja sellado 3 de los lados de la calza, dejando una abierta para la introducción del material, mediante inyectores y cuñas; antes de que fragüe completamente se retirarán las cimbras y se cortará con cuñas verticalmente todo el sobrante que quede. Este producto deberá tener una resistencia al arrancamiento de 12 Kg/cm².

Tanto para el mortero expansivo de sellado, como el autonivelante del relleno bajo calza, se verificará mediante pruebas dejadas al mismo tiempo que se va construyendo a un lado de la vía.

INSTALACION DE LA PISTA:

Todo el procedimiento antes señalado, se sigue practicamente igual, para la instalación de la pista de rodamiento, las diferencias más representativas son las siguientes:

Si el radio de curvaturas es menor de 350 ml., deberá rolarse previamente la pista, en caso contrario podrá colocarse por deformación elástica. La separación dejada para las soldaduras deberá ser de 18 a 20 mm.

Deberá distribuirse de tal manera que siempre queden cuando menos 26 cms. entre la junta y el eje de los orificios, para no afectar las calzas.

La separación entre los tirantes (escantillones) de pista será de 6 m. en tangente y curva de radio mayor a 500 ml.

Para curva de radio menor a 500 ml., la separación deberá ser de 3 m., las dimensiones de la calza son diferentes, ya que el perfil es más ancho en su patín.

INSTALACION DE LA BARRA GUIA:

23

Se requiere dejar perfectamente limpio y emparejar la zona de asiento de los aisladores que sirven como soporte para esta barra; lo primero que se hace, mediante un escantillón es emparejar el nivel de dicha zona para que esté dentro de las tolerancias, y mediante una plantilla que permitirá 23

que los agujeros queden perfectamente perpendiculares al plano de la losa.

Deberán de perforarse 4 barrenos de 38 mm. de diámetro y 10 cms. de profundidad, esta plantilla se sujetará firmemente a la vía de los rieles para evitar movimientos.

Será fija para las perforaciones en tangente y variable o movable para las perforaciones en curva, en donde las distancias a las que queda el aislador, es variable con respecto a la directriz de la vía.

Estas plantillas deberán de tener una guía hecha de tubo que permita que la perforación sea lo más perpendicular posible al plano de rodamiento; una vez que la perforación está hecha, se limpia perfectamente el agujero para quitar todo residuo de polvo que haya quedado después de la perforación y mediante un escantillón se verifica la profundidad de cada uno de ellos.

En caso de que hayan quedado cortos, se procederá a perforar nuevamente sobre el mismo agujero, hasta tener la profundidad debido y si por alguna circunstancia esta profundidad es mayor que la solicitada, se colocarán roldanas metálicas de 35 mm. de diámetro, cuyo espesor permita dejar la perforación en la dimensión correcta.

A continuación se procederá a colocar los anclajes de conos de plomo mediante un perno guía o tornillo provisional sin cabeza de las mismas dimensiones del tornillo de fijación, que permita colocarlos en su lugar definitivo y proceder al golpe para la expansión correcta y pareja del plomo contra las paredes de la perforación, logrando con esto la resistencia requerida por la especificación.

Una vez que ha sido colocado el cono de plomo, se procederá al sellamiento del resto de la perforación, aplicando el mismo tipo de mortero expansivo que anteriormente explicamos, que se utiliza para las perforaciones de riel y pista.

La idea básica de hacer esta operación, es evitar el movimiento lateral que pueda aflojar la fijación del cono de plomo y ponerle los tornillos provisionales sin cabeza, los cuales permitirán quitar y poner la calza de aislador cuantas veces sea necesario, para ir verificando la simetría de su colocación.

Este mortero quedará adherido a las paredes de la perforación y también al tornillo provisional, éste deberá ser protegido por un desmoldante o en su defecto por una película de cartón delgado, que impida el contacto directo con el tornillo.

Para lograr que la cara vertical en la cual se apoya la barra guía quede perfectamente perpendicular al plano de rodamiento y paralelo al eje de la vía, así como, para que se logre la altura requerida para la perfecta nivelación de ésta, se requiere un mortero autonivelante semejante al utilizado para las calzas del riel y la pista. Este se colocará utilizando una cimbra que permita que no se desplace el mortero lateralmente y que sirva de escantillón, para dejar al nivel del proyecto la calza del aislador.

29

Obviamente, previo a la aplicación de este revestimiento, se aplicará una limpieza total y efectiva con los mismos procedimientos que hemos descrito anteriormente.

La misma calza servirá como cimbra superior para el correcto acabado, no se cargará la calza con el aislador hasta que el fraguado del revestimiento haya adquirido la resistencia suficiente. Esta resistencia dependerá de los ensayos que para dicho producto se hayan hecho previos a la aplicación del mismo.

Se deberá estar pendiente del momento en que empiece el fraguado del mortero del relleno, y cuando esto suceda, el tornillo provisional se aflojará en una vuelta, permitiendo con esto un desplazamiento vertical del elemento que acabe con cualquier adherencia.

La colocación de los tornillos permanentes se llevará a cabo una vez que hayamos probado ya con los tornillos provisionales que el aislador y su calza queden en la posición correcta a la altura correcta y con la distancia teórica del aislador con respecto a los hongos de la vía; esto se conseguirá mediante un escantillón.

Una vez constatado cada uno de los puntos anteriores, se procederá a la sustitución de los tornillos provisionales por los tornillos definitivos, que necesitarán un apriete de acuerdo a las especificaciones que se obtiene mediante un torquímetro calibrado con anterioridad.

Esta instalación se llevará a cabo exactamente con el mismo procedimiento que anteriormente se explicó para la vía sobre balasto en túnel.

JUNTAS AISLANTES:

Para el sistema de señalización del Metro, es necesario colocar sobre los rieles y pistas, juntas aislantes que permitan su seccionamiento.

Lo ideal en estos casos, es que mediante cortes con sierra o disco, sobre un mismo tramo de riel o pista se coloquen unos separadores de material aislante, que tienen la misma forma, que el perfil del elemento que se esté cortando.

La continuidad mecánica se logra mediante unas planchuelas aislantes que quedan en contacto con el riel y que son reforzadas por la parte exterior por unas plaquetas metálicas que le dan la rigidez requerida para evitar que se fracture.

Tanto las planchuelas como las plaquetas tienen en sus extremos las preparaciones requeridas para su fijación a los tramos previamente cortados, mediante seis tornillos con roldano y tuerca.

Las perforaciones al riel y la pista para la correcta fijación de la junta, se realizarán mediante una plantilla que ubico exactamente la posición de estos barrenos. El aislamiento de los tornillos se logra mediante un buje de material aislante que sirva de gabardina al tornillo y que evite el contacto entre elementos metálicos, impidiendo de esta manera cualquier continuidad eléctrica y manteniendo a su vez la continuidad mecánica requerida.

25.

Cuando la ubicación en proyecto de la junta aislante es en curva, deberá rolarse al elemento metálico previamente, no importa cual sea su radio, asegurando de esta manera la regularidad de la curvatura.

JUNTAS MECANICAS:

Las juntas mecánicas solo se utilizan en riel y pista, siendo el procedimiento semejante al anterior, pero sin los elementos aislantes.

APARATOS DE DILATACION:

Para líneas superficiales, elevadas y transiciones.

Todo lo anteriormente mencionado puede llevarse a cabo, porque ya se en túnel o cajón, la temperatura se mantiene estable con variaciones pequeñas que no deforman los elementos.

En este tipo de vías, la estructura de éstas se ve afectada fundamentalmente por la temperatura; los tres elementos empleados (riel, pista y barra guía) sufren las inclemencias del tiempo y reaccionan físicamente a ellos, mediante alargamientos y encogimientos.

Este tipo de movimientos se absorben mediante las juntas o aparatos de dilatación, cuya separación entre ellas son marcadas en proyecto.

Ya sea para riel, pista o barra guía, estos aparatos deberán instalarse una vez que ha sido formada la vía completa, para lo cual deberán colocarse provisionalmente los tramos que los sustituyan temporalmente.

Para el riel, se retirarán los tramos provisionales, aflojando los tirafondos que sujetan a los semitramos y colocándolos sobre rodillos a un lado de la vía. Deberán estar así cuando menos durante 24 Hrs., consiguiendo de esta manera que la vía quede liberada de esfuerzos.

Se volverá a colocar en los durmientes, se verificará su alineación, se tomará la temperatura y separación que quede entre los elementos y se apretará nuevamente del centro hacia los extremos.

Con los datos tomados, se ajustará el aparato de dilatación de acuerdo a unas tablas en donde se indica la forma de hacerlo.

Para colocar los aparatos de dilatación ya no deberán ser aflojados los semitramos, solamente se retirará el tramo provisional, se colocará y fijará en su lugar el aparato de dilatación y se procederá a apretar los tirafondos del tramo de 9 m. que ocupan.

Se buscará siempre efectuar simultáneamente el cambio de aparatos para las dos filas del elemento. Y en forma alternada en el sentido en que corre el tren. El corte en " V " del aparato marcará este sentido.

Para la pista, - con la intención de que las aberturas de los aparatos de dilatación de esto y del riel sean lo más uniformes posibles - se instalarán con la abertura promedio que presenten en el momento de la instalación los aparatos del riel que fueron instalados con anterioridad, cuidando mucho de solo aflojar los tirafondos para retirar el tramo provisional y colocar el definitivo, sin tocar para nada ningún elemento aledaño.

JUNTAS O APARATOS DE DILATACION DE BARRA GUIA:

Deberán haberse dejado entre las barras soldadas los espacios para la colocación posterior de los aparatos de dilatación.

El ajuste de la abertura estará en función de la temperatura promedio de las barras y de los anclajes que correspondan a la junta de dilatación que se va a colocar.

La temperatura deberá tomarse inmediatamente antes de fijar la abertura y realizar las soldaduras. Debido a la contracción que produzcan estas, se aplicará un factor de corrección al momento de la colocación de los otros aparatos de dilatación, en base a las observaciones del comportamiento que tuvo esta junta.

CUPONES NEUTROS Y CRUCETAS:

En la barra guía, de acuerdo al proyecto habrá elementos que permitirán el seccionamiento de la corriente de tracción.

Puede ser mediante una barra guía curvada de acuerdo a proyecto que sirve de remate de la forma de corriente de fracción, llamado cruceta. O mediante un cupón neutro hecho de varios bloques aislantes, que permiten el seccionamiento de toma de corriente, pero no así la continuidad del elemento.

APARATOS DE VIA:

Para los cambios de una vía a otra, tanto en tramos de operación como en talleres, se utilizan unos desvíos, hechos de piezas moldeadas de fierro, que debido a su enorme peso y tamaño son seccionadas en fabrica y después armados en el sitio definitivo de operación.

Para las vías de la red, se utilizarán los desvíos cuya tangente es 0.13 cuando por condiciones de proyecto se requiere que haya desvío en ambos sentidos, se montan las llamadas comunicaciones, que vienen a ser dos desvíos tangente 0.13, uno en un sentido y otro en el contrario.

Los desvíos utilizados en talleres, con los que se forman los peines que permiten la utilización de muchas vías son tangente 0.20.

Para la fijación de estos aparatos en vía sobre balasto, siempre se utilizan durmientes de madera, ya que estos forman parte del KIT del aparato, pues cada uno es diferente a los demás y deberá colocarse en un lugar en especial.

Para los durmientes de aislador, en donde el proyecto marca que son perpendiculares a la barra guía, el aislador será fijado por el sistema normal, pero cuando las cabezas de los durmientes no son perpendiculares

a la barra guía se asegurara la fijación de los aisladores sobre un zoclo plato. Este tipo de zoclo se fijará cuando se arme la barra guía del aparato.

En vía sobre concreto, se requiere dejar en la losa las diferencias de nivel inferior que tienen las piezas moldeadas del aparato y su fijación será mediante unas calzas especiales para cada punto de amarre.

En ambos casos, una vez colocados los durmientes o las calzas, deberá armarse el aparato de acuerdo a los planos de instalación que marcarán la posición exacta de este.

Cuando se colocan en intemperie, se requiere dejar a ambos lados, sobre la zona de transición, aparatos de dilatación en los 3 elementos (riel, pista y barra) a una distancia que puede ir entre los 6 y 26 m.

CONSTRUCCION Y MONTAJE DE
ESTRUCTURAS DE ACERO

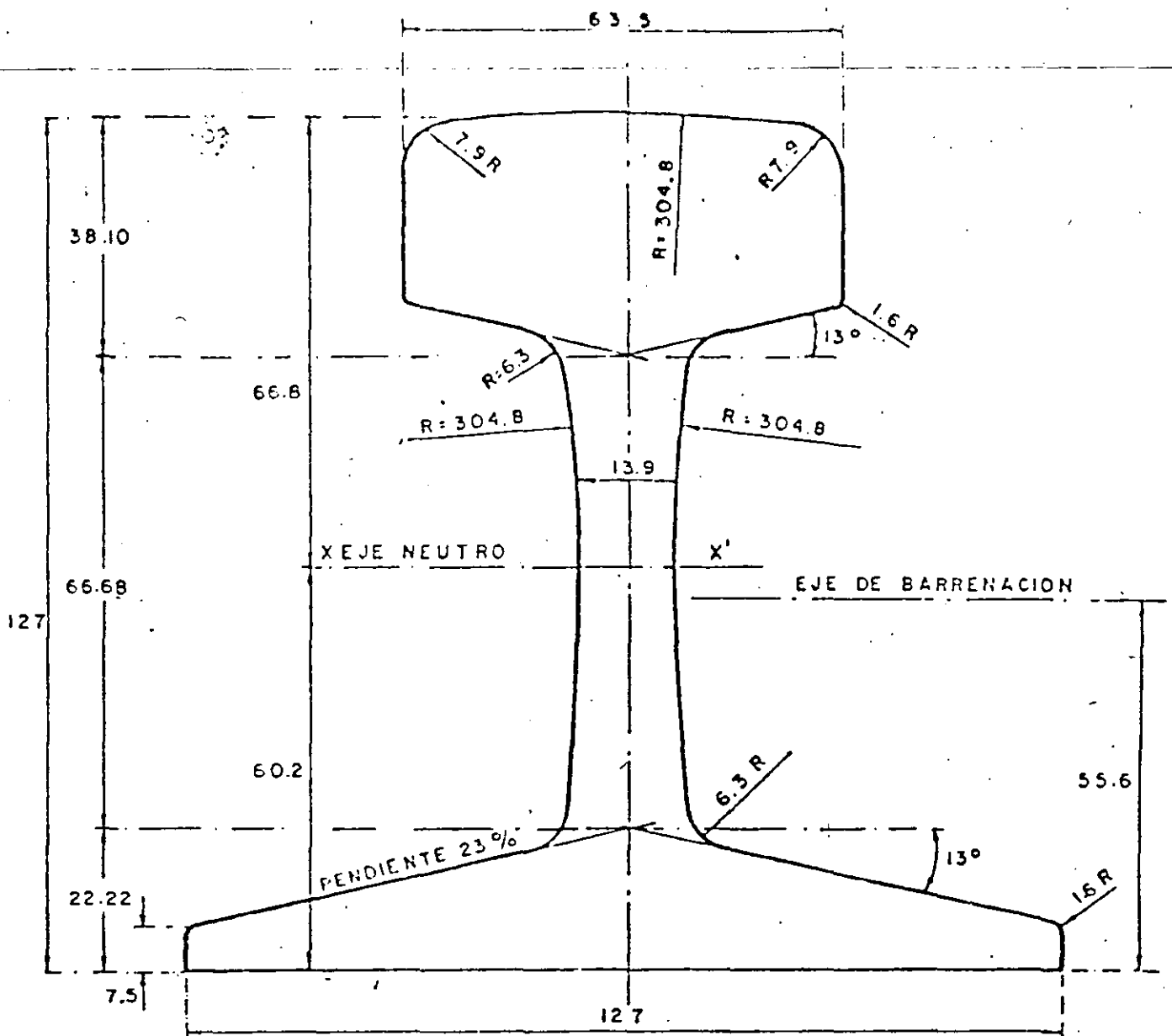
ANEXOS GRAFICOS

29

INSTALACION DE VIA

PERFILES METALICOS

30

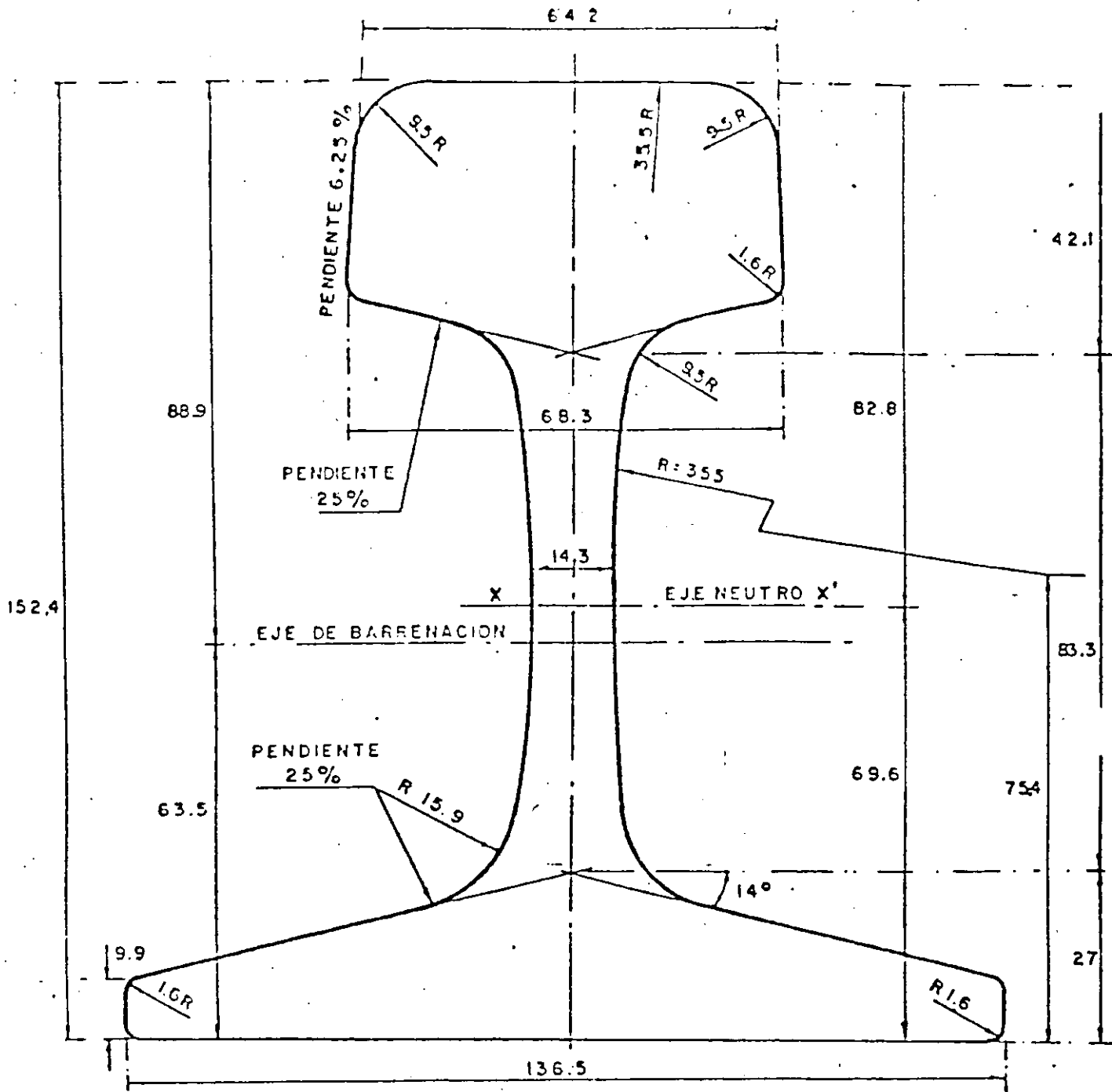


PERFIL DEL RIEL 80 ASCE

ACOT. EN mm

RIEL DE 80 ASCE
 SECCION: 5071 mm²
 PESO: 39.807 Kg/m
 MOMENTO DE INERCIA RESPECTO
 AL EJE X.X': 1098.9 cm⁴
 DENSIDAD: 7.85

31



PERFIL DEL RIEL 100 RE

ACOT. EN mm

RIEL DE 100 RE
 SECCION: 642 0 mm²
 PESO: 50.391 Kg/m
 DENSIDAD: 7.85

32

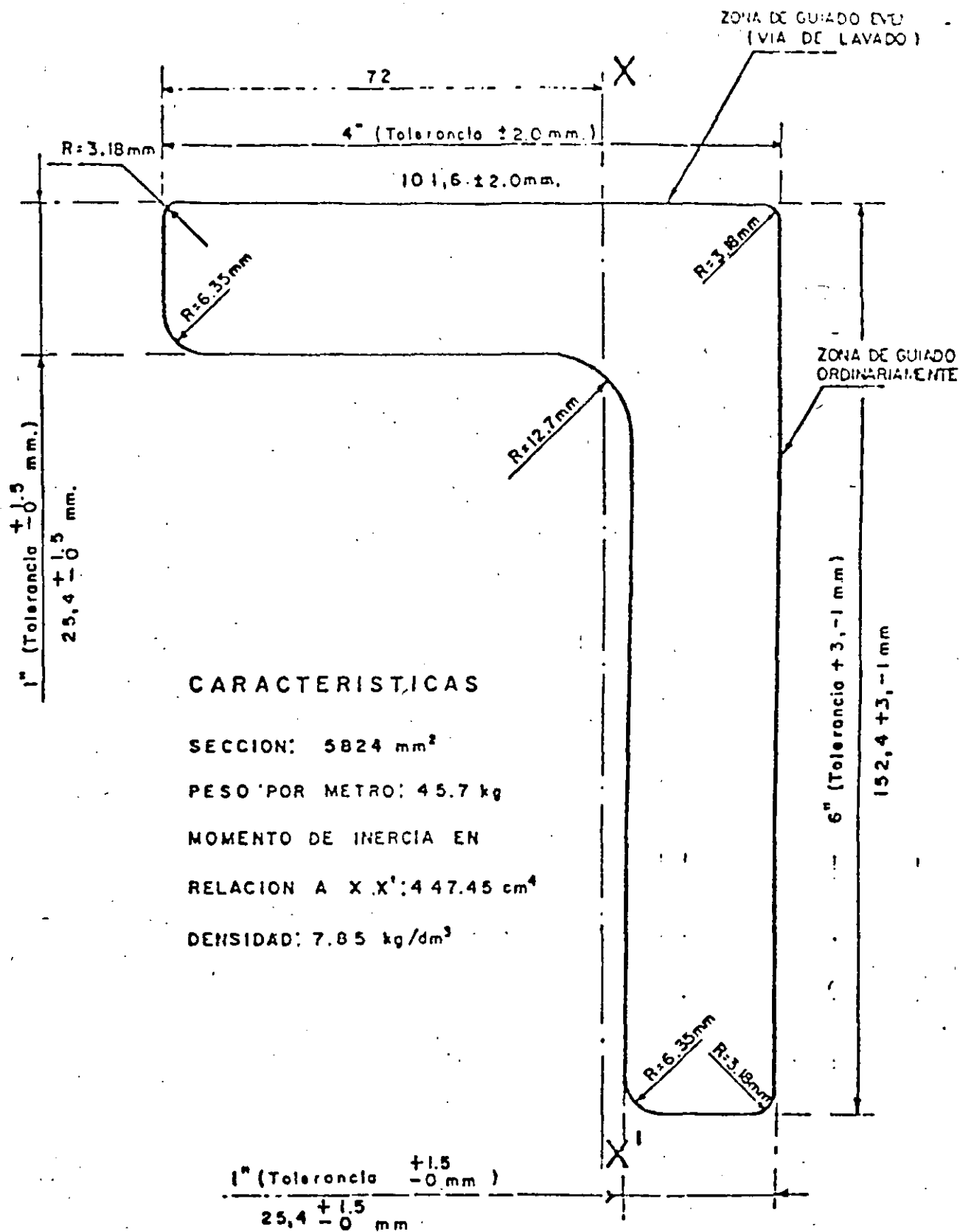


FIGURA No. 4

VIA SOBRE BALASTO,
DURMIENTE DE MADERA

35

DURMIENTES DE MADERA

METRO DE MEXICO

DURMIENTES ORDINARIOS (O)

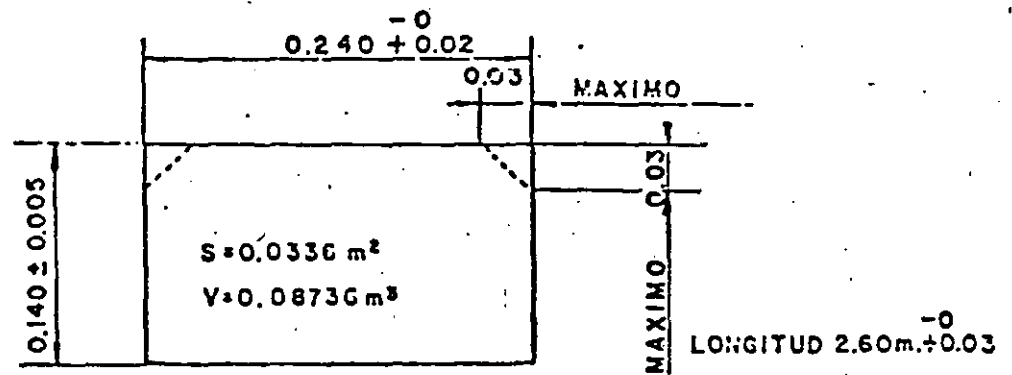


FIGURA 651-BA-1a

DURMIENTE SOPORTE DE AISLADORES (S)

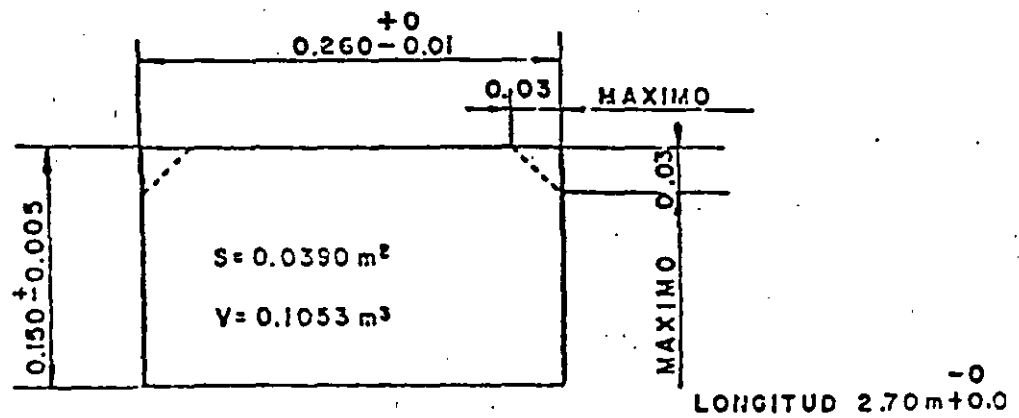
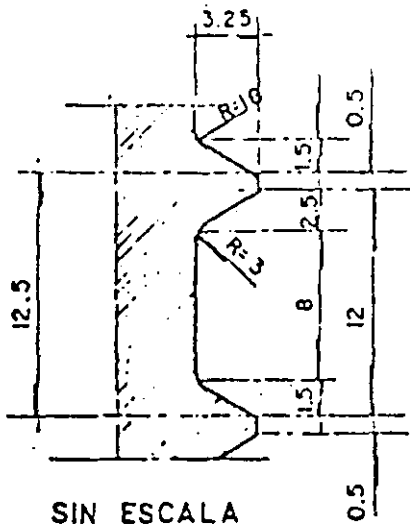


FIGURA No. 1

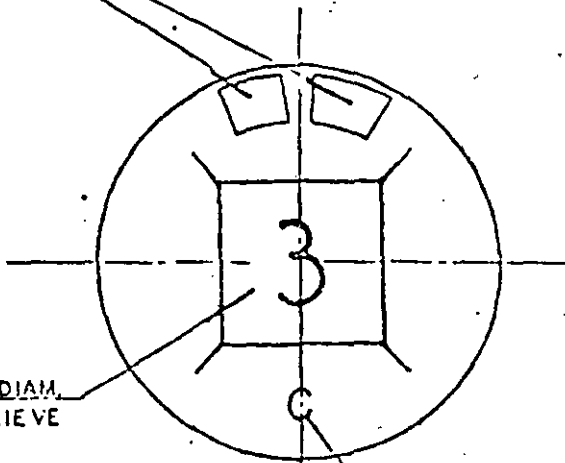
TIRAFONDO C

DETALLE DEL FILETEADO



IDENTIFICACION DEL FABRICANTE
DOS ULTIMAS CIFRAS DEL AÑO
DE FABRICACION } EN RELIEVE
DE 3mm.

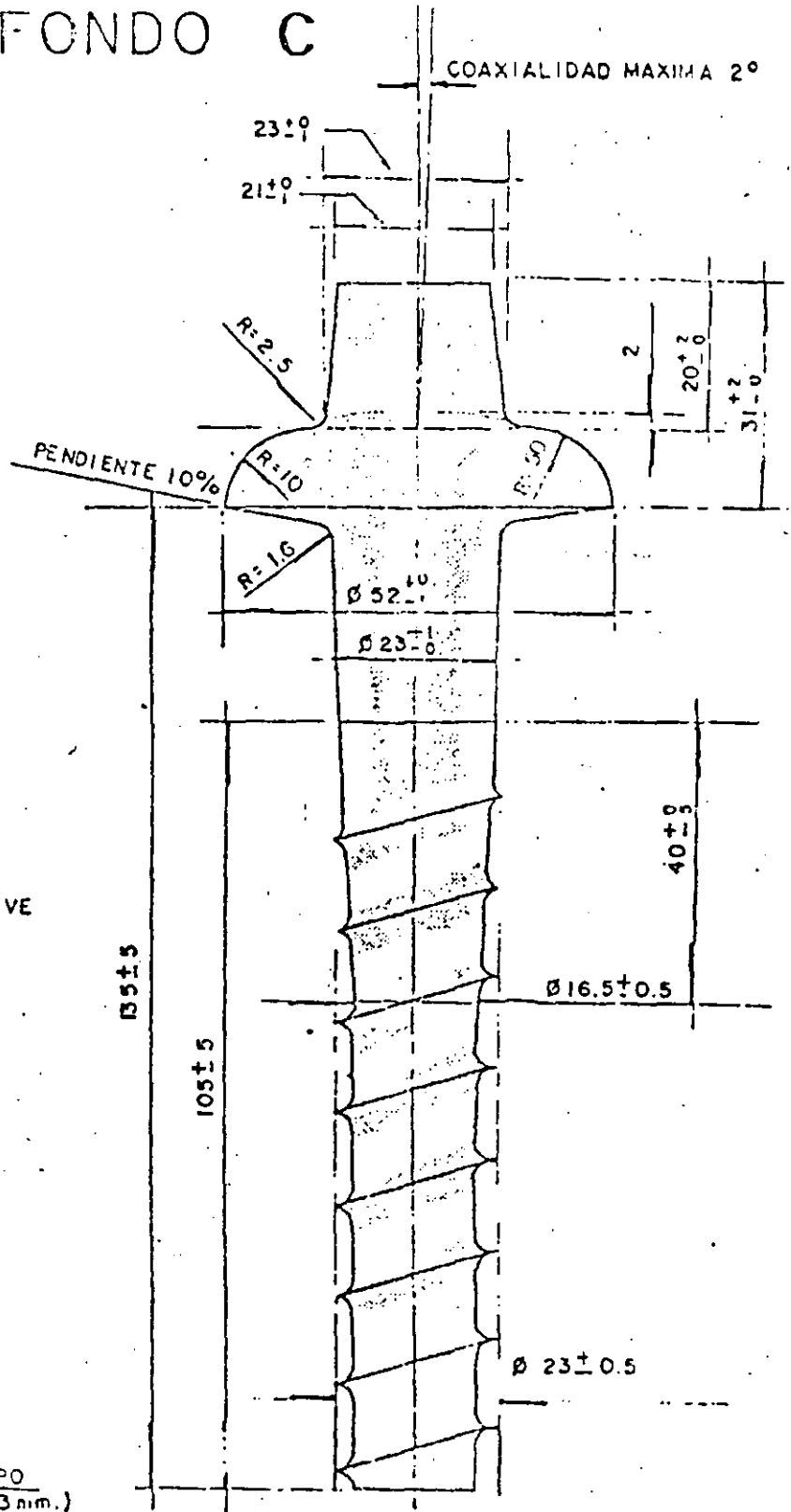
DEL (Ø) DIAM.
O. EN RELIEVE



MARCA DEL TIPO
(EN RELIEVE DE 3mm.)

ESC. 1:1

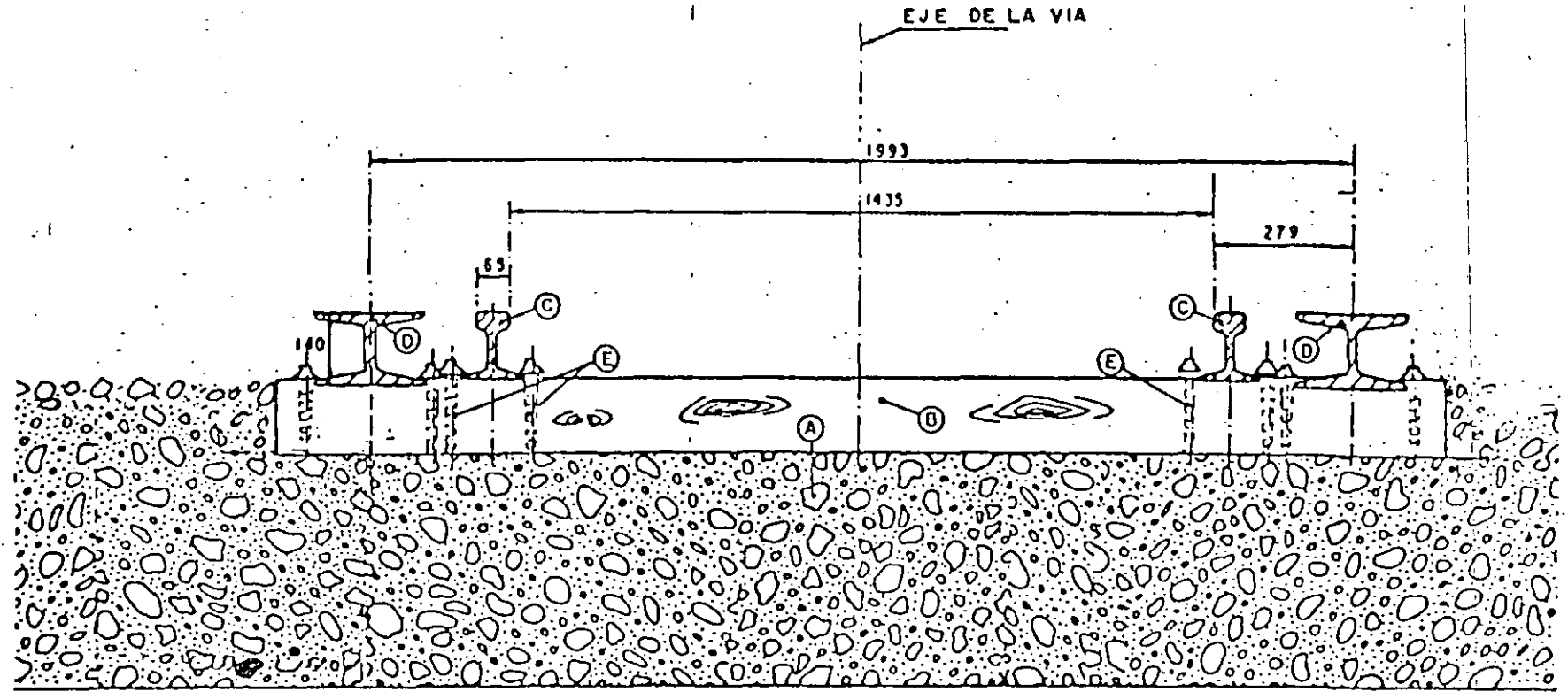
COAXIALIDAD MAXIMA 2°



ESC. 1:1

38

FIGURA No. 3.

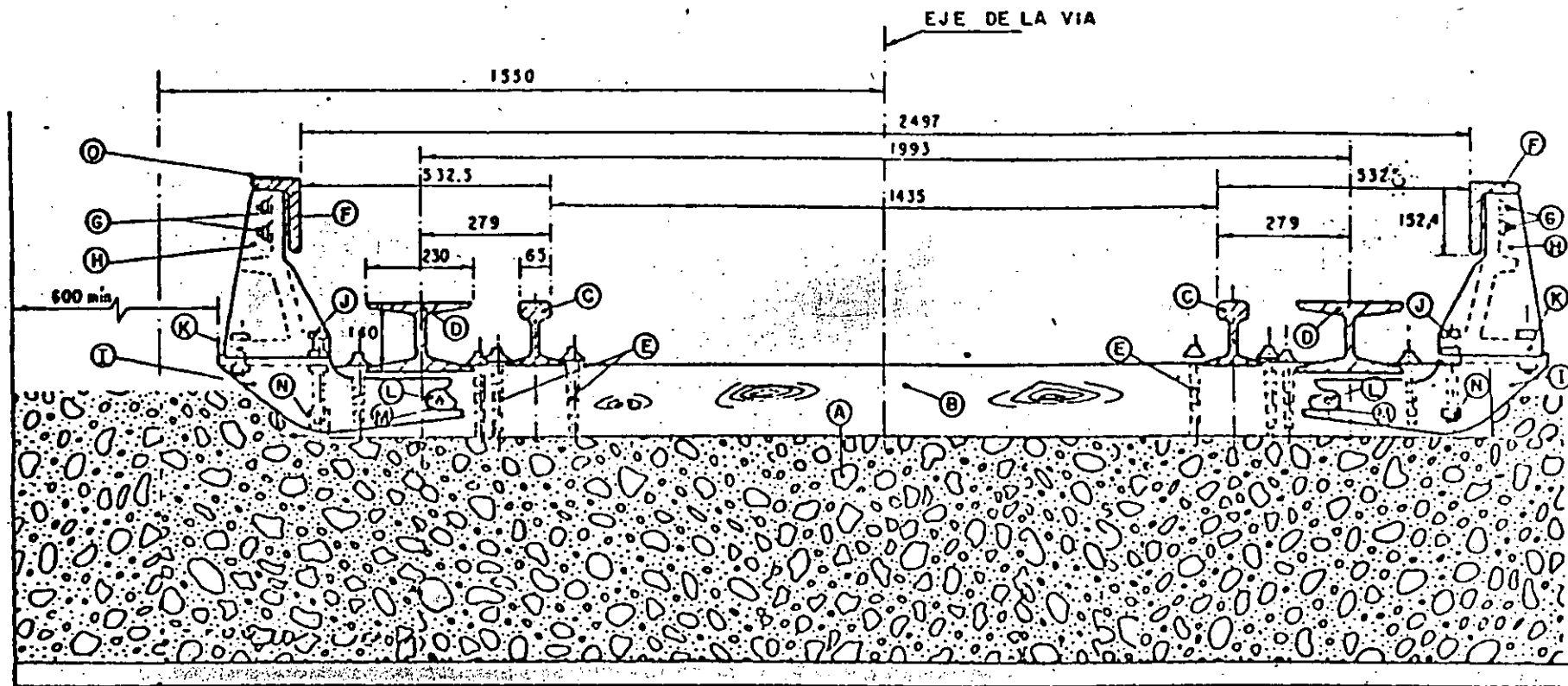


NOMENCLATURA

- (A) : BALASTO.
- (B) : DURMIENTE DE MADERA
- (C) : RIEL DE SEGURIDAD.
- (D) : PISTA METALICA.
- (E) : TIRAFONDO.

ACOT. EN mm.

CORTE DE LA VIA EN BALASTO CON -
 DURMIENTE DE MADERA PARA FIJACION
 DE RIELES Y PISTAS



ACOT. EN mm

NOMENCLATURA

- | | |
|---------------------------|--|
| (A) - BALASTO. | (I) - ZOCLO |
| (B) - DURMIENTE DE MADERA | (J) y (K) - TORNILLOS PARA FIJACION DE AISLADOR. |
| (C) - RIEL DE SEGURIDAD. | (L) - PERNO PARA FIJACION DE CANDADOS |
| (D) - PISTA METALICA. | (M) - CANDADO PARA FIJACION DE ZOCLO |
| (E) - TIRAFONDO. | (N) - CANDELERO |
| (F) - BARRA GUIA. | (O) - AISLAMIENTO PARA BARRA GUIA. |
| (G) - PERNOS NELSON. | |
| (H) - AISLADOR | |

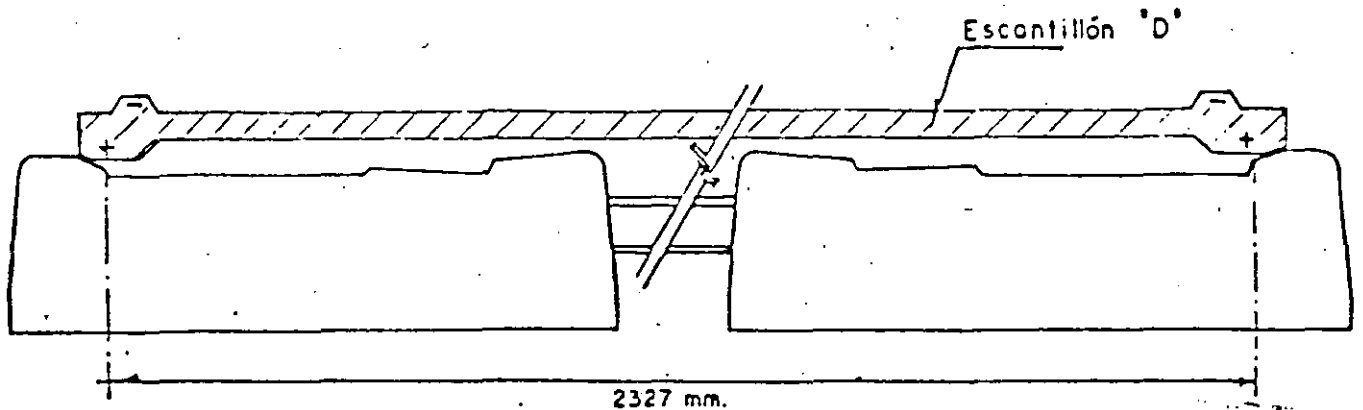
CORTE DE LA VIA EN BALASTO CON -
DURMIENTE DE MADERA PARA FIJACION
DE AISLADOR

Figura No. 5

**VIA SOBRE BALASTO,
DURMIENTE DE CONCRETO**

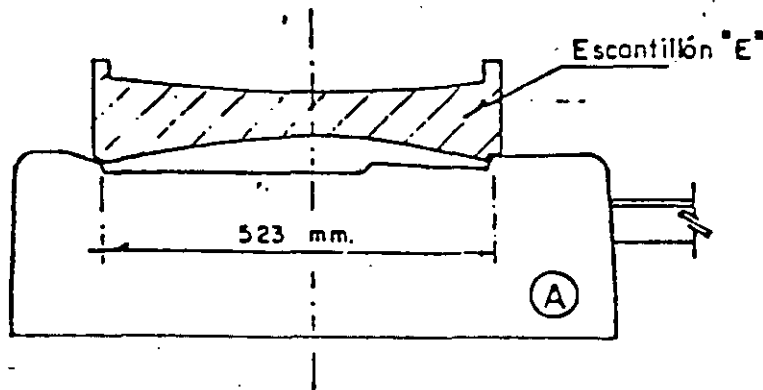
PLANARIDAD DE LAS SUPERFICIES DE APOYO DEL RIEL Y DE LA FISTA

Se comprobará con una regla de 30.0 cm de largo y de un ancho preciso; la desviación de las superficies de apoyo con respecto al filo de la regla no deberá exceder de 1 mm.



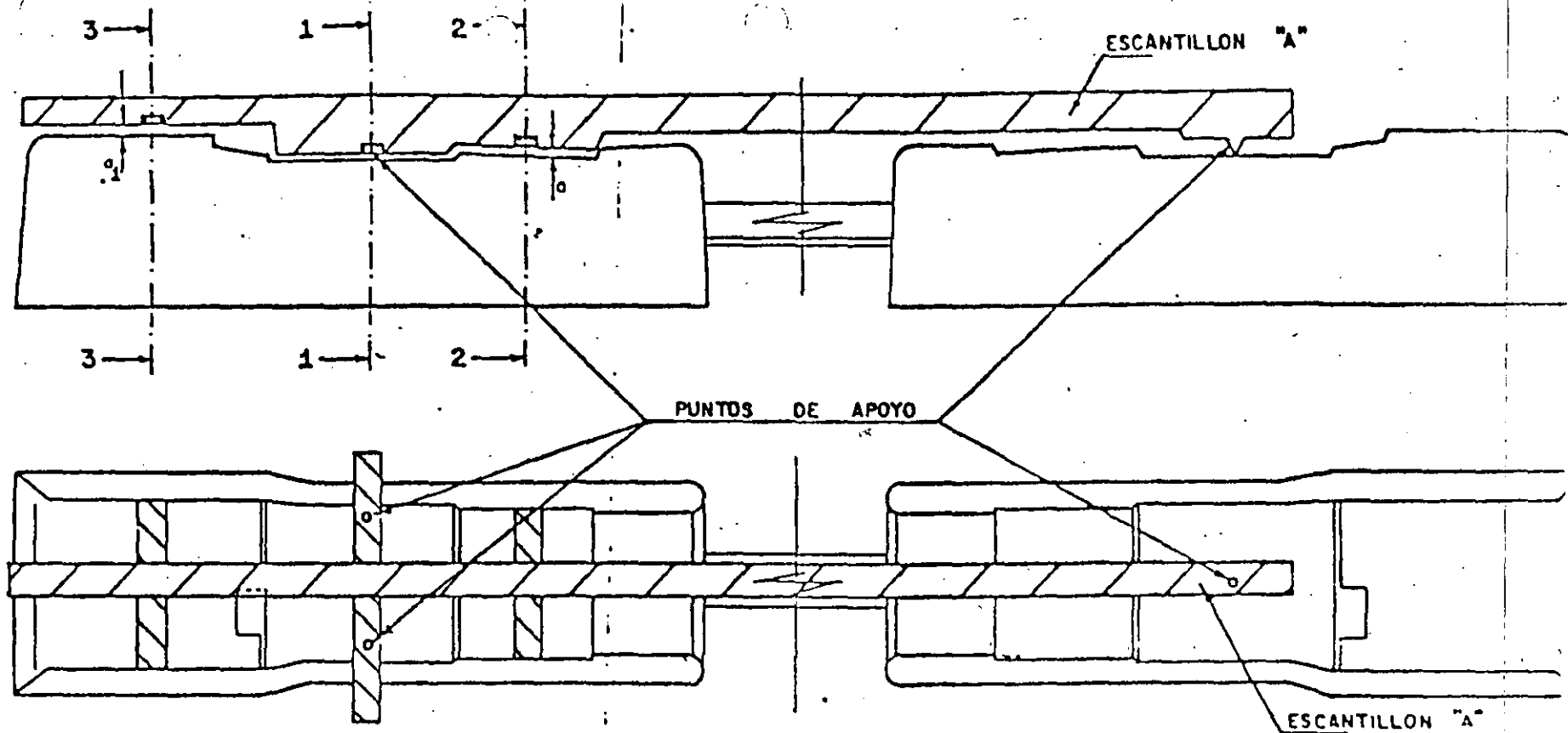
DISTANCIA ENTRE LOS TOPES EXTERIORES DEL DURMIENTE "O"

Esta distancia se comprobará con el escantillón "D" y se indicará correcto ó incorrecto
Distancia nominal: 2327 mm Tolerancia ± 4 mm,



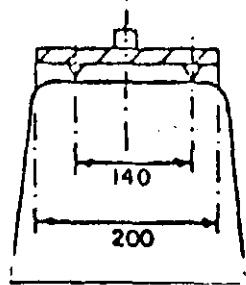
DISTANCIA ENTRE LOS DOS TOPES DE UN MISMO BLOQUE

Esta distancia se comprobará con el escantillón "E" y se indicará correcto ó incorrecto
Distancia nominal: 523mm Tolerancia ± 3 mm
Se realizará la misma verificación con el bloque "B"

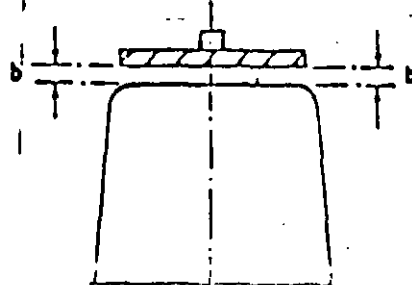


TOLERANCIAS GEOMETRICAS EN LOS DURMIENTES DE CONCRETO "S"

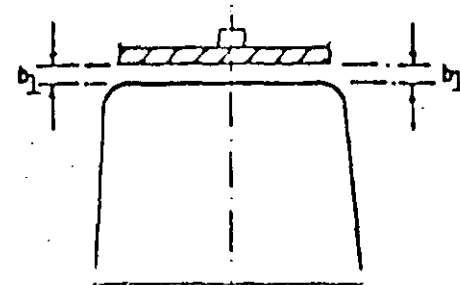
CORRESPONDENCIA DE LAS SUPERFICIES DE APOYO DEL RIEL, PISTA Y AISLADOR



CORTE 1-1



CORTE 2-2

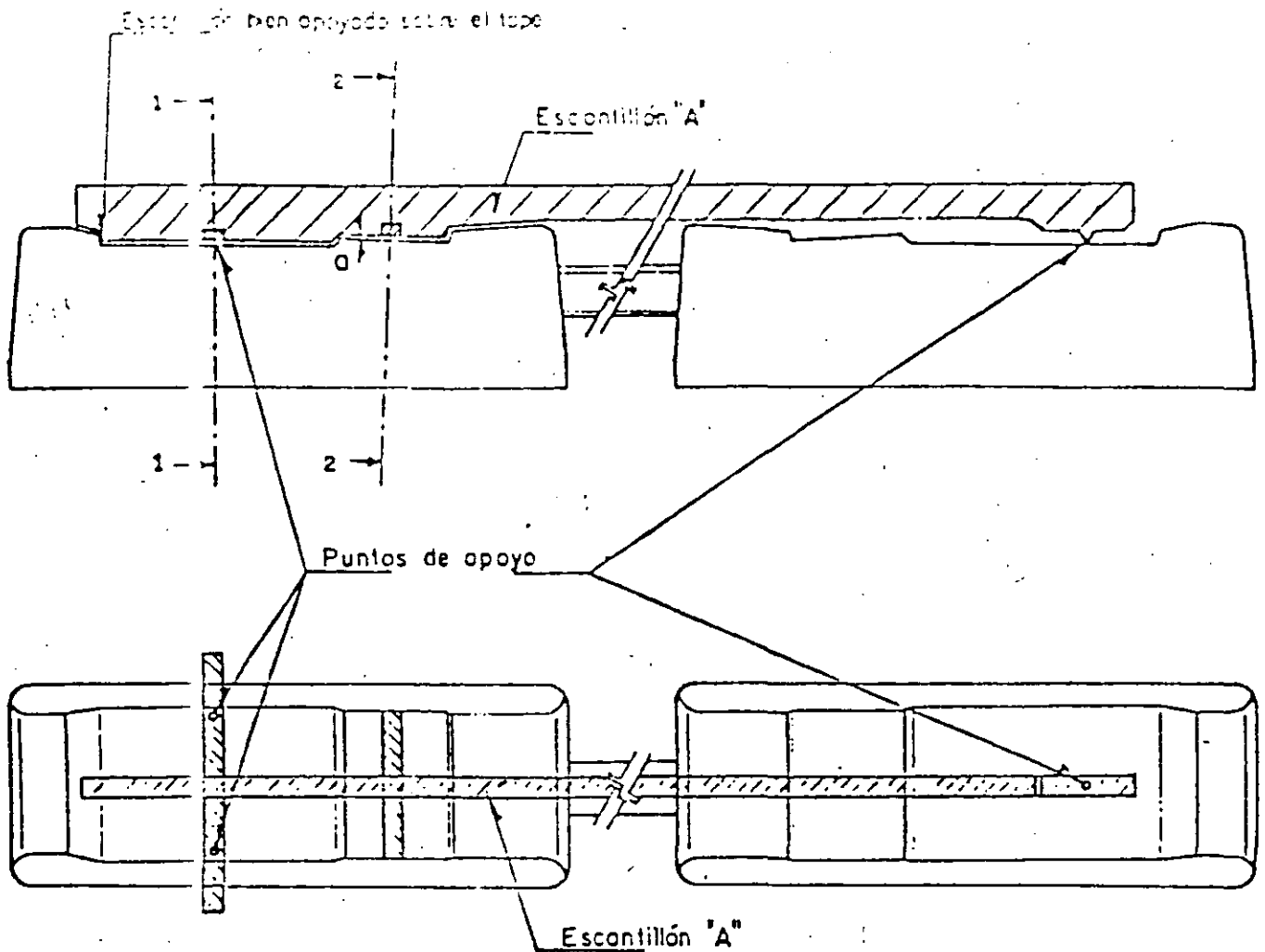


CORTE 3-3

CORRESPONDENCIA DE LAS SUPERFICIES DE APOYO : $o = 5 \text{ mm. } \pm 1$

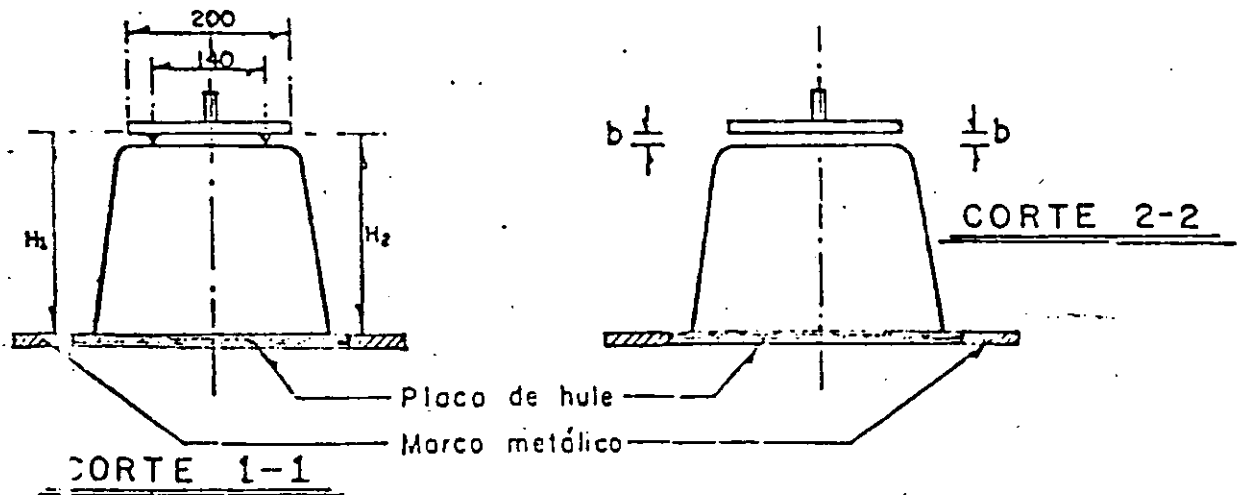
ALABEO DE LAS SUPERFICIES DE APOYO ENTRE SI : $b = 5 \text{ mm. } \pm 2$

FIGURA No. 3



TOLERANCIAS GEOMETRICAS EN LOS DURMIENTES DE CONCRETO "0"

1.1.— Correspondencia de las superficies de apoyo del riel y de la pista
Utilización del escantillón "A" (Ver croquis anterior)



- Correspondencia de las superficies de apoyo:
- Apriete de las superficies de apoyo entre sí:
- Tolerancia en las alturas H_1 y H_2 : $(+8, -2)$ mm
- Medida de la cota a : $5 \text{ mm} \pm 3$
- Medida de la cota b : $5 \text{ mm} \pm 3$
- Diferencia $(H_1 - H_2)$: ± 5 mm

FIGURA No. 1

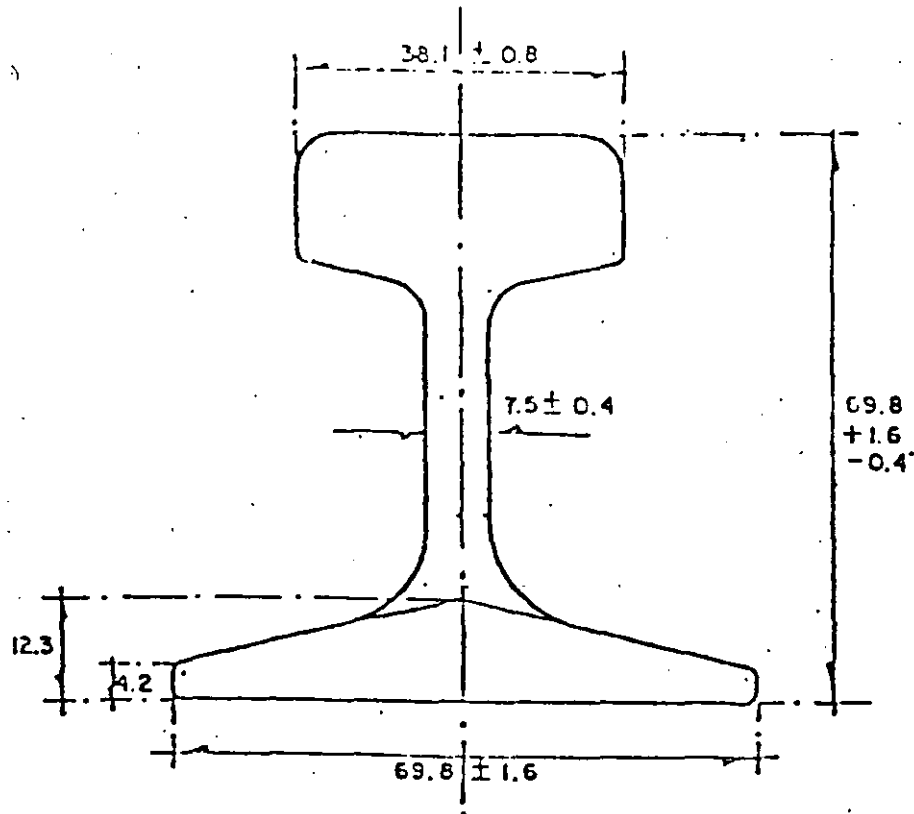


FIGURA 051-BB-1

RIEL 25 LB/YD ASCE

12.4 kg/m

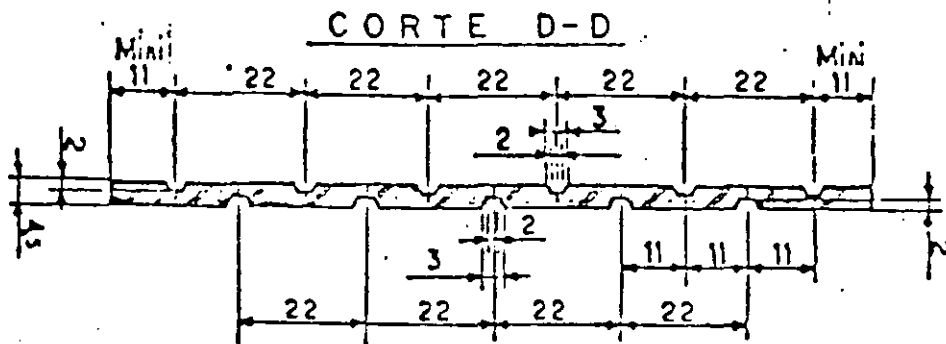
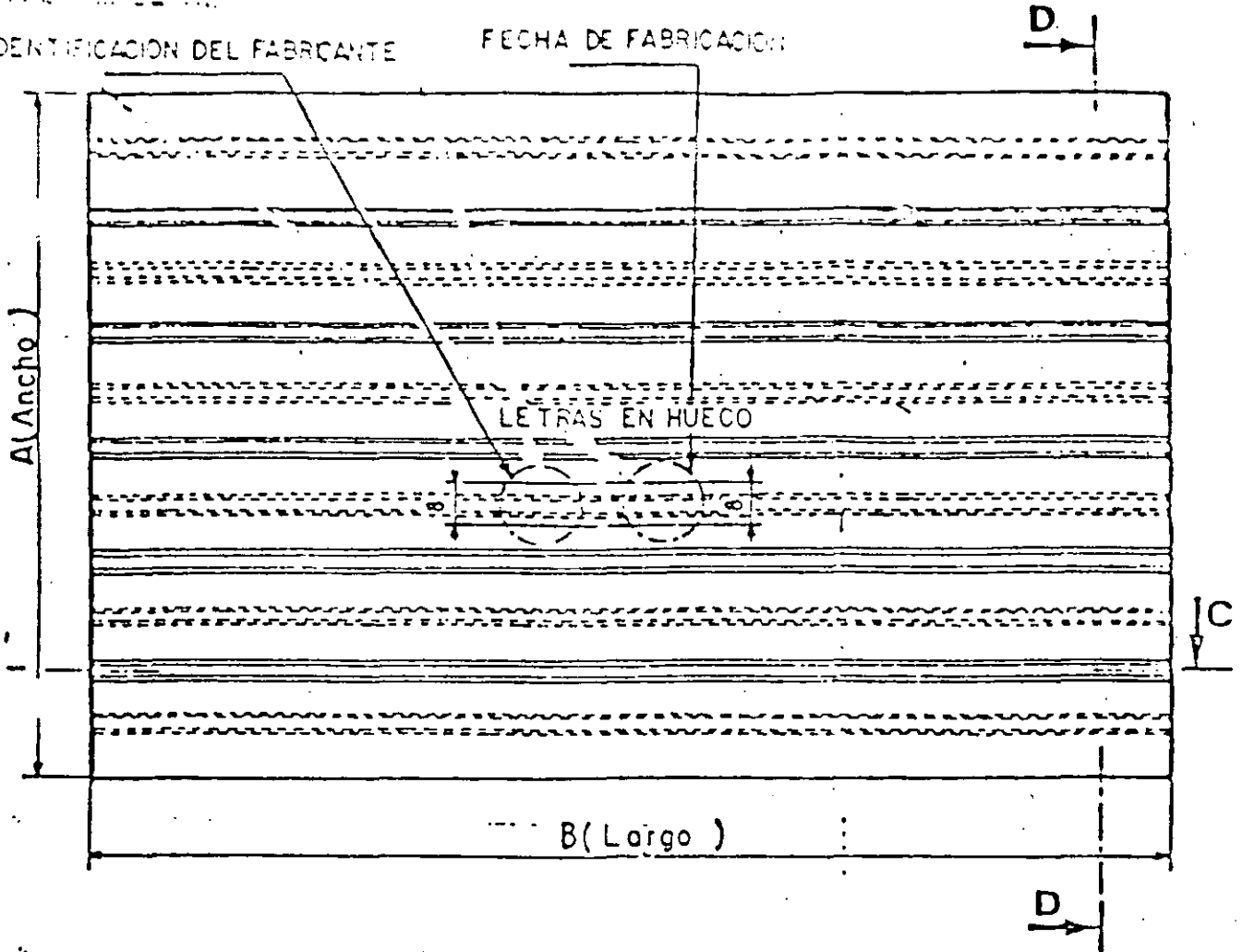
NOTAS:

- El peso por metro lineal no deberá variar más de 1% del nominal de 12.40 kg/m.
- Una regla recta de 1500 mm de largo colocada sobre cada pieza de 2400 mm de largo no deberá acusar una flecha mayor de 3 mm, para los durmientes tipo "O".
- Una regla recta de 1500 mm de largo colocada sobre cada pieza de 2750 mm de largo no deberá acusar una flecha mayor de 3 mm, para los durmientes tipo "S" ó tipo "SO".

45

IDENTIFICACION DEL FABRICANTE

FECHA DE FABRICACION



DIMENSIONES NOMINALES		
	A	B
RIEL-80	125	200
PISTA	200	230

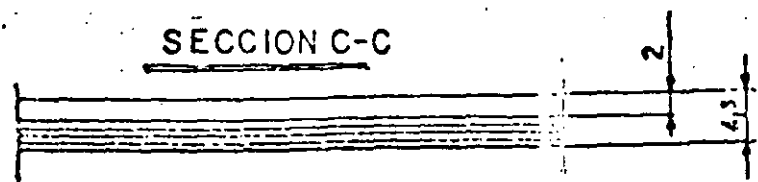
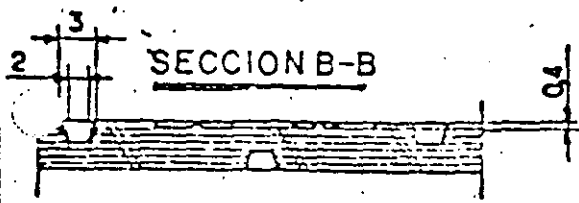
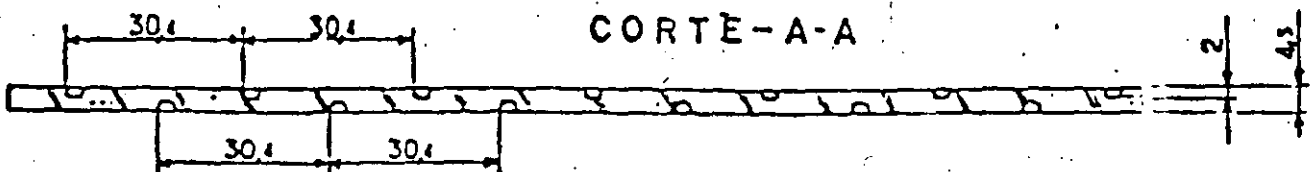
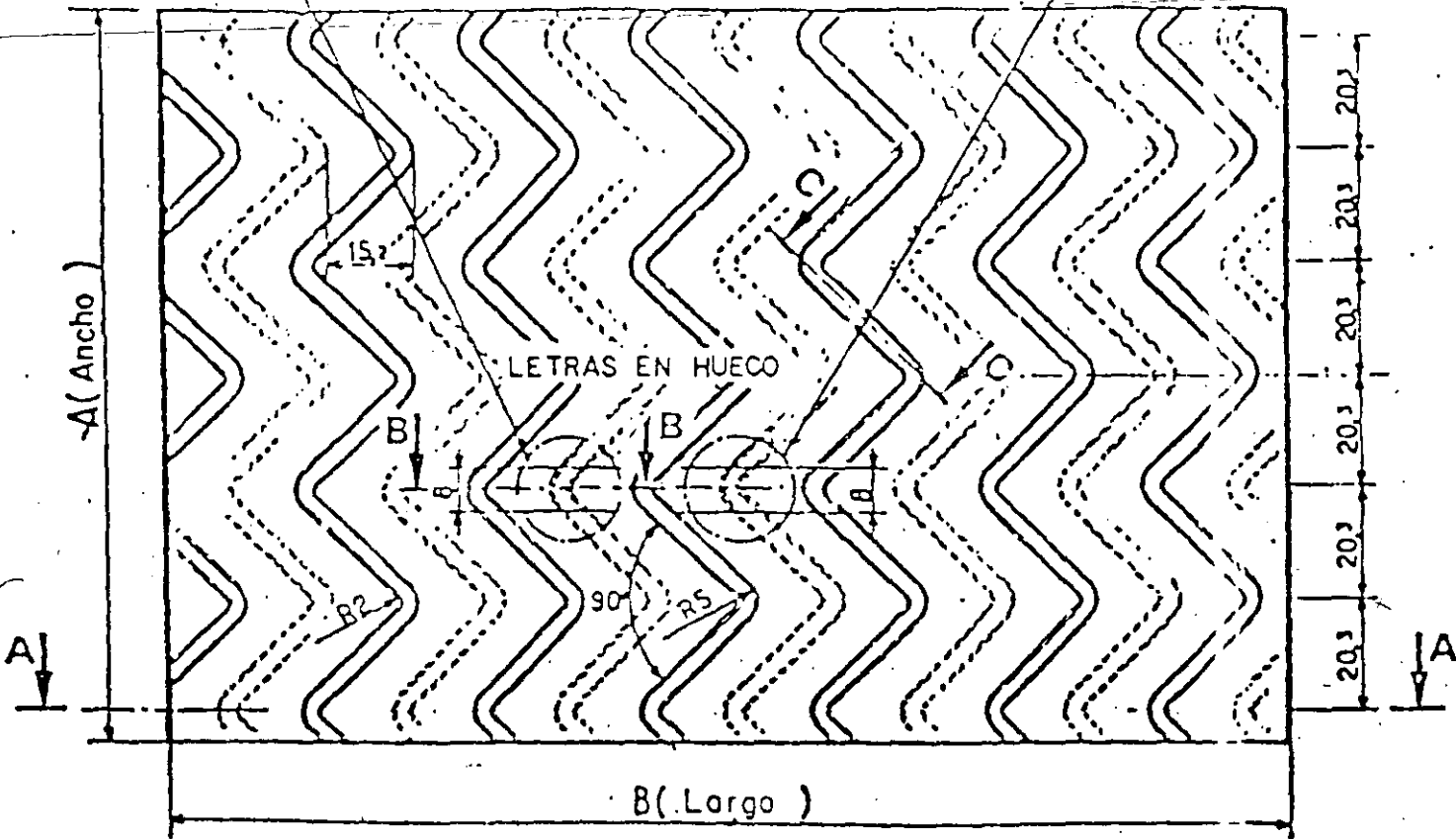
ALMOHADILLA DE CAUCHO PARA DURMIENTE DE CONCRETO (CANALADURAS LONGITUDINALES)

FIGURA N°. 5

MARCAS EN HUECO DE CARACTER DE
8mm DE ALTO.

IDENTIFICACION DEL FABRICANTE

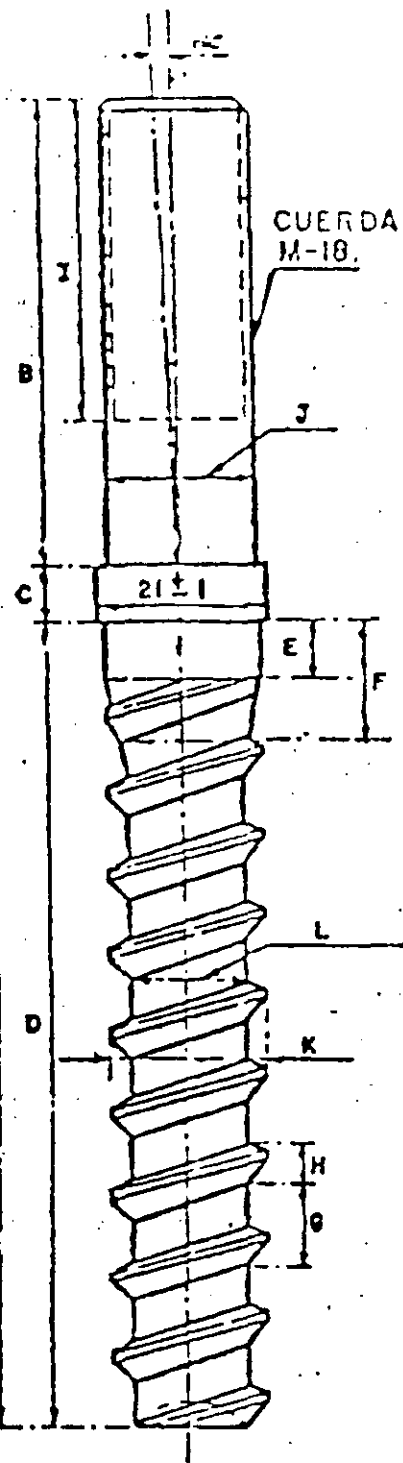
FECHA DE FABRICACION



DIMENSIONES NOMINALES	
	A B
RIEL-80	125 X 200
PISTA	200 X 230

ALMOHADILLA DE CAUCHO PARA DURMIENTE
DE CONCRETO (TIPO CHEVRONS)

47



COTA	DIMENSION (mm)	TOLERANCIA (mm)
A	160	+4.3, -6.8
B	53	± 1.3
C	7	+1, -0.5
D	100	+2, -5
E	8	+3, -0
F	20	+5, -1
G	10	± 0.1
H	4.5	± 0.2
I	40	± 5
J	18	+0.5, -0
K	19	± 0.5
L	14	+0.3, -0.5

PARA LA CUERDA M-18 DEL PERNO

Ø MAYOR	máximo 17.96, mínimo 17.62
Ø MENOR	máximo 14.89, mínimo 14.54

PARA LA CUERDA M-18 DE LA TUERCA

Ø MAYOR	18 mínimo	
Ø MENOR	máximo 15.74, mínimo 15.29	
ALTURA	19	± 0.8
DISTANCIA + CARAS	38	+0, -1

α	$\leq 1^\circ$
----------	----------------

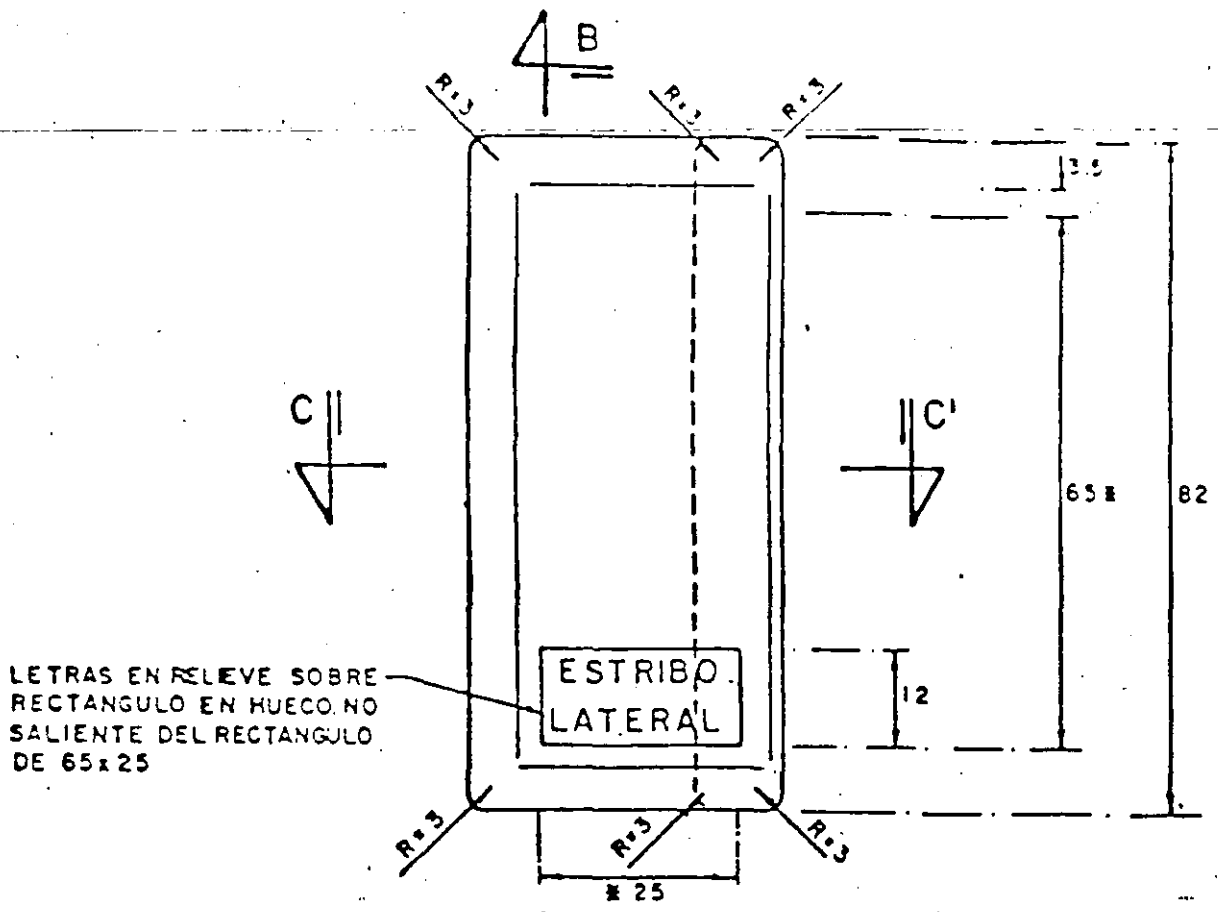
PERNO TIRAFONDO

ESCALA 1:1

ACOT. EN mm.

(FIGURA No. 7)

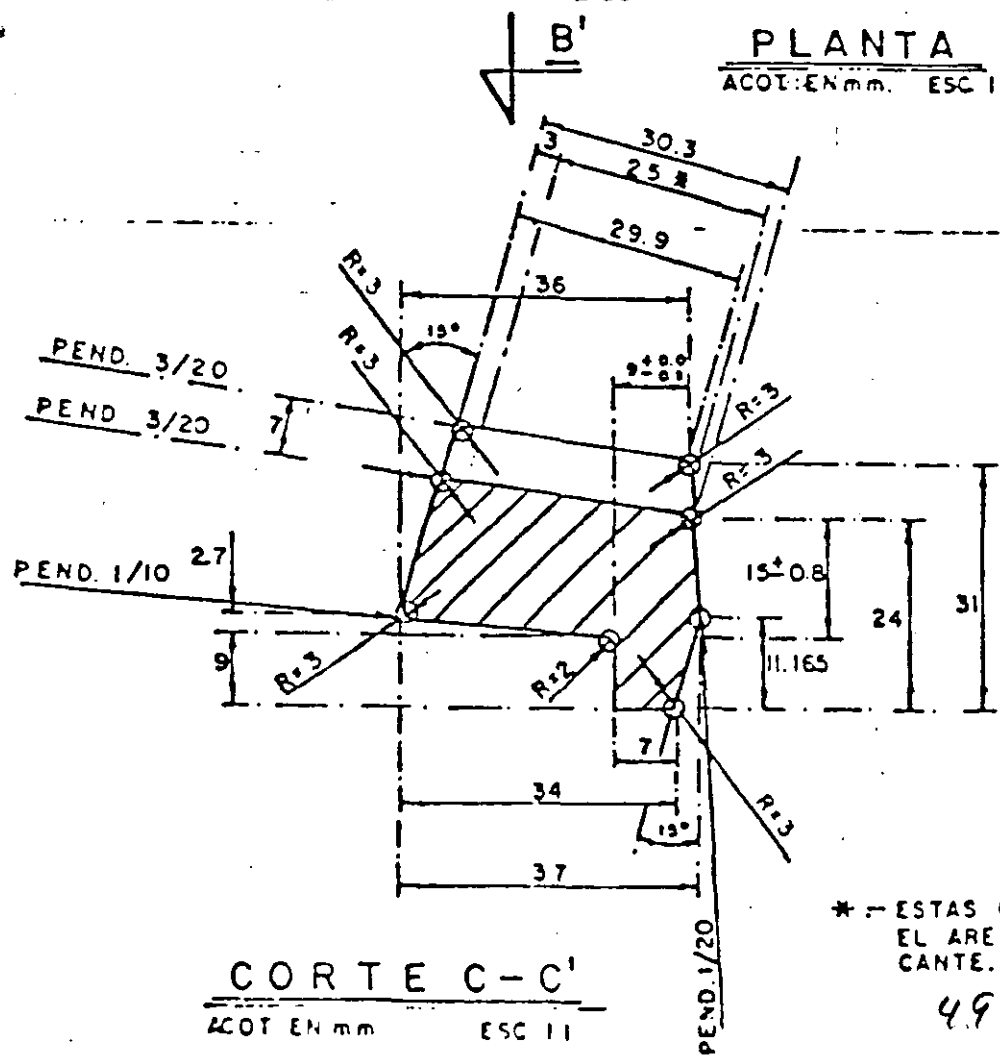
48



LETRAS EN RELEVE SOBRE RECTANGULO EN HUECO. NO SALIENTE DEL RECTANGULO DE 65x25

ESTRIBO LATERAL

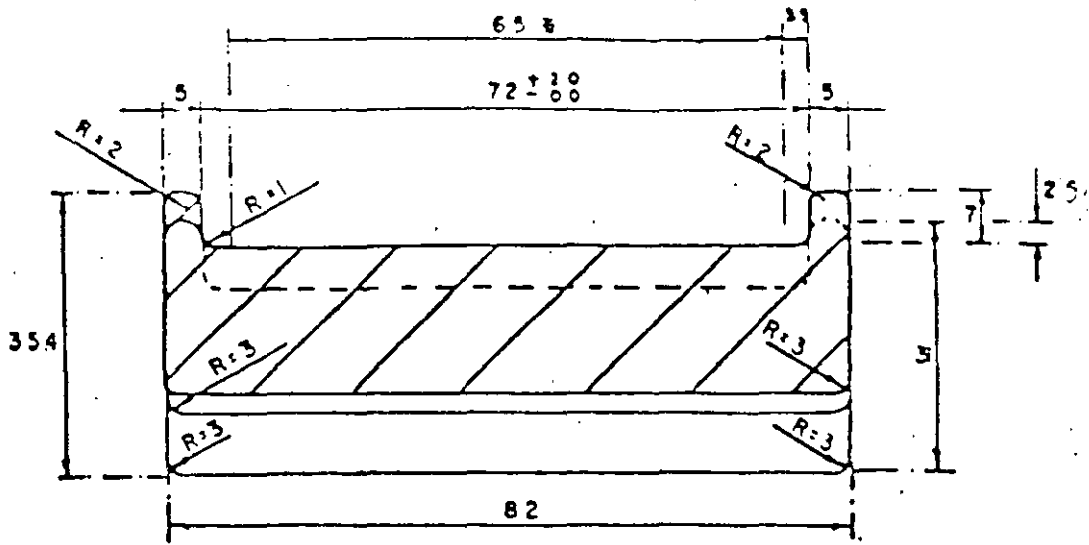
PLANTA
ACOT: EN mm. ESC 1:1



CORTE C-C'
ACOT EN mm ESC 1:1

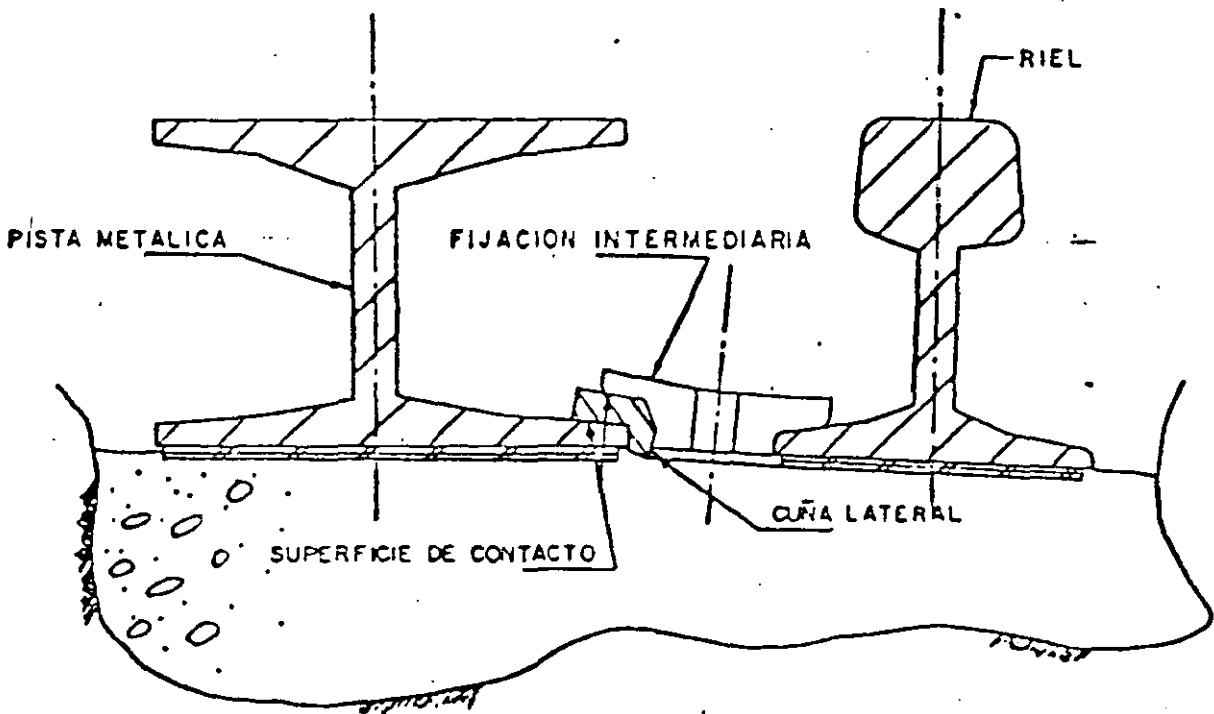
* - ESTAS COTAS DEFINEN UNICAMENTE EL AREA PARA DATOS DEL FABRICANTE.

49



CORTE B-B'
ACOT. EN mm. ESCALA 1:1

* - ESTAS COTAS DEFINEN UNICAMENTE EL AREA PARA DATOS DEL FABRICANTE.



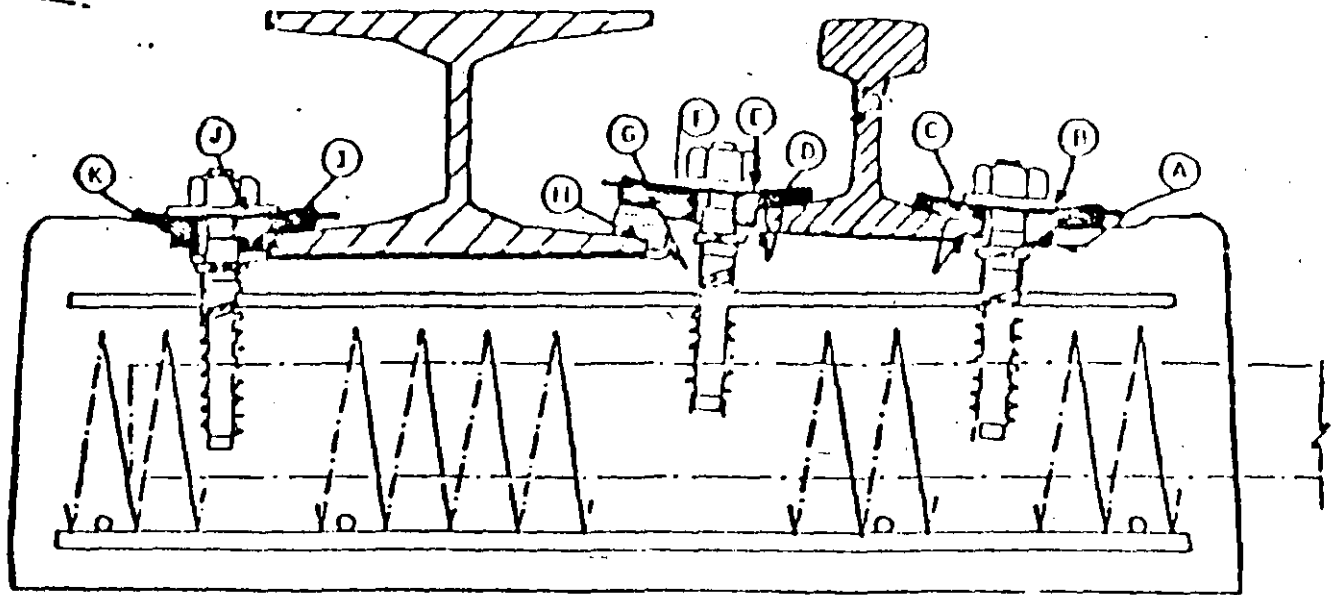
CROQUIS DE UBICACION

SIN ESCALA

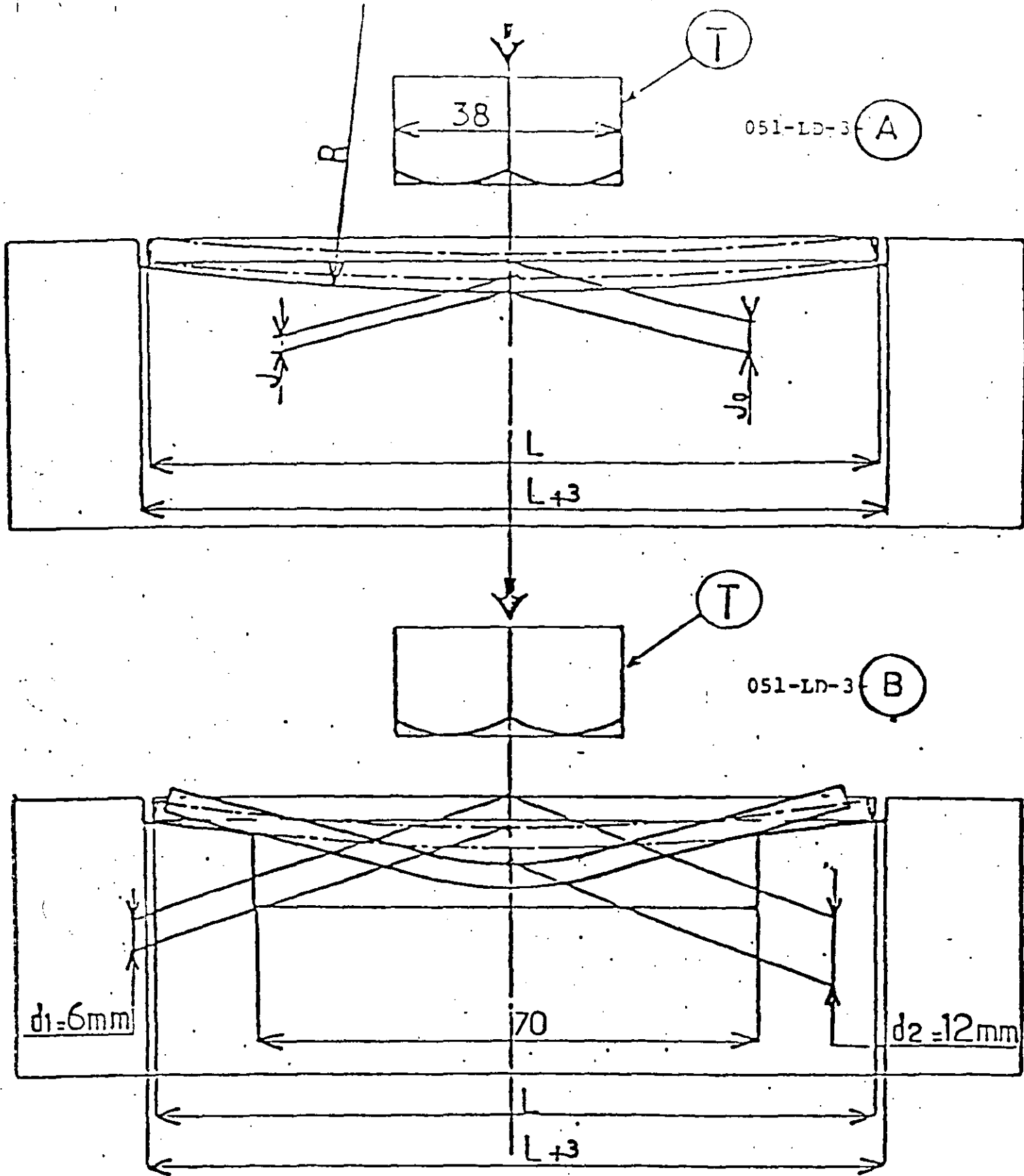
(FIGURA No. 9)

SD

MEDICION DE HUELGOS EN CARAS DE LAS GRAPAS

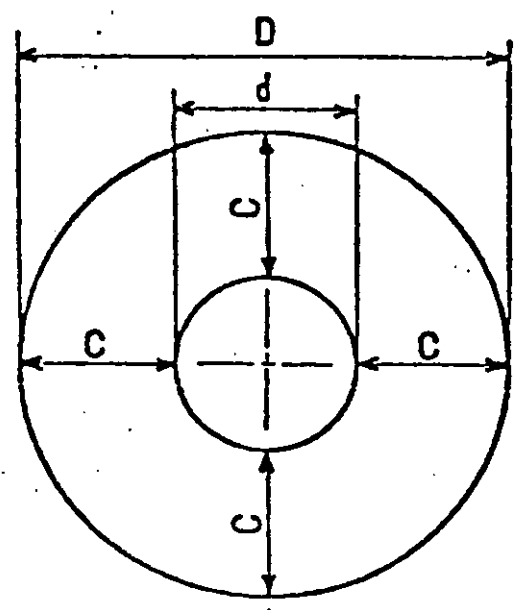
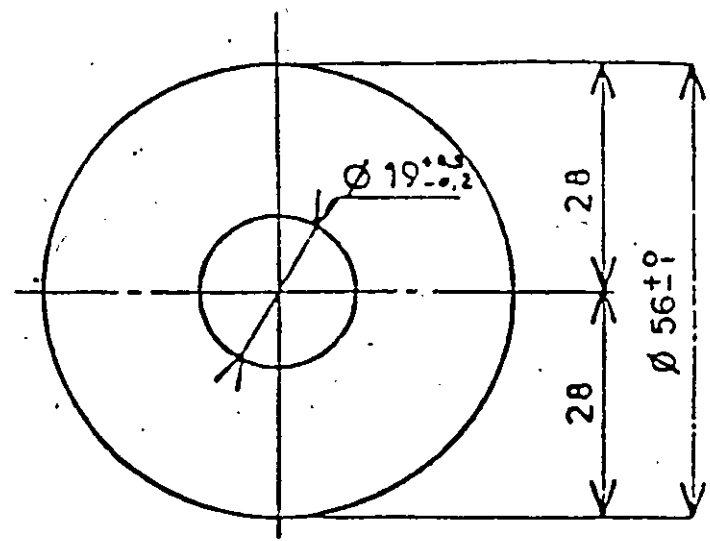
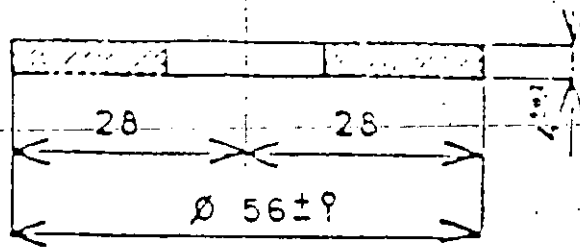


(FIGURA No. 10)



DESIGNACION DE LA PLACA	R	L	Jo	J	d ₁	d ₂
PLACA AP-GV 60x100x4 mm.	260mm	100mm	4.8mm	3.5mm	6mm	12mm

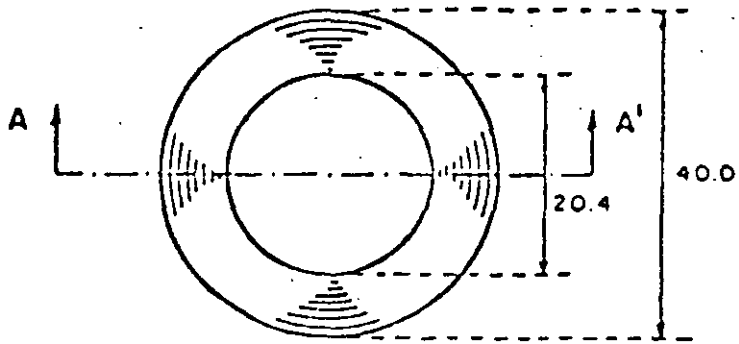
(FIGURA No. 12)



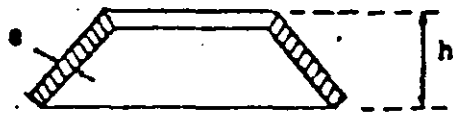
$$C = \frac{D-d}{2} = \dots \pm 0,5$$

VERIFICACION DIMENSIONAL DE LAS ARANDELAS

(FIGURA No. 13)

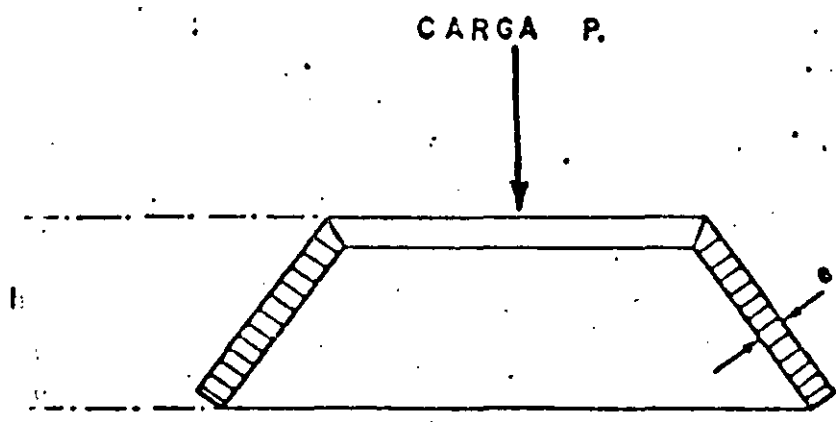


VISTA EN PLANTA



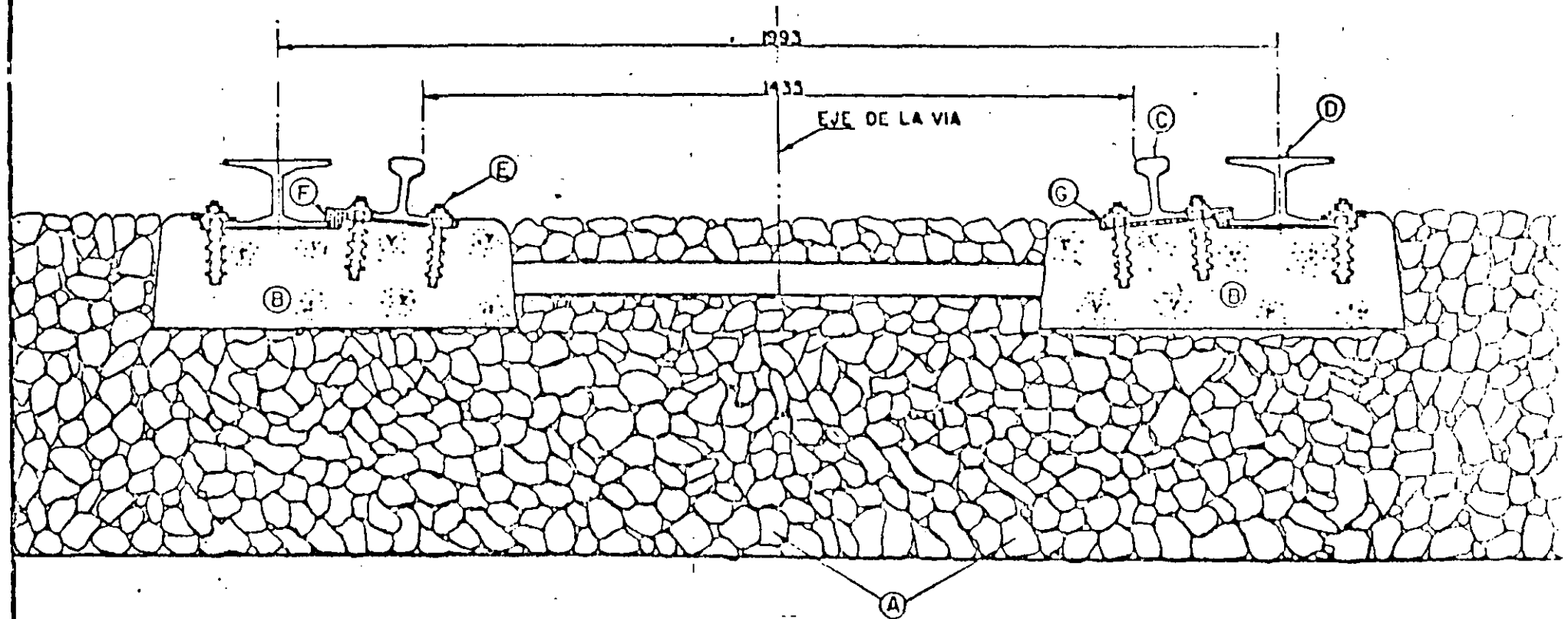
CORTE A - A'

ACOT. EN mm.



P en kg.	h en mm.		t en mm.	
	Canadiense	Nacional	Canadiense	Nacional
0	3.15	3.68	2.25	2.78
700	2.48	3.01	2.25	2.78

(FIGURA No. 15)



NOMENCLATURA

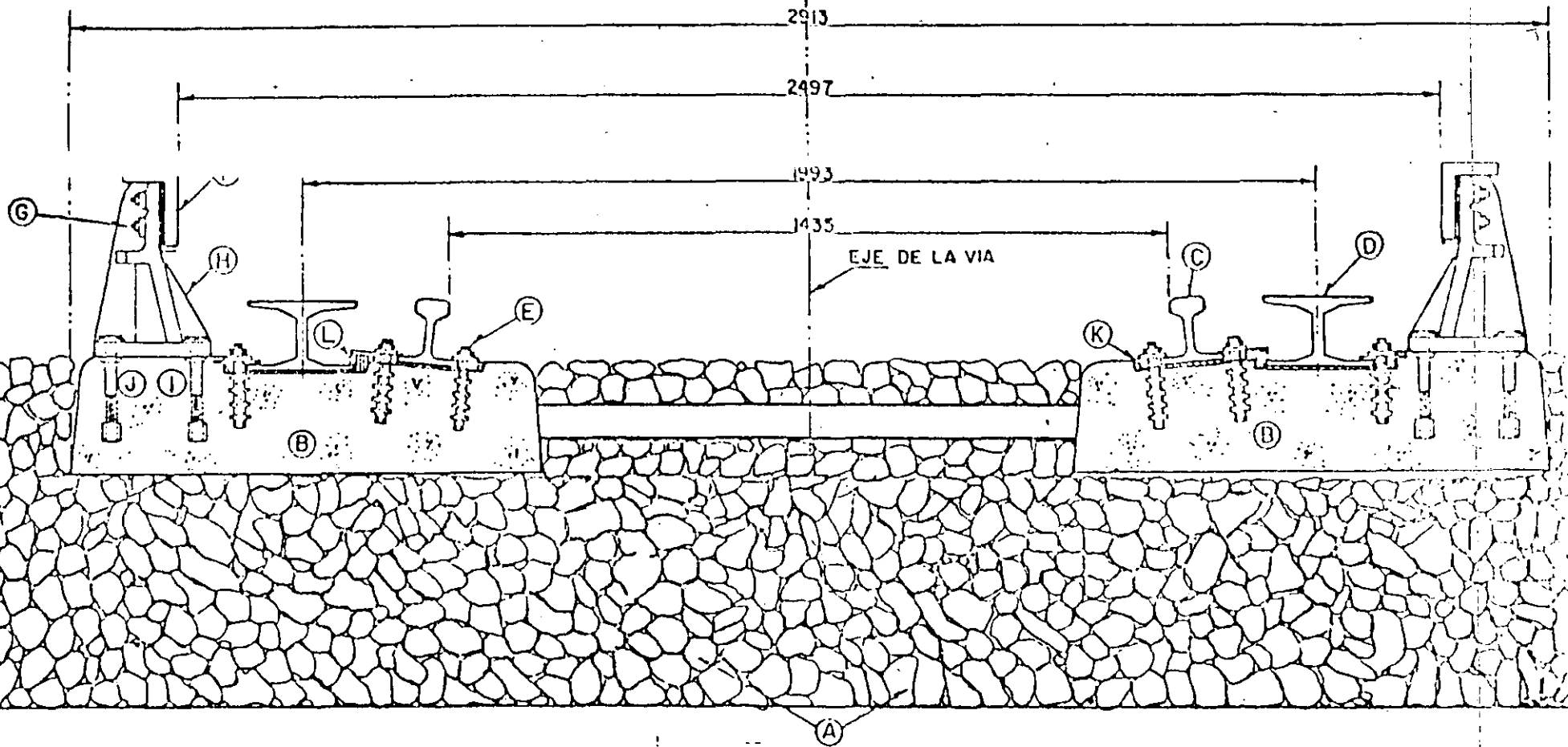
- (A) - BALASTO
- (B) - DURMIENTE DE CONCRETO TIPO "O"
- (C) - RIEL DE SEGURIDAD
- (D) - PISTA METALICA
- (E) - PERNO TIRAFONDO
- (F) - ESTRIBO LATERAL

- (G) - GRAPA DE NYLON

ACOTACIONES EN mm.

CORTE DE LA VIA EN BALASTO CON DURMIENTE DE CONCRETO TIPO "O"

25
25



NOMENCLATURA

ACOTACIONES EN mm.

- | | |
|---------------------------------------|--|
| (A) : BALASTO. | (G) : PERNOS NELSON. |
| (B) : DURMIENTE DE CONCRETO TIPO "S". | (H) : AISLADOR. |
| (C) : RIEL DE SEGURIDAD. | (I) y (J) : TORNILLOS PARA FIJACION DE AISLADOR. |
| (D) : PISTA METALICA. | (K) : GRAPA DE NYLON |
| (E) : PERNO TIRAFONDO. | (L) : ESTRIBO LATERAL |
| (F) : BARRA GUIA. | |

CORTE DE LA VIA EN BALASTO CON -
DURMIENTE DE CONCRETO TIPO "S"

VIA SOBRE LOSA DE CONCRETO

INSTALACION DE VIA

58
58

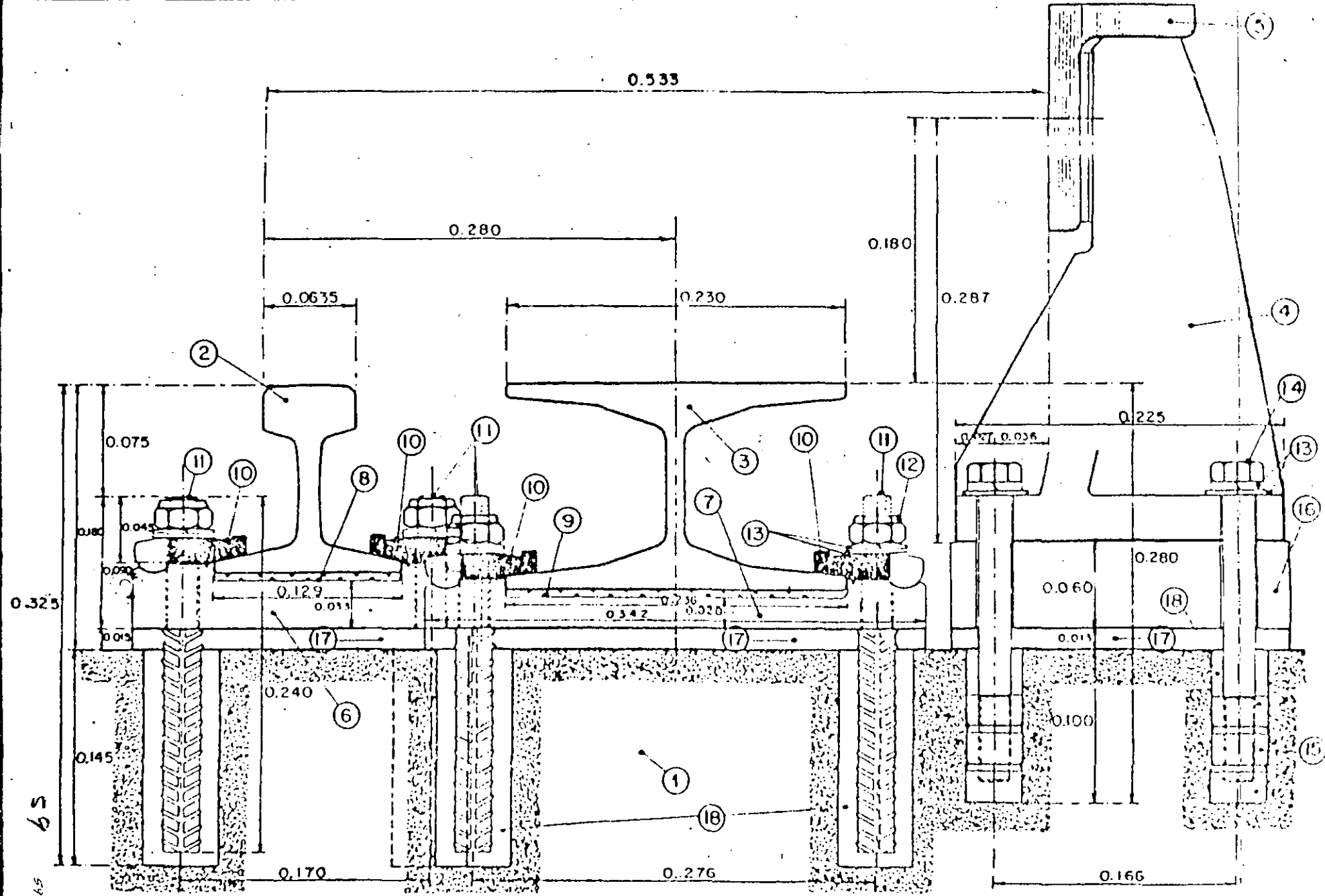
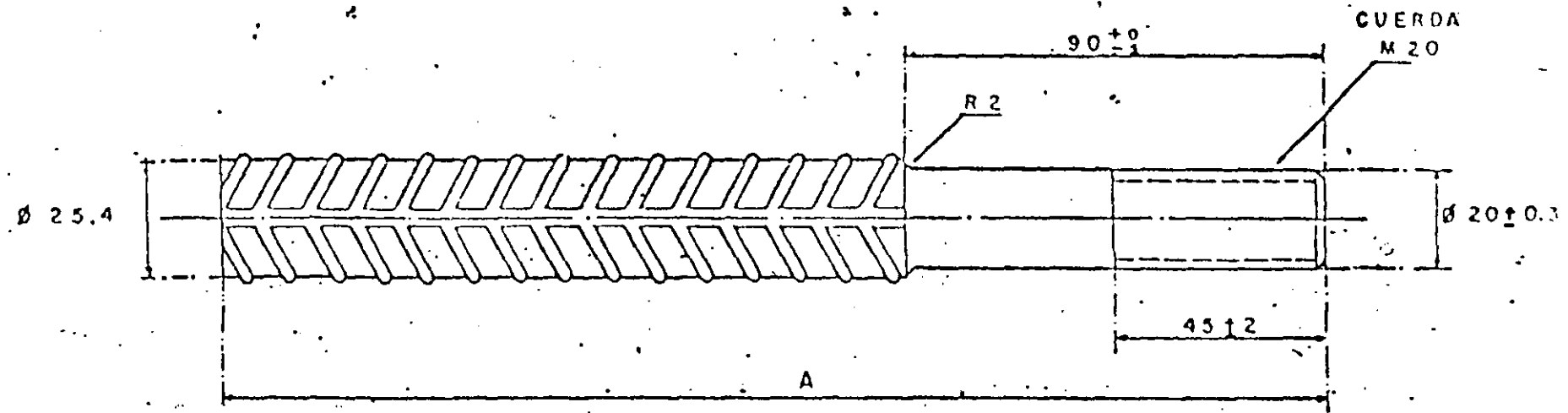


FIGURA No. 1 SECCION TIPO DE UNA FILA DE VIA SOBRE CONCRETO

COTAS EN M

CUERDA M 20

PASO : 2.5
 Ø MAYOR CUERDA: 19.958 max., 19.623 min.
 Ø PASO : 18.334 max., 18.164 min.
 Ø MENOR CUERDA : 16.891 max., 16.541 min.



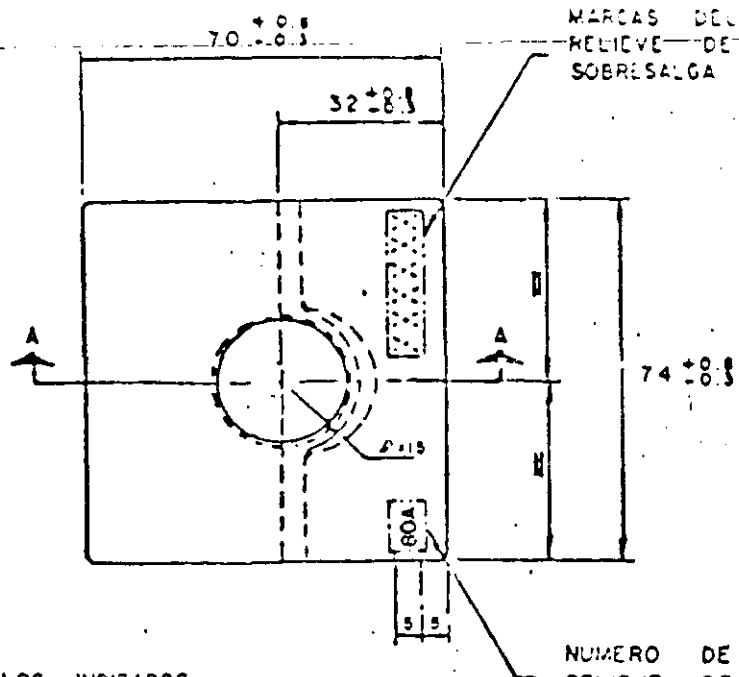
MAQUINADA A PARTIR DE UNA VARILLA DE ACERO
 CORRUGADO DE 25.4 mm. DE Ø.

ACOTACION EN mm.
 ESCALA: 1 : 1.5

	A
PARA PISTA Y RIEL 80 ASCE. (RP-80)	240 ± 3
PARA PISTA CON RIEL 100 RE. (100-A)	260 ± 3

ANCLA DE FIJACION

FIGURA No. 2

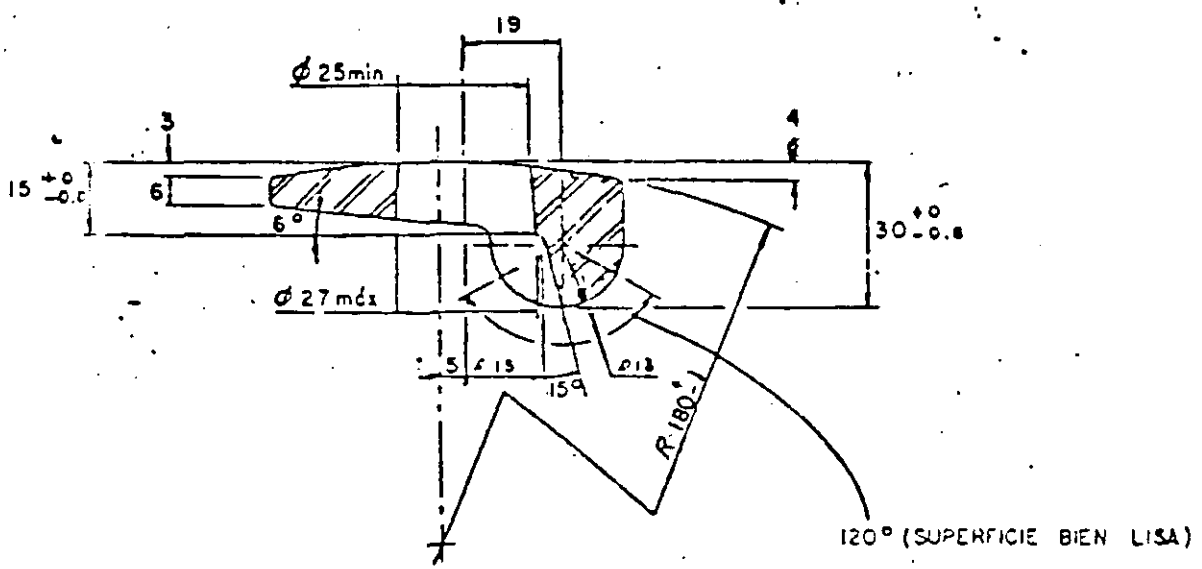


MARCAS DEL FABRICANTE EN RELIEVE DE 0.5mm. SIN QUE SOBRESALGA LA SUPERFICIE

NOTAS :

- 1.- RADIOS : 2mm; SALVO LOS INDICADOS
- 2.- MATERIAL : ACERO
- 3.- TOLERANCIAS : ± 0.4 SALVO LAS INDICADAS
- 4.- ANGULOS DE DESMOLDEO 7°

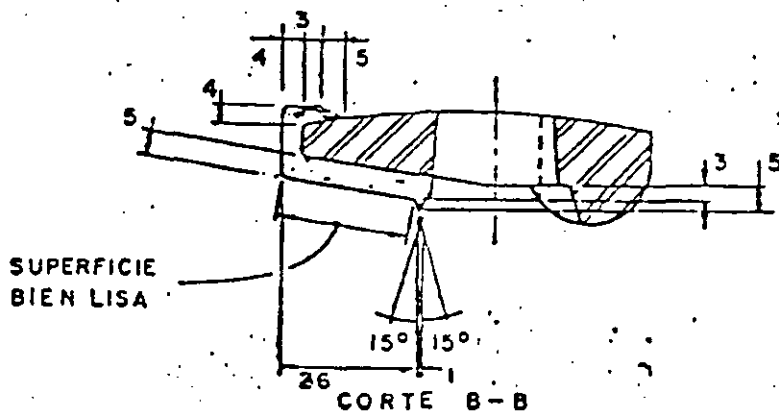
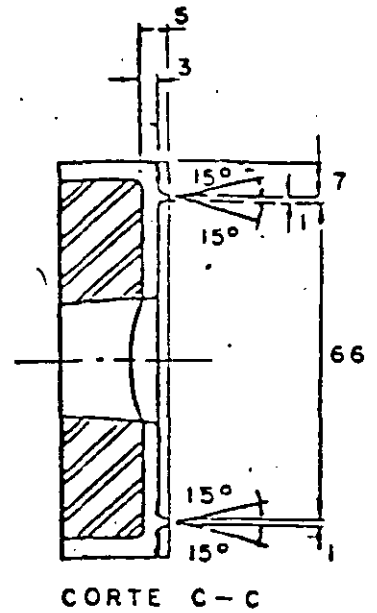
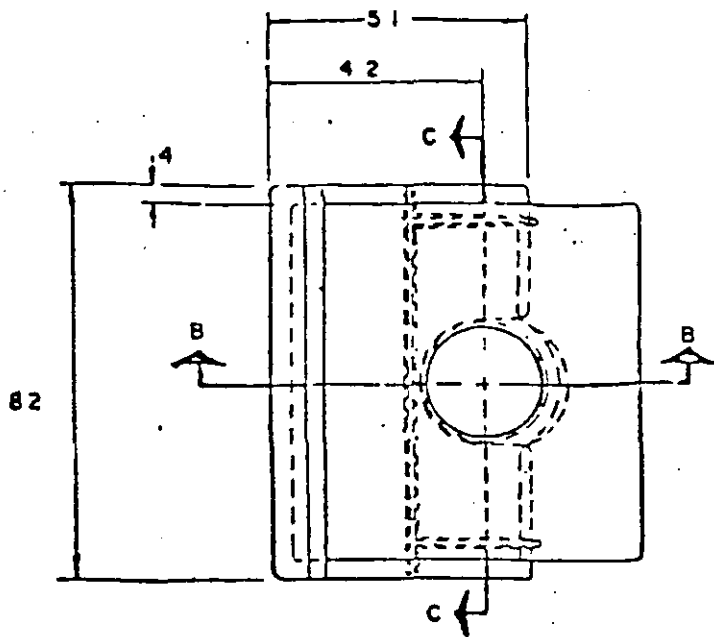
NUMERO DE LA GRAPA EN RELIEVE DE 0.5mm. SIN QUE SOBRESALGA LA SUPERFICIE



CORTE A-A

(FIGURA No. 3)

ACOT. EN mm.



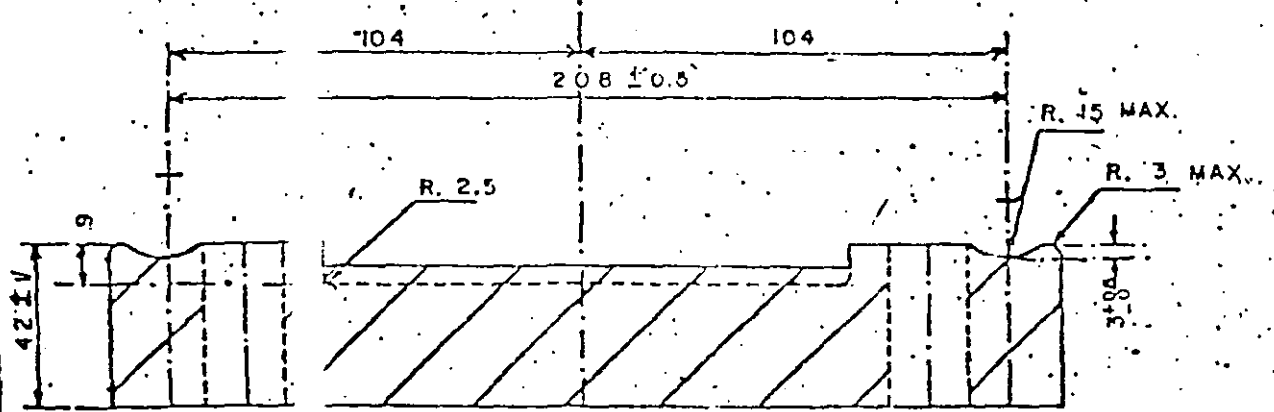
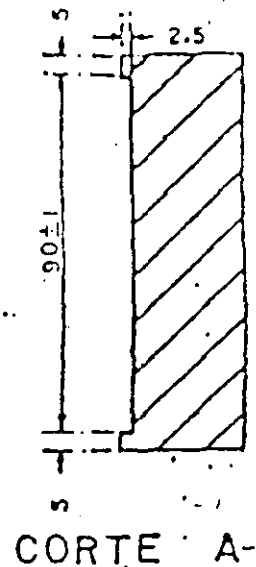
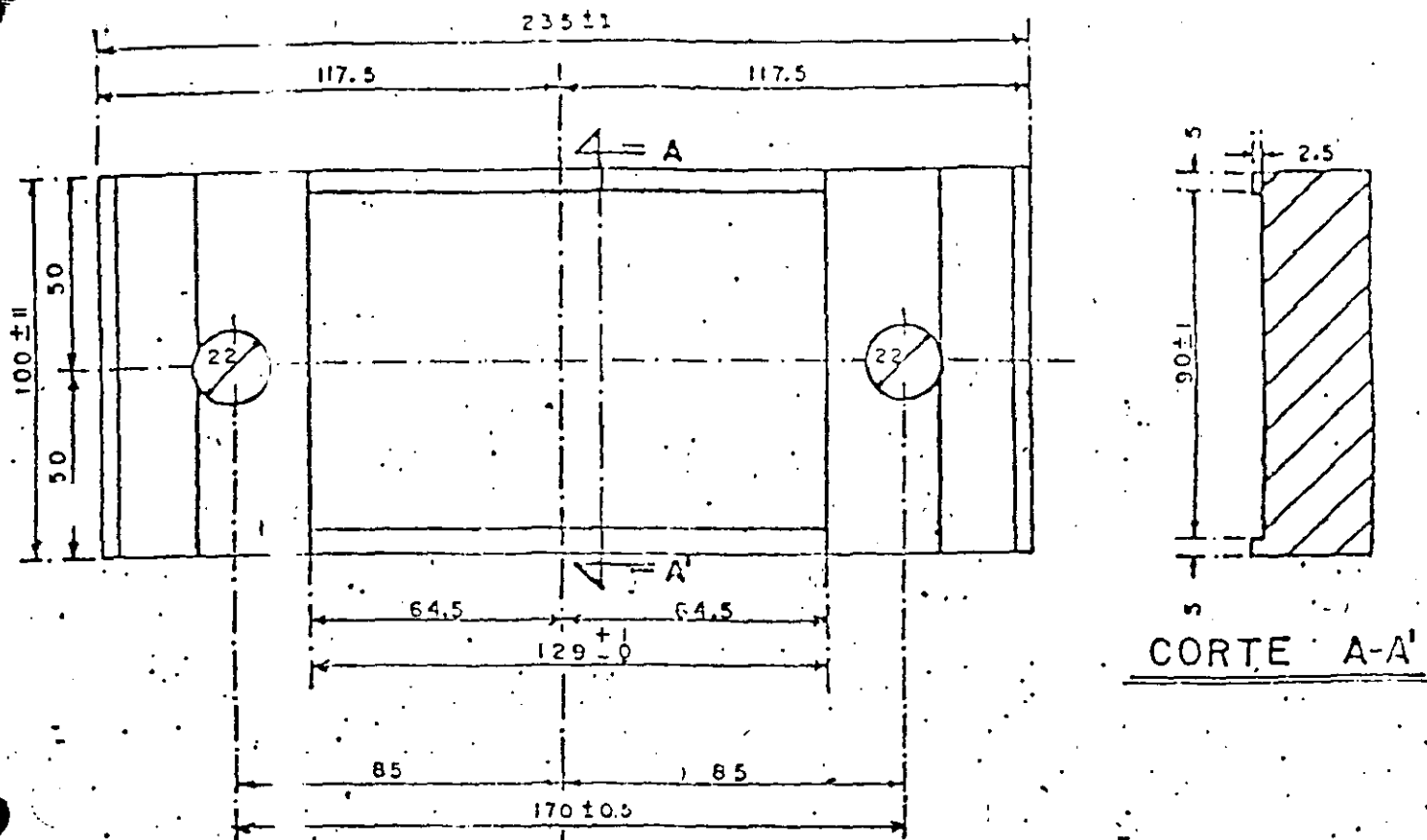
TOLERANCIAS PARA EL CAUCHO mm.	
COTA mm.	TOLERANCIA ±
0-10	0.20
11-16	0.25
17-25	0.32
26-40	0.40
41-63	0.50
64-100	0.63
101-160	0.80
más de 160	± 0.5 %

NOTAS PARA EL RECUBRIMIENTO DE CAUCHO :

- 1.- RADIOS = 1.5 mm. SALVO LOS INDICADOS
- 2.- MATERIAL = CAUCHO AISLANTE CON DUREZA SHORE 70

ACOT. EN mm.

PLANTA

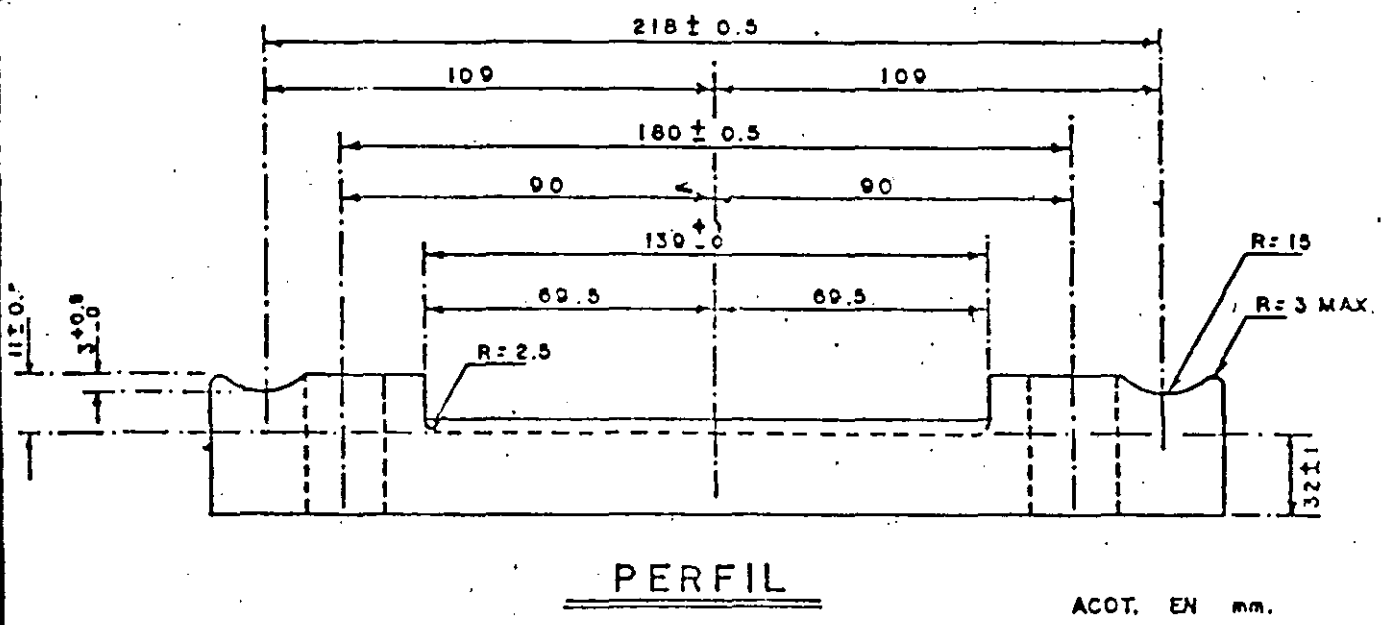
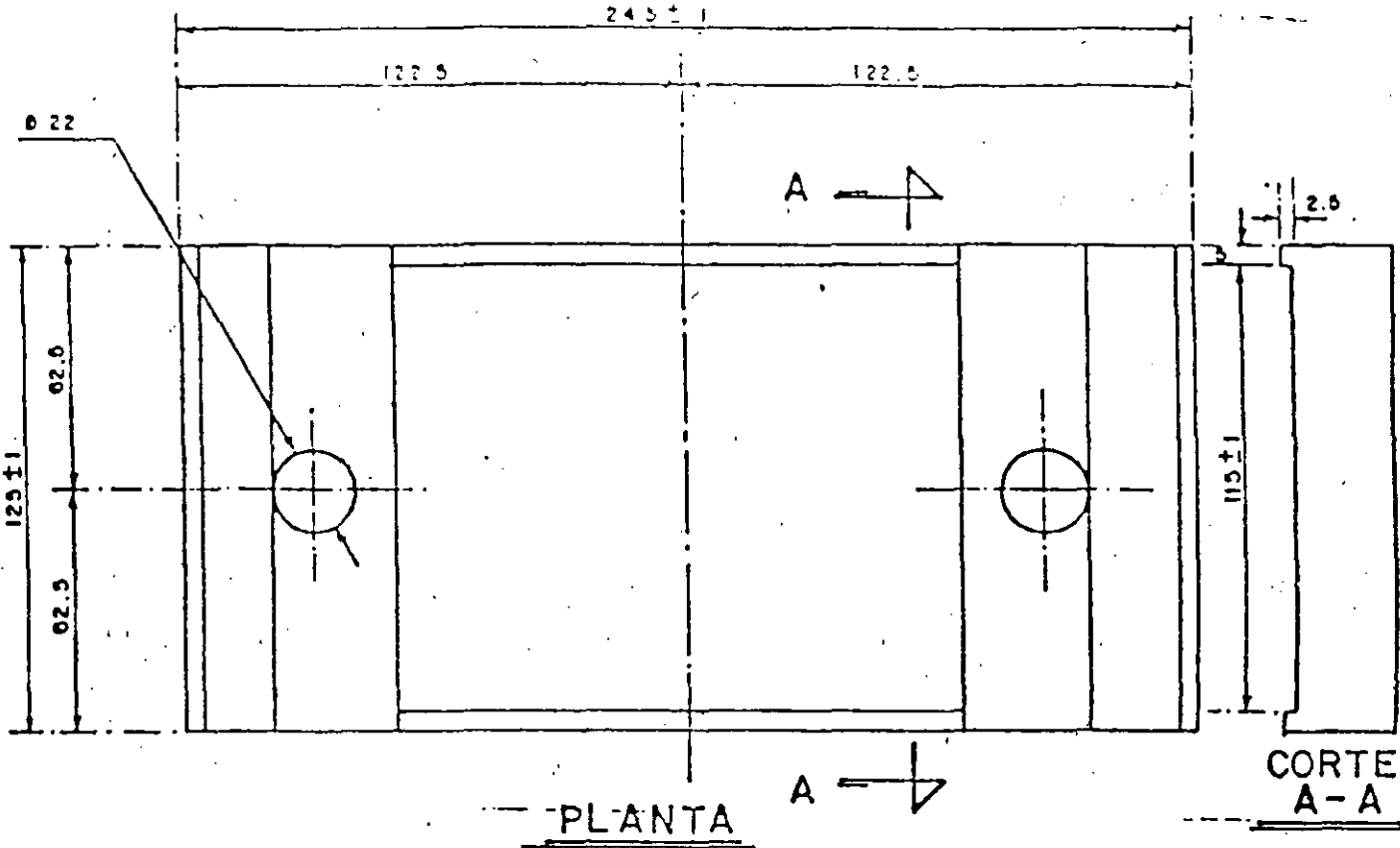


PERFIL

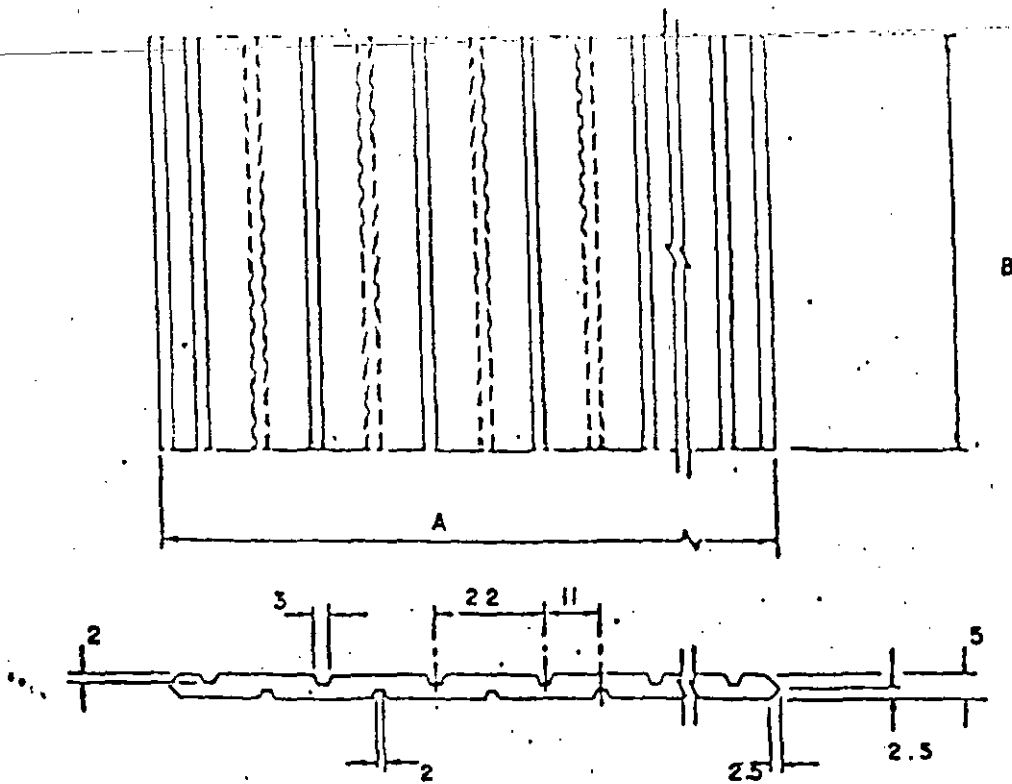
CALZA PARA RIEL ASCE 80

(FIGURA No. 5)

ACOT. EN mm



CALZA PARA RIEL 100 R. E.

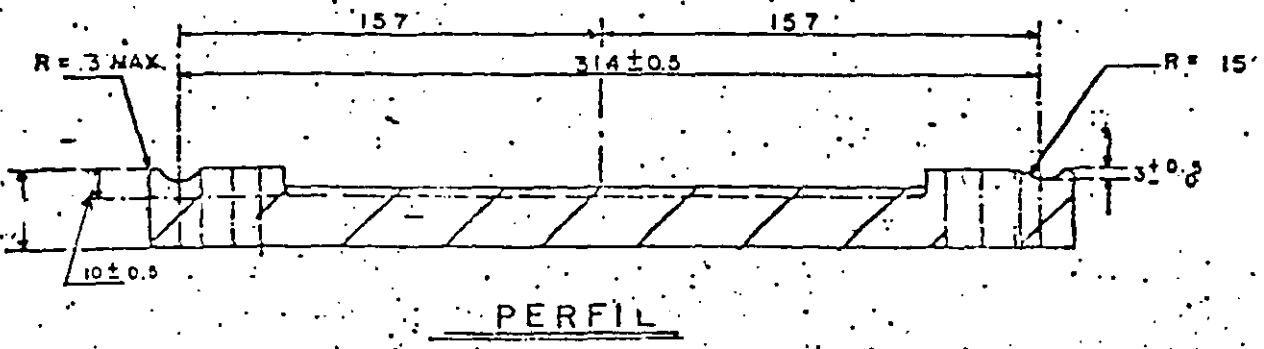
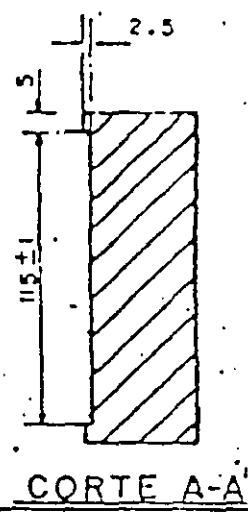
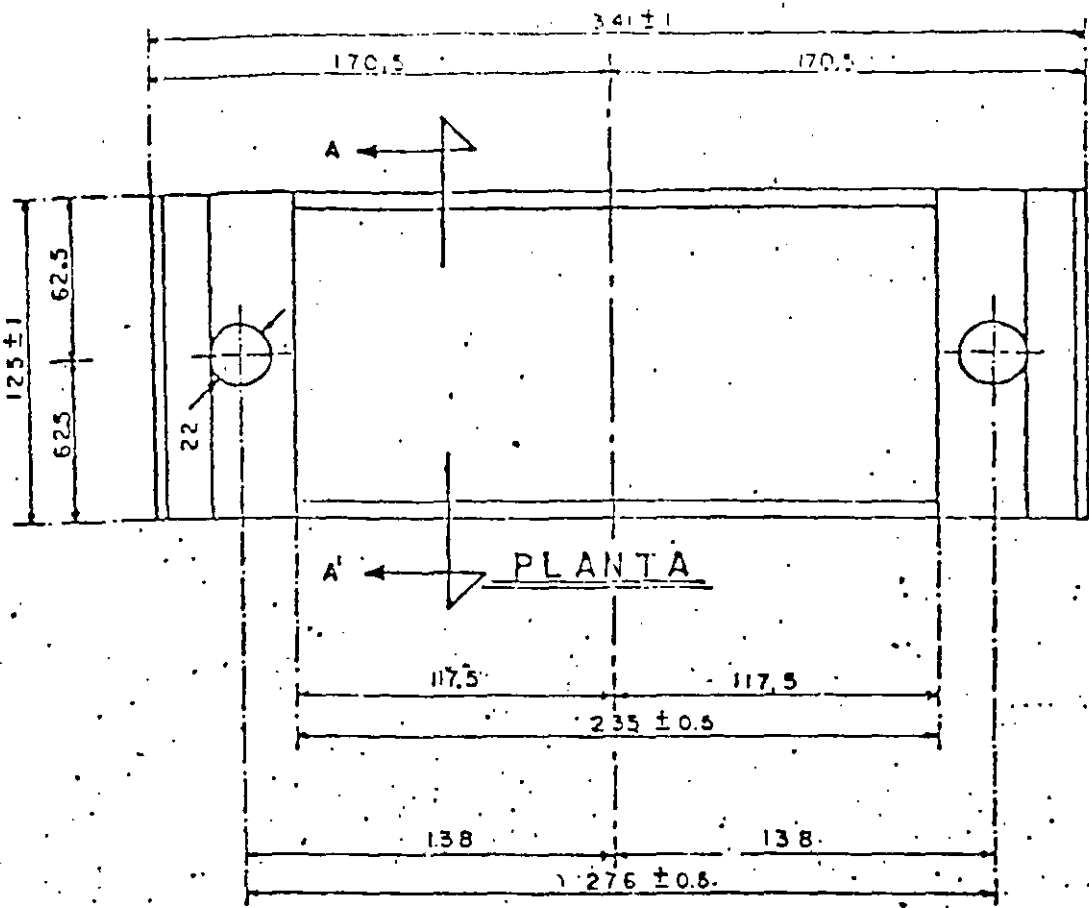


TIPO DE CALZADA	DIMENSION	
	A	B
RIEL 80	127	85
PISTA	234	110
100 RIEL	137	110
1 A	228	110
2 A	410	110
3 A	538	110
4 A	240	165

TOLERANCIAS PARA EL CAUCHO mm.	
COTA m m.	TOLERANCIA ±
0-10	0.20
11-16	0.25
17-25	0.32
26-40	0.40
41-63	0.50
64-100	0.63
101-160	0.80
más de 160	± 0.5, %

ALMOHADILLA DE CAUCHO
PARA VIA SOBRE CONCRETO

(FIGURA No. 7)

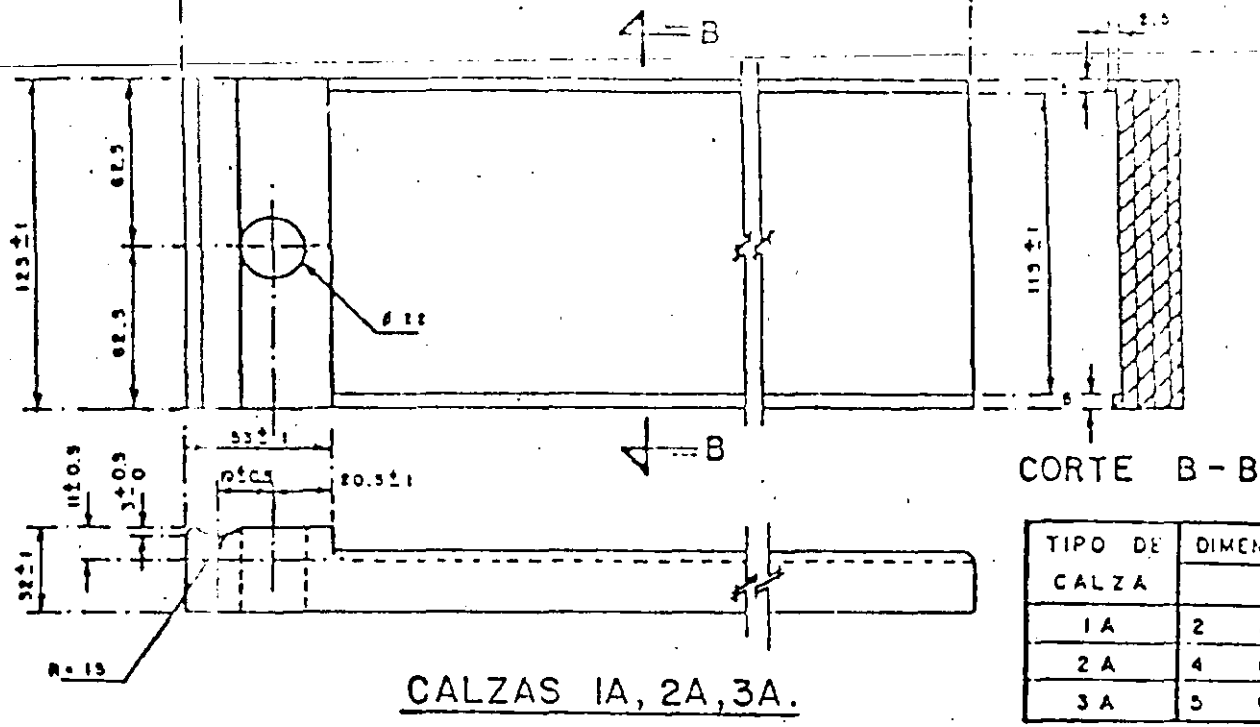


CALZA PARA PISTA

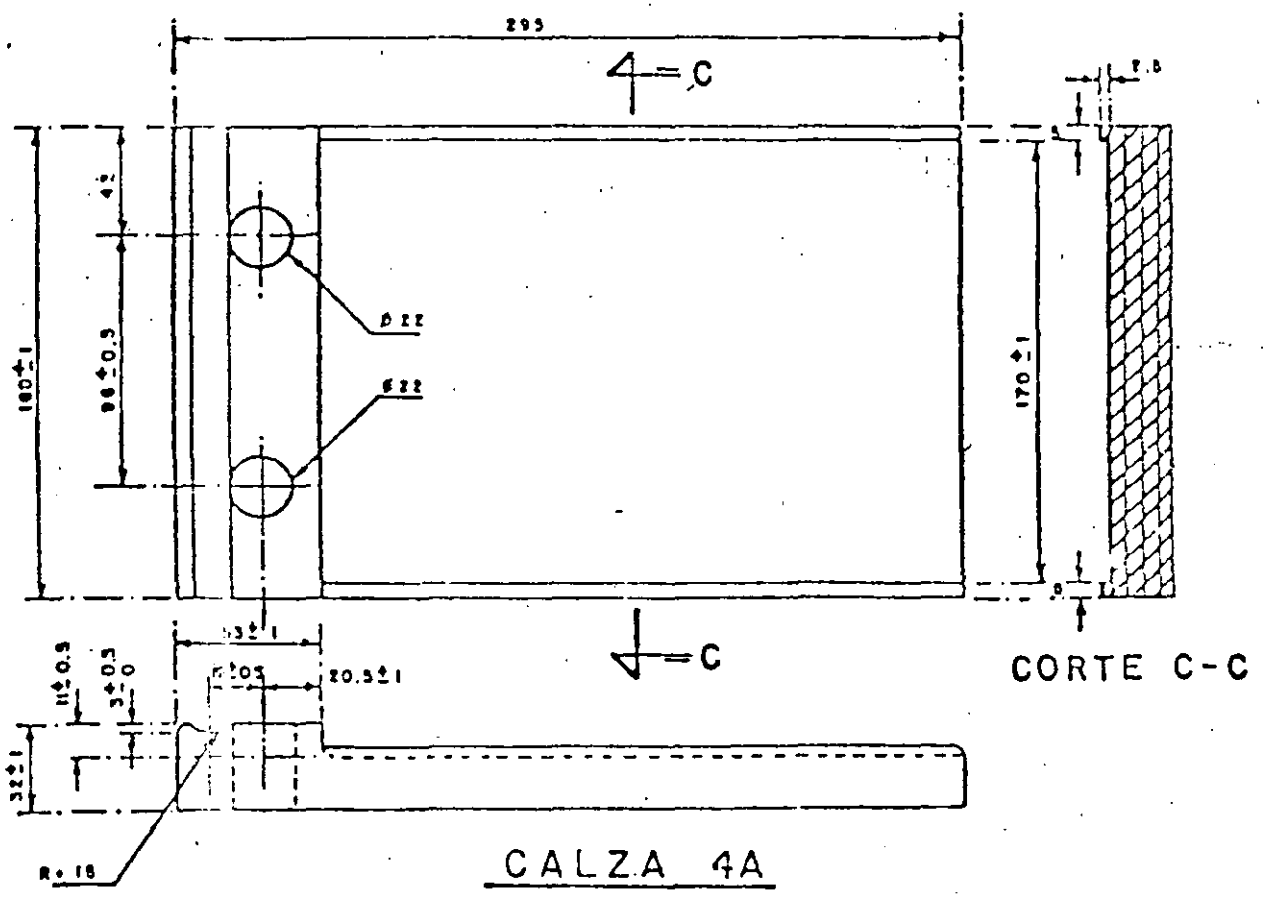
..(FIGURA No. 8.)

ACOT. EN mm.

66 65



TIPO DE CALZA	DIMENSIONES		
	Z		
1A	2	8	3
2A	4	6	5
3A	5	9	3

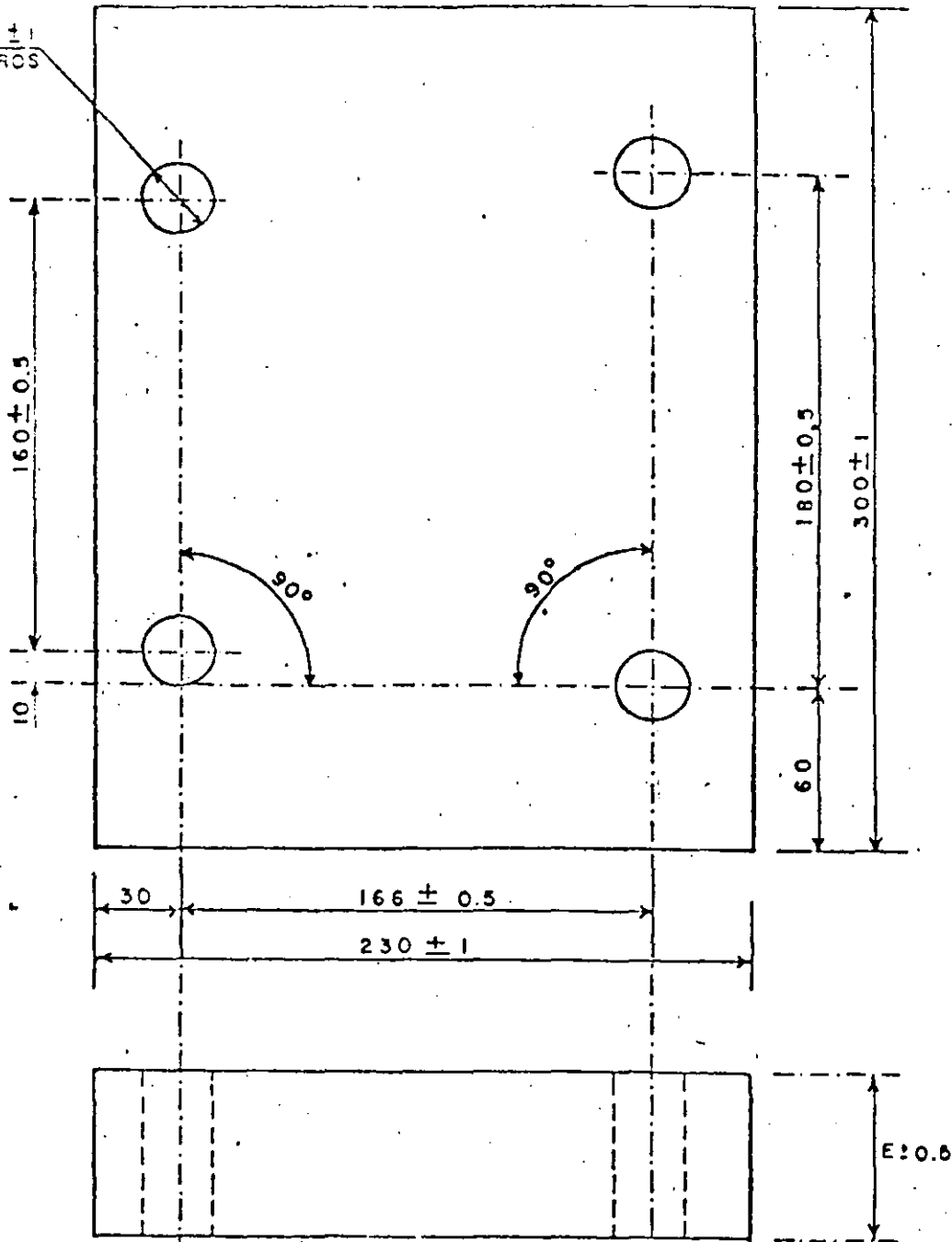


CALZA PARA APARATOS DE VIA

FIGURA No. 9)

6266

Ø 25 ± 1
TALADROS



TIPO VIA	E
VIA	60
AP. VIA	80

ACOTACIONES EN (mm)

(FIGURA N.º. 10)

CALZA DE AISLADOR

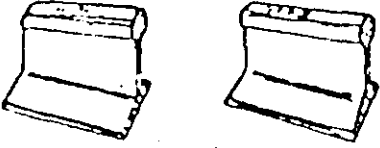

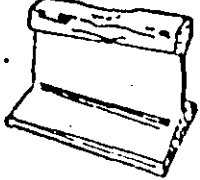
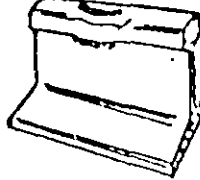
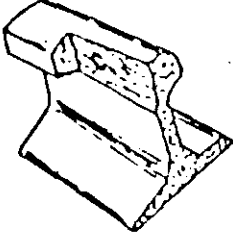
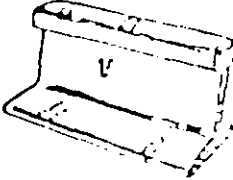
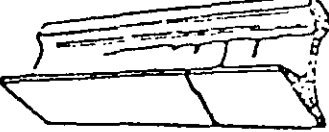
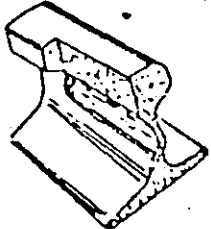
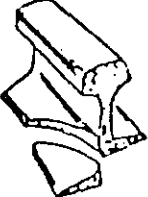
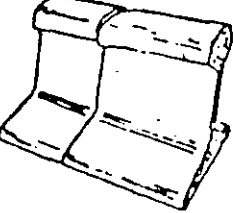
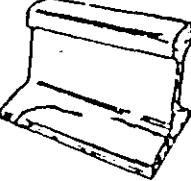
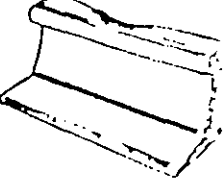
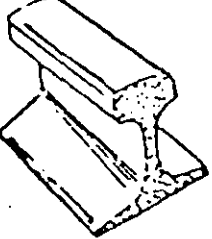
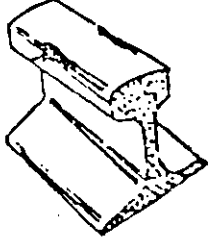
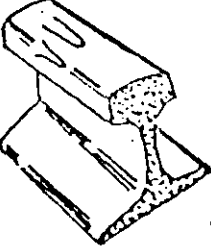
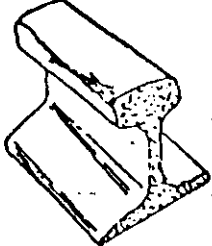
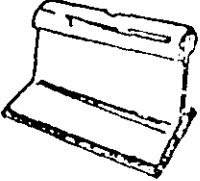
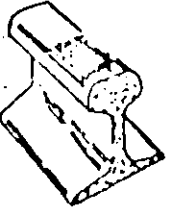
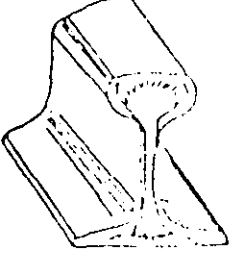
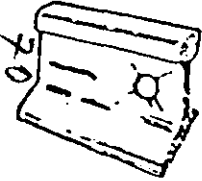
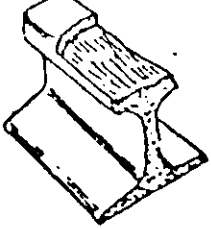
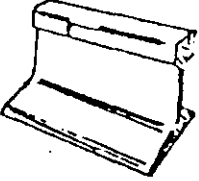
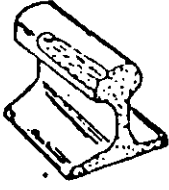
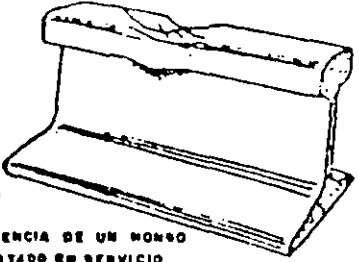
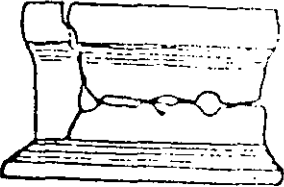
6802

V A R I O S

INSTALACION DE VIA

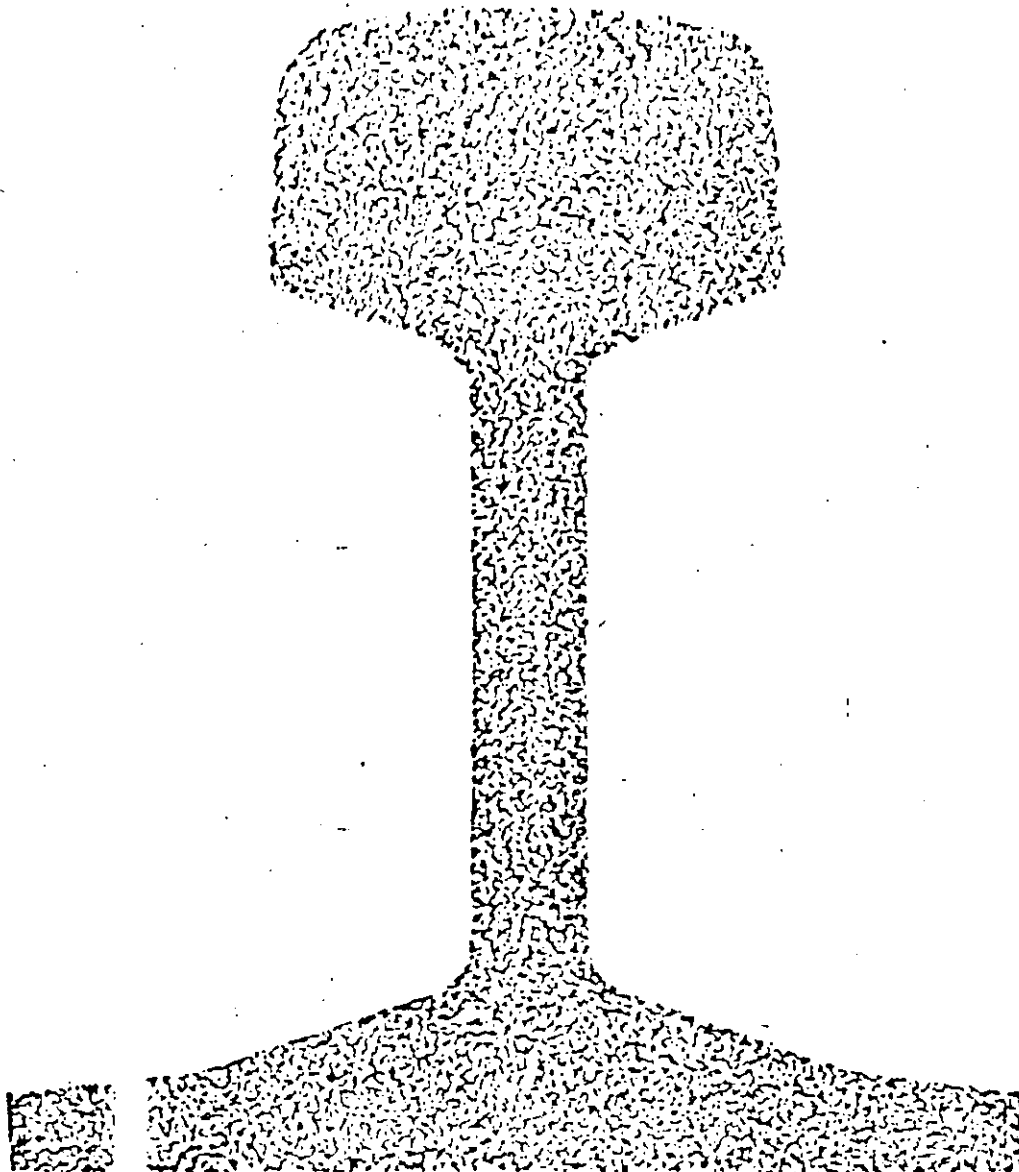
GP 62

3

 <p>LADO DE ESCANTILLON LADO EXTERIOR APARIENCIA DE UNA FRACTURA DEBIDA A UNA GRIETA DE CALOR</p>	 <p>APARIENCIA DE LOS DEPOSITOS TRANSVERSALES EN EL RIEL TENDIDO.</p>	 <p>FALLA HORIZONTAL EN EL RIEL.</p>	 <p>APARIENCIA EXAGERADA DE UNA GRIETA VERTICAL DEL MORRO EN ETAPA AMACADA</p>	 <p>APARIENCIA GENERAL DE UNA GRIETA VERTICAL DEL MORRO.</p>	 <p>APARIENCIA DEL ENVUESO DE UN RIEL EN SERVICIO</p>	
 <p>APARIENCIA DE UNA SEPARACION DEL MORRO Y EL ALMA EN UN RIEL TENDIDO.</p>	 <p>APARIENCIA DEL RIEL ENTUBADO.</p>	 <p>APARIENCIA GENERAL DE UN PATIN ROTO EN SERVICIO.</p>	 <p>APARIENCIA DE UNA ROTURA AMBULAR O EN ANGULO RECTO EN EL RIEL EN SERVICIO.</p>	 <p>APARIENCIA DE UN PATIN ROTO EN EL RIEL EN SERVICIO.</p>	 <p>APARIENCIA DE UN RIEL TONCIDO EN EL RIEL EN SERVICIO.</p>	
 <p>APARIENCIA DEL DESCONCHADO EN EL RIEL EN SERVICIO.</p>	 <p>APARIENCIA DEL DESCARRILLADO EN EL RIEL EN SERVICIO.</p>	 <p>APARIENCIA DE LOS PLEGOS EN EL RIEL EN SERVICIO.</p>	 <p>APARIENCIA DEL ESCURECIMIENTO EN EL RIEL EN SERVICIO.</p>	 <p>APARIENCIA DE LOS DEPOSITOS DE LAMINADO EN EL RIEL EN SERVICIO.</p>	 <p>APARIENCIA DE UNA QUEMADA EN EL RIEL EN SERVICIO.</p>	 <p>FIGURA TRANSVERSAL EN EL RIEL.</p>
 <p>APARIENCIA DEL ALMA ABRIADA DEL RIEL.</p>	 <p>APARIENCIA DE UNA GRIETA HORIZONTAL DE UN RIEL.</p>	 <p>APARIENCIA DE UNA SOLDADURA DEFECTUOSA EN EL RIEL.</p>	 <p>APARIENCIA DEL DESCONCHADO DE UN RIEL.</p>	 <p>APARIENCIA DE UN MORRO APLASTADO EN SERVICIO.</p>	 <p>ROTURAS OCACIONADAS POR EL SERVICIO.</p>	

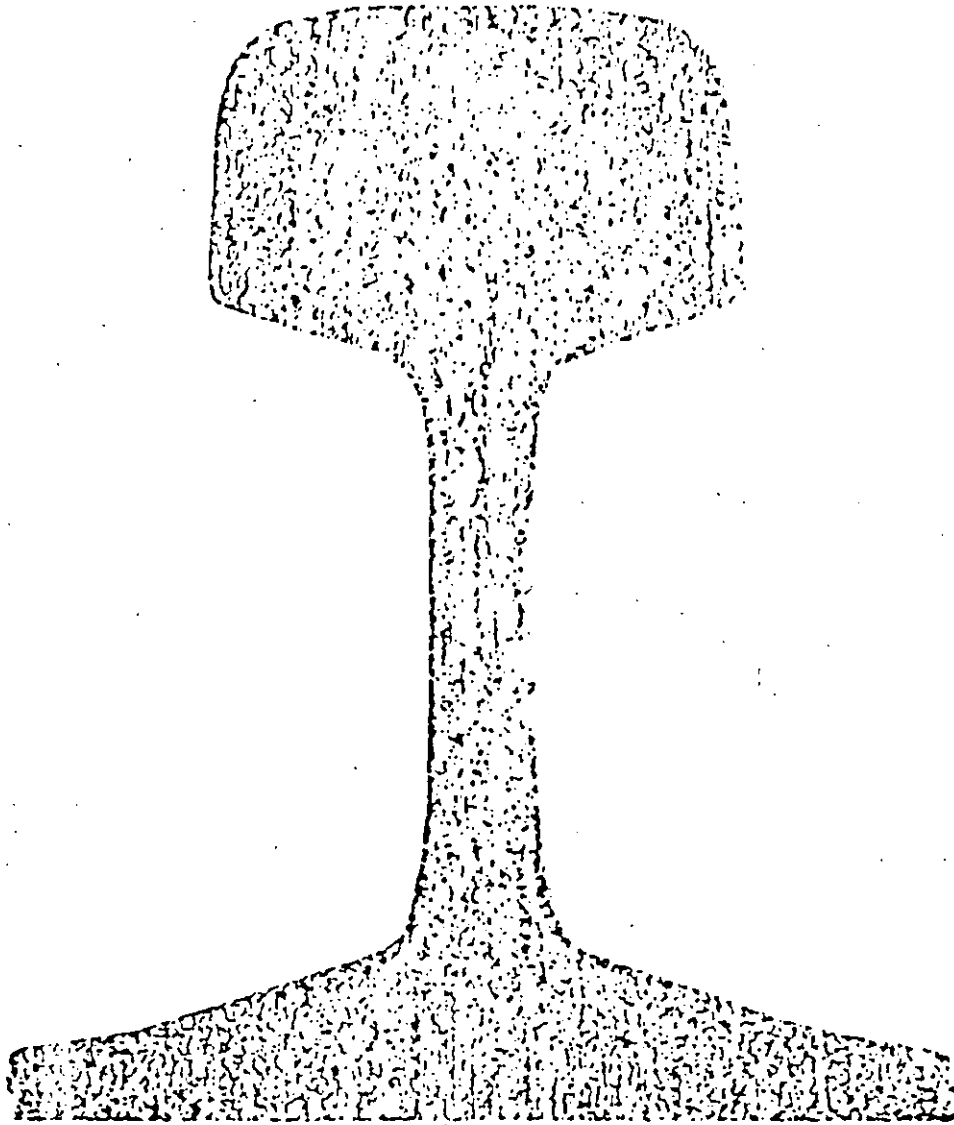
FALLAS APARENTES EN EL RIEL

(FIGURA N.º 4)



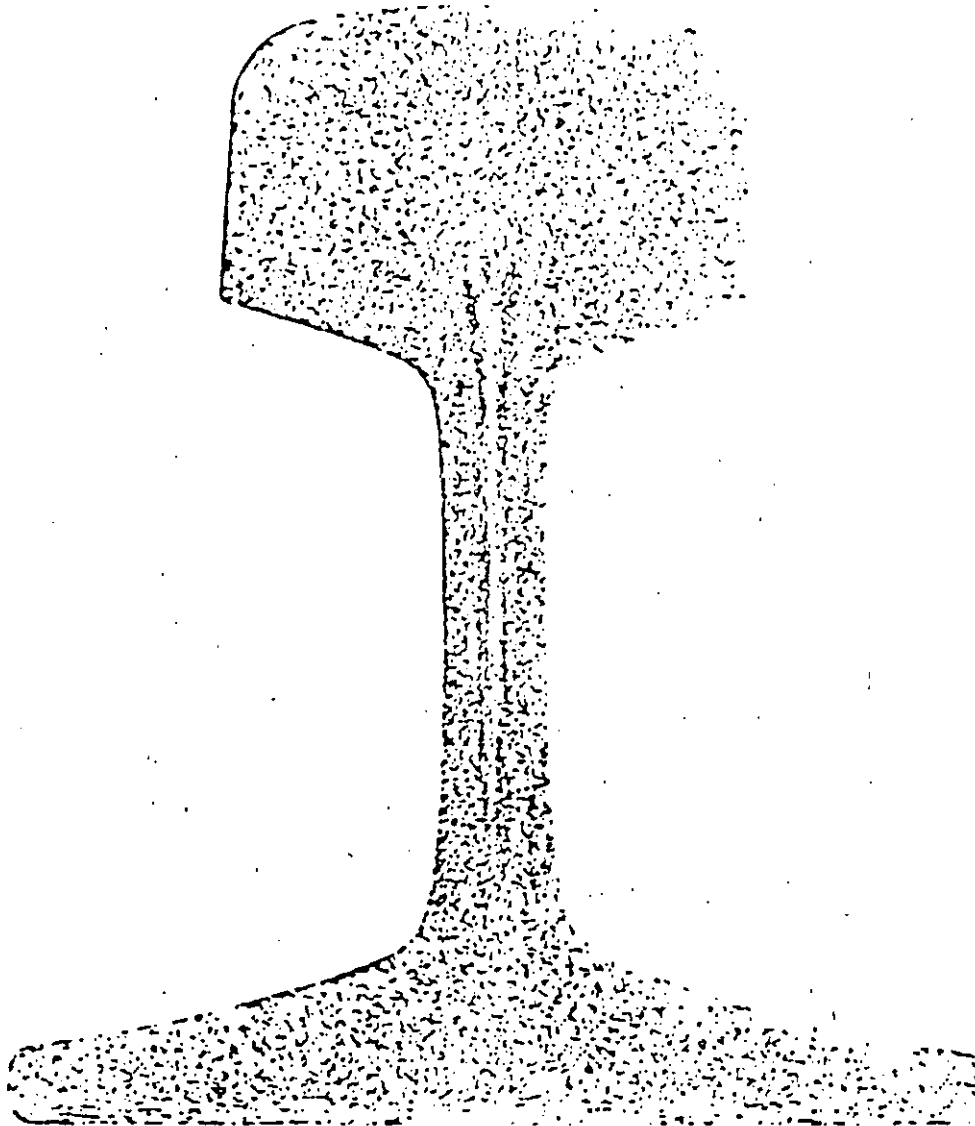
SOPLADURA DE RIEL

(FIGURA No. 2)



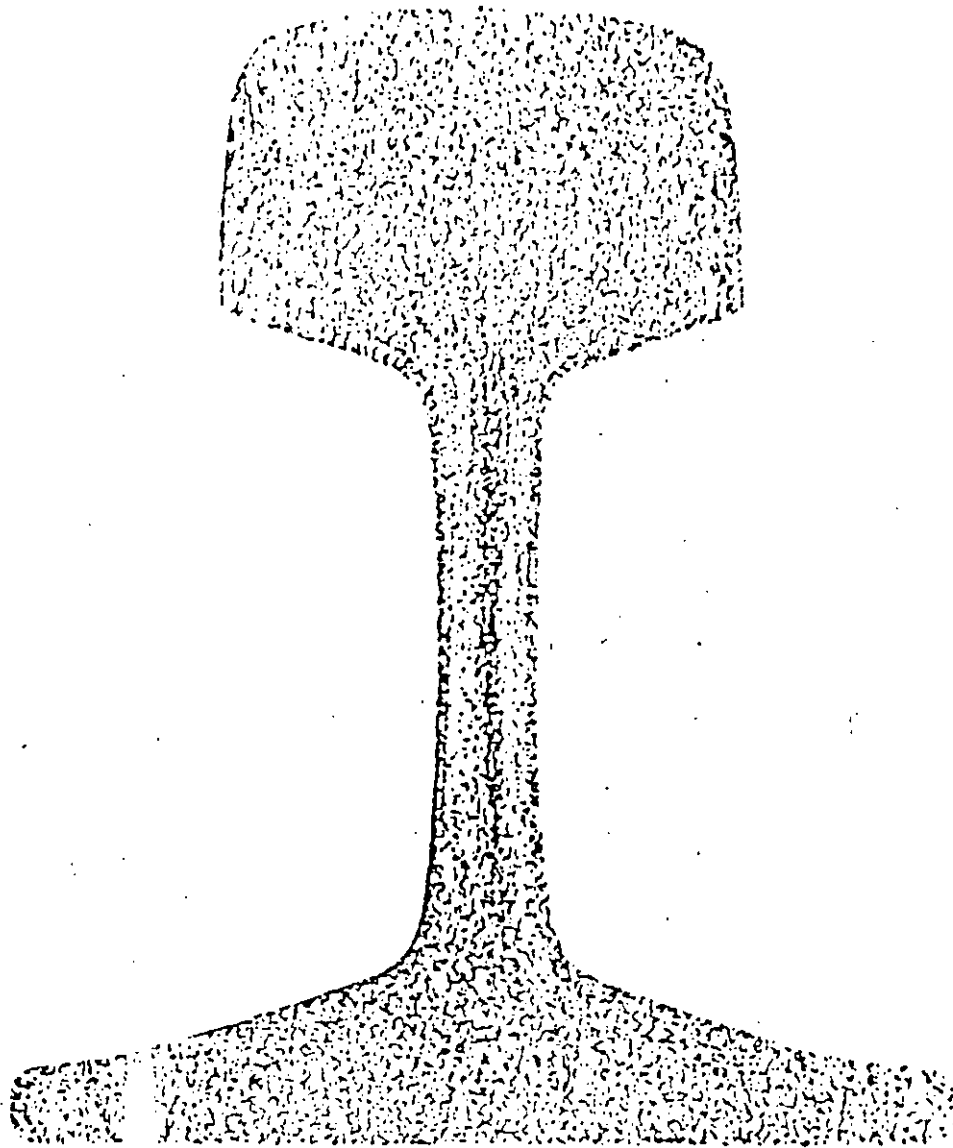
SEGREGACION DISPERSA EN TODA LA SECCION

(FIGURA N^o. 3^a) :



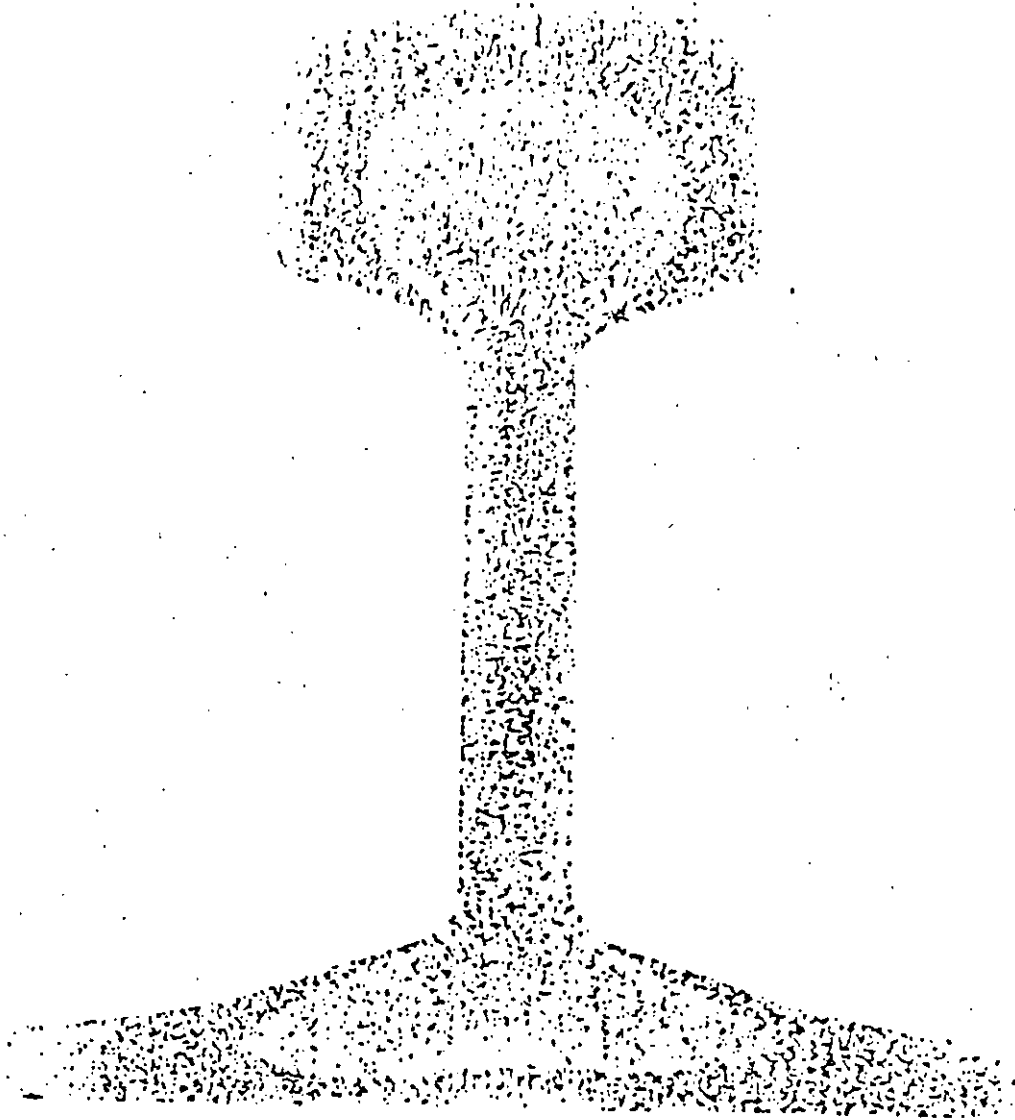
SEGREGACION CENTRAL

(FIGURA N° 4) - :



SEGREGACION CENTRAL

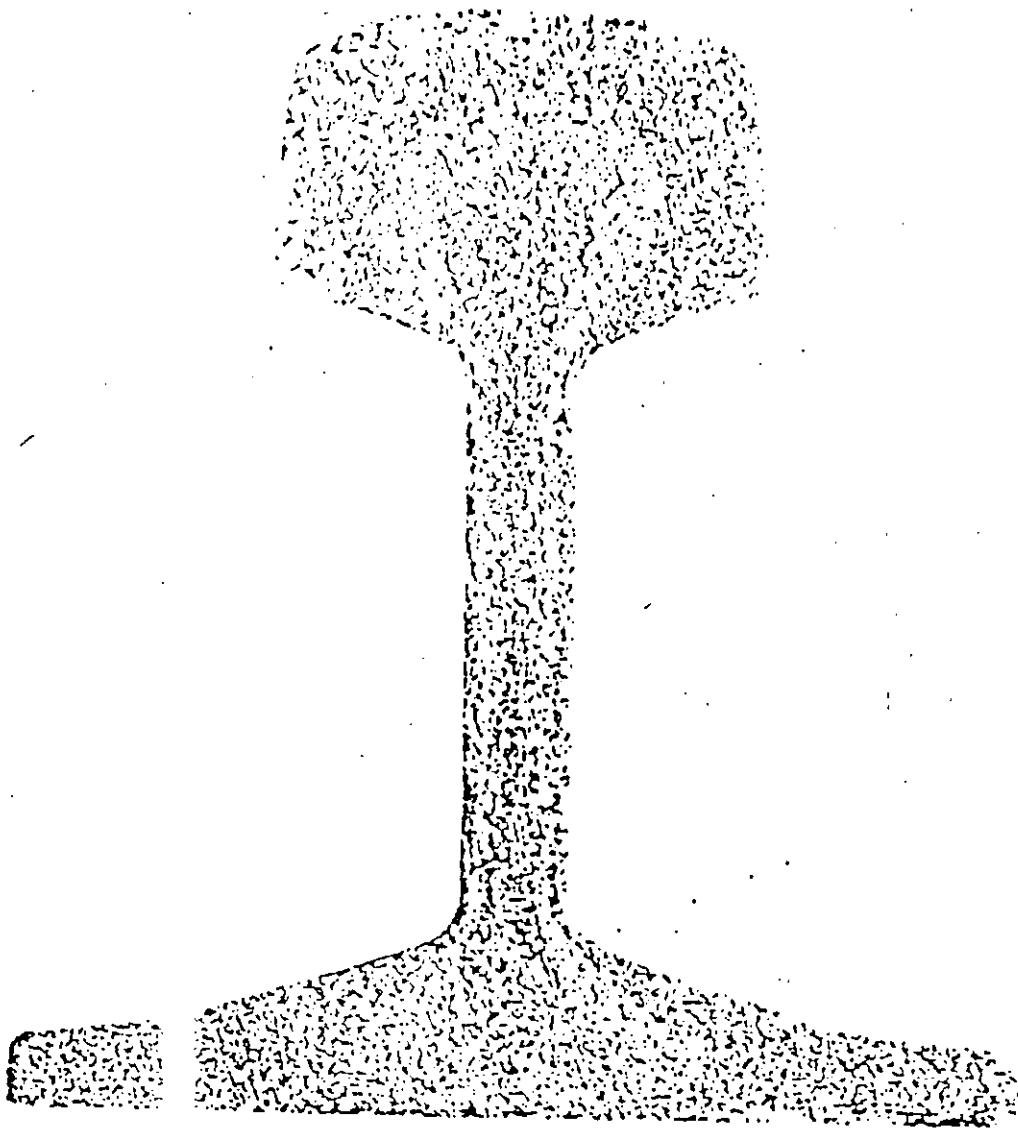
(FIGURA No. -5)



SEGREGACION INVERSA

(FIGURA NO. 6)

75



SEGREGACION INVERSA

(FIGURA N^o. 7)

ABERTURA EN MM DE LAS JUNTAS DE DILATACION DE BARRAS GUIA EN FUNCION DE LA TEMPERATURA Y DE LA LONGITUD MEDIA DE LOS TRAMOS QUE UNE.

T A B L A 308-1

$$e_{\text{mm}} = 50 \text{ mm} - 1.17 \times 10^{-5} \times L \times 10^3 (T - 32)$$

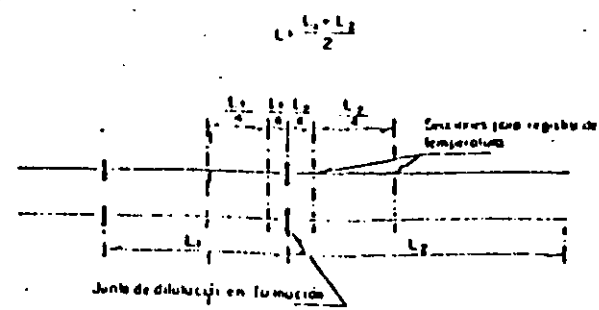
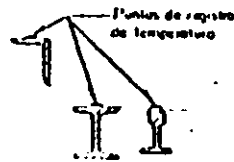
L: Longitud promedio de tramos unidos por la junta de dilatación, - en m.

T: Temperatura del perfil en °C.

TEMPERATURA DEL PERFIL °C	LONGITUD PROMEDIO DE TRAMOS ENTRE JUNTA DE DILATACION (M)												
	126	117	108	99	90	81	72	63	54	45	36	27	18
64	2.8	6.7	9.6	12.9	16.3	19.7	23.0	26.4	29.8	33.2	36.5	39.9	43.3
62	5.8	8.9	12.1	15.3	18.4	21.6	24.7	27.9	31.0	34.2	37.4	40.5	43.7
60	8.7	11.7	14.6	17.6	20.5	23.5	26.4	29.4	32.3	35.3	38.2	41.2	44.1
58	11.7	14.4	17.1	19.9	22.6	25.4	28.1	30.8	33.6	36.3	39.0	41.8	44.5
56	14.6	17.1	19.7	22.2	24.7	27.3	29.8	32.3	34.8	37.4	39.9	42.4	44.9
54	17.6	19.9	22.2	24.5	26.8	29.2	31.5	33.8	36.1	38.4	40.7	43.1	45.4
52	20.5	22.6	24.7	26.3	28.9	31.0	33.2	35.3	37.4	39.5	41.6	43.7	45.8
50	23.5	25.4	27.3	29.2	31.0	32.9	34.8	36.7	38.6	40.5	42.4	44.3	46.2
48	26.4	28.1	29.8	31.5	33.2	34.8	36.5	38.2	39.9	41.6	43.3	44.9	46.6
46	29.4	30.8	32.3	33.8	35.3	36.7	38.2	39.7	41.2	42.6	44.1	45.6	47.1
44	32.3	33.6	34.8	36.1	37.4	38.6	39.9	41.2	42.4	43.7	44.9	46.2	47.5
42	35.3	36.3	37.4	38.4	39.5	40.5	41.6	42.6	43.7	44.7	45.8	46.8	47.9
40	38.2	39.0	39.9	40.7	41.6	42.4	43.3	44.1	44.9	45.8	46.6	47.5	48.3
38	41.2	41.8	42.4	43.1	43.7	44.3	44.9	45.6	46.2	46.8	47.5	48.1	48.7
36	44.1	44.5	44.9	45.4	45.8	46.2	46.6	47.1	47.5	47.9	48.3	48.7	49.2
34	47.1	47.3	47.5	47.7	47.9	48.1	48.3	48.5	48.7	48.9	49.2	49.4	49.6
32	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
30	52.9	52.7	52.5	52.3	52.1	51.9	51.7	51.5	51.3	51.1	50.8	50.6	50.4
28	55.9	55.5	55.1	54.6	54.2	53.8	53.4	52.9	52.5	52.1	51.7	51.3	50.8
26	58.8	58.2	57.6	56.9	56.3	55.7	55.1	54.4	53.8	53.2	52.5	51.9	51.3
24	61.8	61.0	60.1	59.3	58.4	57.6	56.7	55.9	55.1	54.2	53.4	52.5	51.7
22	64.7	63.7	62.6	61.6	60.5	59.5	58.4	57.4	56.3	55.3	54.2	53.2	52.1
20	67.7	66.4	65.2	63.9	62.6	61.4	60.1	58.8	57.6	56.3	55.1	53.8	52.5

CONTINUACION DE LA TABLA 300-1

TEMPERATURA DEL PERFIL °C	LONGITUD PROMEDIO DE TRAMOS ENTRE JUNTAS DE DILATACION (M)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
18	70.6	69.2	67.7	66.2	64.7	63.3	61.8	60.3	58.8	57.4	55.9	54.4	52.9
16	73.6	71.9	70.2	68.5	66.8	65.2	63.5	61.8	60.1	58.4	56.7	55.1	53.4
14	76.5	74.6	72.7	70.8	69.0	67.1	65.2	63.3	61.4	59.5	57.6	55.7	53.8
12	79.5	77.4	75.3	73.2	71.1	69.0	66.8	64.7	62.6	60.5	58.4	56.3	54.2
10	82.4	80.1	77.8	75.5	73.2	70.8	68.5	66.2	63.9	61.6	59.3	56.9	54.6
8	85.4	82.9	80.3	77.8	75.3	72.7	70.2	67.7	65.2	62.6	60.1	57.6	55.1
6	88.3	85.6	82.9	80.1	77.4	74.6	71.9	69.2	66.4	63.7	61.0	58.2	55.5
4	91.3	88.3	85.4	82.4	79.5	76.5	73.6	70.6	67.7	64.7	61.8	58.8	55.9
2	94.2	91.1	87.9	84.7	81.6	78.4	75.3	72.1	69.0	65.8	62.6	59.5	56.3
0	97.2	93.8	90.4	87.1	83.7	80.3	77.0	73.6	70.2	66.8	63.5	60.1	56.7





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

V CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION

MODULO III CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO

**PLANEACION DE UN TALLER PARA ESTRUCTURAS
EN PLANTAS Y EN OBRAS**

ING. ARTURO MATA MALACARA

Commentary

ON THE CODE OF STANDARD PRACTICE
FOR STEEL BUILDINGS AND BRIDGES

(Adopted Effective September 1, 1976)

SECTION 1 GENERAL PROVISIONS

1.1 Scope

This Code is not applicable to metal building systems, which are the subject of standards published by the Metal Building Manufacturers Association in their *Metal Building Systems Manual*. AISC has not participated in the development of the MBMA code and, therefore, takes no position and is not responsible for any of its provisions.

This Code is not applicable to standard steel joists, which are the subject of *Recommended Code of Standard Practice for Steel Joists*, published by the Steel Joist Institute. AISC has not participated in the development of the SJI code and, therefore, takes no position and is not responsible for any of its provisions.

SECTION 3 PLANS AND SPECIFICATIONS

3.1 Structural Steel

Project specifications vary greatly in complexity and completeness. There is a benefit to the owner if the specifications leave the contractor reasonable latitude in performing his work. However, critical requirements affecting the integrity of the structure or necessary to protect the owner's interest must be covered in the contract documents. The following checklist is included for reference:

- Standard codes and specifications governing structural steelwork
- Material specifications
- Mill test reports
- Welded joint configuration
- Weld procedure qualification
- Bolting specifications
- Special requirements for work of other trades
- Runoff tabs
- Surface preparation and shop painting
- Shop inspection
- Field inspection
- Non-destructive testing, including acceptance criteria
- Special requirements on delivery
- Special erection limitations
- Temporary bracing for non-self-supporting structures
- Special fabrication and erection tolerances for AESS
- Special pay weight provisions

TABLE 1.23.4

MAXIMUM SIZES OF FASTENER HOLES, INCHES

Nominal Fastener Diameter (d)	Standard Hole Diameter	Oversized ^b Hole Diameter	Short-Slotted ^b Hole Dimensions	Long-Slotted ^b Hole Dimensions
$\leq \frac{7}{16}$	$d + \frac{1}{16}$	$d + \frac{1}{16}$	$(d + \frac{1}{16}) \times (d + \frac{1}{4})$	$(d + \frac{1}{16}) \times 2\frac{1}{2}d$
1	$\frac{17}{16}$	$\frac{17}{16}$	$1\frac{1}{16} \times 1\frac{7}{16}$	$1\frac{1}{16} \times 2\frac{1}{2}$
$\geq 1\frac{1}{8}$	$d + \frac{1}{16}$	$d + \frac{1}{16}$	$(d + \frac{1}{16}) \times (d + \frac{3}{8})$	$(d + \frac{1}{16}) \times 2\frac{1}{2}d$

* Sizes are nominal.
^b Not permitted for riveted connections.

gouges greater than $\frac{1}{16}$ -inch that remain from cutting shall be removed by grinding. All re-entrant corners shall be shaped notch-free to a radius of at least $\frac{1}{2}$ -inch.

1.23.3 Planing of Edges

Planing or finishing of sheared or thermally cut edges of plates or shapes will not be required unless specifically called for on the drawings or included in a stipulated edge preparation for welding.

1.23.4 Riveted and Bolted Construction—Holes

1.23.4.1 The maximum sizes of holes for rivets and bolts shall be as stipulated in Table 1.23.4, except that larger holes, required for tolerance on location of anchor bolts in concrete foundations, may be used in column base details.

1.23.4.2 Standard holes shall be provided in member-to-member connections, unless oversized, short-slotted, or long-slotted holes in bolted connections are approved by the designer. Oversized and slotted holes shall not be used in riveted connections.

If the thickness of the material is not greater than the nominal diameter of the rivet or bolt plus $\frac{1}{8}$ -inch, the holes may be punched¹. If the thickness of the material is greater than the nominal diameter of the rivet or bolt plus $\frac{1}{8}$ -inch, the holes shall be either drilled from the solid, or sub-punched and reamed. The die for all sub-punched holes, and the drill for all sub-drilled holes, shall be at least $\frac{1}{16}$ -inch smaller than the nominal diameter of the rivet or bolt. Holes in A514 steel plates over $\frac{1}{2}$ -inch thick shall be drilled.

1.23.4.3 Oversized holes may be used in any or all plies of friction-type connections, but they shall not be used in bearing-type connections. Hardened washers shall be installed over oversized holes in an outer ply.

1.23.4.4 Short-slotted holes may be used in any or all plies of friction-type or bearing-type connections. The slots may be used without regard to direction of loading in friction-type connections, but the length shall be normal to the direction of the load in bearing-type connections. Washers shall be installed over short-slotted holes in an outer ply; when high-strength bolts are used, such washers shall be hardened.

within friction-type connections shall be free of oil, paint, lacquer, or other coatings, except as listed in Appendix E.

All A325 and A490 bolts shall be tightened to a bolt tension not less than that given in Table 1.23.5. Tightening shall be done by the turn-of-nut method,* by a direct tension indicator, or by properly calibrated wrenches. Bolts tightened by means of a calibrated wrench shall be installed with a hardened washer under the nut or bolt head, whichever is the element turned in tightening. Hardened washers are not required when bolts are tightened by the turn-of-nut method, except that hardened washers are required under the nut and bolt head when A490 bolts are used to connect material having a specified yield point less than 40 kips per square inch.

1.23.6 Welded Construction

The technique of welding, the workmanship, appearance and quality of welds made, and the methods used in correcting nonconforming work shall be in accordance with "Section 3—Workmanship" and "Section 4—Technique" of the *Structural Welding Code, AWS D1.1-77*, of the American Welding Society.

1.23.7 Compression Joints

Compression joints which depend on contact bearing as part of the splice capacity shall have the bearing surfaces of individual fabricated pieces prepared to a common plane by milling, sawing, or other suitable means.

1.23.8 Dimensional Tolerances

Dimensional tolerances shall be as permitted in the *Code of Standard Practice*, latest edition, of the American Institute of Steel Construction.

SECTION 1.24 SHOP PAINTING

1.24.1 General Requirements

Shop painting and surface preparation shall be in accordance with the provisions of the *Code of Standard Practice*, latest edition, of the American Institute of Steel Construction.

Unless otherwise specified, steelwork which will be concealed by interior building finish or will be in contact with concrete need not be painted. Unless specifically excluded, all other steelwork shall be given one coat of shop paint.

1.24.2 Inaccessible Surfaces

Except for contact surfaces, surfaces inaccessible after shop assembly shall be cleaned and painted prior to assembly, in accordance with job specifications.

1.24.3 Contact Surfaces

Paint is permitted unconditionally in bearing-type connections. Except where the design is based on special surface conditions meeting the requirements of Appendix E, shop contact surfaces shall be cleaned prior to assembly in accordance with the provisions of the *Code of Standard Practice*, latest edition, of

* See Commentary Sect. 1.23.5.

1.25.6 Field Painting

Responsibility for touch-up painting and cleaning, as well as for general painting, shall be allocated in accordance with accepted local practices, and this allocation shall be set forth explicitly in the contract.

SECTION 1.26 QUALITY CONTROL

1.26.1 General

The fabricator shall provide quality control procedures to the extent that he deems necessary to assure that all work is performed in accordance with this Specification. In addition to the fabricator's quality control procedures, material and workmanship at all times may be subject to inspection by qualified inspectors representing the purchaser. If such inspection by representatives of the purchaser will be required, it shall be so stated in the information furnished to the bidders.

1.26.2 Cooperation

As far as possible, all inspection by representatives of the purchaser shall be made at the fabricator's plant. The fabricator shall cooperate with the inspector, permitting access for inspection to all places where work is being done. The purchaser's inspector shall so schedule his work as to provide the minimum interruption to the work of the fabricator.

1.26.3 Rejections

Material or workmanship not in reasonable conformance with the provisions of this Specification may be rejected at any time during the progress of the work. The fabricator shall receive copies of all reports furnished to the purchaser by the inspection agency.

1.26.4 Inspection of Welding

The inspection of welding shall be performed in accordance with the provisions of Section 6 of the *Structural Welding Code*, AWS D1.1-77, of the American Welding Society.

When non-destructive testing is required, the process, extent, technique, and standards of acceptance shall be clearly defined in information furnished to the bidders.

1.26.5 Identification of Steel

The fabricator shall be able to demonstrate by a written procedure and by actual practice a method of material application and identification, visible at least through the 'fit up' operation, of the main stress carrying elements of a shipping piece.

The identification method shall be capable of verifying proper material application as it relates to:

1. Material specification designation
2. Heat number, if required
3. Material test reports for special requirements

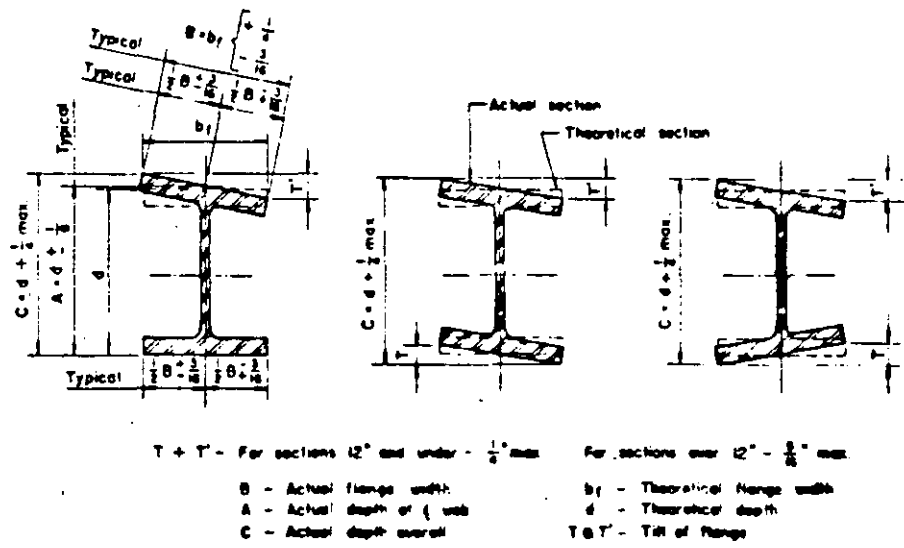


Fig. 1. Mill tolerances on cross section dimensions

SECTION 6 FABRICATION AND DELIVERY

6.4 Dimensional Tolerances

Fabrication tolerances are stipulated in several specification documents, each applicable to a special area of construction. Basic fabrication tolerances are stipulated in Sects. 6.4 and 10 of the Code and Sect. 1.23.8.1 of the AISC Specification. Other specifications and codes frequently incorporated by reference in the contract documents are the AWS *Structural Welding Code* and AASHTO *Standard Specifications for Highway Bridges*.

6.5 Shop Painting

6.5.2, 6.5.3 The selection of a paint system is a design decision involving many factors, including owner's preference, service life of the structure, severity of environmental exposure, the cost of both initial application and future renewals, and the compatibility of the various components comprising the paint system, i.e., surface preparation, prime coat and subsequent coats.

Because inspection of shop painting needs to be concerned with workmanship at each stage of the operation, the fabricator provides notice of the schedule of operations and affords access to the work site to inspectors. Inspection must be coordinated with that schedule in such a way as to avoid delay of the scheduled operations.

Acceptance of the prepared surface must be made prior to application of the prime coat, because the degree of surface preparation cannot be readily verified after painting. Also, time delay between surface preparation and application of

PLANEACION DE UN TALLER PARA ESTRUCTURAS EN PLANTA Y OBRA

I. INTRODUCCION.

ANTES DE ENTRAR A UNA DEFINICION DE CRITERIOS QUE NORMEN LA PLANEACION DE UN TALLER DE FABRICACION DE ESTRUCTURAS, ES MUY IMPORTANTE TENER UNA IDEA DE LA GRAN CANTIDAD DE TIPOS DE ESTRUCTURAS QUE EXISTEN YA QUE ESTA GRAN DIVERSIDAD INCIDE EN LOS PROCESOS DE FABRICACION, EN LOS ACABADOS, EN LA INSPECCION DE CALIDAD, EN EL TRANSPORTE Y EN EL MONTAJE.

CABE SEÑALAR QUE EN LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS METALICAS, LA PARTICIPACION DE LOS PROPIETARIOS, DISEÑADORES Y CALCULISTAS, FABRICANTES, TRANSPORTISTAS, MONTADORES Y CONSTRUCTORES DEBE ESTAR PERFECTAMENTE COORDINADA Y PROGRAMADA PARA EVITAR AL MAXIMO ERRORES Y ATRASOS QUE CON FRECUENCIA SE PRESENTAN EN PROYECTOS ESTRUCTURALES, QUE TAL VEZ POR TRATARSE DE UN PRODUCTO AMPLIAMENTE CONOCIDO NO SE LE DA LA ATENCION DEBIDA.

AUN A RIESGO DE SER REPETITIVO CON OTROS TEMAS DENTRO DE ESTE MISMO CURSO, CONSIDERO DE UTILIDAD ILUSTRAR RAPIDAMENTE ALGUNOS DE LOS DIVERSOS TIPOS DE ESTRUCTURAS, QUE INDEPENDIENTES O COMBINADOS CONFIGURAN UNA CLASIFICACION GENERAL DESDE UN PUNTO DE VISTA DE FABRICACION.

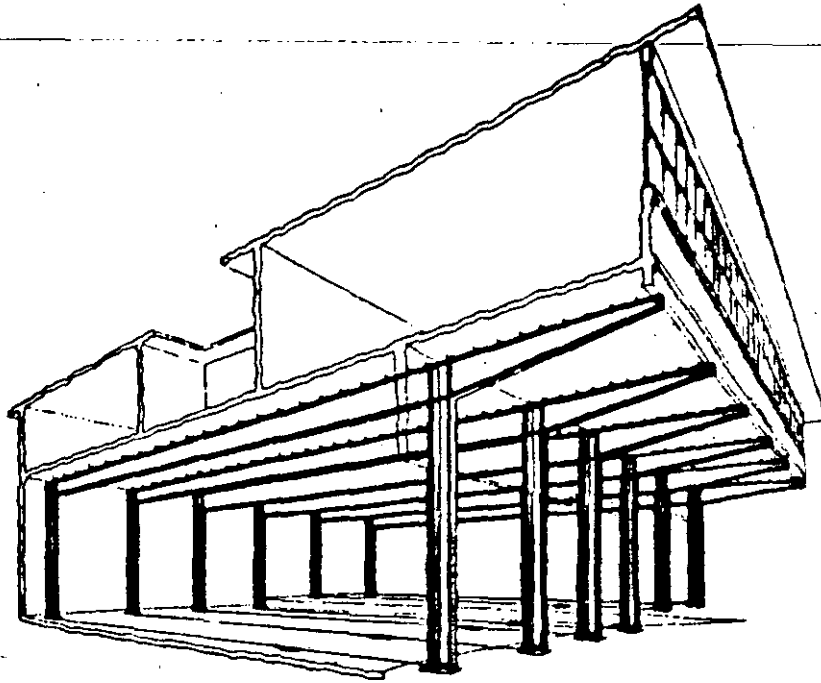
ASI, SE PUEDEN CLASIFICAR COMO

- LIGERAS O PESADAS (POR UNIDAD DE LONGITUD O DE AREA)
- POR SU FUNCION O SERVICIO: EDIFICIOS, PUENTES, NAVES, ALMACENES, TIENDAS, PLATAFORMAS MARINAS, ORNATO, ETC.

- POR SU UBICACION; INTEMPERIE CON SOL, AIRE, EN MAR, EN AGUA DULCE, EN CLIMAS CALIENTES O FRIOS.
- POR LOS ELEMENTOS QUE LAS INTEGRAN: PERFILES LAMINADOS, TUBULARES, PERFILES FORMADOS DE PLACA, COMBINACIONES DE PERFILES Y PLACA ETC.
- REMACHADAS, ATORNILLADAS, SOLDADAS O COMBINADAS

ESTA CLASIFICACION, INSISTO, SE HA HECHO EN FUNCION DE LA FABRICACION, YA QUE ADEMAS DE LA INCIDENCIA EN LOS PROCESOS DE PRODUCCION POR EL TIPO DE ESTRUCTURA LIGERA O PESADA (NO SE REQUIERE EL MISMO TIPO DE TALLER) TAMBIEN SE INCIDE EN LOS PROCESOS DE INSPECCION DE CONTROL DE CALIDAD QUE PREVIAMENTE SE REFLEJARON EN LOS PROCESOS Y CALIFICACIONES DE SOLDADURA (NO SE REQUIERE EL MISMO TIPO DE SOLDADURA PARA UNA ESTRUCTURA DE ORNATO O DE UN ALMACEN QUE LAS REQUERIDAS PARA UN PUENTE O PARA UNA PLATAFORMA MARINA). POR SU PARTE, LA UBICACION, DESDE LUEGO INCIDE EN EL TIPO DE ACABADOS Y RECUBRIMIENTOS QUE DEBE LLEVAR LA ESTRUCTURA QUE SERAN DIFERENTES DE UN AMBIENTE TROPICAL MARINO A UN AMBIENTE SECO Y DESERTICO.

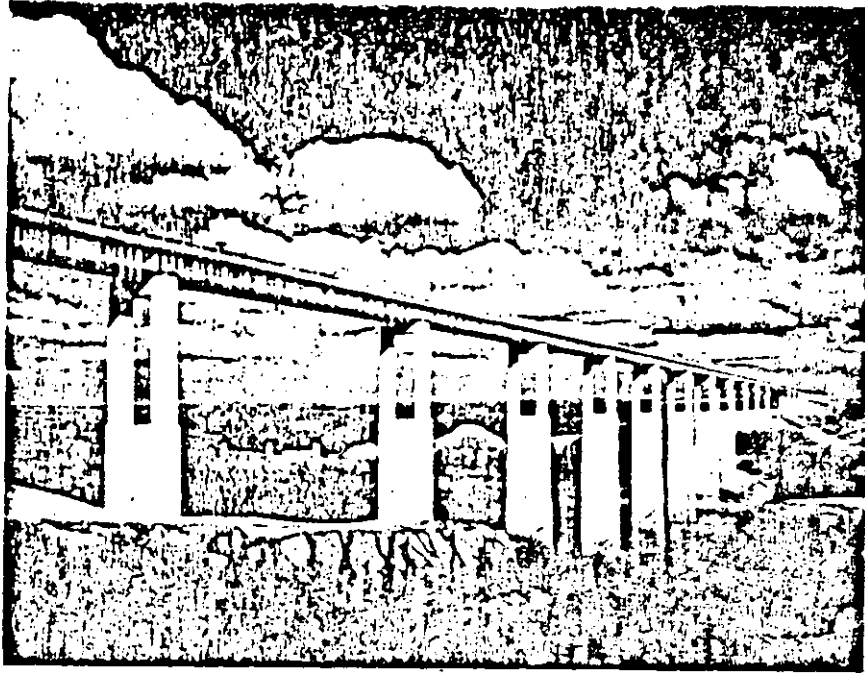
PARA TENER UNA IDEA COMPLETA DE LOS DIVERSOS TIPOS Y USOS DE ESTRUCTURAS, LAS FIGURAS SIGUIENTES NOS ILUSTRAN MEJOR (ACETATOS GRUPO 1).



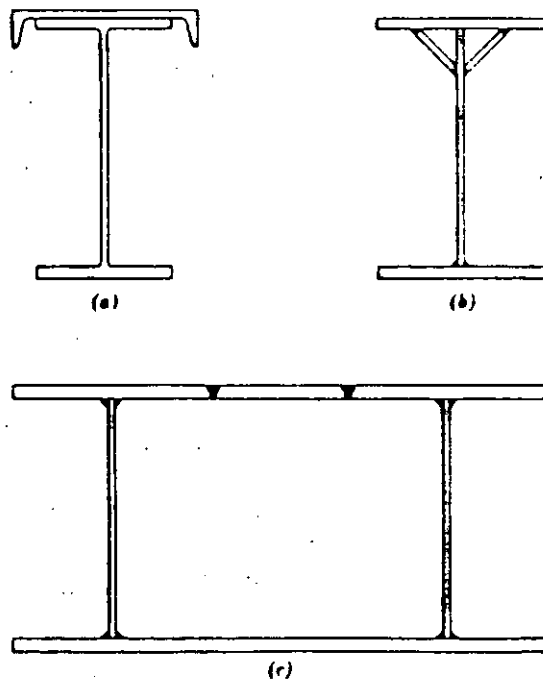
MARCO RIGIDO.



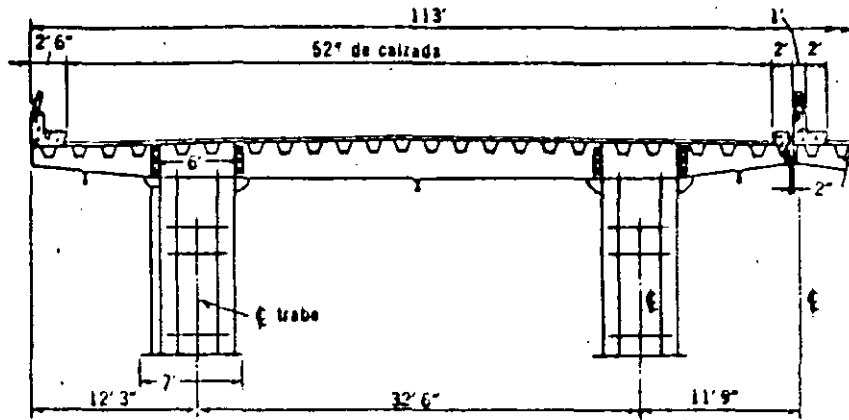
MARCO RIGIDO Y ARMADURAS.



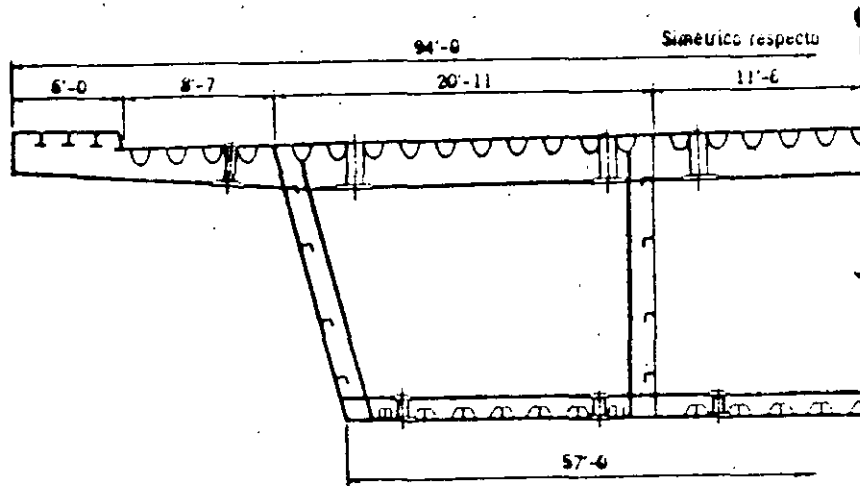
PUENTE DE TRABES DE ALMA LLENA.



SECCIONES DE TRABES ALMA LLENA.

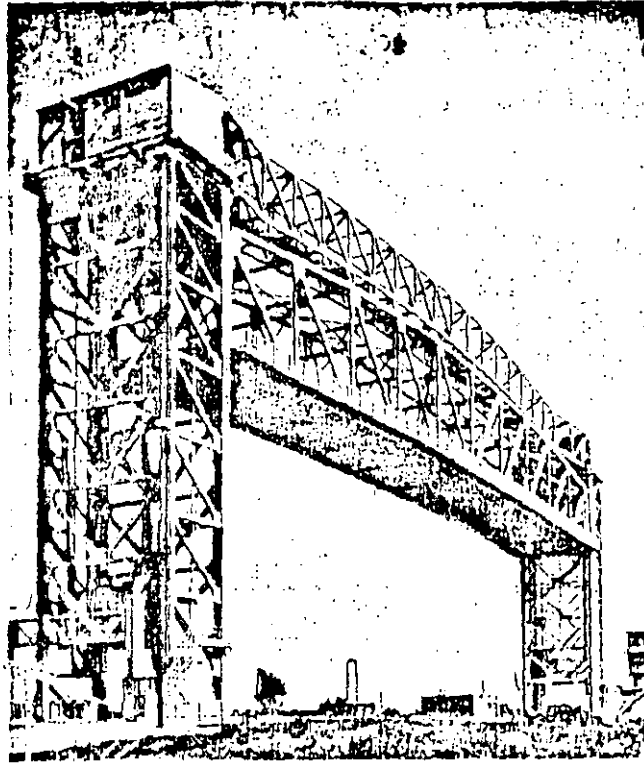


Sección transversal

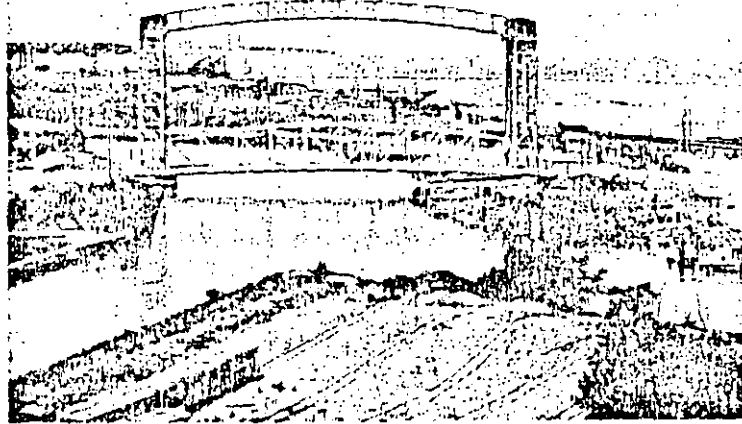


Sección transversal

PUENTE ORTOTROPICO.

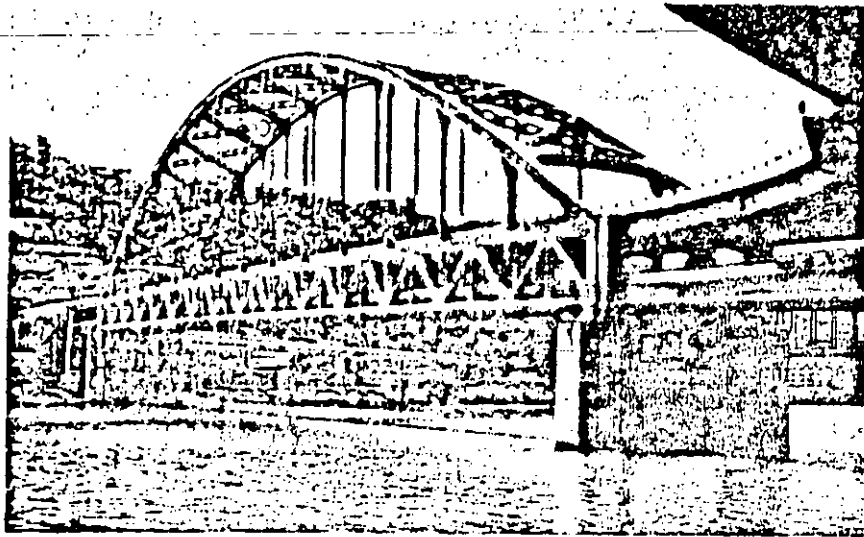


(a)

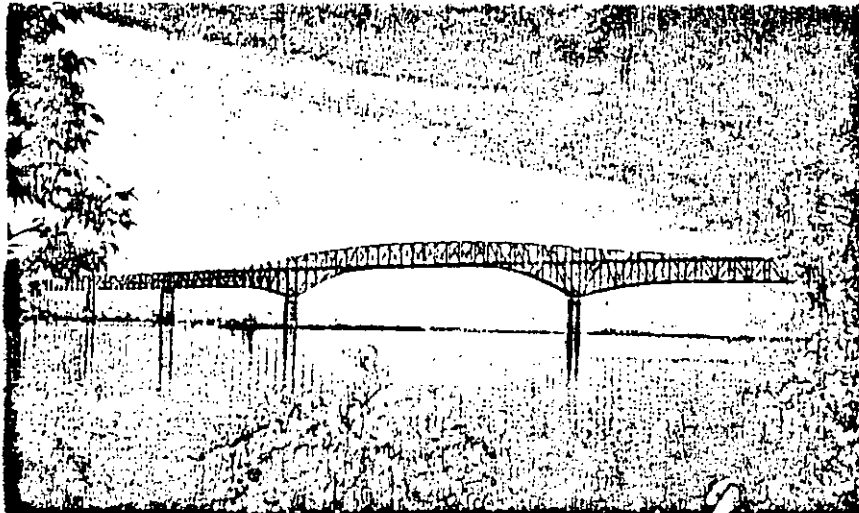


(b)

PUENTE DE ARMADURA.

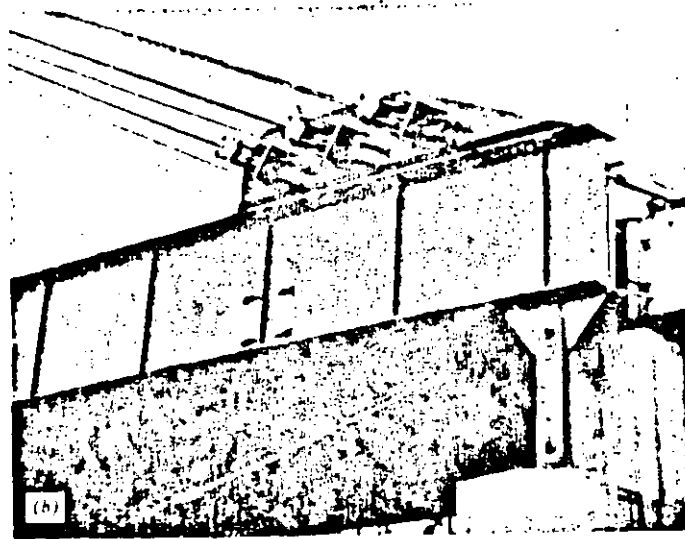
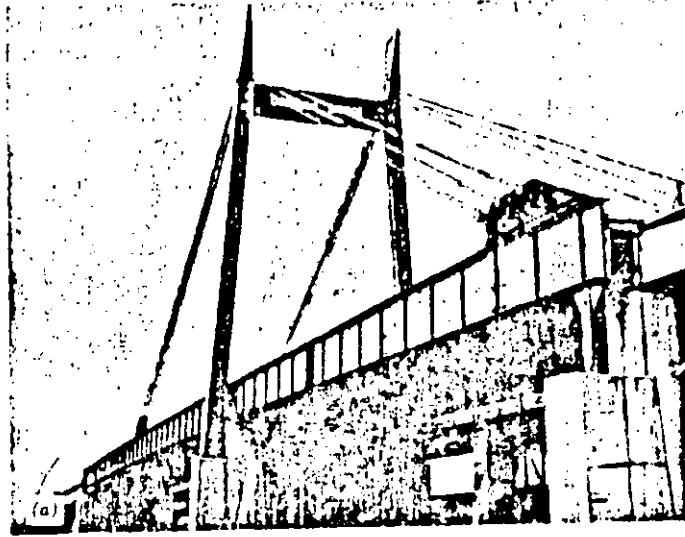


PUENTE DE ARMADURA ATIRANTADA.



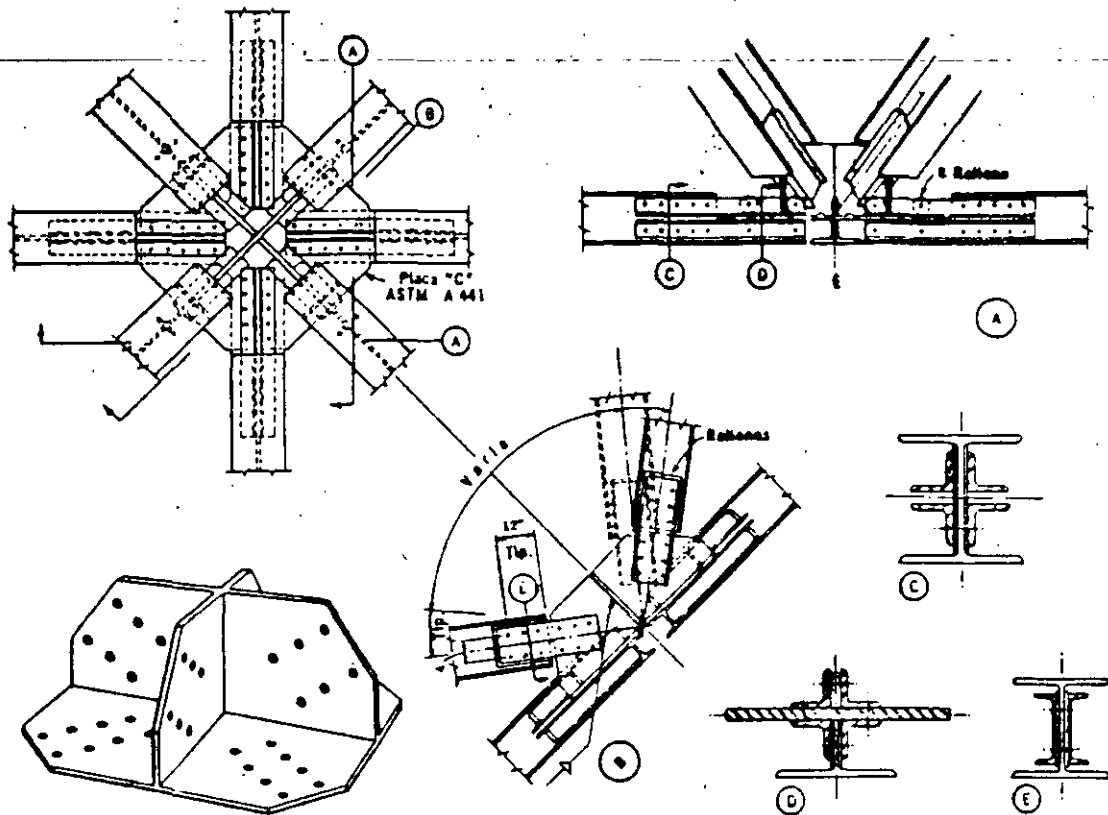
PUENTE DE ARMADURA.

(b)

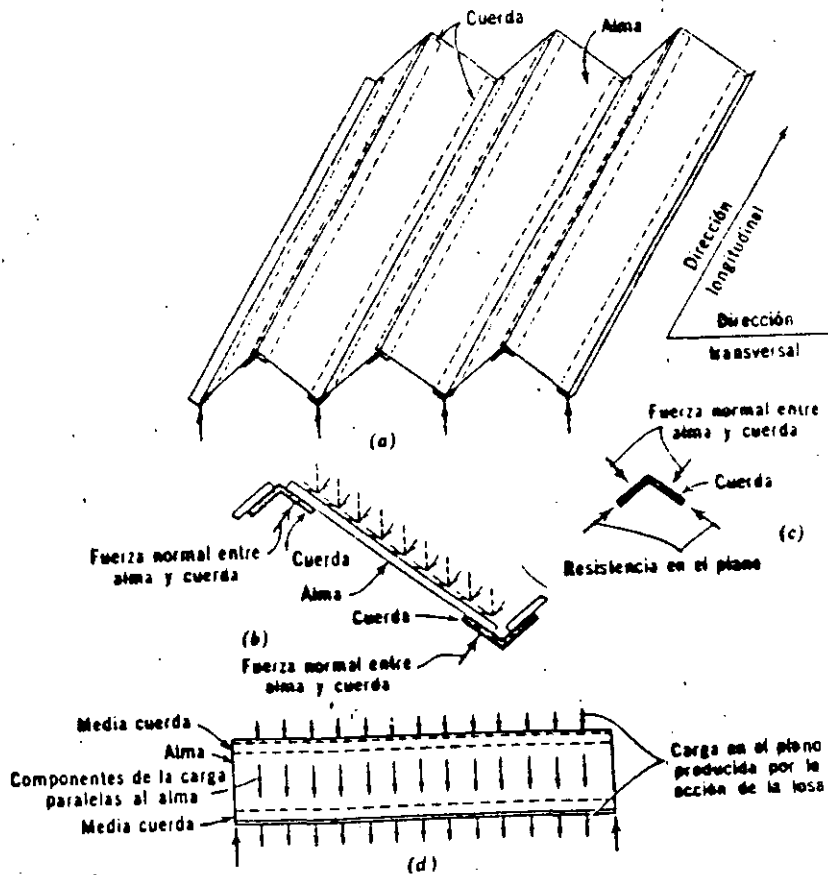


PUENTE COLGANTE CON CABLES.

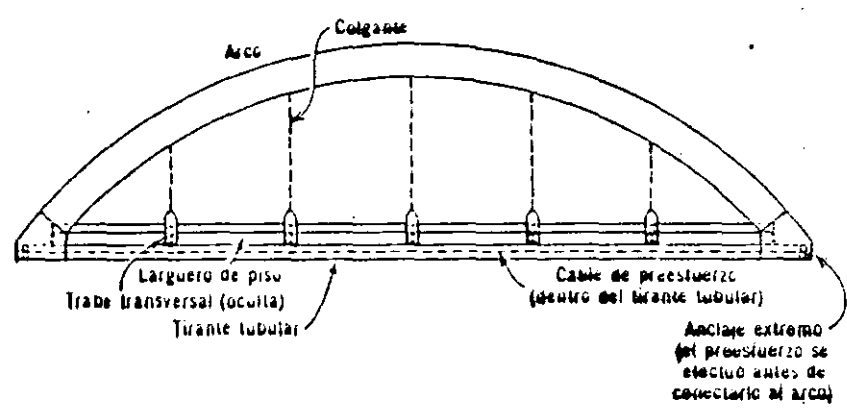
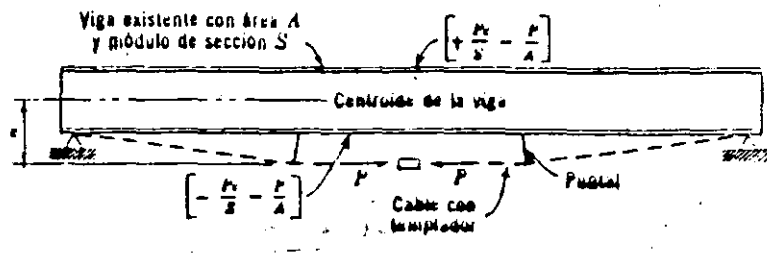
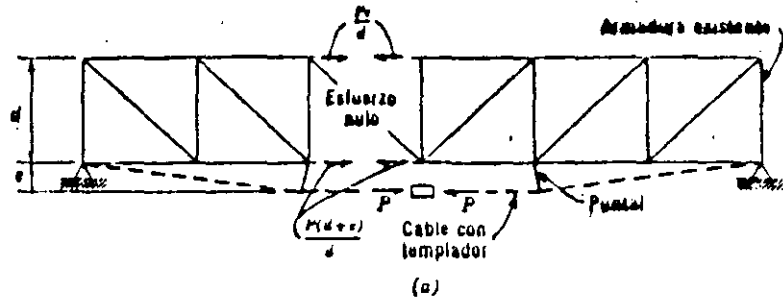
32



ESTRUCTURAS ESPECIALES.



ESTRUCTURAS DE CASCARON.



ESTRUCTURAS DE ACERO PREESFORZADO.

II. CRITERIOS GENERALES PARA LA PLANEACION DE UN TALLER.

DADA LA GRAN VARIEDAD DE TIPOS DE ESTRUCTURAS QUE SE NOS PRESENTAN, LO CUAL IMPLICA DIFERENTES CONFIGURACIONES Y EQUIPAMIENTO DE TALLERES, Y PUESTO QUE EN CUALQUIER TALLER UN FACTOR IMPORTANTE ES LA COSTEABILIDAD, ES DECIR EL RENDIMIENTO A LA INVERSION; DEJAREMOS A UN LADO POR EL MOMENTO, LOS CONCEPTOS DE COSTEABILIDAD Y DE MERCADO POTENCIAL PARA TRATAR DE CONFIGURAR UN TALLER QUE EN PRINCIPIO ESTE CAPACITADO PARA FABRICAR TODO TIPO DE ESTRUCTURAS, LA COSTEABILIDAD Y EL MERCADO, COMO USTEDES PODRAN IMAGINARSE, NOS IRAN DELINEANDO, POSTERIORMENTE, LA CONFIGURACION DE TALLERES ADECUADOS PARA FABRICAR CIERTOS TIPOS DE ESTRUCTURAS INCLUYENDO AQUELLOS QUE TEMPORALMENTE PUDIERAN INSTALARSE EN UNA OBRA DETERMINADA.

PARA DEFINIR LAS ACTIVIDADES QUE DEBEN REALIZARSE EN UN TALLER FABRICANTE DE ESTRUCTURAS, VEAMOS PRIMERO CUALES SON TODOS LOS PASOS QUE DEBEN SEGUIRSE.

1. DETERMINACION DE LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO.

GENERALMENTE LAS ESTABLECEN LOS PROPIETARIOS SOLOS O CON AYUDA DE UNA FIRMA DE INGENIERIA, Y DEBEN CONSIDERAR NORMAS Y ESPECIFICACIONES QUE DICTAN LOS CRITERIOS MINIMOS ACEPTABLES DE PROYECTO. POR EJEMPLO, PARA TODO TIPO DE ESTRUCTURAS LAS NORMAS MAS COMUNMENTE ACEPTADAS SON LAS DEL **AISC** (AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION); PARA PUENTES CARRETERAS Y/C DE FERROCARRILES, LAS NORMAS **AASHO** (AMERICAN ASOCIATION OF STATE HIGHWAY OFFICIALS) Y LAS **AREA** (AMERICAN RAILWAY ENGINEERING ASSOCIATION). EN EL DISTRITO FEDERAL, EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DEL **D.F.**

2. CALCULO Y DISEÑO DE LA ESTRUCTURA.

LO REALIZA UNA FIRMA DE INGENIERIA EN BASE A LAS ESPECIFICACIONES DE PROYECTO QUE INCLUYEN, COMO REFERENCIA, ALGUNA DE LAS NORMAS YA MENCIONADAS.

EN ESTA FASE, ADEMAS DE LAS MEMORIAS DE CALCULO SE ELABORAN PLANOS GENERALES, ESPECIFICACIONES DE MATERIALES, REQUERIMIENTOS DE CALIDAD Y OTRAS INSTRUCCIONES COMO LIMPIEZA FINAL Y ACABADOS; PUEDE ESTABLECER TAMBIEN SECUENCIAS DE MONTAJE QUE MARCARAN EL PROGRAMA DE FABRICACION.

LOS ESTANDARES UTILIZADOS SON EL **ASTM** (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS) Y EN ALGUNOS CASOS LA **ASA** (AMERICAN STANDARDS ASSOCIATION)

3. INGENIERIA DEL PRODUCTO E INGENIERIA DE TALLER.

SE ELABORA POR UN DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DEL FABRICANTE, E INCLUYE CON MAYOR PRECISION EL TRASLADAR LOS CONCEPTOS ORIGINALES DE LA ESTRUCTURA MOSTRADOS EN LOS DIBUJOS ARQUITECTONICOS Y EN LOS DIBUJOS DE DISEÑO, A LOS DIBUJOS DE DETALLE; ASI COMO LA ACLARACION DE NORMAS, ESTANDARES DE FABRICACION, ACABADOS Y MONTAJE. MAS ESPECIFICAMENTE REALIZA LO SIGUIENTE:

- PREPARA LISTAS DE MATERIALES
- PLANOS DE MONTAJE
- NUMERACION DE DIBUJOS Y SISTEMAS DE MARCAJE NECESARIO PARA TRANSPORTE Y MONTAJE
- HACE DIBUJOS DE DETALLE ESPECIFICANDO SOLDADURAS DE ACUERDO AL **AWS** (AMERICAN WELDING SOCIETY) y

OTROS TRABAJOS COMO BARRENADOS Y BISELADOS DE ACUERDO AL AISC.

- ABUNDA EN LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO MARCANDO EN LOS DIBUJOS LAS NOTAS NECESARIAS PARA LA FABRICACION, HACIENDO ENFASIS EN LOS PROCESOS ESPECIALES QUE SE REQUIERAN, COMO TRATAMIENTOS TERMICOS, INSPECCIONES DE CONTROL DE CALIDAD (RADIOGRAFIADO, LIQUIDOS PENETRANTES, ULTRASONIDO, PARTICULAS MAGNETICAS), PRESENTACIONES EN TALLER, MARCAJE DE PIEZAS, LIMPIEZA Y PINTURA.
- ATIENDE Y ACLARA DUDAS CON EL CLIENTE Y CON EL PERSONAL DEL TALLER
- TRAMITA APROBACION DE DIBUJOS
- CALCULA PESOS PARA ESTIMACIONES DE PRECIOS.

4. FABRICACION.

LA REALIZA EL TALLER EN BASE A LA INFORMACION ELABORADA POR EL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA E INCLUYE LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES

- ADQUISICION DE MATERIALES
- RECEPCION Y ACEPTACION DE MATERIALES
- HABILITADO QUE CONSISTE EN TRAZAR, CORTAR, ENDEREZAR, DOBLAR Y EN GENERAL PREPARAR LOS MATERIALES.
- ARMADO PARA FORMAR LOS ELEMENTOS COMPUESTOS DE LA ESTRUCTURA.

- MAQUINADO, BARRENADO Y PUNZONADO SI SE REQUIERE
- INSPECCION POR CONTROL DE CALIDAD Y MARCAJE DE PIEZAS.
- LIMPIEZA Y PINTURA SEGUN ESPECIFICACIONES
- EMBARQUE DE PIEZAS EN DIMENSIONES Y PESOS PREVIAMENTE ESTABLECIDOS.

5. TRANSPORTE.

LO LLEVA A CABO UNA EMPRESA ESPECIALIZADA QUIEN SE HA PUESTO DE ACUERDO PREVIAMENTE, CON LA FIRMA DE INGENIERIA, EL FABRICANTE Y EL CONSTRUCTOR O MONTADOR, EN LA RUTA A SEGUIR CONSIDERANDO DIMENSIONES Y PESOS DE LAS PIEZAS ASI COMO LA SECUENCIA DE MONTAJE.

6. MONTAJE Y RECEPCION POR EL CLIENTE.

ES FRECUENTE QUE EL MISMO FABRICANTE SEA TAMBIEN EL MONTADOR DE LA ESTRUCTURA, SIN EMBARGO, PARA EFECTOS DE ESTA PRESENTACION SE CONSIDERARA POR SEPARADO, YA QUE ADEMAS EL TEMA DEL MONTAJE LO VERAN USTEDES MAS ESPECIFICAMENTE EN OTRA SESION. LA RECEPCION ENTONCES LA CONSIDERAREMOS COMO PARTE DEL TRANSPORTE O BIEN COMO RESPONSABILIDAD DEL MONTADOR.

DE LOS SEIS GRANDES PASOS MENCIONADOS, LE CORRESPONDEN AL FABRICANTE EL TRES Y EL CUATRO, SIN QUE ESTO SIGNIFIQUE QUE SE SUSTRAGA DE LOS OTROS PASOS, ES MAS BIEN PARA TRATAR DE CIRCUNSCRIBIR LAS ACTIVIDADES BASICAS DE UN TALLER

DE FABRICACION DE ESTRUCTURAS METALICAS.

CON LO HASTA AQUI PRESENTADO, CONSIDERO POSIBLE DEFINIR CUALES DEBEN SER LOS CRITERIOS GENERALES QUE SE DEBEN CON
SIDERAR PARA LA PLANEACION DE UN TALLER FIJO O EN OBRA, ESTOS BIEN PUEDEN SER LOS SIGUIENTES:

- TIPO DE ESTRUCTURA A FABRICAR. PARA NUESTRO CASO SE HA DECIDIDO QUE DEBEMOS PENSAR EN TODAS
- DETERMINACION DE LAS PIEZAS MAS GRANDES Y PESADAS PARA SELECCIONAR DIMENSIONES DE NAVES Y MEDIOS DE MANIOBRA DENTRO DEL TALLER.
- ESPECIFICACION DE LOS PROCESOS DE FABRICACION MAS DELI
CADOS PARA SELECCION DEL EQUIPO Y MAQUINARIA DE PRODUCCION
- DETERMINACION DE LOS DEPARTAMENTOS QUE DEBE INTEGRAR UN TALLER CON UN PERFIL DE SUS CARACTERISTICAS
- AREAS NECESARIAS EN EL TALLER Y TIPO DE NAVES.
- PERFIL DEL PERSONAL NECESARIO
- EN FUNCION DEL VOLUMEN DE PRODUCCION ESPERADO, DETERMINACION DEL TAMAÑO DEL TALLER

AUN CUANDO ALGUNOS CONCEPTOS SON DIFICILES DE PRECISAR, SI PODEMOS CONCRETAR QUE UN TALLER DE FABRICACION DE ESTRUCTURAS METALICAS DEBE CONTAR CON LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES O DEPARTAMENTOS

VENTAS
INGENIERIA

RELACIONES INDUSTRIALES

COMPRAS

CONTABILIDAD

PRODUCCION

RECEPCION

HABILITADO

ARMADO

SOLDADO

ACABADOS

EMBARQUE

CONTROL DE CALIDAD

MANTENIMIENTO

CONTROL DE PRODUCCION

SE REQUIERE ADEMÁS UN LÍDER QUE COORDINE TODAS LAS ACTIVIDADES, ES DECIR UNA GERENCIA. DEPENDIENDO DEL TAMAÑO DE LA ORGANIZACIÓN, ALGUNAS ACTIVIDADES PUEDEN JUNTARSE EN UN SOLO DEPARTAMENTO PARA QUE SEA UNA SOLA PERSONA LA QUE CONTROLE VARIOS DEPARTAMENTOS, POR EJEMPLO LA GERENCIA Y VENTAS, PRODUCCIÓN Y COMPRAS, MANTENIMIENTO Y CONTROL DE PRODUCCIÓN, INGENIERÍA Y CONTROL DE CALIDAD.

EN CUANTO AL PERSONAL, Y DE ACUERDO CON EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES DESCRITAS, EL TALLER DEBERÁ CONTAR COMO MÍNIMO CON EL SIGUIENTE PERSONAL:

GERENCIA

UN TÉCNICO O INGENIERO ADMINISTRADOR

UNA SECRETARIA

VENTAS

DOS AGENTES TÉCNICOS

INGENIERIA

UN INGENIERO MECANICO

UN TÉCNICO DISEÑADOR

TRES DIBUJANTES

RELACIONES INDUSTRIALES	<u>UN</u> TECNICO EN REL. IND. <u>DOS</u> ASISTENTES UNA SECRETARIA
CONTABILIDAD	<u>UN</u> CONTADOR PUBLICO <u>DOS</u> AUXILIARES DE CONTABILIDAD <u>UNA</u> SECRETARIA <u>UN</u> MENSAJERO
COMPRAS	<u>DOS</u> AGENTES COMPRADORES
PRODUCCION	<u>UN</u> INGENIERO MECANICO <u>TRES</u> SUPERVISORES DE PRODUCCION <u>CUATRO</u> OPERADORES DE MAQUINAS <u>OCHO</u> ARMADORES <u>DIEZ Y SEIS</u> SOLDADORES B Y C <u>VEINTICUATRO</u> OBREROS Y AYUDANTES <u>CUATRO</u> OPERADORES DE SIST. DE LIMPIEZA <u>CUATRO</u> PINTORES <u>TRES</u> MANIOBRISTAS
CONTROL DE CALIDAD	<u>DOS</u> AGENTES TECNICOS
MANTENIMIENTO	<u>UN</u> INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA <u>DOS</u> SUPERVISORES
CONTROL DE PRODUCCION	<u>DOS</u> AGENTES TECNICOS

LO ANTERIOR NOS DA UN TOTAL DE 94 PERSONAS, DE LAS CUALES 67 SON PRODUCTIVAS Y 27 DE ADMINISTRACION Y SERVICIOS. COMO CONFIGURACION PRELIMINAR LA RELACION DE UN ADMINISTRADOR POR MAS DE DOS PRODUCTIVOS NO ES MUY CONVENIENTE YA QUE EN UN TALLER DE ESTRUCTURAS LA RELACION DEBE SER CERCANA O SUPERIOR A TRES POR UNO.

EN ESTE MOMENTO NOS DAMOS CUENTA DE LO IMPORTANTE QUE RESULTA EL DEFINIR UN VOLUMEN DE PRODUCCION Y EL TIPO DE ESTRUCTURA A FABRICAR, PORQUE DEFINIENDO ESTOS CONCEPTOS SE PUEDE REDUCIR PERSONAL EN CONTROL DE CALIDAD, INGENIERIA Y DESDE LUEGO EN PRODUCCION.

POR EL MOMENTO LO DEJAREMOS ASI, PARA CONTINUAR CON LOS SIGUIENTES TEMAS QUE NOS PERMITIRAN EVALUAR CON MAYOR CONOCIMIENTO LAS ACTIVIDADES DE PRODUCCION.

III. PLANOS DE TALLER Y TECNICAS DE TRAZO Y DIBUJO.

COMO YA SE HA BOSQUEJADO, CORRESPONDE AL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA EL INTERPRETAR LAS ESPECIFICACIONES BASICAS DEL DISEÑO Y LOS DIBUJOS GENERALES ARQUITECTONICOS PARA TRADUCIRLAS EN PLANOS DE TALLER EN DONDE SE INDIQUEN CLARAMENTE TODAS LAS MEDIDAS E INSTRUCCIONES PARA QUE EL TALLER PUEDA FABRICAR SIN ERRORES DE INTERPRETACION.

LA ELABORACION DE LOS PLANOS DE TALLER O DIBUJOS DE DETALLE REQUIERE DEL CONOCIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES QUE NORMAN LA FABRICACION, DE LOS MATERIALES USADOS Y DE LAS TECNICAS DE CORTE, SOLDADURA, Y MONTAJE; ESTOS DIBUJOS DEBEN INDICAR AL TALLER A TRAVES DE UN LENGUAJE TECNICO, TODA LA INFORMACION NECESARIA PARA LA FABRICACION Y EL MONTAJE.

LA ELABORACION DE ESTOS PLANOS, IMPLICA TAMBIEN EL CONOCIMIENTO Y DOMINIO DE LAS TECNICAS DE TRAZO Y DIBUJO INDUSTRIAL, QUE EN TERMINOS GENERALES REQUIEREN DE LOS CONOCIMIENTOS ELEMENTALES DE GEOMETRIA Y TRIGONOMETRIA COMPLEMENTADOS CON LA SIMBOLOGIA UTILIZADA PARA TORNILLERIA, SOLDADURA, BARRENADO Y MAQUINADOS.

TODA ESTA TECNICA DE DIBUJO SE ENCUENTRA NORMALIZADA CON LA FINALIDAD DE USAR UN LENGUAJE GRAFICO COMUN Y EVITAR OMISIONES. EL MANUAL DE DIBUJO Y DISEÑO DE INGENIERIA DE JENSEN ES UNA MUY BUENA GUIA Y EN EL CASO DE LAS ESTRUCTURAS METALICAS EL AISC TAMBIEN INCLUYE NORMAS PARA EL DIBUJO, LLEGANDO A DEFINIR TAMAÑOS DE PLANOS.

CODIGO IMPORTANTE ES EL STRUCTURAL WELDING CODE-STEEL D1.1 DE LA AMERICAN WELDING SOCIETY (AWS) YA QUE A PARTIR DE ESTE CODIGO SE ESTABLECEN TODAS LAS INDICACIONES

DE SOLDADURA DESDE LA SIMBOLOGIA, LOS PROCESOS CALIFICADOS DE SOLDADURA COMO ARCO SUMERGIDO, MIG, TIG, TIPOS DE SOLDADURA A TOPE, DE FILETE ETC. HASTA LOS PROCEDIMIENTOS DE CALIFICACION DE SOLDADORES Y LOS METODOS DE INSPECCION. ESTE CODIGO, REPITO, ES VITAL, YA QUE NORMA MUCHAS DE LAS ACTIVIDADES DURANTE LA FABRICACION.

SE REQUIERE TAMBIEN, EL CONOCIMIENTO Y MANEJO DE LOS ESTANDARES ASTM QUE COMO TODOS SABEMOS, DESIGNAN LAS CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DE LOS MATERIALES A SER USADOS. LAS ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES DETERMINARAN TAMBIEN LOS PROCESOS DE SOLDADURA QUE DEBAN APLICARSE PARA EVITAR FRACTURAS O BAJAS PENETRACIONES DE LA SOLDADURA.

COMO REFERENCIA, ALGUNOS DE LOS MATERIALES MAS UTILIZADOS SON LOS SIGUIENTES:

ASTM A-36 ACERO VERSATIL, DE BUENA RESISTENCIA, LOS ASTM A-441 Y A-572 DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA ALEACION, O BIEN LOS ASTM A-242 Y A-588 DE ALTA RESISTENCIA, BAJA ALEACION Y RESISTENTES A LA CORROSION. EN EL CASO DE LA TORNILLERIA, LA MAS USADA ES LA DE ALTA RESISTENCIA ESPECIFICACION ASTM-A-325 Y A-490.

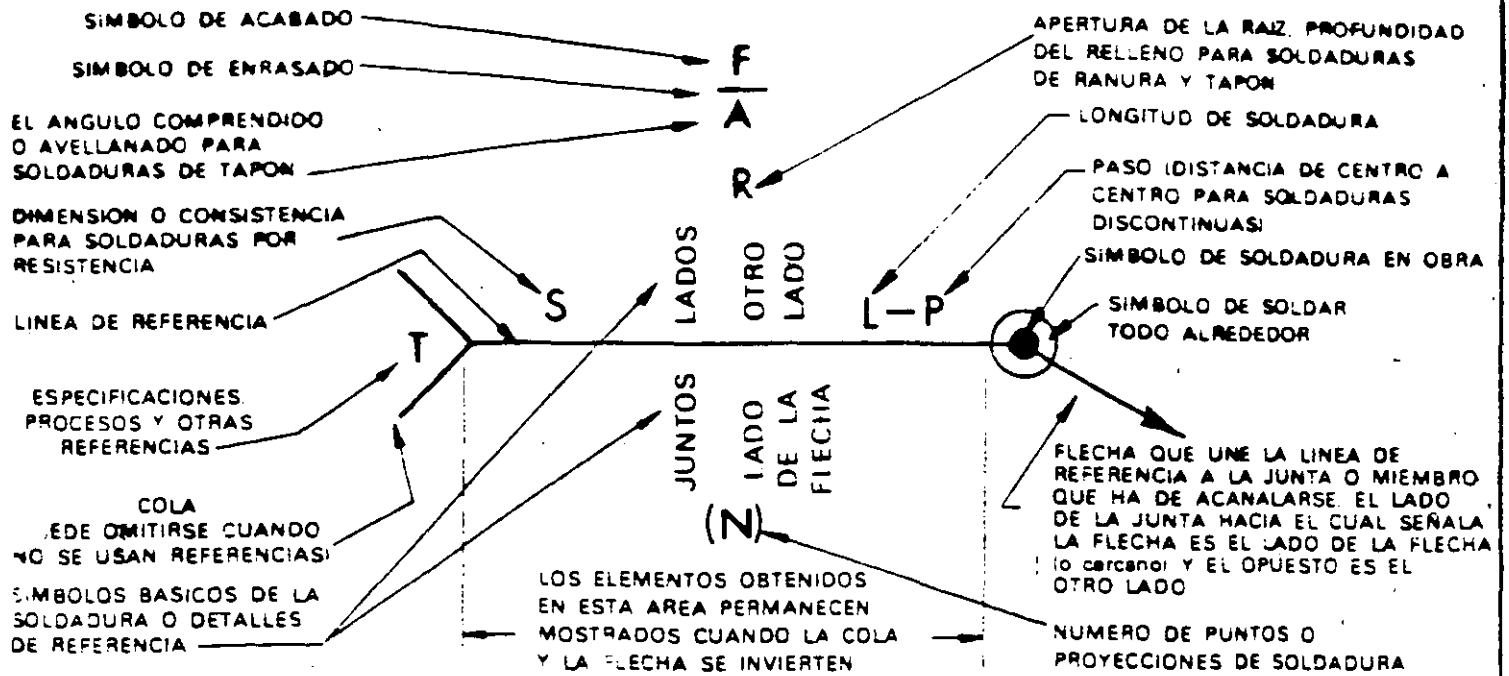
LOS DIBUJOS DE DETALLE DEBEN INCLUIR, ENTONCES, ESPECIFICACIONES PRECISAS DE MATERIALES, SOLDADURA, PROCESOS DE SOLDADURA, INDICACIONES DE MAQUINADO, BARRENADO, PRUEBAS, INSPECCIONES DE CONTROL DE CALIDAD Y EN OCASIONES PROCESOS DE MANUFACTURA ESPECIALES CON LOS CUALES DEBA TENERSE ESPECIAL CUIDADO.

LOS SIGUIENTES DIBUJOS NOS ILUSTRAN MEJOR EL TIPO DE TRABAJO QUE SE DEBE INCLUIR EN LOS DIBUJOS DE DETALLE (2° GRUPO DE ACETATOS).

SIMBOLOS SUPLEMENTARIOS

CONTORNO		SOLDAR TODO ALREDEDOR	SOLDADURA EN OBRA
PAREJA	CONVEXA		

LOCALIZACION NORMAL DE LOS ELEMENTOS DE UN SIMBOLO DE SOLDADURA



SIMBOLOS BASICOS PARA SOLDADURA DE ARCO Y/O GAS

PLETE	TAPON O RANURA	PUNTO DE ARCO O CORDON DE ARCO	RANURA							ESPALEAR	FUSION	ACABADO	REBORDE		
			CUADRADO	V	BISELADO	U	ABOCARDADO EN V	BISEL AVOCARDADO	TERMINAL				ESQUINA		

NOTA: EL TAMAÑO DEL SIMBOLO DE SOLDADURA, LA LONGITUD Y ESPACIAMIENTO DEBEN LEERSE EN EL ORDEN MENCIONADO DE IZQUIERDA A DERECHA Y A LO LARGO DE LA LINEA DE REFERENCIA. NI LA ORIENTACION DE LA LINEA DE REFERENCIA NI SU LOCALIZACION ALTERAN ESTA REGLA.

LA LINEA PERPENDICULAR DE LOS SIMBOLOS DE SOLDADURA DEBE COLOCARSE A LA IZQUIERDA.

LAS SOLDADURAS DEL LADO DE LA FLECHA Y DEL OTRO LADO SON DEL MISMO TAMAÑO MIENTRAS NO SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO.

LOS SIMBOLOS SE APLICARAN EN LOS PUNTOS DE CAMBIO ABRUPTO DE DIRECCION DE LA SOLDADURA A NO SER QUE ESTEN GOBERNADOS POR EL SIMBOLO "SOLDAR TODO ALREDEDOR" O QUE HAYAN SIDO DIMENSIONADOS EN OTRA FORMA.

ESTOS SIMBOLOS NO DEFINEN EXPLICITAMENTE LAS SOLDADURAS CUANDO SE PRESENTAN MATERIALES DuplicADOS (TALES COMO TENSORES, ETC.) EN EL LADO LEJANO DE LA PLATINA DE UNION O ALMA (LO CUAL SUCEDE FRECUENTEMENTE EN TRABAJOS DE TIPO ESTRUCTURAL). LA INDUSTRIA HA ADOPTADO ESTA CONVENCION DE TAL MANERA QUE CUANDO, DE ACUERDO CON LA LISTA DE MATERIALES, SE DESCUBRE LA IDENTIDAD DEL LADO LEJANO Y DEL LADO CERCAÑO LAS SOLDADURAS MOSTRADAS PARA EL LADO CERCAÑO DEBERAN DUPLICARSE EN EL LADO LEJANO (FIGURA 12.18).

Fig. 12.12 Símbolos de soldadura

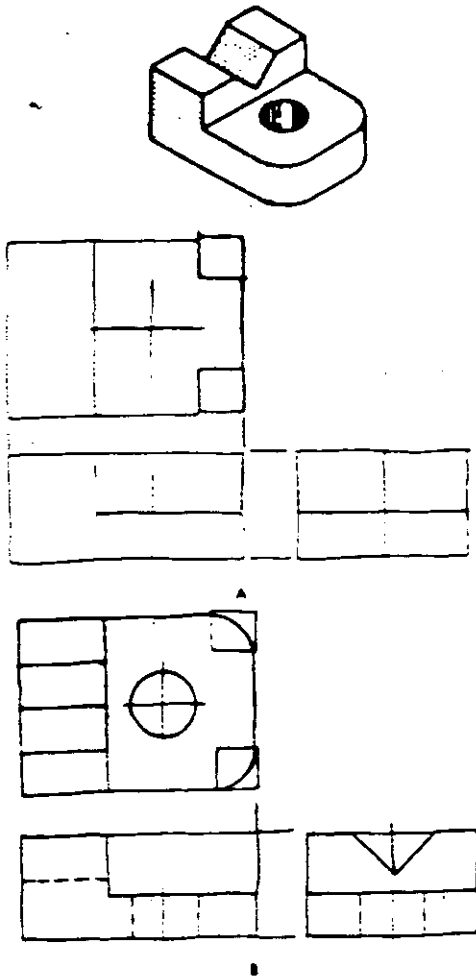
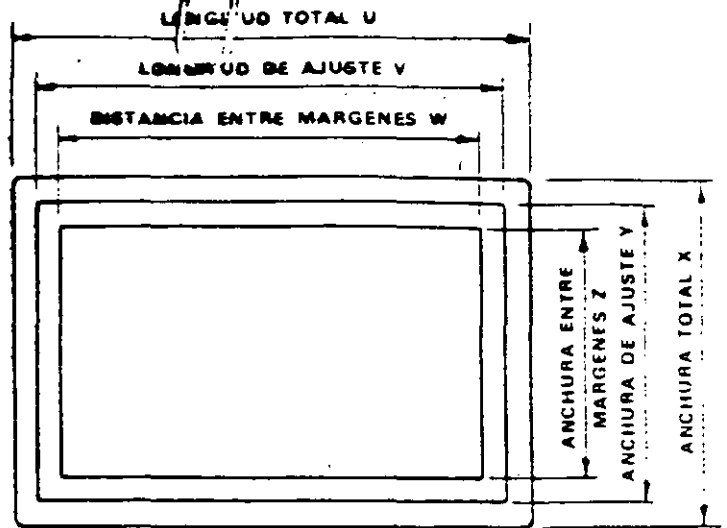


Fig. 2.31 Procedimiento corriente para bosquejar en tres vistas



TAMAÑO DEL DIBUJO	TAMAÑO TOTAL		TAMAÑO DE AJUSTE		BORDE INTERIOR	
	X	U	Y	V	Z	W
A	9	12	8½	11	8	10½
B	12	18	11	17	10½	16½
C	18	23	17	22	16¼	21¼
D	24	36	22	34	21	33
E	36	46	34	44	33	43

Fig. 2.32 Tamaño de dibujos normalizados (CSA-B78.1-1964)

den hacer a partir de estos calcos. En la aulas de dibujo las copias a menudo no son necesarias; de modo que los dibujos usualmente se hacen en papel blanco o amarillito ligero.

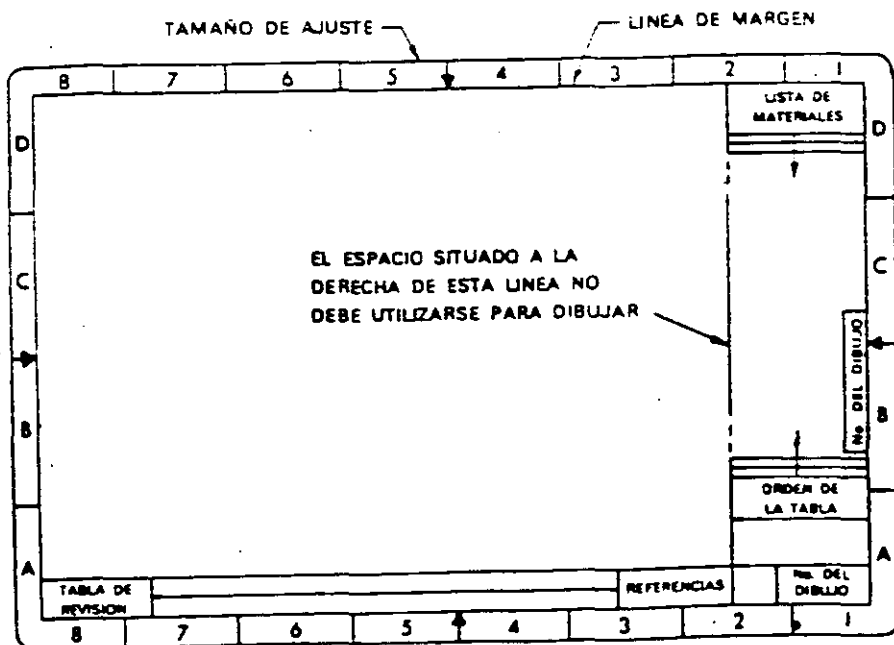


Fig. 2.33 Formato típico de una hoja de dibujo (CSA-B78.1-1964)

PAPELES BOND

Estos son materiales baratos, un poco traslúcidos, empleados en las escuelas y en los trabajos básicos de trazado a causa de su bajo costo. Tienen la adhesividad adecuada para dibujar a lápiz pero a menudo son difíciles de borrar y se disminuye su calidad por la acción del tiempo.

PAPEL VITELA

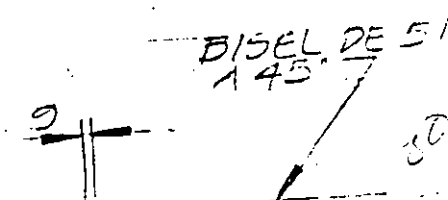
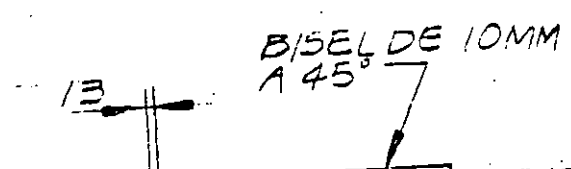
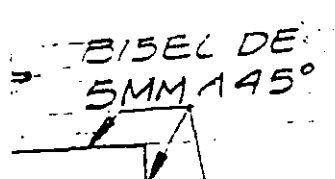
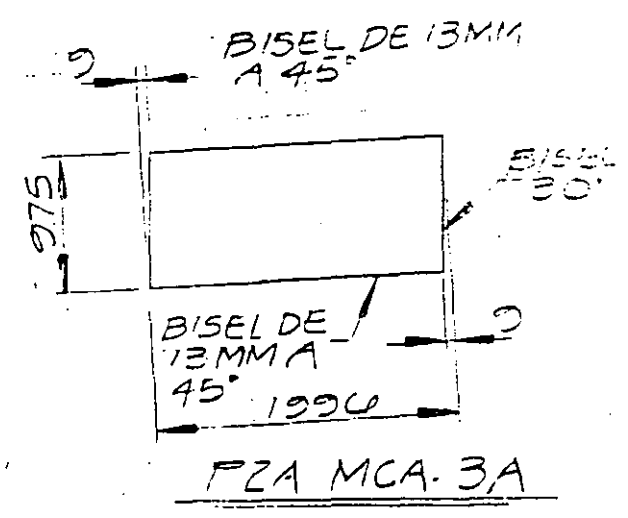
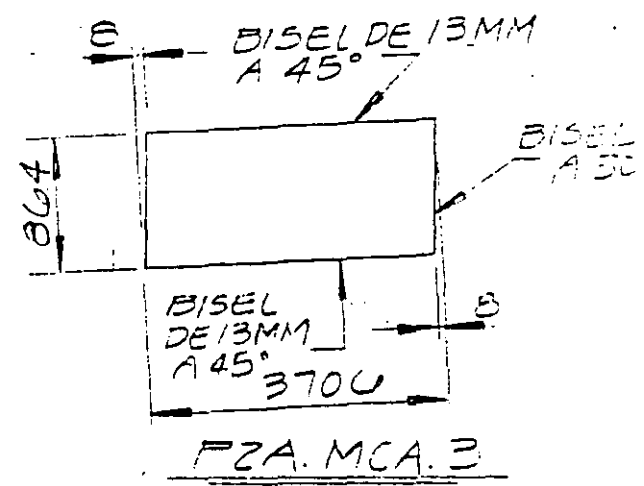
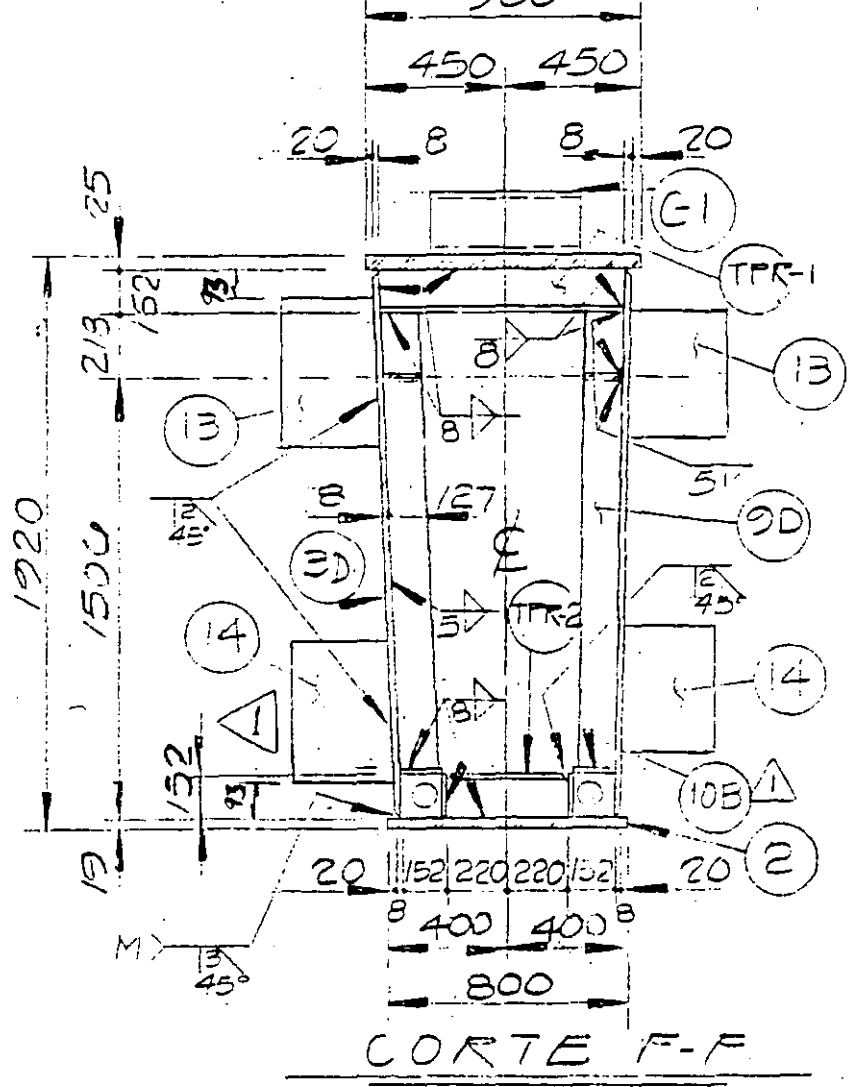
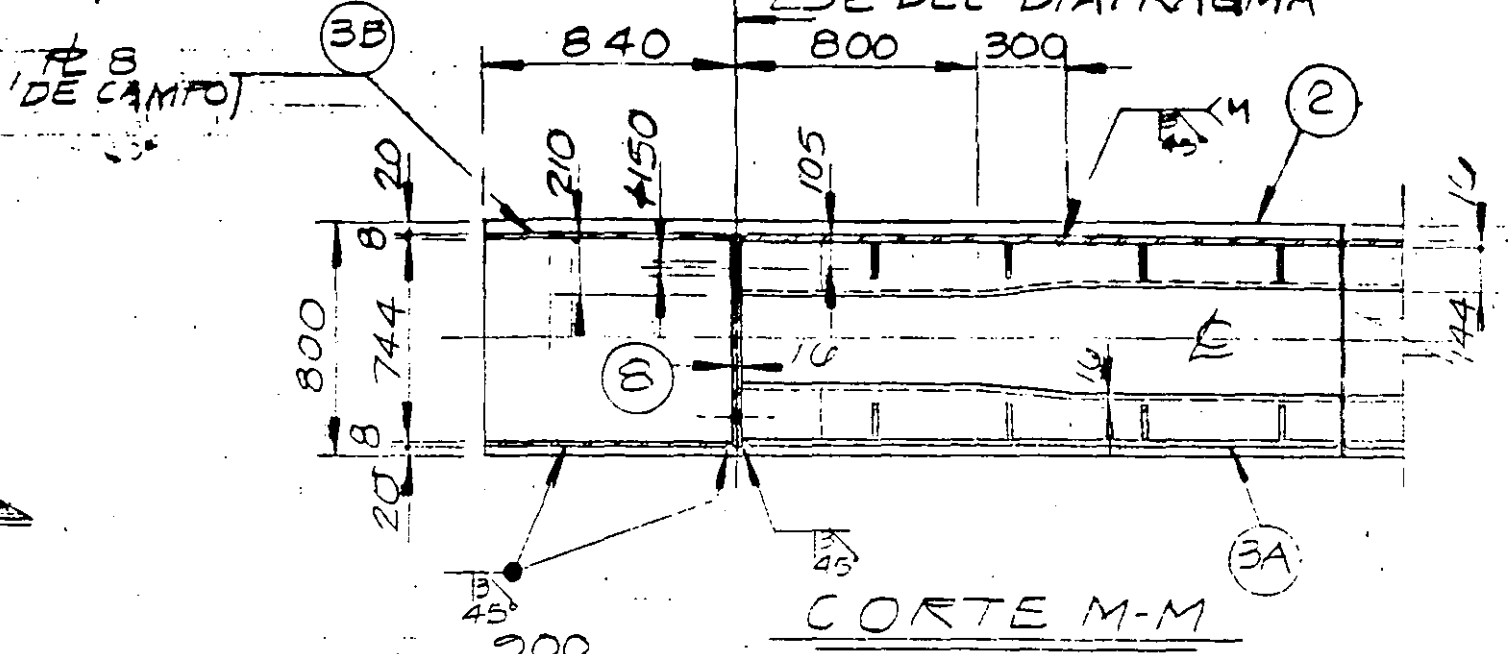
El papel vitela es más caro, tiene buena adhesividad y es fácil de borrar. Se puede utilizar con lápiz o con tinta.

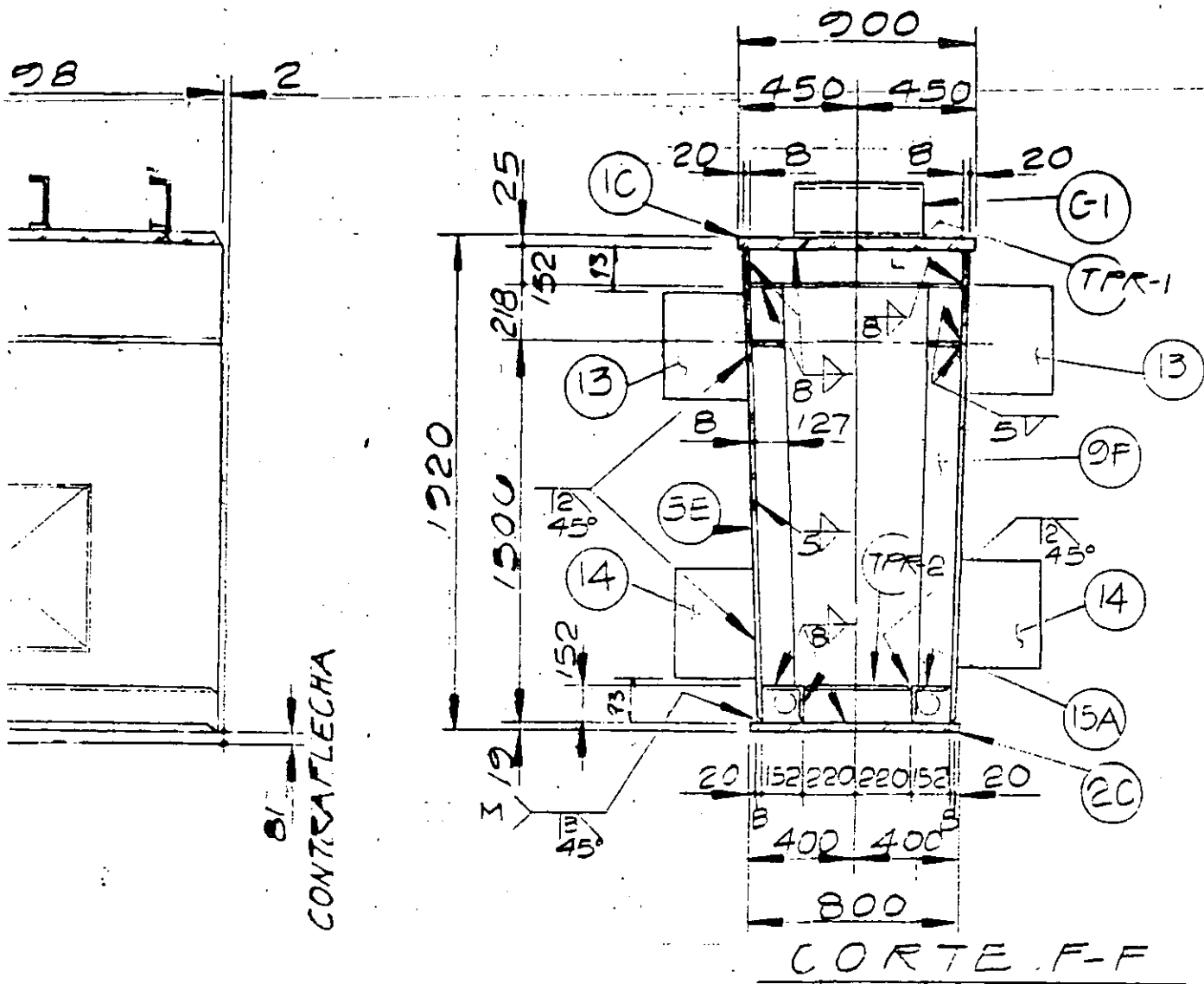
TELA

La tela se utiliza cuando se requieren dibujos de índole más permanente. Es adecuada para dibujos a tinta y tiene buenas cualidades para la reproducción.

CANT. MB.	MARCA	PIEDAS ENSAM.	DESCRIPCION	LONGITUD	ESPECIF.	PESC.
			PUENTE "UNIVERSIDAD"			
			TRAMO 12-13 EJE A-A'			
			TRABES MCA			
			T-1 Y T-6 (1 C/U)			
			SECCION DE TRABE			
2			T-1A Y T-6A (LATERAL)			
2			T-1C Y T-6C (LATERAL)			
	1	4	PL 900 x 1" (PATIN SUPERIOR)	12000	SA-36	360
	2	4	PL 800 x 3/4" (PATIN INFERIOR)	11140	SA-36	532
	3	8	PL 870 x 5/8" (ALMA)	3700	SA-36	3200
	3A	8	PL 981 x 5/8" (ALMA)	2000	SA-36	1950
3	3B		PL 832 x 5/16" (ALMA)	981	SA-36	400
	3C	8	PL 1876 x 1/2" (ALMA)	2900	SA-36	4330
	3D	8	PL 1876 x 5/16" (ALMA)	5400	SA-36	5040
	4	4	PL 852 x 1" (PATIN INTERMEDIO)	3700	SA-36	2510
	5	56	PL 127 x 3/8" (ATIESADOR)	870	SA-36	4600
	5A	8	PL 127 x 3/8" (ATIESADOR)	602	SA-36	40
	5B	8	PL 127 x 3/8" (ATIESADOR)	620	SA-36	47
	5C	8	PL 127 x 3/8" (ATIESADOR)	637	SA-36	48
	6	4	PL 828 x 7/8" (ATIESADOR)	870	SA-36	500
	7	24	PL 228 x 3/4" (ATIESADOR)	870	SA-36	711
	8	4	PL 812 x 5/8" (ATIESADOR)	981	SA-36	390
	9	8	PL 127 x 3/8" (ATIESADOR)	1561	SA-36	118
	9A	8	PL 127 x 3/8" (ATIESADOR)	1590	SA-36	121
	9B	8	PL 127 x 3/8" (ATIESADOR)	1619	SA-36	123
	9C	8	PL 127 x 3/8" (ATIESADOR)	1653	SA-36	125
	9D	8	PL 127 x 3/4" (ATIESADOR)	1572	SA-36	230
	9E	16	PL 127 x 3/8" (ATIESADOR)	1684	SA-36	250
	10	8	PL 194 x 5/8" (P/CAJON DEL CABLE)	2001	SA-36	38
	10A	8	PL 144 x 5/8" (P/CAJON DEL CABLE)	2902	SA-36	410
	10B	8	PL 144 x 5/8" (P/CAJON DEL CABLE)	400	SA-36	57
	11	8	PL 340 x 5/8" (P/CAJON DEL CABLE)	2004	SA-36	670
	11A	8	PL 340 x 5/8" (P/CAJON DEL CABLE)	2900	SA-36	932
	11B	8	PL 340 x 5/8" (P/CAJON DEL CABLE)	500	SA-36	160
	12	16	PL 127 x 3/8" (ATIESADOR)	710	SA-36	100
	12A	8	PL 127 x 3/8" (ATIESADOR)	860	SA-36	60
			PL 127 x 3/8" (ATIESADOR)	860	SA-36	60

PIEZAS EMB	MARCA	PIEZAS ENSAM.	DESCRIPCION	LONGITUD	ESPECIF
------------	-------	---------------	-------------	----------	---------





NOTAS:

- 1.- LAS PLACAS DE LOS PATINES SE SOLDARAN PARA FORMARLOS EN TODA SU LONGITUD DE TALLER ANTES DE SOLDARLOS A LAS ALMAS. CADA PATIN Y CADA ALMA SE INSPECCIONARAN EN SU TOTALIDAD ANTES DE FORMAR LOS TRAMOS DE TALLER DE LAS TENERIAS.
- 2.- COLOCAR TODA LA SOLDADURA NECESARIA EN CADA TRAMO ANTES DE PINTARLA EN PINTURA CON ANTICORROSIVO EPOXICO CATALITADO. NO PINTAR LAS ZONAS CORRESPONDIENTES A LA SOLDADURA DE CAMPO Y BISELES DE LOS EXTREMOS DE LOS TRAMOS DE TRABE.
- 3.- TODAS LAS SOLDADURAS DE PENETRACION SE INSPECCIONARAN POR EL MODO DE RAJAS.
- 4.- TODOS LOS PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA SERAN DE ACUERDO A LA A.W.S.
- 5.- LA FABRICACION SE HARA DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES PARA ESTRUCTURAS METALICAS N° 78-E-300-III-02-1403-E DE 15/11/60.
- 6.- ACERO ESTRUCTURAL A-36.
- 7.- ELECTRODOS PARA SOLDADURA SERAN E-70 BAJO CONTENIDO DE HIDROGENO.
- 8.- TRABAJAR ESTE DIBUJO EN CONJUNTO CON LOS DIBS B-1, C-1, DTR-1, DTR-2.

13840

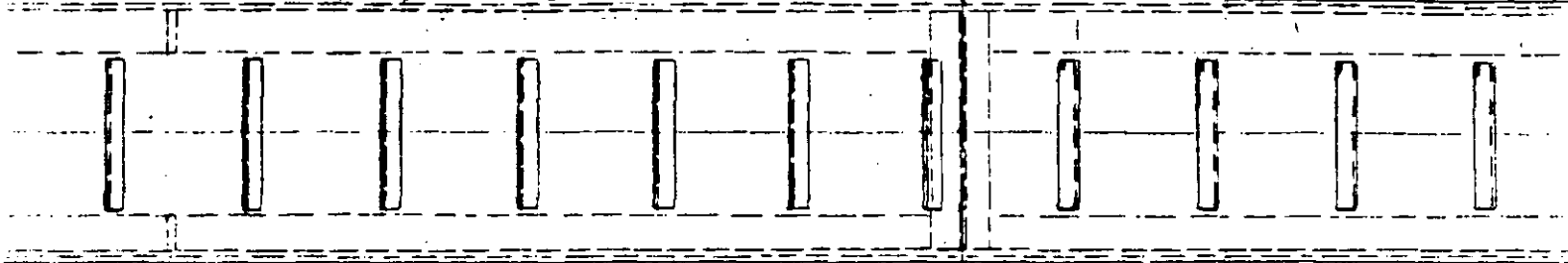
6750 (CONECTORES)

130 130

5220
= DIAFRAGMAS)

Ø UNICAMENTE P/
TRAMOS T-2ANT-UA
Y T-2CNT-UC

(... JE

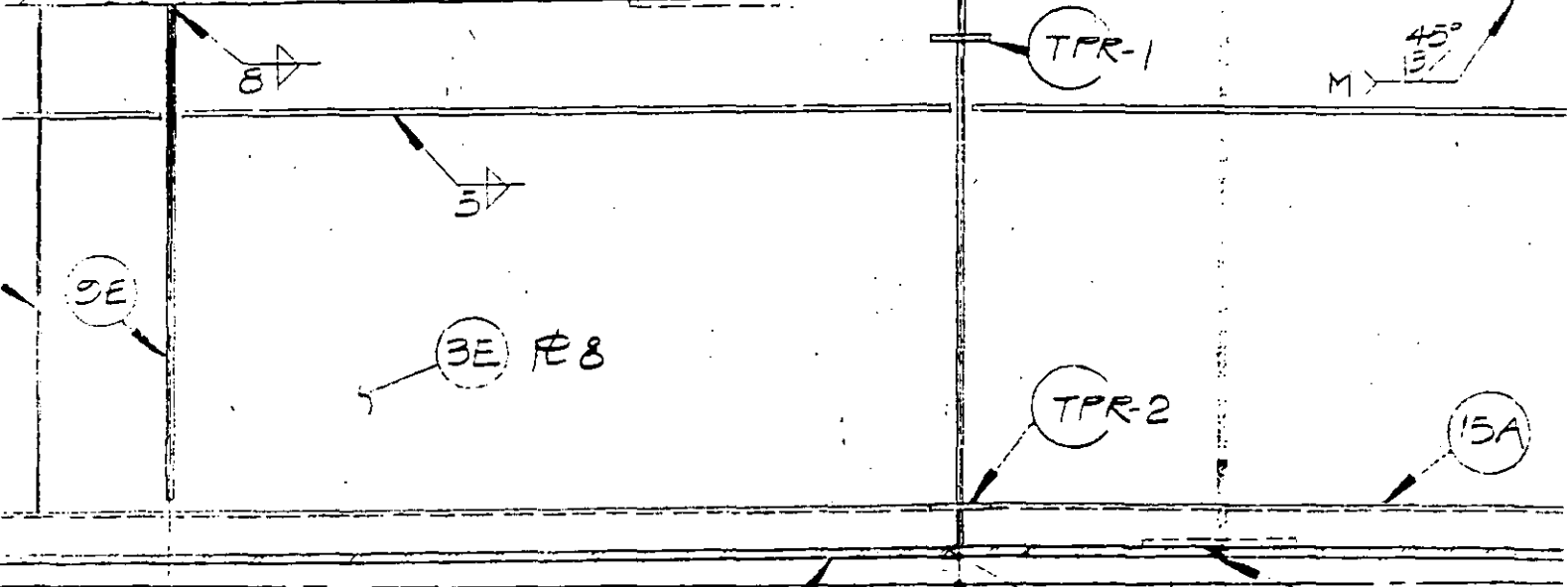


PLANTA
TRAMO CENTRAL T-1BNT-UB)

Ø UNICAMENTE P/
TRAMOS T-1ANT-UB
Y T-1CNT-UB

2610

2610



TRAMO CENTRAL

TPR-1

TPR-2

15A

3E Ø 8

9E

20

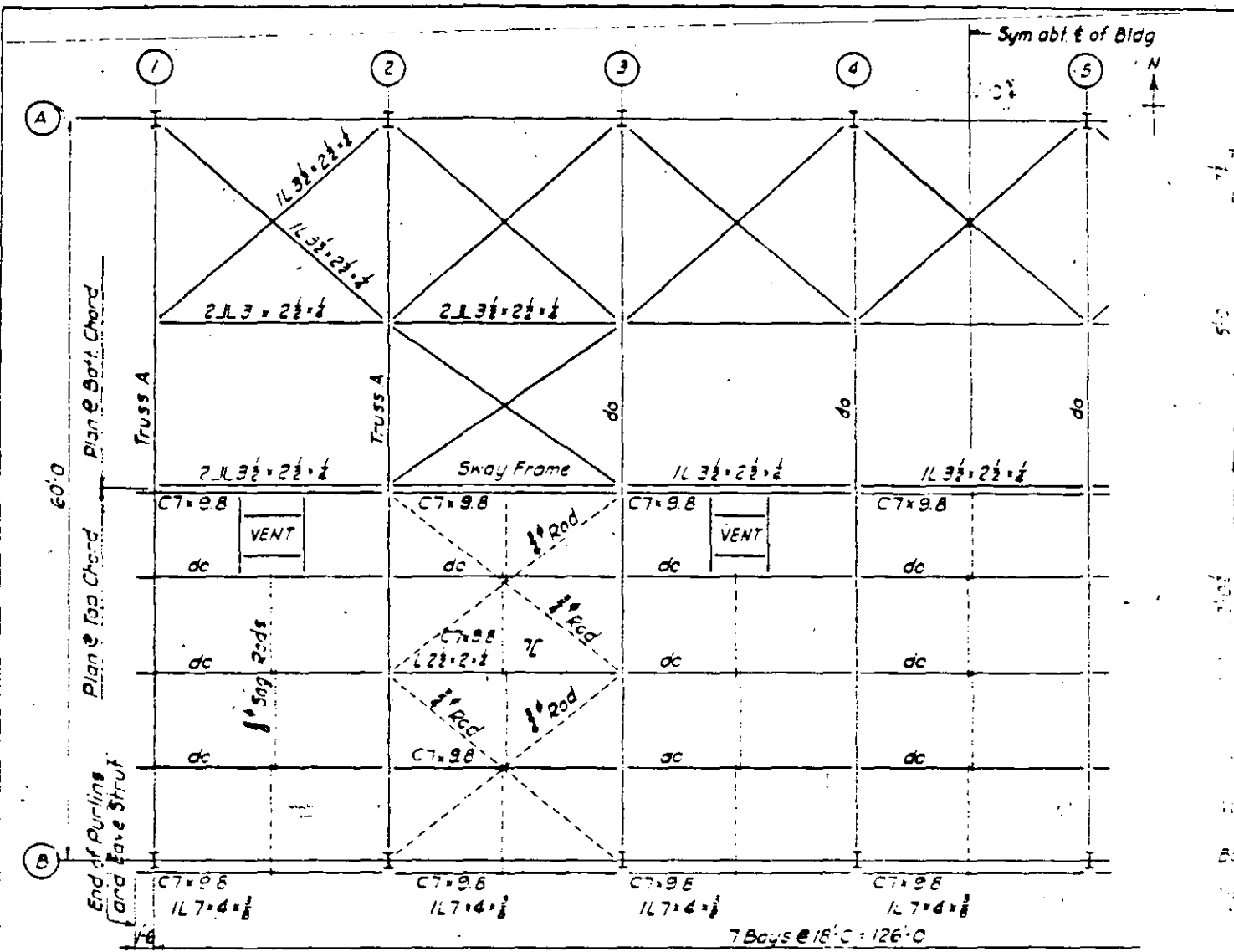
CONTRAFLECHA

160

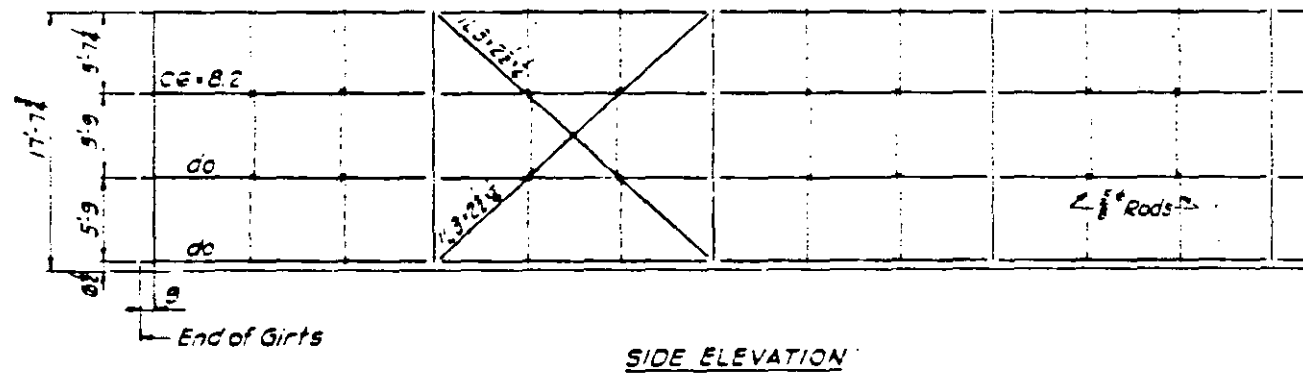
UNICAMENTE

CORTE S-S

32



PLAN
Scale 1/4" = 1'-0"



IV. FABRICACION DE ESTRUCTURAS METALICAS.

ANTES DE INICIAR LA FABRICACION ES IMPORTANTE ACLARAR QUE PARA ELEVAR EL CONTROL DE COSTOS SE DEBE ABRIR UNA CUENTA A LA CUAL CARGAR TODAS LAS INCIDENCIAS DEL COSTO, DESDE HORAS DE INGENIERIA, MATERIALES Y MANO DE OBRA. ESTA CUENTA PUEDE SER POR PEDIDO Y POR CLIENTE O POR PARTES IMPORTANTES DE UN PEDIDO QUE PERMITAN POSTERIORMENTE CONTAR CON INFORMACION ESTADISTICA PARA ESTIMACIONES DE DIVERSOS TIPOS DE ESTRUCTURAS.

POR EJEMPLO, TRATANDOSE DE UNA ESTRUCTURA INDUSTRIAL INTEGRADA POR ELEMENTOS CLASICOS COMO COLUMNAS, TRABES, ARMADURAS, CONTRAVENTEOS, TIRANTES, ETC. ES MUY CONVENIENTE LLEVAR UNA CUENTA POR CADA TIPO DE ELEMENTO YA QUE LOS PRECIOS POR KILO SERAN DIFERENTES.

LA EXPERIENCIA PRACTICA PUEDE LLEARNOS A ESTABLECER MEZCLAS DE ELEMENTOS QUE PERMITAN DAR UN PRECIO GLOBAL SIN MUCHO RIESGO.

LA INFORMACION GENERADA EN EL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA, QUE CONSISTE EN PLANOS DE DETALLE, LISTAS DE MATERIALES, E INSTRUCCIONES ESPECIALES PARA FABRICACION, DEBE DISTRIBUIRSE A TODAS LAS AREAS DE LA FABRICA, AUN CUANDO NO TODA LA INFORMACION SE ENTREGA A TODOS LOS DEPARTAMENTOS.

A VENTAS PARA LAS RELACIONES CON EL CLIENTE, CON QUIEN PREVIAMENTE ESTABLECIO UN PROGRAMA DE FABRICACION Y TRANSPORTE DE ACUERDO CON INGENIERIA Y PRODUCCION.

A COMPRAS PARA ADQUISICION DE MATERIALES Y COMPONENTES.

OBVIAMENTE A PRODUCCION QUIEN A SU VEZ REPARTE LA INFORMACION A LAS DIFERENTES SECCIONES DE PRODUCCION.

A CONTROL DE CALIDAD PARA PROGRAMAR LAS INSPECCIONES NECESARIAS QUE VAN DESDE LA REVISION DE LAS ORDENES DE COMPRA HASTA LA INSPECCION FINAL ANTES DE EMBARQUE.

CON LA INFORMACION Y EL MATERIAL EN PLANTA, SE PUEDE INICIAR LA FABRICACION.

CONTINUANDO CON LA CONFIGURACION DE UN TALLER DE ESTRUCTURAS, LA MAQUINARIA Y EQUIPO QUE SE REQUIERE ES LA SIGUIENTE.

DOS PRENSAS HORIZONTALES PARA ENDEREZADO DE PERFILES
UNA CIZALLA CORTADORA DE PLACA DE HASTA 3/4 DE ESPESOR
UN TALADRO RADIAL DE 120 CM.
DOS TALADROS DE BASE MAGNETICA
UNA PRENSA PUNZONADORA DE 25 x 19MM.
UN TORNO PARALELO ROSCADOR
UNA SIERRA DISCO
UNA PRENSA CORTADORA DE PERFILES
CUATRO EQUIPOS PARA OXICORTE TIPO RATON
CUATRO MULTIFLAMAS
SEIS EQUIPOS PARA OXICORTE MANUAL
CUATRO CABEZALES PARA SOLDADURA DE ARCO SUMERGIDO CON MAQUINA DE SOLDAR DE 600 AMP.
SEIS CABEZALES PARA SOLDADURA SEMI-AUTOMATICA (INNERSHIELD O FLUX-C) DE 600 AMP.
CUATRO EQUIPOS DE TRAZO
CATORCE MAQUINAS DE SOLDAR MANUAL, DE 300 AMP
DIEZ ESMERILES NEUMATICOS
CUATRO EQUIPOS PARA PINTURA
DOS JUEGOS DE APARATOS Y EQUIPO DE CONTROL DE CALIDAD

VEINTE LOTES DE HERRAMIENTAS DIVERSAS COMO ESCAREAS, DORES, MARROS, MARTILLOS, CINCELES, LLAVES, MARCAJE, ETC.

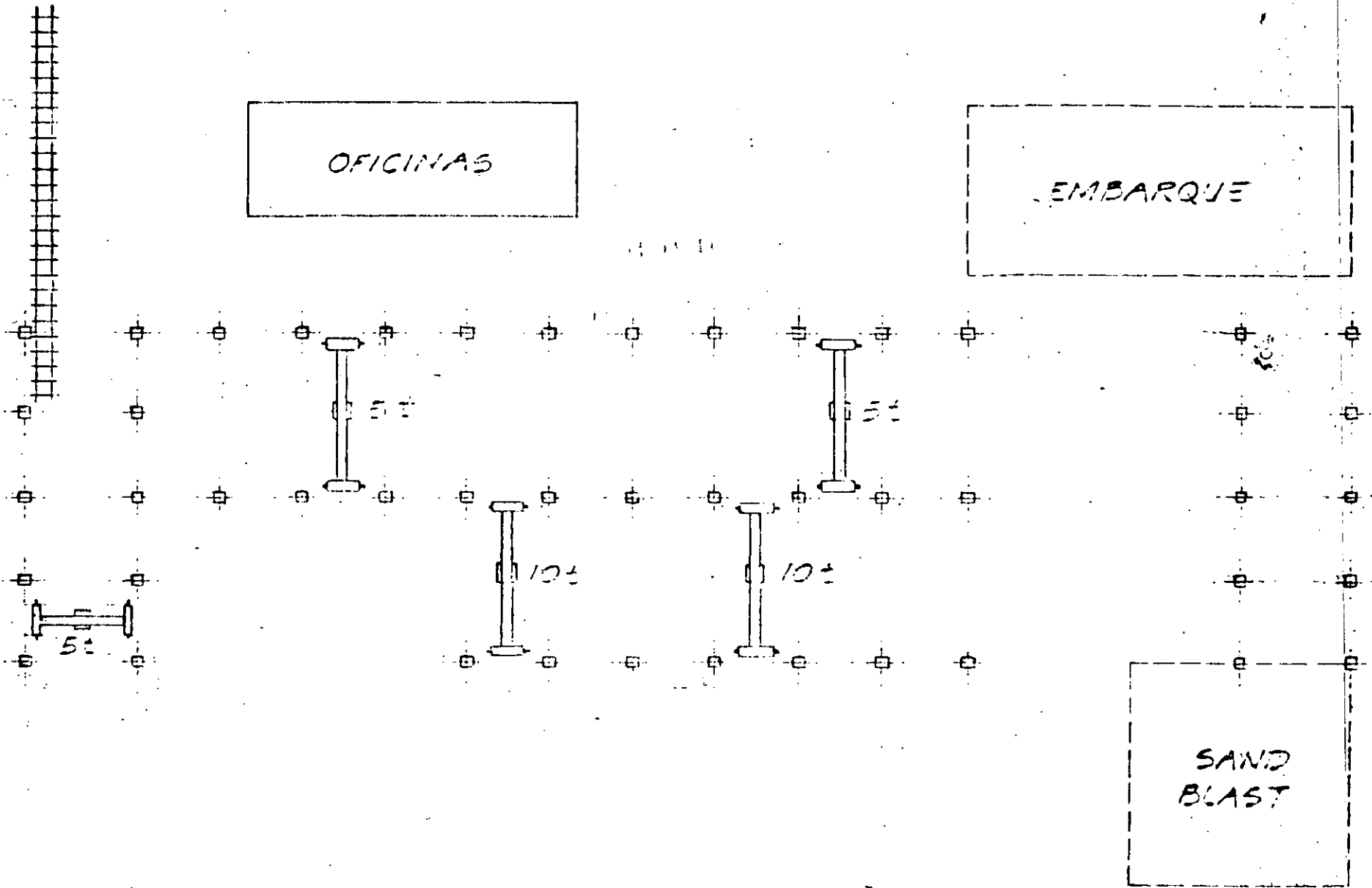
EN LO QUE SE REFIERE A LAS INSTALACIONES FABRILES, ESTAS DEBERAN CONTAR CON UNA SUB-ESTACION DE UNOS 500 KVA, CON TRANSFORMADORES A 110, 220 Y 440 VOLTS, UN COMPRESOR DE AIRE A 100 LIBRAS POR PULGADA CUADRADA DE PRESION Y DESDE LUEGO SERVICIO DE AGUA POTABLE. LAS NAVES DEBERAN CONTAR CON GRUAS PUENTE ELECTRICAS.

CON TODO LO HASTA AQUI COMENTADO, BIEN PODEMOS HACER UN PRIMER ESQUEMA DE UN TALLER DE ESTRUCTURAS, EL CUAL SE ILUSTRAN EN LA SIGUIENTE FIGURA (ACETATO), EN LA QUE SE MUESTRAN LAS DIVERSAS AREAS REQUERIDAS.

SE HAN VERTIDO CONCEPTOS PENSANDO BASICAMENTE EN UN TALLER FIJO A SER INSTALADO DIGAMOS EN UN FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL URBANIZADO Y NO A UN TALLER EN OBRA, QUE PARA EXAGERAR LA PRESENTACION, CONSIDERAREMOS UNA OBRA LEJOS DE LAS ZONAS URBANAS, COMO EL CASO DE UNA HIDROELECTRICA, EN DONDE POSIBLEMENTE NO SE CUENTE NI CON ENERGIA ELECTRICA DURANTE LA CONSTRUCCION. EN CASOS COMO ESTE, EN DONDE SIEMPRE SE PUEDEN UTILIZAR SOLDADORAS ACCIONADAS POR MOTOR DIESEL AL IGUAL QUE LOS COMPRESORES DE AIRE, LA EVALUACION DE LA DECISION DE FABRICAR EN OBRA O NO, SE DEBE BASAR EN LAS ESPECIFICACIONES DE FABRICACION Y ACEPTACION DE LAS ESTRUCTURAS, ASI COMO DE LOS MEDIOS DE MANIOBRA DISPONIBLES. AUN CUANDO LAS CONDICIONES SE PRESENTARAN FAVORABLES PARA PRODUCIR ESTRUCTURAS EN OBRA, LO MEJOR, LO MAS RECOMENDABLE ES RECURRIR A UN TALLER ESTABLECIDO POR MUCHOS PEQUEÑOS GRANDES DETALLES QUE PUEDEN HACER MAS COSTOSA LA FABRICACION EN OBRA QUE EN UN TALLER, INCLUYENDO LOS FLETES; DETALLES COMO TOLERANCIAS, ESCUADRAMIENTOS, PARALELISMOS, ENDEREZADOS, LIMPIEZA, ASI COMO LA ORGANIZACION

OFICINAS

EMBARQUE



DISTRIBUCION DE LA PLANTA

ADMINISTRATIVA Y DE INGENIERIA CORRESPONDIENTE.

SI POR ALGUNA RAZON PODEROSA SE DECIDIERA FABRICAR EN OBRA, LAS AREAS DESTINADAS A PRODUCCION Y LA ORGANIZACION DEBERA SER MUY SEMEJANTE A LA DE UN TALLER FIJO.

DURANTE EL PROCESO DE FABRICACION, INDUDABLEMENTE QUE LAS SECCIONES MAS INTERESANTES SON LA DE ARMADO Y LA DE SOLDADURA, DESDE LUEGO SIN QUERER DECIR QUE LAS OTRAS NO SEAN IMPORTANTES.

EL ARMADO, QUE DEBE DAR LAS DIMENSIONES FINALES DE LAS PIEZAS DENTRO DE TOLERANCIAS, REQUIERE DE PERSONAL CAPACITADO CON CONOCIMIENTOS DE GEOMETRIA Y TRIGONOMETRIA PARA QUE PUEDA LEER E INTERPRETAR PLANOS Y HACER CALCULOS Y TRAZOS DE ESCUADRAMIENTOS, TRIANGULACIONES PARA LOGRAR LA GEOMETRIA DESEADA. ES DE MUCHA UTILIDAD EL QUE EN SU AREA SE DISPONGA DE MESAS NIVELADAS DE TRABAJO PARA EL ARMADO DE PIEZAS DE TODOS TIPOS; SU TRABAJO TERMINA AL DEJAR LAS PIEZAS RIGIDAMENTE PUNTEADAS CON SOLDADURA Y A LAS DIMENSIONES REQUERIDAS PARA QUE A CONTINUACION SE REALIZE EL PROCESO DE SOLDADURA.

LA SOLDADURA ES LA PARTE MAS INTERESANTE Y DELICADA DEL PROCESO, TAN ES ASI, QUE EN ESTE CURSO SE LE DEDICA UNA SESION COMPLETA, POR LO QUE TENDRAN OPORTUNIDAD DE PROFUNDIZAR EN EL TEMA. AUN CUANDO SE DUPLIQUEN UN POCO ALGUNOS CAPITULOS, DESEO HACER NOTAR QUE DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA FABRICACION LO QUE MAS SE CUIDA DURANTE LA SOLDADURA ES EVITAR LAS DEFORMACIONES DE LA PIEZA ESTABLECIENDO UNA BUENA SECUENCIA, SIN DESCUIDAR LA SELECCION DEL ELECTRODO O METAL DE APORTE ADECUADO (QUE ES EL METODO MAS COMUNMENTE USADO EN FABRICACION DE ESTRUCTURAS) ASI COMO LA SELECCION DE AMPERAJE EN LA MAQUINA Y LA CADENCIA A

SEGUIR. COMO YA LO HE MENCIONADO, TODO LO RELACIONADO CON LA SOLDADURA LO VERAN EN LA SIGUIENTE SESION.

EN LO QUE SE REFIERE AL PERSONAL OBRERO, ES MUY IMPORTANTE ESTABLECER PROCEDIMIENTOS DE CALIFICACION DE LOS SOLDADORES, LAS CUALES DEBEN HACERSE PERIODICAMENTE Y DE ACUERDO A LAS NORMAS QUE MARCA LA AWS, YA QUE EN UNA BUENA MEDIDA LA CALIDAD DE LA SOLDADURA DEPENDE DE LA HABILIDAD MANUAL DEL SOLDADOR.

EN EL CASO DE ESTRUCTURAS REMACHADAS O ATORNILLADAS, ESTAS TAMBIEN LLEVAN MUCHAS PARTES SOLDADAS YA QUE EL REMACHE O EL TORNILLO SE COLOCARAN DURANTE EL MONTAJE. PARA LA FABRICACION EN TALLER SE PRESENTA UNA VARIANTE EN EL PROCESO; YA QUE ENTRA ENTONCES EL BARRENADO O PUNZONADO, CUALESQUIERA DE LOS DOS, PERO EN AMBOS CASOS, LOS BARRENOS DEBEN HACERSE CON MUCHA PRECISION TANTO EN DIAMETRO COMO EN LOCALIZACION PARA ASEGURAR SU COINCIDENCIA EN EL CAMPO.

PARA ASEGURAR LO ANTERIOR SE PUEDEN SEGUIR VARIOS METODOS SEGUN SE ACUERDE CON EL CLIENTE PORQUE TODOS INCIDEN DE DIFERENTE MANERA EN EL COSTO DE PRODUCCION. POR EJEMPLO, CON TRAZO UNICAMENTE EN CADA PIEZA RESULTA ARRIESGADO POR LOS DESCALIBRES DE LOS MATERIALES LO QUE HACE QUE NO COINCIDAN LOS BARRENOS; TRAZANDO UNA PIEZA, BARRENANDO, Y CON ELLA COMO PLANTILLA BARRENAR LA PIEZA ADJUNTA SE ASEGURA LA COINCIDENCIA PERO SE PUEDE PERDERLA INTERCAMBIABILIDAD CUANDO SE TIENEN PIEZAS REPETITIVAS, Y PUEDE RESULTAR MAS LENTA LA PRODUCCION Y MAS CARA; BARRENANDO LA MITAD DE LAS PIEZAS EN TALLER Y LA OTRA MITAD EN CAMPO CONTRA PRESENTACION ES OTRA PRACTICA QUE SE SIGUE CUANDO LAS CARACTERISTICAS DEL MONTAJE LO PERMITEN; EL USO DE PLANTILLAS DE BARRENADO ES LO MAS INDICADO, SIN EMBARGO ES CONVENIENTE ANALIZAR CADA CASO YA QUE DEPENDIENDO DE LAS CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA SERA MAS CONVENIENTE Y COSTEABLE SEGUIR UNA PRACTICA U OTRA. TODAS ESTAS OBSERVACIONES SON VALIDAS PARA

CUANDO SE REQUIERE PUNZONAR LAS CONEXIONES DE LA ESTRUCTURA.

EN AMBOS CASOS ES NECESARIO REBABEAR EL BARRENO PARA DEJAR LAS SUPERFICIES PLANAS, LIBRES DE LOS REBORDES QUE DEJAN LAS BROCAS, Y LOS PUNZONES.

EN LOS ACETATOS SIGUIENTES SE MUESTRAN ALGUNAS DE LAS VARIEDADES DE ELEMENTOS DE FIJACION LOS CUALES SON SELECCIONADOS Y ESPECIFICADOS DESDE EL CALCULO DE LA ESTRUCTURA.

(ACETATOS GRUPO 4)

**CONCENTRACION DE PIEZAS POR ORDEN DE TRABAJO
PARA PLANTA FORD DE HERMOSILLO SON.**

O.T. 6493 (EDIFICIO DE ESTAMPADO C/988 TMS.)

- 76 COLUMNAS C/146 W.P. Y 81 BASES C/12.5 Y 21 MT. LONG.
- 105 ARMADURAS (24-12 mts.) (2-15 mts) (17-30 mts.) (62-20 mts.)
- 22 ARMADURA DE COMFLAMBEO x 6 MTS.
FORMADAS CON IPR-254x102x22.4 k/m. C. SUP.
L° x 4 x 5/16" C. INF.
L°2 1/2 x 1/4" DIAG.
- 34 CONTRAVENTEOS. FORM. C/2 L° 4 x 4 x 1/4" c/PL DE SEPARACION
- 11 CONTRAVENTEOS. FORM c/2 L° 6 x 4 x 5/16" c/PL DE SEPARACION
- 126 CONTRAVENTEOS. FORM. c/2 L° 4 x 4 x 1/4" c/PL DE SEPARACION
- 503 LARGUEROS DE TECHO IPR-254 x 102 x 22.4 k/m.
- 172 LARGUEROS DE FACHADA 12 MT-10 x 13.74 k/m.
- 14 LARGUEROS DE FACHADA IPR-356 x 203 x 71.5 k/m.
- 552 TENSORES RED. 5/8" ø c/ROSCA AMBOS LADOS
- 8 LARGUEROS IPR-305 x 165 x 46.2 k/m.
- 1 LARGUERO 2 L° 3 x 3 x 1/4" x 403.5 mts.
- 5 CONTRAVENTEOS 2 L° 4 x 4 x 1/4"
- 163 TENSORES RED. 3/8" ø C/ROSCA AMBOS LADOS
- 3 PUERTAS FORM. c/C-12 x 61.9 k/m. y PL 1/4"
- 16 LARGUEROS IPR-254 x 102 x 22.4 k/m.
- 18 LARGUEROS IPR-254 x 146 x 37.3 k/m.
- 66 PUNTALES IPR-152 x 102 x 17.9 k/m.

ESTAMPADO (CONCENTRACION DE W.F.)

IPC	MTS.	K/M	KGS.	TIPC	
371 x 375	21	211	4431	8-I	
360 x 257	540	126	68040	6-I	
400 x 400	157	340	53380	13-II	
356 x 368	569	142	80798	6-I	
435 x 413	189	465	87885	19-II	
416 x 416	97	404	39188	16-II	
387 x 397	164	273	44772	11-II	35-11
368 x 371	462	182	84084	8-I	25-16
354 x 205	173	86	14878	6-I	19-10
359 x 371	18	96	1728	6-I	22-13
356 x 254	42	70	2940	6-I	19-12
	<u>2432</u>		<u>482124</u>		

IGUAL

DEFICIENTE MEJOR

REMACHE RELOCALIZADO

LOCALIZACION ORIGINAL DE LOS REMACHES

REMACHES RELOCALIZADOS

SIMETRIA DE LOS REMACHES

Para evitar los remaches múltiples, mantenga la simetría de la distribución de los remaches. Emplee siempre cantidades iguales para simetrizar la graduación de la sujeción y para permitir longitudes de remachado.

DEFICIENTE MEJOR

Mantenga el espesor de la lámina en superficie plana para agarre uniforme.

DEFICIENTE MEJOR

DISTANCIA AL BORDE O ALA

Los remaches demasiado próximos al borde o ale del perfil ocasionan rasgado de la sujeción. La distancia d deberá ser igual al radio de la distribución de la sujeción de remachado cuando estas alfileras, con una tolerancia suficiente para la operación.

DEFICIENTE MEJOR

DEFICIENTE DEFICIENTE DEFICIENTE

APLANADO VARILLA

SUPERIOR SUPERIOR SUPERIOR

APLANADO

MEJOR MEJOR MEJOR

UNIONES DE TUBO Y VARILLA

La formación de superficies planas entre el tubo o la varilla, produce un asentamiento sólido del remache. La longitud de los remaches deberá ser ajustada con el fin de prevenir el pandeo y la distorsión.

DEFICIENTE DEFICIENTE

MEJOR

50-70% D

Los remaches tendrán una longitud suficiente para asegurar el agarre adecuado en emplear las dimensiones recomendadas para el agarre. Debe dejarse de 50 a 70% del diámetro del remache para remaches estructurales.

DEFICIENTE MEJOR

HOLGURA DEL HUECO

Los remaches largos al instalarse en huecos de tamaño mayor al requerido pueden ocasionar el resquebrajamiento de la sujeción. Determine siempre las dimensiones recomendadas para huecos del hueco.

DEFICIENTE MEJOR

POSIBLE INTERFERENCIA DE LA BORDAZA

DEFICIENTE MEJOR

SUPERIOR MEJOR

CABEZA

Las cabezas deberán ser de un ancho suficiente para permitir espacios de operación para los herramentales de remachado. El agarre del remache dentro la canal o la práctica más recomendada.

DEFICIENTE MEJOR

SECCIONES ANGULARES

El remache deberá asegurarse a un lado de las secciones en ángulo o fin de lograr trabajo suficiente para el remachado o para obtener un borde de acero que sobrepase la unión.

SUPERIOR MEJOR

DEFICIENTE MEJOR

HOLGURA AL BORDE

Los remaches demasiado próximos al borde de la unión ocasionan la distorsión de la ligadura de remachado.

DEFICIENTE MEJOR

MATERIAL DE CALIBRES DELGADOS Y GROSOS

La cabeza del remache deberá estar del lado de la lámina delgada. El cuerpo del remache deberá hacerle pasar la lámina de calibre grueso. Para materiales de uniones de agarre deberá haberle cubierto la parte más fuerte o la más débil.

DEFICIENTE MEJOR

AGARRE EN ESTRELLA

DEFICIENTE MEJOR

CUERO LORA SUPERIOR

MATERIALES COMPRESIBLES

El cuerpo del remache deberá haberse de agarre de control o cuando sea necesario de un material con calidad de gran diámetro para asegurar un agarre. Para máxima resistencia deberá haber arandelas o placas.

DEFICIENTE MEJOR

ARANDELA ARANDELA

SUPERIOR MEJOR

ARANDELA ARANDELA

MATERIALES DEBILES

Emplear arandelas para fortalecer las uniones cuadradas o cuando las secciones de partes puedan debilitarse a causa de modificaciones o escariado.

DEFICIENTE MEJOR

UNIONES AJUSTADAS

Las uniones largas pueden distorsionarse y tener la tendencia de permanecer en longitud por expansión térmica. Los remaches deben permitir el ajustamiento.

DEFICIENTE MEJOR

DEFICIENTE SUPERIOR

ESCARDADO

Dejar espacio suficiente para los herramentales de remachado.

DEFICIENTE MEJOR

REMACHES MÚLTIPLES

El espaciado de los remaches deberá ser igual en longitud para los herramentales de remachado. Emplee siempre cantidades iguales de remaches para asegurar un agarre uniforme.

DEFICIENTE MEJOR

DEFICIENTE MEJOR

DEFICIENTE MEJOR

ARANDELA HOMBRO

UNIONES ARTICULADAS

Evitar remaches con variaciones para el uso de arandelas y remaches de tamaño en posición permanente.

DEFICIENTE MEJOR

UNIONES DESLIZABLES

Emplear remaches de tamaño o más grande del espacio o deslizable.

DEFICIENTE MEJOR

REMACHADO DOBLE

DEFICIENTE MEJOR

REMACHE ENCLAVADO

DEFICIENTE MEJOR

CARGAS DE TORSION

Cuando se aplican cargas de momento de torsión deberá usarse los remaches por el lado exterior de la unión. Pueden emplearse también remaches en el lado exterior de la unión de remachado y laminas de refuerzo.

DEFICIENTE MEJOR

Fig. 11.24 Recomendaciones de diseño para remaches pequeños

























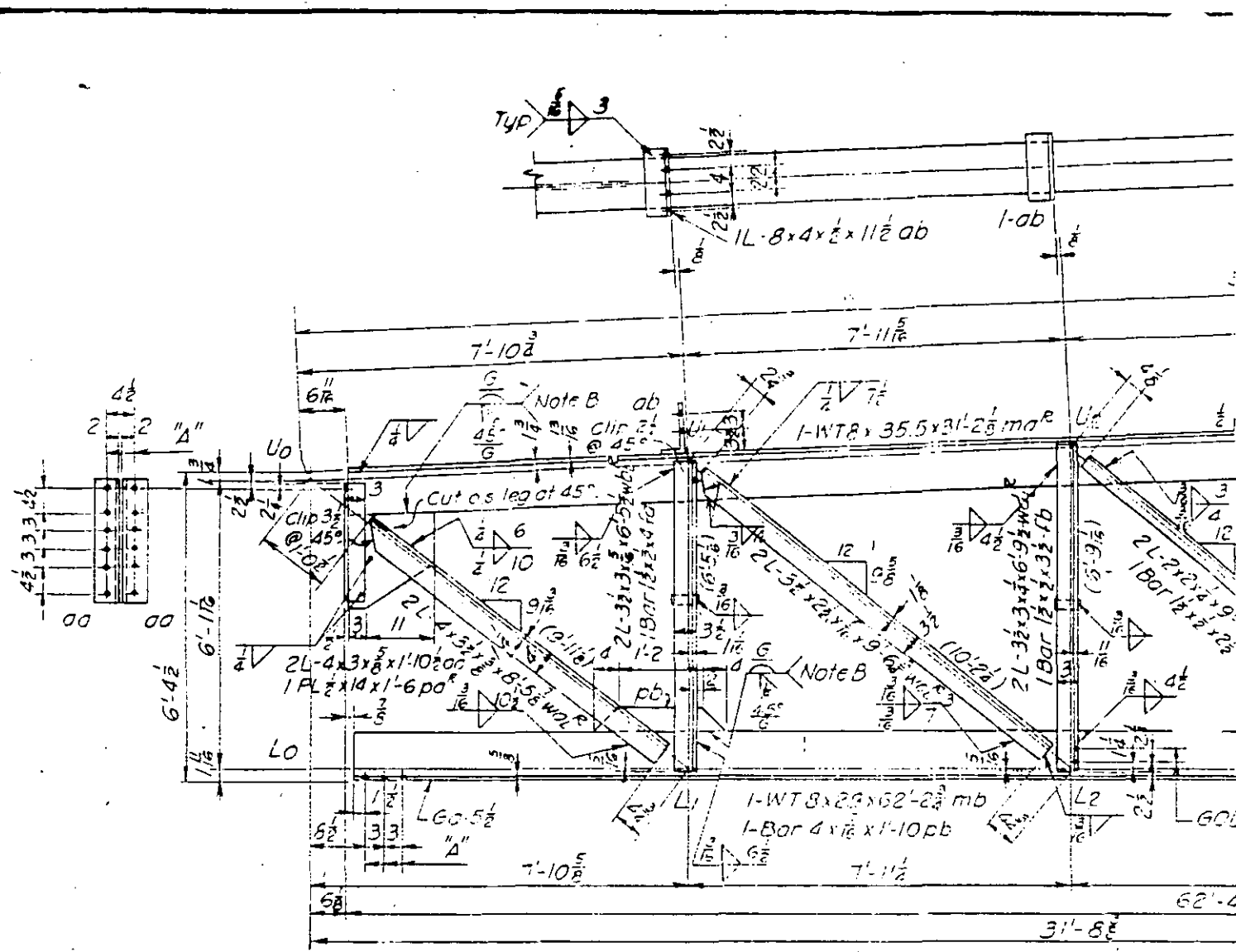
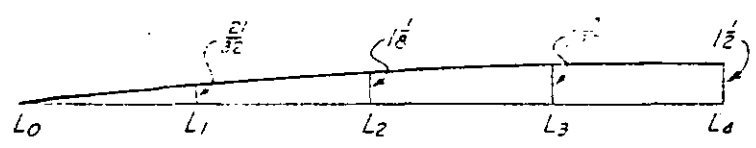
 <p>DE BOLA</p> <p>Utilizada para los ejes, principalmente en tornillos de sujeción.</p>  <p>DE SUJECION</p> <p>Con espaldas exterior que eliminan el riesgo por rotar de tornillos distintos.</p>  <p>DE BOTON</p> <p>Utilizada para pernos y tornillos de cabeza. La cabeza de los pernos se hace ranura para el desmontaje y los tornillos de cabeza tienen ranuras similares.</p>  <p>CILINDRICA RANURADA</p> <p>De menor diámetro que la cabeza normalizada, pero más alta y con ranura más profunda.</p>  <p>PLANA A 82 GRADOS</p> <p>Utilizada cuando se desea una superficie plana. La cabeza avellanada ayuda al montaje.</p>  <p>PLANA A 100 GRADOS</p> <p>Más grande que la de 82 grados. Se utiliza con los tornillos de cabeza planados, etc.</p>  <p>PLANA DESBASTADA</p> <p>Similar a la cabeza plana a 82 grados, con la diferencia de que se ha reducido la profundidad de avellanado.</p>  <p>PLANA CON DESBASTE INFERIOR</p> <p>Cabeza plana a 82 grados normalizada a la que se le ha retirado el tercio inferior del avellanado para la producción de tornillos cónicos. Permite hacer tornillos a filo en materiales duros.</p>	 <p>SIN CABEZA</p> <p>Utilizada únicamente para pernos.</p>  <p>HEXAGONAL</p> <p>Cabeza normalizada para pernos y tornillos de sujeción.</p>  <p>HEXAGONAL CON ARANDELA</p> <p>Igual a la hexagonal, con la diferencia de que tiene una arandela en la base para proteger la superficie de montaje del dado suministrado por la línea.</p>  <p>OVALADA</p> <p>Similar a la cabeza plana normalizada. Tiene la superficie exterior avellanada para mejorar la apariencia.</p>  <p>OVALADA DESBASTADA</p> <p>Similar a la cabeza ovalada normalizada, con la diferencia de que se ha reducido la profundidad del avellanado.</p>  <p>OVALADA CON DESBASTE INFERIOR</p> <p>Similar a la misma con desbaste inferior. Tiene la superficie exterior redondeada para fines de apariencia.</p>  <p>Cabeza ranurada: ACHATADA</p> <p>Es de gran diámetro con los bordes exterior, estos para obtener una máxima potencia de accionamiento. Los tornillos de cabeza achatada se recomiendan para utilización en lugar de los tornillos de cabeza redonda. Son sustitutos ideales.</p>  <p>REDONDA</p> <p>Para fines de servicio generales, pero no se recomienda para nuevos diseños.</p>	 <p>AVELLANADA REDONDA</p> <p>Utilizada únicamente para pernos. Similar a la cabeza plana a 82 grados, con la diferencia de que se hace ranura para el desmontaje.</p>  <p>REDONDA CON ARANDELA</p> <p>Tiene una ranura integrada para proporcionar superficies de apoyo. Cabeza con forma de apoyo tan por que las cabezas redondas o segmentales se utilizan únicamente para tornillos de sujeción.</p>  <p>CUADRADA (PERNO)</p> <p>Con una amplia superficie de apoyo para aprovechar con firmeza.</p>  <p>AVELLANADA CUADRADA</p> <p>Utilizada en pernos de arado, los cuales se utilizan en maquinaria agrícola y equipos de construcción pesada.</p>  <p>CUADRADA (PRISIONEROS)</p> <p>Puede apretarse con un momento de torsión nuevo que consigue: otra cabeza de prisionero.</p>  <p>CABEZA T</p> <p>Disponibles para pernos. Se utilizan en la industria de maquinas-herramientas. La cabeza T se caracteriza por una ranura T de la base de una medida para fines de servicio.</p>  <p>SEGMENTAL</p> <p>Similar a la cabeza redonda con la diferencia de que es menos profunda y tiene un diámetro mayor. Resulta adecuada para tornillos sujetos de dia metro grande en chasis mecánicos.</p>  <p>DE DOCE PUNTOS</p> <p>Una cabeza con doce biselados utilizada ampliamente en la industria de la aviación debido a su bajo peso con relación a su resistencia y su adaptabilidad superior a las llaves normalizadas.</p>
---	--	---

Fig 10 16 Series de cabeza para tornillos y pernos

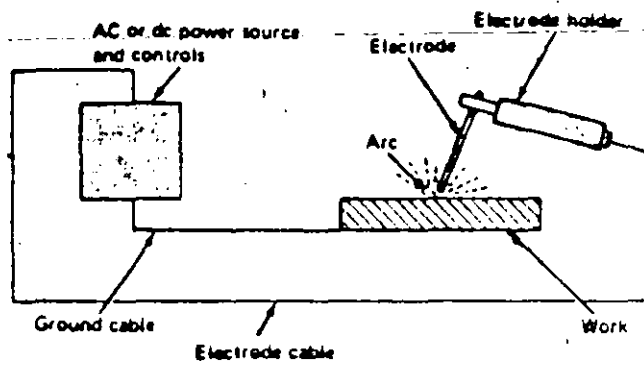


TRUSS 105 T6
Lifting wt = 3 tons

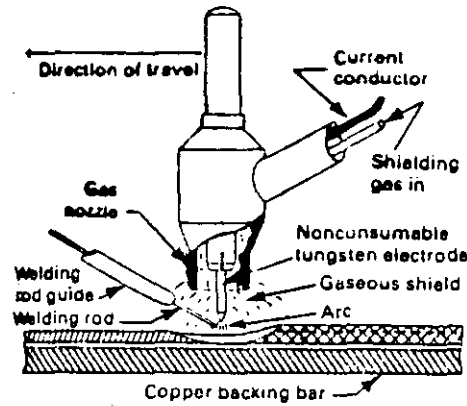


CAMBER DIAGRAM

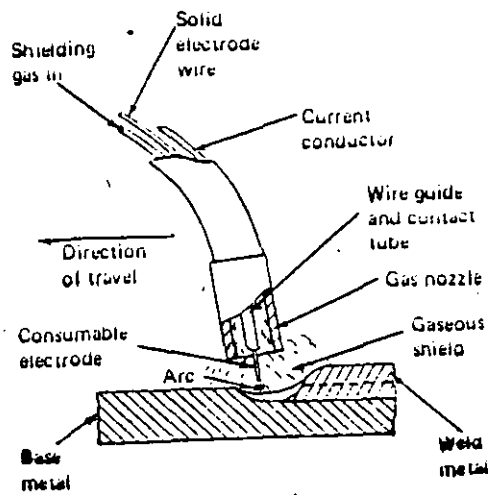
Camber has been figured in truss dimensions.



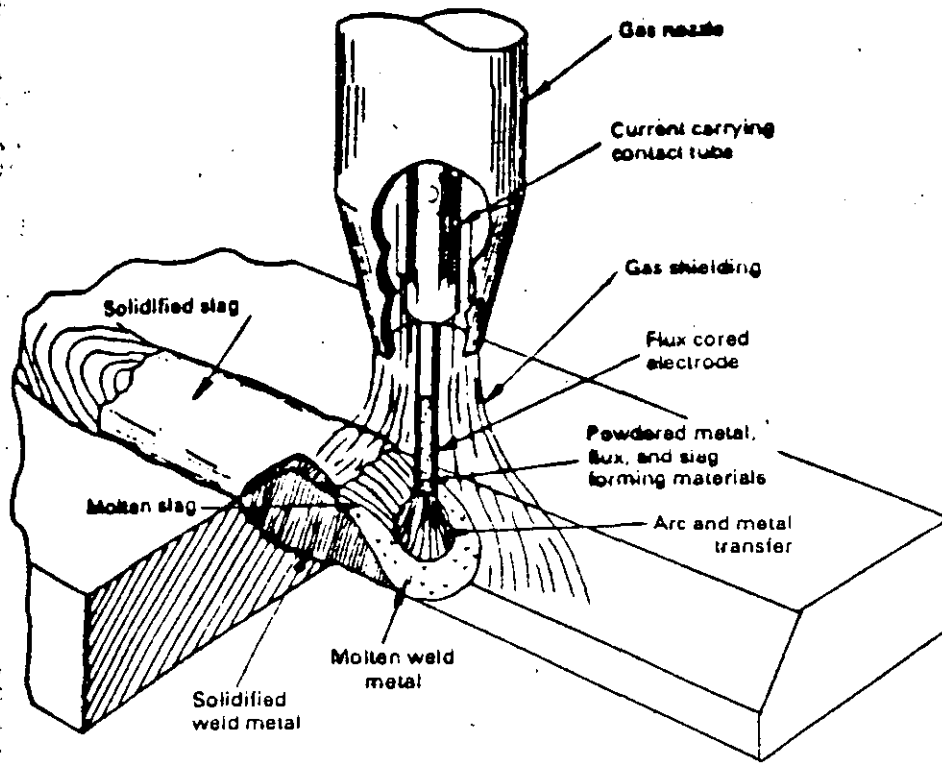
SOLDADURA CON ELECTRODO RECUBIERTO SMAW.



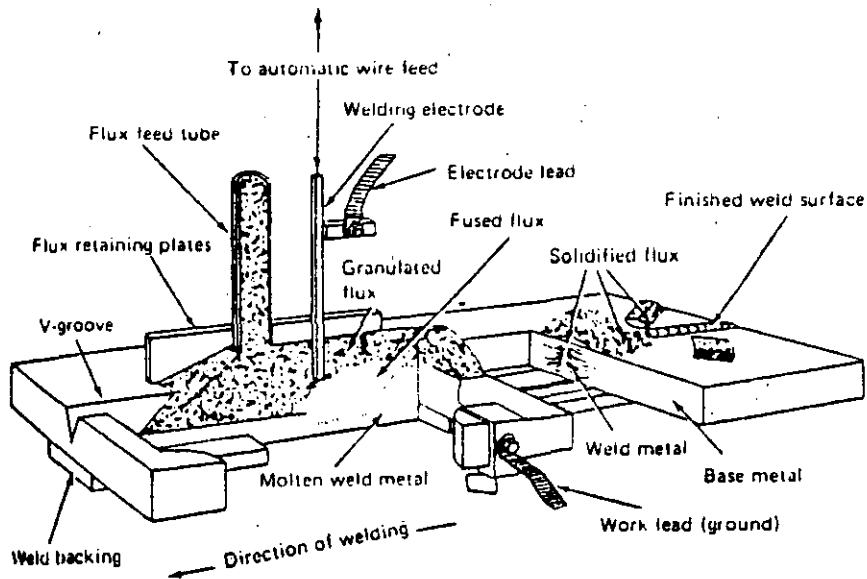
SOLDADURA CON GAS TUNGSTENO TGAW.



SOLDADURA CON PROTECCION DE GAS
GMAW MIG.



SOLDADURA "FLUX CORED" FCAW.



SOLDADURA CON ARCO SUMERGIDO SAW.

V. INSPECCION Y CONTROL DE CALIDAD:

AL RECIBIRSE LA INFORMACION DE UN PROYECTO DETERMINADO EN EL AREA DE CONTROL DE CALIDAD, EL PERSONAL DE ESTE DEPARTAMENTO PROCEDE A REVISAR TODAS LAS ESPECIFICACIONES, REQUE^RIMIENTOS Y PRUEBAS DEL PROYECTO, ESTABLECIENDO UNA RELACION DE ACTIVIDADES A REALIZAR Y LAS FECHAS EN QUE DEBEN EJECUTARSE ESAS ACTIVIDADES, QUE DEBEN SER CONGRUENTES CON EL PROGRAMA GENERAL DE FABRICACION.

ANTES DE REFERIRSE A LAS ACTIVIDADES DE INSPECCION Y VERIFICACION PROPIAMENTE DICHAS, ES IMPORTANTE RESALTAR, QUE COMO RESPONSABILIDADES GENERALES, CONTROL DE CALIDAD DEBE VERIFICAR CON AUXILIO DE MANTENIMIENTO, EL BUEN ESTADO DE TODAS LAS INSTALACIONES DEL TALLER COMO SON:

VOLTAJES DE LLEGADA A LAS MAQUINAS
PRESION DEL AIRE DE TRABAJO
GOOMETRIA CORRECTA DE LAS MAQUINAS HERRAMIENTA,
ESCUADRAMIENTOS, PARALELISMOS, CONCENTRICIDADES.
VERIFICACION Y EN SU CASO CALIBRACION PERIODICA
DE LOS APARATOS E INSTRUMENTOS DE MEDICION, TANTO
LOS USADOS EN EL TALLER COMO LOS DEL PROPIO DEPARTAMENTO, COMO SON NIVELES OPTICOS, TEODOLITOS, PIES DE REY, MICROMETROS, FLEXOMETROS, APARATOS DE ULTRASONIDO DE PARTICULAS MAGNETICAS, ETC.

LO REFERENTE AL CONTROL DE CALIDAD, Y ACEPTACION DE LAS ESTRUCTURAS, SON ASPECTOS DE VITAL IMPORTANCIA PARA EL FABRICANTE Y EL CLIENTE FINAL Y SE DEBEN ACORDAR Y DEFINIR DESDE LA ELABORACION DE LAS ESPECIFICACIONES BASICAS DEL PROYECTO, YA QUE LAS MEMORIAS DE CALCULO SE VEN AFECTADAS POR

LOS FACTORES DE SERVICIO Y DE SEGURIDAD QUE POR NORMAS DEBEN CONSIDERARSE, Y ESOS FACTORES A SU VEZ ESTARAN EN FUNCION DEL TIPO DE SOLDADURAS, UNIONES O JUNTAS PRE-SELECCIONADAS Y DE LOS NIVELES DE INSPECCION.

OCURRE CON FRECUENCIA QUE LAS NORMAS DE INSPECCION NO SE ESPECIFICAN EN EL PROYECTO O EN EL CONTRATO CORRESPONDIENTE ORIGINANDOSE CON ESTO MUCHOS PROBLEMAS DE CRITERIOS DE ACEPTACION. POR CONSIGUIENTE, ES MUY IMPORTANTE ESTABLECER COMO REFERENCIA, LOS CRITERIOS DE INSPECCION A SEGUIR, REFERIDOS SIEMPRE A ALGUNA NORMA RECONOCIDA.

EN ESTRUCTURAS METALICAS EN GENERAL, LAS INSPECCIONES QUE DEBE REALIZAR POR SISTEMA, UN DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD SON LAS SIGUIENTES

- REVISAR QUE LAS ORDENES DE COMPRA DE MATERIALES INCLUYAN LOS REQUERIMIENTOS DE CALIDAD, QUE SON ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL Y LAS CERTIFICACIONES DE COLADA Y DE INSPECCION POR PARTE DEL PROVEEDOR.
- RECEPCION DE LOS MATERIALES, VERIFICANDO DIMENSIONES Y CERTIFICADOS; CUANDO SEA NECESARIO ULTRASONAR PLACAS DE MAS DE TRES CUARTOS O DE UNA PULGADA DE ESPESOR, ESTO PUEDE SUBCONTRATARSE O HACERSE POR EL PROPIO TALLER, O BIEN POR EL PROVEEDOR.
- DURANTE EL PROCESO DE FABRICACION VERIFICA EN EL HABILITADO Y EN EL ARMADO TODAS LAS MEDIDAS Y GEOMETRIA DE LAS PIEZAS, INCLUYENDO LAS PREPARACIONES PARA SOLDADURA O LOS TRAZOS PARA BARRENADO.
- LA SOLDADURA, ES SIN LUGAR A DUDAS, EL PROCESO MAS DELICADO Y QUE REQUIERE DE MAYORES NIVELES DE INSPECCION Y

78

DE CONOCIMIENTOS POR PARTE DEL INSPECTOR. COMO YA SE HA MENCIONADO, LOS REQUERIMIENTOS DE INSPECCION DE SOLDADURAS DEBEN ESTABLECERSE DESDE LA REALIZACION DEL PROYECTO YA QUE DE ESTO DEPENDE EL ESTABLECER, POR PARTE DEL TALLER, LOS PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA QUE DEBEN SEGUIRSE; ESTOS PROCEDIMIENTOS DEBEN SER CALIFICADOS Y ACEPTADOS POR CONTROL DE CALIDAD.

UNA VEZ APLICADA LA SOLDADURA, LOS PROCEDIMIENTOS QUE SE SIGUEN, DE ACUERDO AL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA, SON BASICAMENTE:

INSPECCION VISUAL
LIQUIDOS PENETRANTES
PARTICULAS MAGNETICAS
ULTRASONIDO
RADIOGRAFIADO

CON LA INSPECCION VISUAL SE DETECTAN ASPECTOS SUPERFICIALES DE LA SOLDADURA, COMO SON CONTINUIDAD DEL CORDON, RECHUPES, ESCACES Y O EXCESO DE MATERIAL DE APORTE, TAMAÑO DE LA CORONA, ESCORIA SUPERFICIAL, POROS SUPERFICIALES Y EN GENERAL GEOMETRIA DEL CORDON Y ASPECTO EN GENERAL. ALGUNOS DE ESTOS DEFECTOS SUPERFICIALES PUEDEN REFLEJAR ALGUN POSIBLE PROBLEMA INTERNO.

LOS LIQUIDOS PENETRANTES AYUDAN A DETECTAR PROBLEMAS SUPERFICIALES QUE NORMALMENTE EL OJO HUMANO NO ALCANZA A CAPTAR COMO SON FRACTURAS, MICROFISURAS POROS Y CONCENTRACIONES DE POROS. SE REQUIERE UN LIQUIDO COLORANTE, UN REVELADOR Y UN REMOVEDOR.

LA INSPECCION POR PARTICULAS MAGNETICAS DETECTA EL MISMO TIPO DE DEFECTOS QUE LOS LIQUIDOS PENETRANTES, CON LA VENTAJA QUE LOS PUEDE DETECTAR SUPERFICIAL Y SUB-SUPERFICIALMENTE HASTA 5MM DE PROFUNDIDAD. SE REQUIERE

DE UN APARATO CONOCIDO COMO MAGNETOSCOPIO QUE ENTRE DOS ELECTRODOS, GENERA UN CAMPO MAGNETICO. SOBRE LA SOLDADURA Y EN ESE CAMPO MAGNETICO SE COLOCA POLVO METALICO, CUALQUIER DEFECTO DE LA SOLDADURA SE REFLEJA EN LA DISCONTINUIDAD DEL POLVO ADHERIDO.

PARA MAYOR PRECISION EN LA INSPECCION DE UNA SOLDADURA SE PUEDE RECURRIR AL ULTRASONIDO QUE CONSISTE EN UN APARATO MAS SOFISTICADO QUE EMITE A TRAVES DE DOS PALPADORES UNA ONDA SONORA QUE ATRAVIESA AL ELEMENTO QUE SE ESTÁ INSPECCIONANDO, EL RECORRIDO DE LA ONDA SE REGISTRA EN UNA PANTALLA A UNA ESCALA PRESELECCIONADA EN FUNCION DEL ESPESOR DE LA PIEZA; CUALQUIER DEFECTO QUE INTERRUPTA LA ONDA SONORA SE REFLEJA EN LA PANTALLA PUDIENDOSE DETERMINAR LOCALIZACION, TAMAÑO Y TIPO DE FALLA. CON EL ULTRASONIDO SE PUEDEN DETECTAR TODA CLASE DE DEFECTOS INTERNOS, COMO SON FRACTURAS, POROSIDADES, INCLUSIONES DE ESCORIA, Y FALTA DE PENETRACION, QUE SON LOS DEFECTOS QUE SE PRESENTAN EN LAS SOLDADURAS.

EL OTRO PROCESO DE INSPECCION, EL RADIOGRAFIADO, ES EL PROCESO MAS CARO Y MAS SOFISTICADO, YA QUE SE REQUIERE, ADEMAS DE APARATOS CAROS, PERSONAL CALIFICADO Y ESPECIALIZADO, DE AUTORIZACIONES Y CONTROLES POR PARTE DE LA COMISION NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR POR EL PROBLEMA DE LAS RADIACIONES QUE SE GENERAN. LOS DEFECTOS QUE SE DETECTAN SON LOS MISMOS QUE EN EL CASO ANTERIOR CON LA VENTAJA DE QUE SE PUEDEN ANALIZAR DE CONJUNTO TRAMOS LARGOS DEL CORDON DE SOLDADURA. LOS APARATOS Y/O FUENTES QUE SE UTILIZAN, SON LOS RAYOS X, EL IRIDIO Y EL COBALTO. SE REQUIERE TAMBIEN DE UN CUARTO PARA REVELADO Y UNA PANTALLA LECTORA DE PLACAS.

EN EL CASO DE ULTRASONIDO Y DEL RADIOGRAFIADO, QUEDAN

EVIDENCIAS DE LA INSPECCION ADEMAS DE LOS REPORTES DE INSPECCION QUE ELABORA CONTROL DE CALIDAD, COMO DOCUMENTOS DE SOPORTE DE LA EJECUCION DEL PROYECTO.

LA APLICACION DE ALGUNO DE LOS PROCESOS DE INSPECCION DEPENDERA NO UNICAMENTE DE LO ESPECIFICADO EN EL CONTRATO, TAMBIEN DEPENDERA DEL TIPO DE CORDON DE SOLDADURA, DE SU UBICACION EN LA ESTRUCTURA QUE FISICAMENTE PERMITA UN PROCESO U OTRO.

INDEPENDIENTEMENTE DEL PROCESO DE INSPECCION QUE SE ESPECIFIQUE ES MUY IMPORTANTE HACER ENFASIS EN QUE LOS RESULTADOS DE LA INSPECCION DEBEN INTERPRETARSE POR LOS INSPECTORES Y LOS QUE ACEPTARAN EL TRABAJO JUGANDO UN PAPEL MUY IMPORTANTE EL CRITERIO Y LA EXPERIENCIA DE AMBAS PARTES. PRECISAMENTE, PARA NORMAR ESOS CRITERIOS, SE ESTABLECIERON LAS NORMAS O ESTANDARES Y EN ESTE CASO LAS QUE MAS SE UTILIZAN SON LAS DEL **AWS**, D1.1 PARTE 6 QUE INDICAN CRITERIOS DE ACEPTABILIDAD O RECHAZO PARA CADA UNO DE LOS PROCESOS DE INSPECCION.

CUANDO ES NECESARIO HACER UNA REPARACION EN LA SOLDADURA, EL PROCESO DE REPARACION PASO POR PASO DEBE ESTABLECERSE Y CALIFICARSE TAMBIEN POR CONTROL DE CALIDAD PASANDO LA REPARACION POR LA INSPECCION QUE SE HAYA DETERMINADO.

AUN CUANDO ESTAS INSPECCIONES SON DE USO COMUN EN EL TALLER DURANTE FABRICACION, TAMBIEN SON APLICABLES EN EL CAMPO DURANTE EL MONTAJE. EN MUCHAS OCASIONES SE ESPECIFICAN SOLDADURAS O BARRENADOS EN CAMPO QUE NECESARIAMENTE DEBEN PASAR POR ALGUN PROCESO DE INSPECCION QUE NADA IMPIDE SEAN LOS MISMOS PROCESOS QUE SE HAYAN SEGUIDO EN EL TALLER.

- LA PARTE FINAL DEL CONTROL DE CALIDAD EN EL TALLER LO CONSTITUYE LA VERIFICACION DIMENSIONAL Y GEOMETRICA DE LAS PIEZAS. ASI COMO EL CONSTATAR EL CUMPLIMIENTO CON LA NORMA DE LIMPIEZA CUANDO ASI SE ESPECIFIQUE Y LA COMPROBACION DE LA ADHERENCIA Y EL ESPESOR DE LOS RECUBRI-
MIENTOS PROTECTORES DE LAS PIEZAS.

- PARA UNA MAYOR SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE DEBE INSPEC-
CIONARSE EL ESTIBADO DE LAS PIEZAS EN EL MEDIO DE TRANS
PORTE QUE SE HAYA SELECCIONADO.

VI. PARTES PARA MONTAJE EN OBRA:

SE HA MENCIONADO QUE PARA LA FABRICACION DE UNA ESTRUCTURA DEBE EXISTIR UNA COORDINACION ENTRE TODOS LOS PARTICIPANTES. LA FABRICACION EN TALLER REPRESENTA UN BUEN PORCENTAJE DEL TRABAJO, EL MONTAJE EN LA OBRA ES OTRO PORCENTAJE IMPORTANTE SIENDO EN OCASIONES AUN MAYOR QUE LA FABRICACION EN EL TALLER.

ESTO INDICA QUE EN TODOS LOS PROYECTOS DE ESTRUCTURAS AMBOS PROCESOS DEBEN ESTUDIARSE CUIDADOSAMENTE PARA DEFINIR CLARAMENTE HASTA DONDE DEBE LLEGAR EL TRABAJO DE TALLER, DONDE SE INICIA EL MONTAJE, Y DONDE PUEDE HABER TRASLAPES QUE SEAN POSIBLE FUENTE DE CONFLICTOS O DE INDEFINICIONES

EL PROCESO DE MONTAJE PODRA REQUERIR DE CIERTOS TRABAJOS QUE DEBAN HACERSE EN EL TALLER, COMO PREPARACIONES DE PARTES, TRAZOS, PRE-BARRENADOS, PUNTEADOS DE SOLDADURA PARA TERMINARLAS EN EL CAMPO, ETC.

DE HECHO, EN TODOS LOS PROYECTOS, EL TALLER SE ENCARGA DE LA FABRICACION DE LAS PARTES Y EL CONSTRUCTOR DEL MONTAJE, QUE COMO YA SE HA MENCIONADO ES UNA ACTIVIDAD RELEVANTE DENTRO DEL PROYECTO, TANTO QUE HA MERECIDO UN CAPITULO POR SEPARADO EN ESTE CURSO.

REALMENTE Y PARA EFECTOS PRACTICOS, LA FABRICACION DE PARTES PARA MONTAJE EN OBRA, SE ENTIENDE COMO UNA FABRICACION PARCIAL EN TALLER, EN MAYOR O MENOR GRADO Y ES ASI COMO REALMENTE SE PROCEDE EN TODOS LOS PROYECTOS; ES DECIR, NO ES POSIBLE FABRICAR TODO UN EDIFICIO ARMADO EN TALLER Y DESPUES TRANSPORTARLO COMPLETO.

VII. PROTECCION ANTICORROSIVA Y CATODICA.

INDUDABLEMENTE QUE CUALQUIER PROPIETARIO, DESEA QUE SUS PROPIEDADES LE DUREN EL MAXIMO DE TIEMPO POSIBLE; ESTE ARGUMENTO ES VALIDO TAMBIEN PARA LAS ESTRUCTURAS METALICAS.

POR RAZONES NATURALES EL ACERO DURA MUCHOS AÑOS EN BUENAS CONDICIONES DE SERVICIO; UN BUEN CALCULO, BUENOS Y ACEDUADOS RECUBRIMIENTOS PROTECTORES Y UN BUEN MANTENIMIENTO HARAN QUE DURE AUN MAS DE LO ESPERADO INICIALMENTE AL HACER LOS ESTUDIOS DE COSTEABILIDAD DE LA INVERSION.

EL ENEMIGO A VENCER ES LA CORROSION, QUE ES LA QUE FINALMENTE DETERMINA LA VIDA DEL ACERO Y NO ASI LAS PROPIEDADES CONTRA LA FATIGA QUE POSEE EL MATERIAL, QUE EN TERMINOS GENERALES LE PERMITEN UN MAYOR NUMERO DE AÑOS DE VIDA, PORQUE ADEMÁS, DURANTE EL DISEÑO SE DEBE CHECAR EL NUMERO DE CICLOS DE CARGA A QUE SE VE SOMETIDA LA ESTRUCTURA CUANDO ESTA VA A ESTAR SOMETIDA A CARGAS CICLICAS REPETITIVAS, CUANDO LA ESTRUCTURA ES COMPLETAMENTE ESTATICA EL CALCULO POR FATIGA RESULTA PRACTICAMENTE DESPRECIABLE.

COMO USTEDES SABEN, EL ACERO SE OXIDA POR EFECTOS DE LA COMBINACION DEL OXIGENO CON EL FIERRO DEL ACERO, QUE FORMAN EL OXIDO DE FIERRO. ESTOS DOS ELEMENTOS SON MUY AFINES ENTRE SI, DE TAL MANERA QUE PARA QUE LA REACCION SE LLEVE A CABO NO REQUIEREN DE NINGUN CATALIZADOR NI DE ENERGIA ADICIONAL.

ALGUIEN HA DEFINIDO A LA CORROSION COMO EL PROCESO QUE VUELVE A LOS ELEMENTOS A SUS ORIGENES NATURALES.

ASI PUES, EL FIERRO, QUE ES EL ELEMENTO PRINCIPAL DEL ACERO,

TIENDE A REGRESAR AL OXIDO DE FIERRO O A LAS SALES FERROSAS.

OTRO AMBIENTE CORROSIVO SE ORIGINA CON LA EXISTENCIA EN EL AMBIENTE DE OXIDOS DE AZUFRE (GENERADO POR HORNOS INDUSTRIALES) QUE AL COMBINARSE CON LA HUMEDAD DEL AMBIENTE GENERAN ACIDO SULFURICO QUE DESTRUYE LAS PROTECCIONES Y ATAACA AL ACERO FORMANDO SULFATOS FERROSOS.

EN LOS AMBIENTES MARINOS EN DONDE ADEMAS DE LA HUMEDAD SE PRESENTAN CLORUROS DE SODIO QUE ARRASTRA EL AIRE, FUNCIONAN COMO ELECTROLITO LAS SALES CON LA HUMEDAD Y PENETRAN CUALQUIER PORO O DEFECTO QUE SE HAYA DEJADO EN LA PROTECCION, LLEGANDO HASTA EL ACERO INICIANDO LA CORROSION.

EN EL CASO DE ESTRUCTURAS METALICAS SUMERGIDAS EN AGUA DE MAR, EL PROCESO DE CORROSION ES MAS SEVERO PORQUE LAS SALES EXISTENTES EN EL AGUA HACEN QUE ESTA SEA MAS CONDUCTORA GENERANDO UN MEDIO ADECUADO PARA LA CORROSION GALVANICA QUE CONSISTE EN EL DESPRENDIMIENTO DE IONES DE FIERRO DEL ACERO PROVOCADOS POR LA ALTA CONDUCTIVIDAD DEL AGUA (PAR GALVANICO ENTRE EL AGUA Y EL ACERO) QUE ADEMAS FUNCIONA COMO ELECTROLITO. LOS IONES DE FIERRO SE COMBINAN CON EL OXIGENO DEL AIRE INICIANDOSE LA CORROSION GENERALMENTE EN LA LINEA DE UNION DEL AGUA CON EL AIRE.

SE TRATA ENTONCES DE EVITAR QUE EL ACERO POR SU ESTRUCTURA INESTABLE, PERMITA QUE EL FIERRO QUE CONTIENE SE PONGA EN CONTACTO CON AQUELLOS ELEMENTOS CON LOS CUALES PUEDE COMBINARSE FACILMENTE.

EN EL CASO DE CORROSIONES POR OXIDACION AMBIENTAL EXISTEN MUCHOS MEDIOS PARA LA PROTECCION DEL ACERO, QUE COMO YA SE HA COMENTADO CUALQUIER PROTECCION QUE SE APLIQUE DEBE SER

PARTICULARMENTE CUIDADOSA. ESTAS PROTECCIONES VAN DESDE LOS PRIMARIOS ANTICORROSIVOS QUE SE APLICAN DESPUES DE UNA BUENA LIMPIEZA, HASTA LOS ESMALTES EPOXICOS Y ALQUIDALICOS DE LOS CUALES SE MUESTRA UNA LISTA DE ELLOS EN EL ACETATO SIGUIENTE, LA SELECCION DE LOS RECUBRIMIENTOS ES MUY VARIABLE Y DEPENDIENTE DE TODOS LOS CONCEPTOS QUE YA SE HAN MENCIONADO.

EN AMBIENTES CORROSIVOS MAS SEVEROS COMO LOS PROVOCADOS POR EL OXIDO DE AZUFRE QUE ACABA CON CUALQUIER ESMALTE, SE DEBE RECURRIR A PROTECCIONES GALVANOPLÁSTICA, COMO GALVANIZADOS, (INORGANICO DE ZINC O GALVANIZADO EN CALIENTE) CROMADOS U OTRA PROTECCION ELECTROLITICA.

LOS PROCEDIMIENTOS DE PROTECCION ANTICORROSIVA, AL IGUAL QUE MUCHAS OTRAS ESPECIALIZACIONES, HAN SIDO AMPLIAMENTE ESTUDIADAS Y EN MUCHOS CASOS YA SE PUEDEN CONSIDERAR DOMINADAS, SIN QUE ESTO QUIERA DECIR QUE YA NO VAN A SEGUIR EVOLUCIONANDO. LAS PROTECCIONES CATODICAS AUN CUANDO SU FINALIDAD SEA TAMBIEN LA ANTICORROSION, ES OTRA ESPECIALIDAD QUE INVOLUCRA OTRAS DISCIPLINAS; A LA FECHA LOS MAYORES ESTUDIOS QUE SE REFIEREN A LA PROTECCION CATODICA ESTAN REFERIDOS AL AGUA DE MAR Y A CIERTOS ELEMENTOS.

EN TERMINOS GENERALES EL PRINCIPIO DE LA PROTECCION CATODICA SE BASA EN LAS PROPIEDADES GALVANICAS DE LOS ELEMENTOS ES DECIR EN SU ELECTROPOSITIVIDAD RELATIVA QUE SE TRADUCE EN SU FACILIDAD DE IONIZACION TAMBIEN RELATIVA EN UN MEDIO ELECTROLITICO.

ESTO QUIERE DECIR, QUE EN EL CASO DEL AGUA DE MAR QUE ES UN MEDIO ELECTROLITICO POR LAS SALES QUE CONTIENE ANTE DOS METALES DE ELECTROPOSITIVIDAD DIFERENTE, EL ELECTROLITO,

POR EL PAR GALVANICO QUE SE CREA ENTRE EL AGUA Y EL ELEMENTO MAS IONIZABLE, HACE QUE SE DESPRENDAN LOS IONES DE ESTE ULTIMO SIN AFECTAR AL OTRO METAL, CONSTITUYENDO LO QUE SE CONOCE COMO ANODOS DE SACRIFICIO PORQUE SUS CARACTERISTICAS DE ALTA IONIZACION HACEN QUE SE CONSUMA CON EL TIEMPO TENIENDO QUE REPONERSE PERIODICAMENTE PERO PROTEGIENDO A LA ESTRUCTURA.

PUESTO QUE EN ESTE AMBIENTE LAS POSIBILIDADES DE CORROSION SON MUY ALTAS, TODA LA ESTRUCTURA, ADEMAS DE LOS ANODOS DE SACRIFICIO DEBEN RECUBRIRSE DE PREFERENCIA CON UN INORGANICO DE ZINC COMO PRIMARIO Y UN RECUBRIMIENTO AHULADO (PINTURA APOXICA).

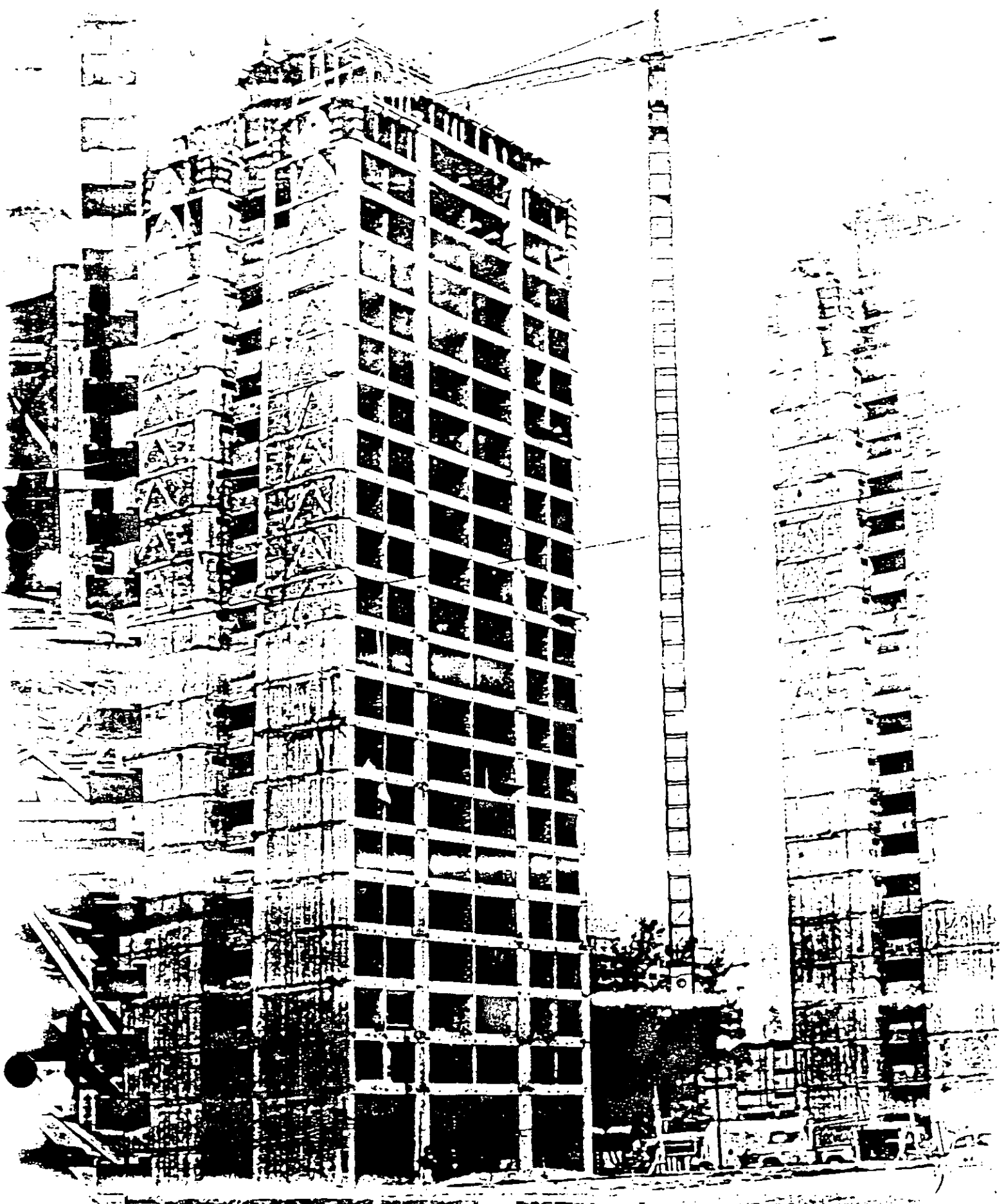
EN LOS ACETATOS SE MUESTRAN VALORES RELATIVOS DE ELECTROPOSITIVIDADES DE ALGUNOS MATERIALES.

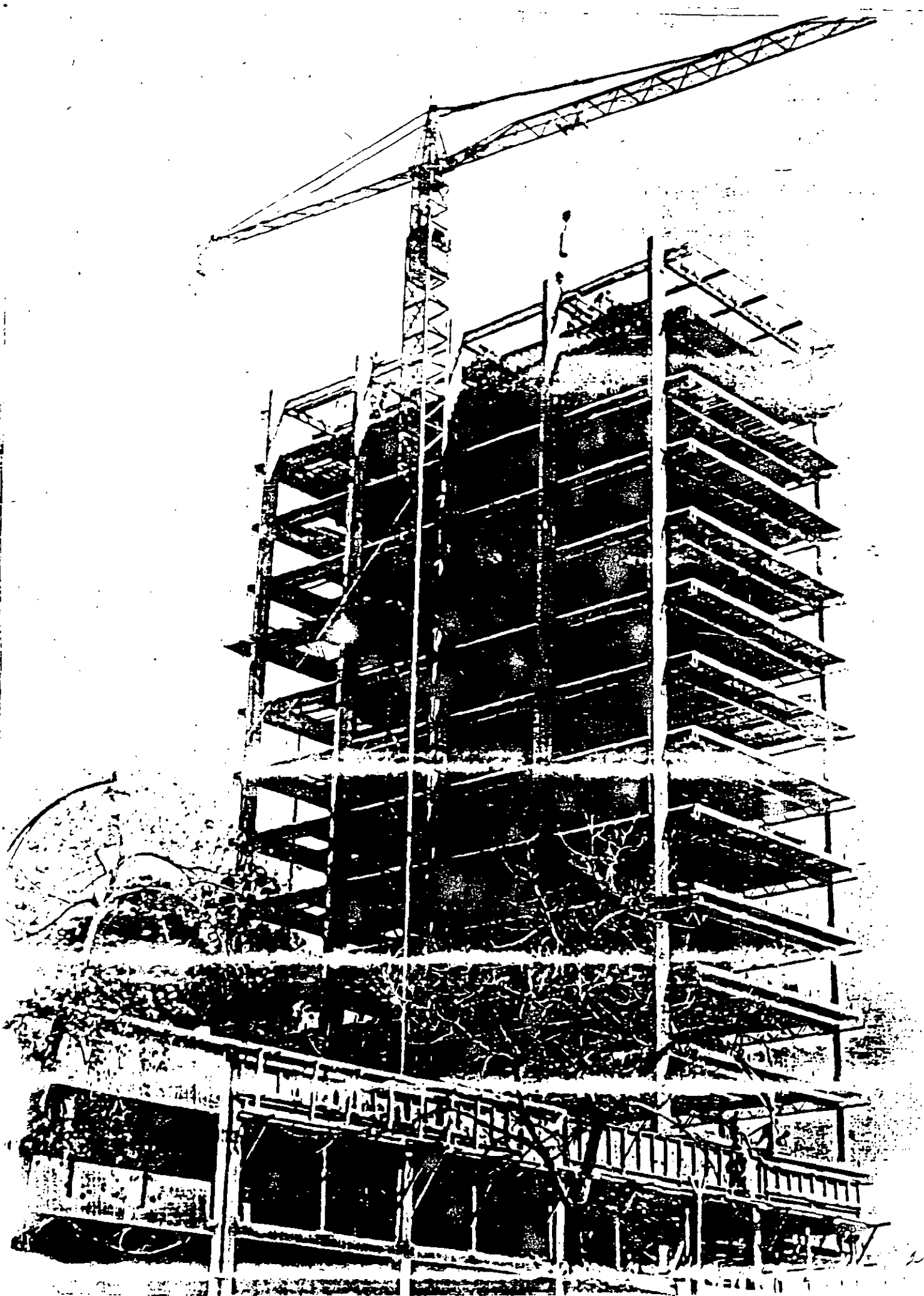
(ACETATOS GRUPO 5).

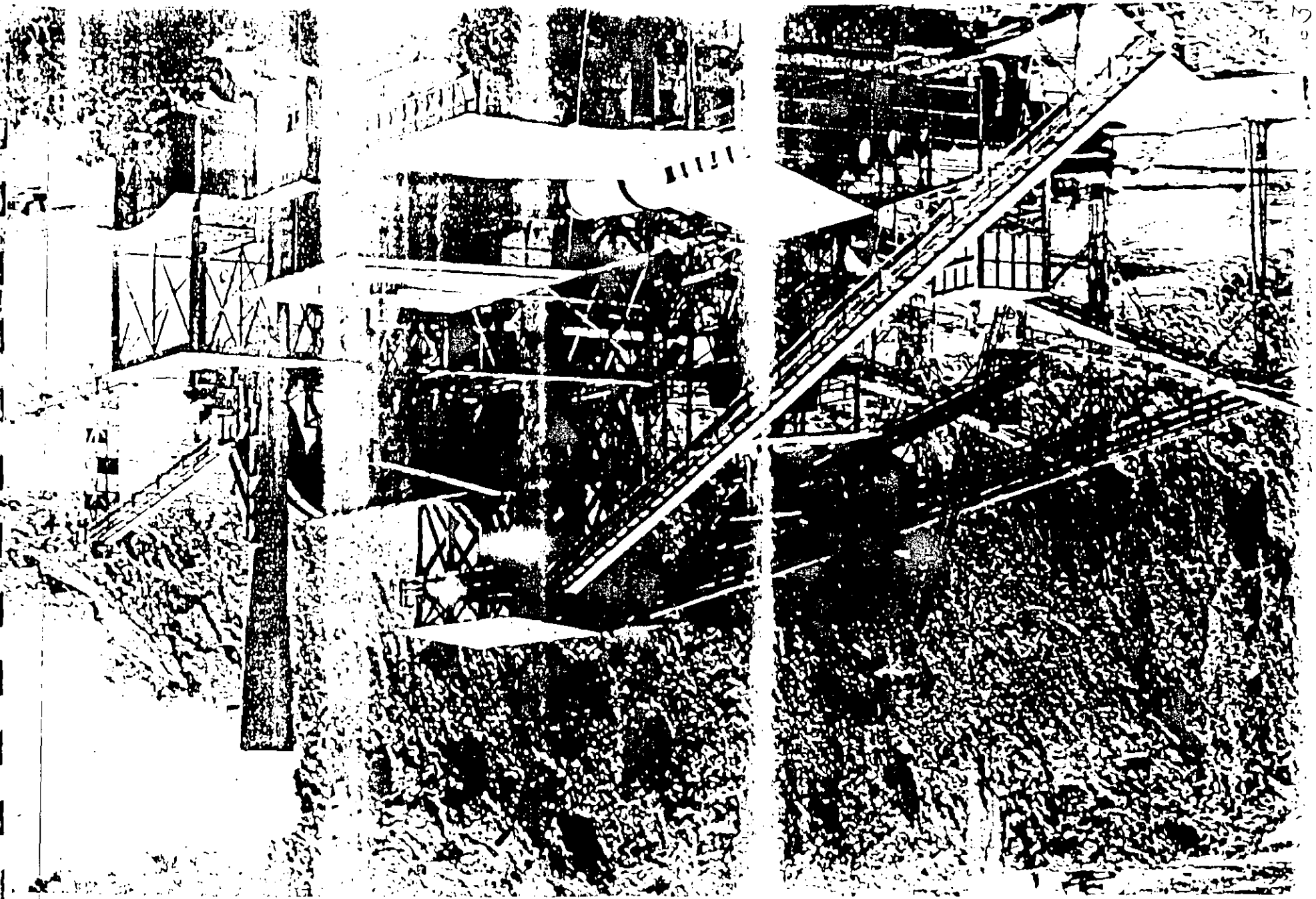
EQUIVALENCIAS ESPECIFICACIONES PENEX VS PRODUCTOS AMERCOAT.

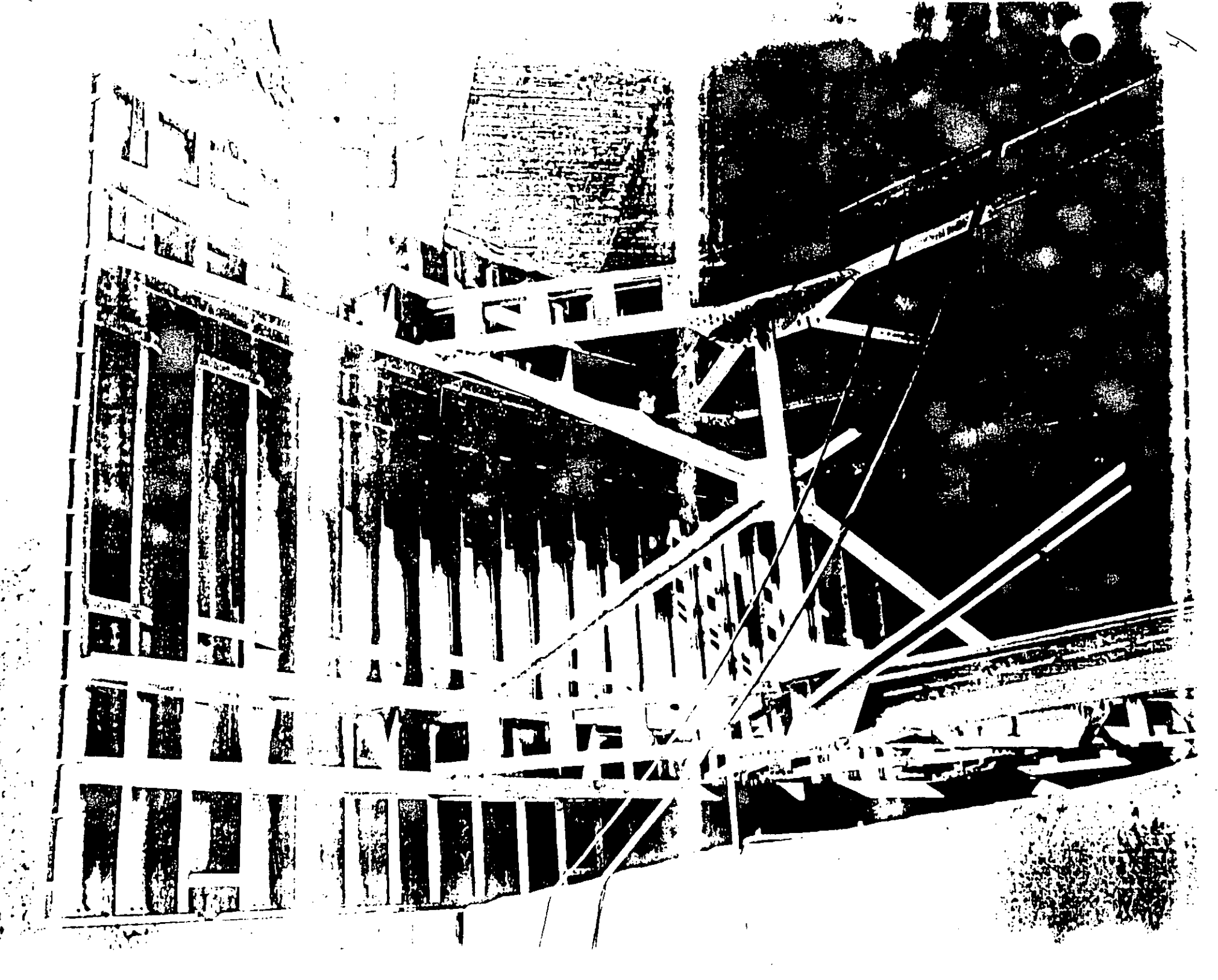
<u>PENEX 1974.</u>	<u>HOMBRE.</u>	<u>AMERCOAT.</u>
RP-1-74	Primario de Minio Alquidálico.	* MMP-24.
RP-2-74	Primario de Cromato de Zinc.	* AM-38.
RP-3-74 Polvo.	Inorgánico de Zinc 100%-Postcurado.	D-3 Polvo.
RP-3-74 Líquido.		D-3 Líquido.
RP-3-74 Sol. Curadora.		D-3 Sol. Curadora.
RP-4-74 Tipo "A" Polvo.	Inorgánico de Zinc 100%-Autocurante B.A.	D-4 Polvo.
RP-4-74 Tipo "A" Líquido.		D-4 Líquido.
RP-4-74 Tipo "B" Polvo.	Inorgánico de Zinc 100%-Autocurante B.S.	D-9 Polvo.
RP-4-74 Tipo "B" Líquido.		D-9 Líquido.
RP-5-74 Tipo "A".	Alquitrán de Hulla Epóxico - Poliamina.	AM-78.
RP-5-74 Tipo "B".	Alquitrán de Hulla Epóxico - Poliamina.	* AMSA E-507.
RP-6-74.	Primario Epóxico Catalizado.	* AM-71.
RP-7-74 Primario.	Primario Vinil Epóxico Modificado.	* AM-187.
RP-7-74 Enlace Rojo.		* AM-86E.
RP-7-74 Enlace Gris.		* AM-86E.
RP-8-74.	Primario Epóxico Catalizado p/Turbosina.	* AM-71.
RA-20-74.	Esmalte Alquidálico Brillante.	* AM-52.
RA-21-74.	Acabado Epóxico Catalizado.	* AM-72.
RA-22-74.	Acabado Vinílico de Altos Sólidos.	* AM-99.
RA-23-74.	Acabado Epóxico Catalizado p/Turbosina.	AM-66.
RA-24-74.	Acabado Fenólico de Aluminio.	-----
RA-25-74.	Acabado Vinil-Acrílico.	* AM-35.
RA-26-74.	Acabado Epóxico Catalizado de Altos Sólidos.	AM-66.
RE-30-74 Tipo "A".	Recubrimiento para altas Temperaturas.	MMS-12.
RE-30-74 Tipo "B".	Recubrimiento para altas Temperaturas.	* AM-878.
RE-31-74 Tipo "A".	Recubrimiento Antivegetativo.	-----
RE-31-74 Tipo "B".	Recubrimiento Antivegetativo.	* AM-235.
RE-32-74.	Recubrimiento Epóxico p/zona de mareas.	AM-1761.
RE-33-74.	Recubrimiento Alquidálico p/Tambores.	-----
RE-34-77.	Recubrimiento Epóxico p/interior de gasoducto.	* AMSA E-431.

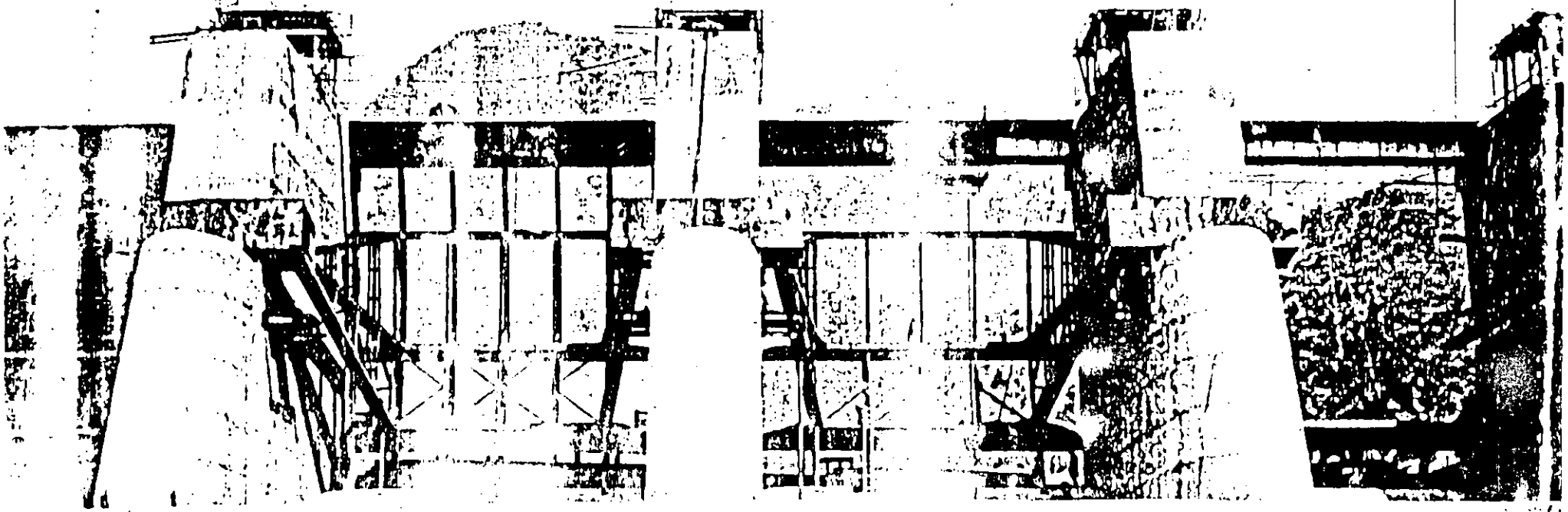
NOTA: 1 * Similar.
 2 Contratipo e acta los que no tienen asterisco.

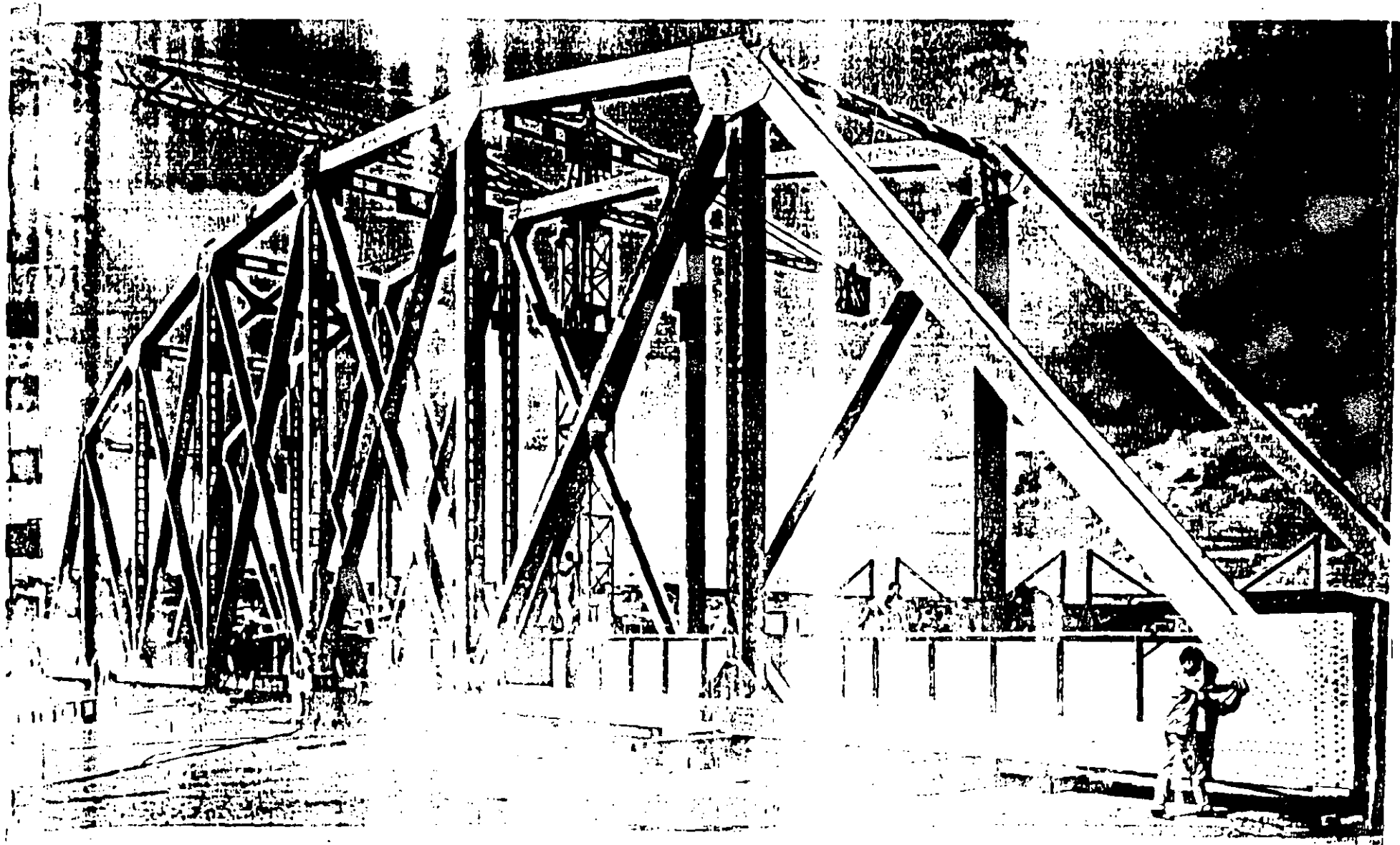


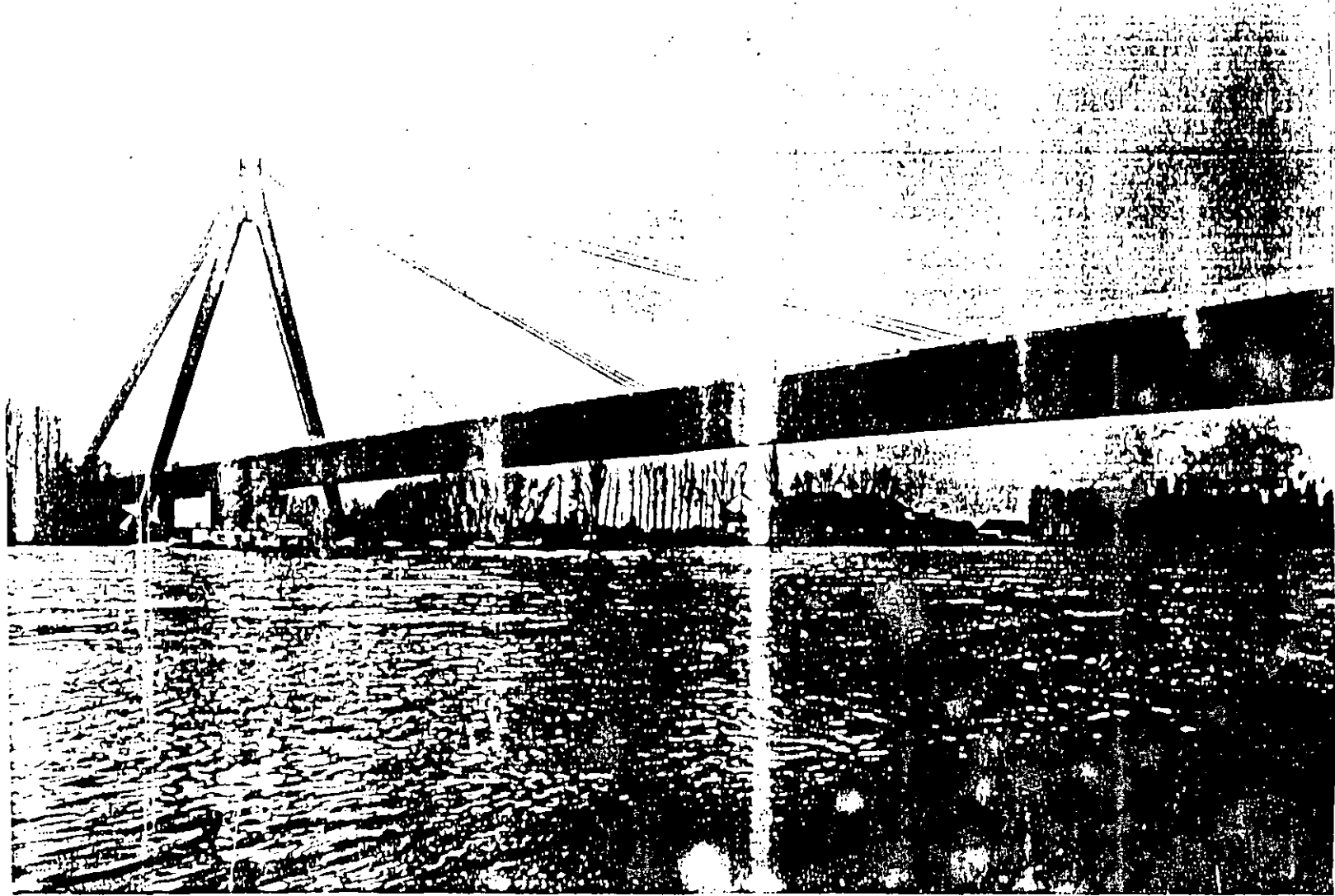


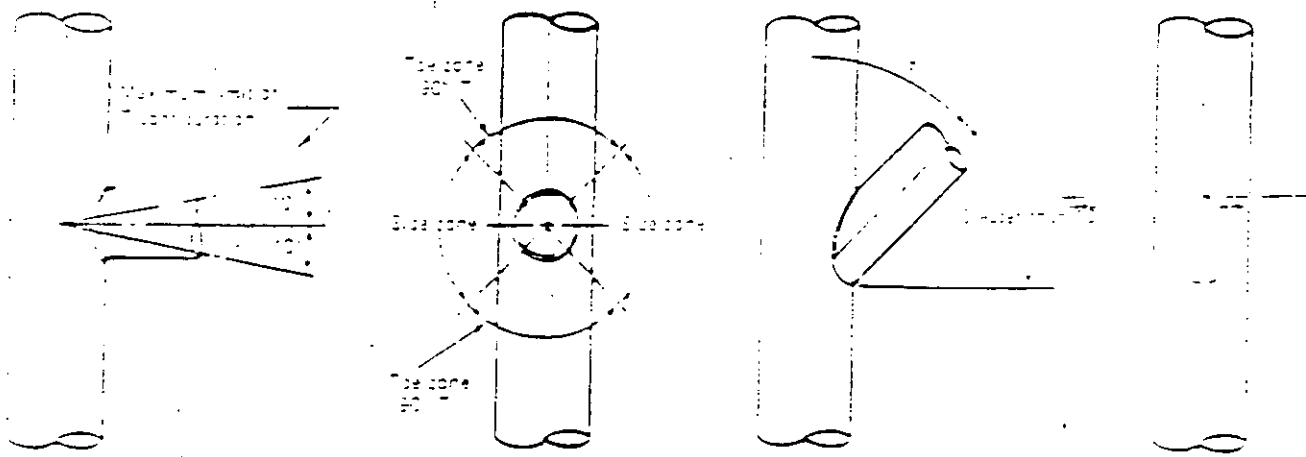






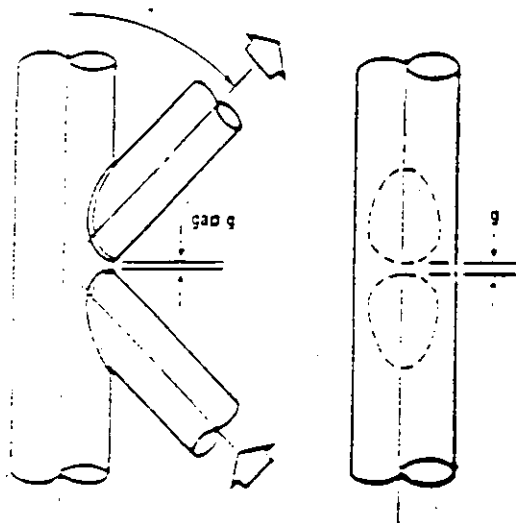




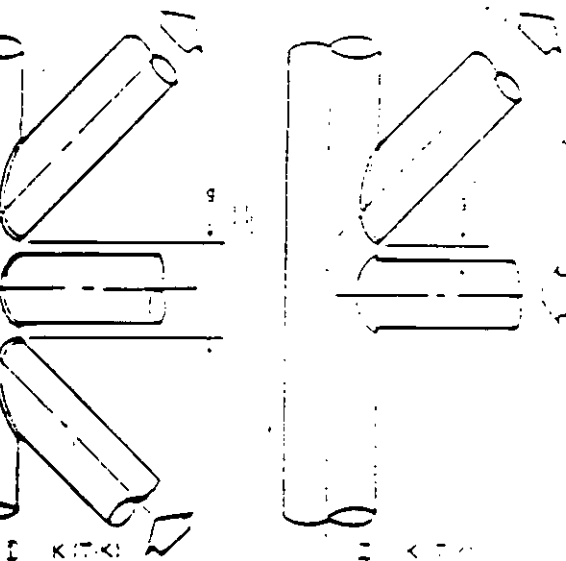


(C) T-connection

(D) T-connection

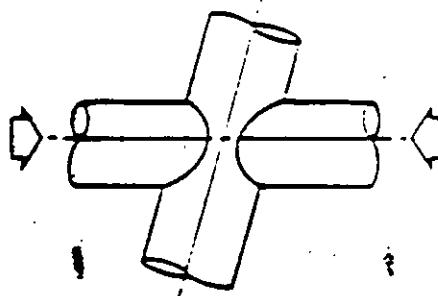
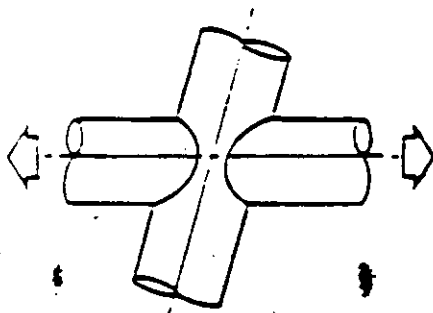


(E) K-connection



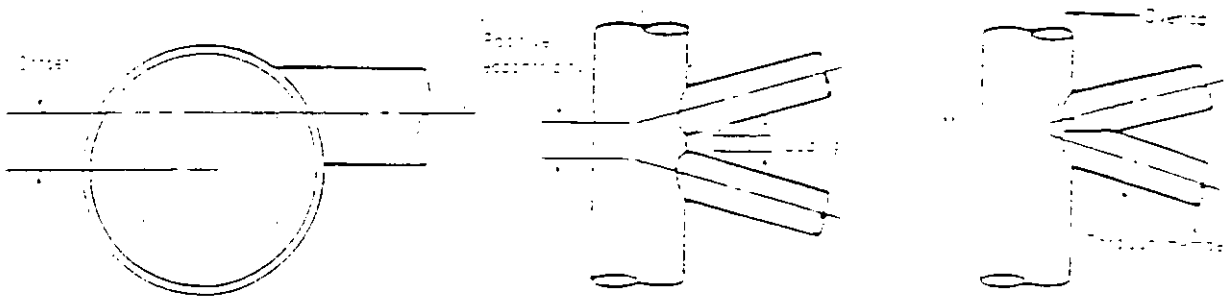
(F) K-combination connections

Note: Relevant gap is between braces whose loads are essentially balanced

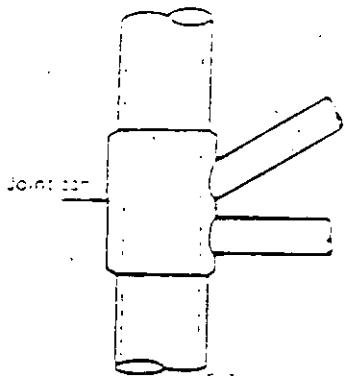


(G) Cross connection

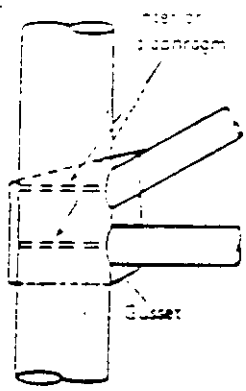
Fig. 10.1.2 (continued)—Parts of a tubular connection



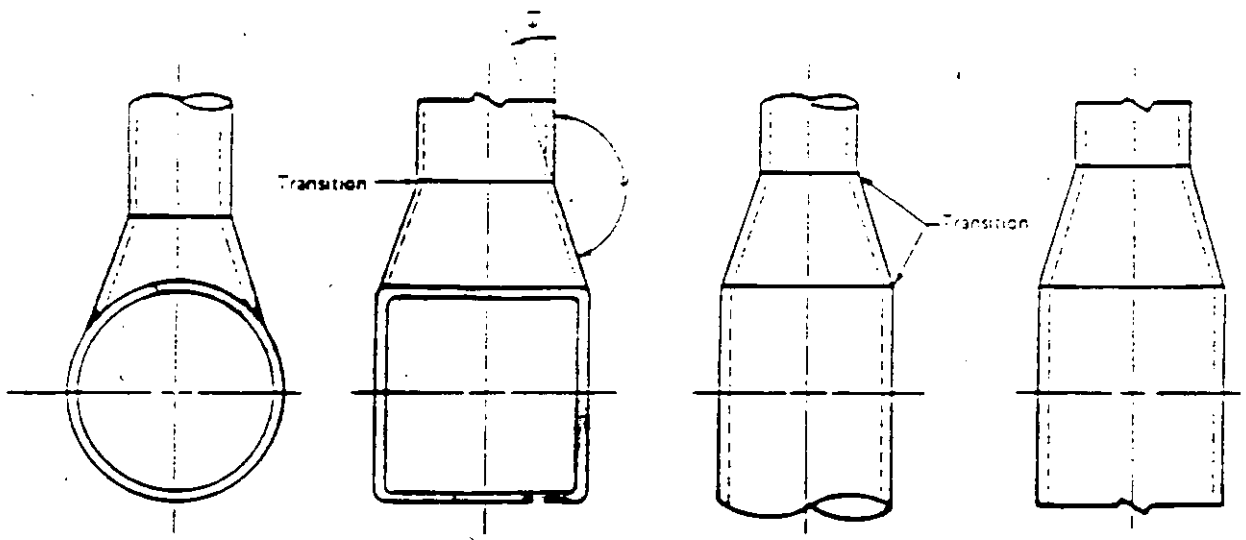
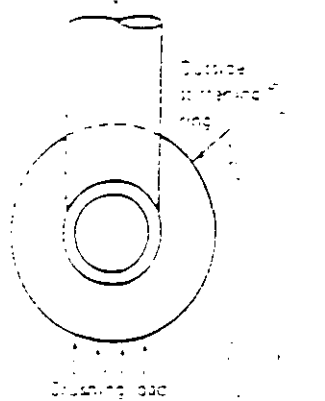
(H) Deviations from concentric connections



(I) Simple tubular connection



(J) Examples of complex reinforced connections



(K) Flared connections and transitions

Fig. 10.1.2 (continued) — Parts of a tubular connection

Specification
for the
Design,
Fabrication
and Erection
of
Structural
Steel for
Buildings

Effective November 1, 1978

with Commentary



AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION

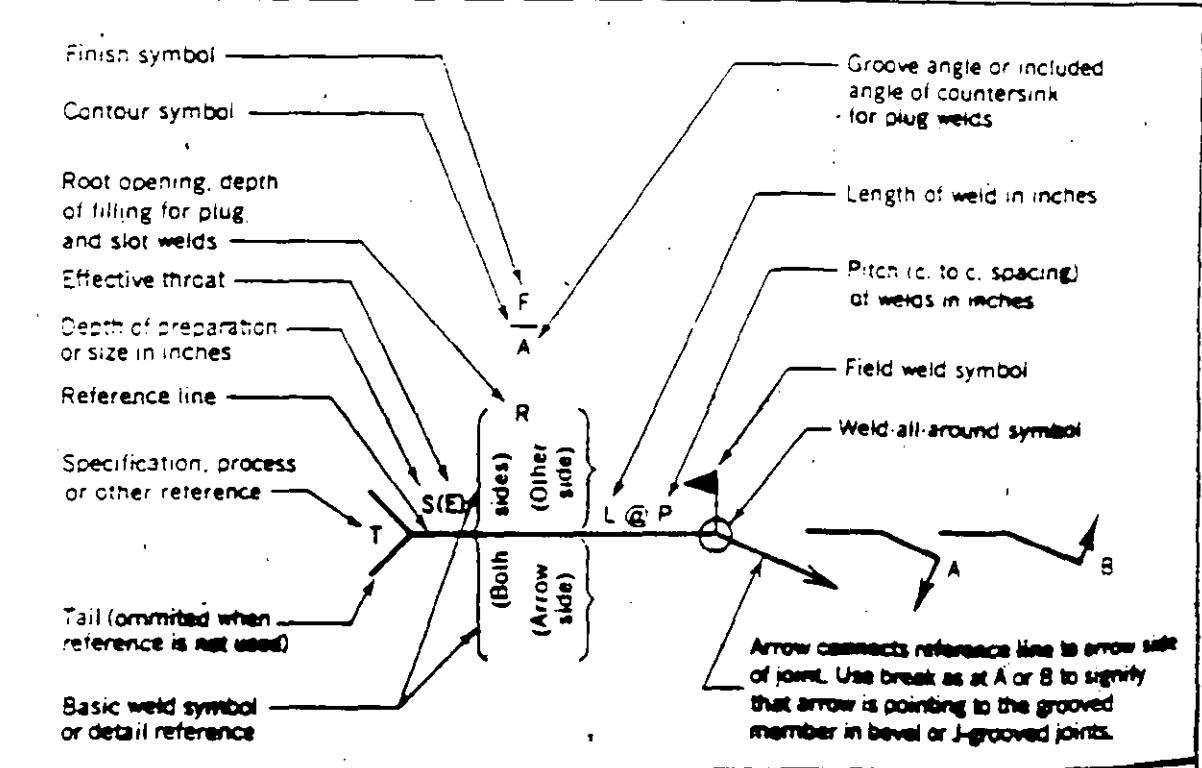
WELDED JOINTS

Standard symbols

BASIC WELD SYMBOLS									
BACK	FILLET	PLUG OR SLOT	GROOVE OR BUTT						
			SQUARE	V	BEVEL	U	J	FLARE V	FLARE BEVEL

SUPPLEMENTARY WELD SYMBOLS						
BACKING	SPACER	WELD ALL AROUND	FIELD WELD	CONTOUR		For other basic and supplementary weld symbols, see AWS A2.4-79
				FLUSH	CONVEX	

STANDARD LOCATION OF ELEMENTS OF A WELDING SYMBOL



Note:

Size, weld symbol, length of weld and spacing must read in that order from left to right along the reference line. Neither orientation of reference line nor location of the arrow alter this rule.

The perpendicular leg of Δ , V , P , \checkmark weld symbols must be at left.

Arrow and Other Side welds are of the same size unless otherwise shown. Dimensions of fillet welds must be shown on both the Arrow Side and the Other Side Symbol.

The point of the field weld symbol must point toward the tail.

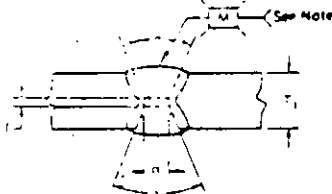
Symbols apply between abrupt changes in direction of welding unless governed by the "all around" symbol or other weld dimensioned.

These symbols do not explicitly provide for the case that frequently occurs in structural work, where different material (such as stiffeners) occurs on the far side of a web or gusset plate. The Welding Industry has adopted the convention that when the backing of the stiffener is on the far side of the web or gusset plate, the stiffener shall be dimensioned on the far side.

PREQUALIFIED WELDED JOINTS

Complete penetration groove welds

Single V groove weld (3)
1/2 inch (1)

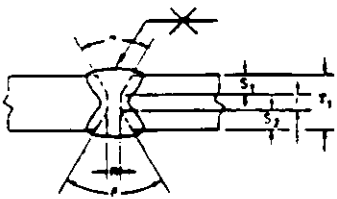


Tolerances	
As fabricated	As fit up
$R = 0$	$+1/16, -0$
$f = 0$	$+1/16, -0$
$\alpha = 10^\circ$	$+10^\circ, -5^\circ$
Spacer = 0	$+1/16, -0$

Note: Same steel as base metal

Welding process	Joint designation	Base metal thickness (U = unlimited)		Groove preparation			Permitted working positions	Gas shielding for (FCAW)	Notes
		T_1	T_2	Root opening	Root face	Groove angle			
GMAW	B-U3a	U, preferably 5/8 or larger	-	$R = 0$	$f = 0$ to 1/8	$\alpha = 45^\circ$	All	-	C, M
				$R = 1/8$	$f = 0$ to 1/8	$\alpha = 30^\circ$			
				$R = 1/2$	$f = 0$ to 1/8	$\alpha = 20^\circ$			
SAW	B-U3a-S	U	-	$R = 5/8$	$f = 0$ to 1/4	$\alpha = 20^\circ$	F	-	M

Double V groove weld (3)
1/2 inch (1)



For B-U3c-S only

Class	no	S_1	S_2
2	2-1/2	1-3/8	1-3/4
3	3-5/8	2-1/8	2-1/4
4	4-3/4	2-3/4	2-3/4
5-1/2	5-1/2	3-1/4	3-1/4
6	6-1/4	3-3/4	3-3/4

For $T_1 > 6$ in. or $T_2 < 2$
 $S_1 = 2/3 T_1 - 1$ in.

Welding process	Joint designation	Base metal thickness (U = unlimited)		Groove preparation			Permitted working positions	Gas shielding for (FCAW)	Notes		
		T_1	T_2	Root opening Root face Groove angle	Tolerances						
					As detailed	As fit up					
GMAW	B-U3c	U, preferably 5/8 or larger	-	$R = 0$ to 1/8	$f = 0$ to 1/8	$\alpha = 90^\circ$	$+1/16, -0$	$+1/16, -0$	All	-	C, M
				$R = 1/8$	$f = 0$ to 1/8	$\alpha = 90^\circ$	$+1/16, -0$	$+1/16, -0$			
SAW	B-U3c-S	1-1/8 min	-	$R = 1/8$	$f = 0$	$\alpha = 90^\circ$	$+1/16, -0$	$+1/16, -1/8$	Flat	-	M, P, Y
				$R = 1/2$	$f = 0$	$\alpha = 90^\circ$	$+1/16, -0$	$+1/16, -1/8$			
SAW	B-L3-S	1-1/2 min	-	$R = 0$	$f = 1/4$ max	$\alpha = 90^\circ, \beta = 90^\circ$	± 0	$+0, -1/4$	Flat	-	M, K
				$R = 1/2$	$f = 1/4$ max	$\alpha = 90^\circ, \beta = 90^\circ$	$+0$	$+0, -1/4$			
SAW	B-U3c-S	U	-	$R = 0$	$f = 1/8$ max	$\alpha = 90^\circ$	± 0	$+0, -1/4$	Flat	-	M, C
				$R = 1/2$	$f = 1/8$ max	$\alpha = 90^\circ$	± 0	$+0, -1/4$			

To find S_1 see table above; $S_2 = T_1 - C_2 = 5/8$

See notes on page preceding Prequalified Weld Joint tables.

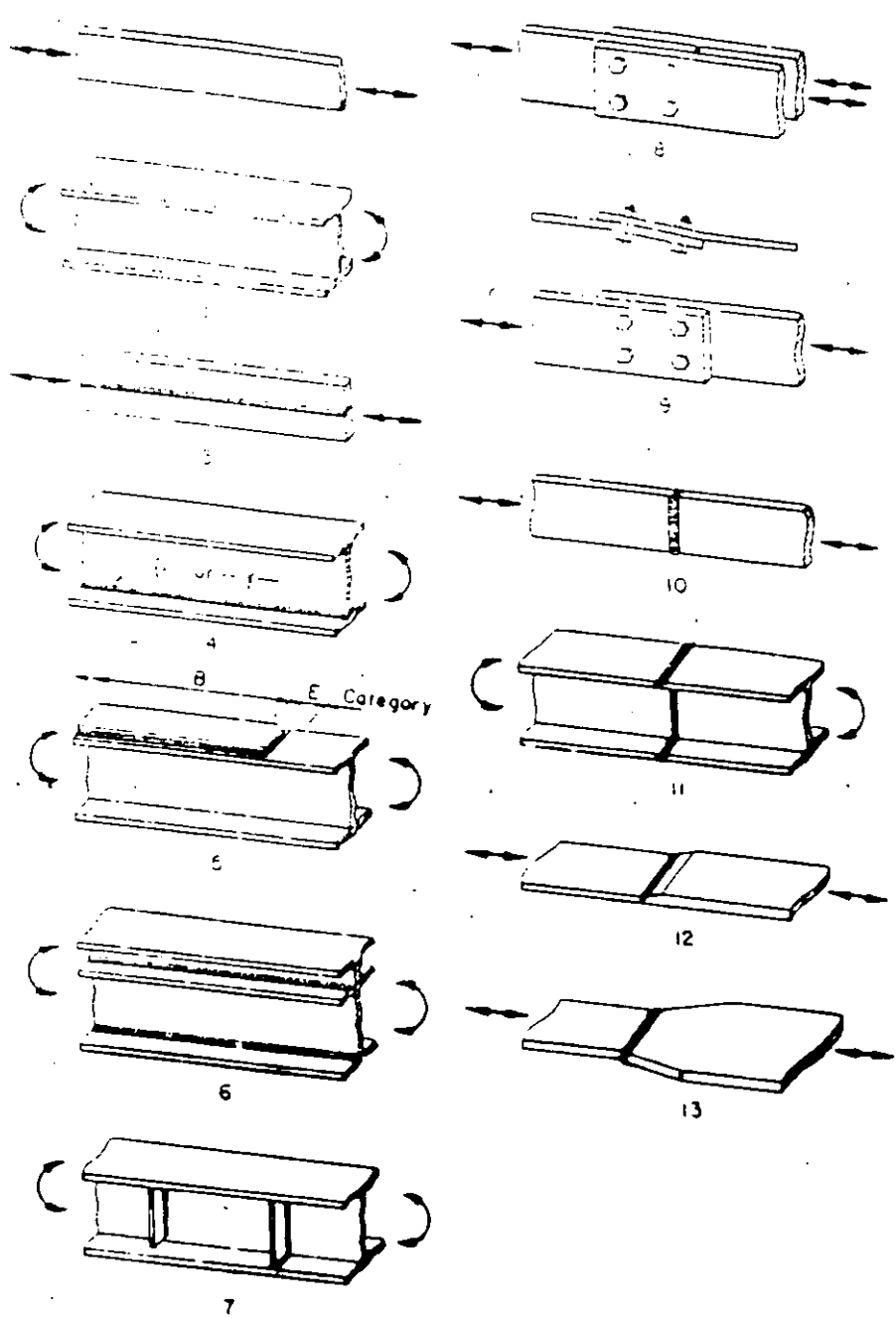


Fig. B1. Illustrative examples

Commentary

ON THE CODE OF STANDARD PRACTICE
FOR STEEL BUILDINGS AND BRIDGES

(Adopted Effective September 1, 1976)

SECTION 1 GENERAL PROVISIONS

1.1 Scope

This Code is not applicable to metal building systems, which are the subject of standards published by the Metal Building Manufacturers Association in their *Metal Building Systems Manual*. AISC has not participated in the development of the MBMA code and, therefore, takes no position and is not responsible for any of its provisions.

This Code is not applicable to standard steel joists, which are the subject of *Recommended Code of Standard Practice for Steel Joists*, published by the Steel Joist Institute. AISC has not participated in the development of the SJI code and, therefore, takes no position and is not responsible for any of its provisions.

SECTION 3 PLANS AND SPECIFICATIONS

3.1 Structural Steel

Project specifications vary greatly in complexity and completeness. There is a benefit to the owner if the specifications leave the contractor reasonable latitude in performing his work. However, critical requirements affecting the integrity of the structure or necessary to protect the owner's interest must be covered in the contract documents. The following checklist is included for reference:

Standard codes and specifications governing structural steelwork

Material specifications

Mill test reports

Welded joint configuration

Weld procedure qualification

Finishing specifications

Special requirements for work of other trades

Runoff tabs

Surface preparation and shop painting

Shop inspection

Field inspection

Non-destructive testing, including acceptance criteria

Special requirements on delivery

Special erection limitations

Temporary bracing for non-self-supporting structures

Special fabrication and erection tolerances for AISC

Special pay weight provisions

TABLE 1.23.1

MAXIMUM SIZES OF STANDARD HOLES IN STEEL

Nominal Thickness of Steel, t , in.	Standard Hole	Oversized Hole	Short-Slotted Hole	Long-Slotted Hole
	Diameter	Diameter	Dimensions	Dimensions
1/4 to 1/2	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
3/8 to 1	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
1 to 2	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
2 to 4	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
4 to 8	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
8 to 12	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
12 to 16	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
16 to 20	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
20 to 24	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
24 to 30	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
30 to 36	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
36 to 48	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
48 to 60	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
60 to 72	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
72 to 84	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
84 to 96	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
96 to 108	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
108 to 120	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
120 to 132	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
132 to 144	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
144 to 156	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
156 to 168	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
168 to 180	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
180 to 200	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
200 to 240	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
240 to 300	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
300 to 360	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
360 to 420	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
420 to 480	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
480 to 540	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
540 to 600	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
600 to 660	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
660 to 720	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
720 to 780	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
780 to 840	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
840 to 900	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
900 to 960	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
960 to 1020	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
1020 to 1080	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
1080 to 1140	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
1140 to 1200	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
1200 to 1260	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
1260 to 1320	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
1320 to 1380	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
1380 to 1440	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
1440 to 1500	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
1500 to 1560	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
1560 to 1620	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
1620 to 1680	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
1680 to 1740	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
1740 to 1800	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
1800 to 1860	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
1860 to 1920	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
1920 to 1980	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
1980 to 2040	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
2040 to 2100	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
2100 to 2160	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
2160 to 2220	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
2220 to 2280	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
2280 to 2340	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
2340 to 2400	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
2400 to 2460	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
2460 to 2520	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
2520 to 2580	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
2580 to 2640	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
2640 to 2700	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
2700 to 2760	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
2760 to 2820	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
2820 to 2880	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
2880 to 2940	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$
2940 to 3000	$t + 1/8$	$t + 1/4$	$t + 1/4$	$t + 1/4$

Edges greater than $1/16$ inch that remain from cutting shall be removed by grinding. All remnant corners shall be shaped notch-free to a minimum radius of 1/8 inch.

1.23.3 Planing of Edges

Planing or finishing of sheared or thermally cut edges of plates or angles shall not be required unless specifically called for on the drawings or specified in the stipulated edge preparation for welding.

1.23.4 Riveted and Bolted Construction—Holes

1.23.4.1 The maximum sizes of holes for rivets and bolts shall be as stated in Table 1.23.1, except that larger holes, required for tolerance on location of anchor bolts in concrete foundations, may be used in column base details.

1.23.4.2 Standard holes shall be provided in member-to-member connections, unless oversized, short-slotted, or long-slotted holes in bolted connections are specified by the designer. Oversized and slotted holes shall not be used in riveted connections.

If the thickness of the material is not greater than the nominal diameter of the rivet or bolt plus $1/8$ -inch, the holes may be punched. If the thickness of the material is greater than the nominal diameter of the rivet or bolt plus $1/8$ -inch, the holes shall be either drilled from the solid, or sub-punched and reamed. The drill for all sub-punched holes, and the drill for all sub-drilled holes, shall be at least $1/16$ -inch smaller than the nominal diameter of the rivet or bolt. Holes in A572 steel plates over $1/2$ -inch thick shall be drilled.

1.23.4.3 Oversized holes may be used in any or all plies of friction-type connections, but they shall not be used in bearing-type connections. Hardened washers shall be installed over oversized holes in an outer ply.

1.23.4.4 Short-slotted holes may be used in any or all plies of friction-type or bearing-type connections. The slots may be used without regard to direction of loading in friction-type connections, but the length shall be normal to the direction of the load in bearing-type connections. Washers shall be installed over short-slotted holes in an outer ply; when high-strength bolts are used, such washers shall be hardened.

within friction-type connections shall be free of oil, paint, lacquer, or other coatings, except as listed in Appendix E.

All A325 and A490 bolts shall be tightened to a bolt tension not less than that given in Table 1.23.5. Tightening shall be done by the turn-of-nut method,* by a direct tension indicator, or by properly calibrated wrenches. Bolts tightened by means of a calibrated wrench shall be installed with a hardened washer under the nut or bolt head, whichever is the element turned in tightening. Hardened washers are not required when bolts are tightened by the turn-of-nut method, except that hardened washers are required under the nut and bolt head when A490 bolts are used to connect material having a specified yield point less than 40 kips per square inch.

1.23.6 Welded Construction

The technique of welding, the workmanship, appearance and quality of welds made, and the methods used in correcting nonconforming work shall be in accordance with "Section 3—Workmanship" and "Section 4—Technique" of the *Structural Welding Code, AWS D1.1-77*, of the American Welding Society.

1.23.7 Compression Joints

Compression joints which depend on contact bearing as part of the splice capacity shall have the bearing surfaces of individual fabricated pieces prepared to a common plane by milling, sawing, or other suitable means.

1.23.8 Dimensional Tolerances

Dimensional tolerances shall be as permitted in the *Code of Standard Practice*, latest edition, of the American Institute of Steel Construction.

SECTION 1.24 SHOP PAINTING

1.24.1 General Requirements

Shop painting and surface preparation shall be in accordance with the provisions of the *Code of Standard Practice*, latest edition, of the American Institute of Steel Construction.

Unless otherwise specified, steelwork which will be concealed by interior building finish or will be in contact with concrete need not be painted. Unless specifically excluded, all other steelwork shall be given one coat of shop paint.

1.24.2 Inaccessible Surfaces

Except for contact surfaces, surfaces inaccessible after shop assembly shall be cleaned and painted prior to assembly, in accordance with job specifications.

1.24.3 Contact Surfaces

Paint is permitted unconditionally in bearing-type connections. Except where the design is based on special surface conditions meeting the requirements of Appendix E, shop contact surfaces shall be cleaned prior to assembly in accordance with the provisions of the *Code of Standard Practice*, latest edition, of

* See Commentary Sect. 1.23.5.

1.25.6 Field Painting

Responsibility for touch-up painting and cleaning of the work (see paragraph 1.25.2) shall be allocated to each trade with the contractor. The extent of the touch-up work shall be set forth explicitly in the contract.

SECTION 1.26 QUALITY CONTROL

1.26.1 General

The fabricator shall provide quality control procedures for the work which he deems necessary to assure that all work is performed in accordance with this Specification. In addition to the fabricator's quality control procedures, the work and workmanship at all times may be subject to inspection by qualified inspectors representing the purchaser. If such inspection by representative of the purchaser will be required, it shall be so stated in the information furnished to the bidders.

1.26.2 Cooperation

As far as possible, all inspection by representatives of the purchaser shall be made at the fabricator's plant. The fabricator shall cooperate with the purchaser, permitting access for inspection to all places where work is being done. The purchaser's inspector shall so schedule his work as to provide the minimum interruption to the work of the fabricator.

1.26.3 Rejections

Material or workmanship not in reasonable conformance with the provisions of this Specification may be rejected at any time during the progress of the work. The fabricator shall receive copies of all reports furnished to the purchaser by the inspection agency.

1.26.4 Inspection of Welding

The inspection of welding shall be performed in accordance with the provisions of Section 6 of the *Structural Welding Code, AWS D1.1-77*, of the American Welding Society.

When non-destructive testing is required, the process, extent, technique, and standards of acceptance shall be clearly defined in information furnished to the bidders.

1.26.5 Identification of Steel

The fabricator shall be able to demonstrate by a written procedure and by actual practice a method of material application and identification, visible at least through the 'fit up' operation, of the main stress carrying elements of a shipping piece.

The identification method shall be capable of verifying proper material application as it relates to:

1. Material specification designation
2. Heat number, if required
3. Material test reports for special requirements

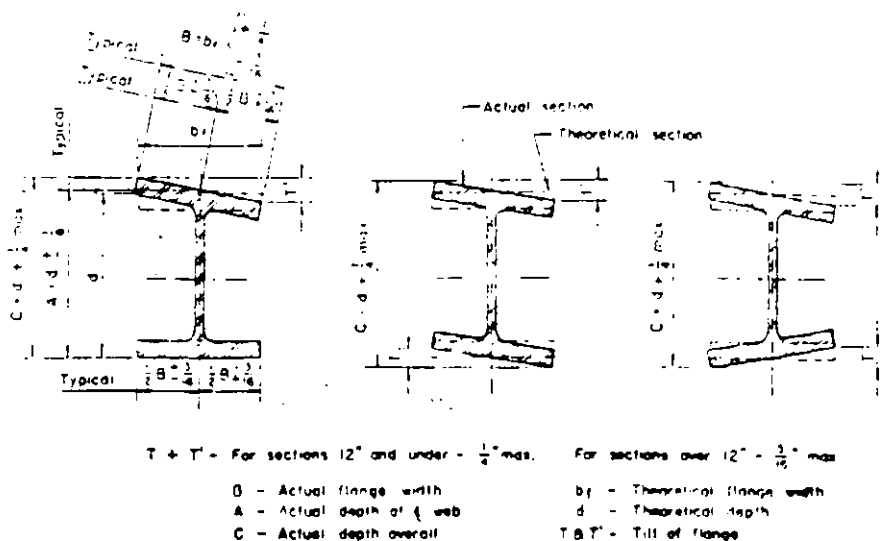


Fig. 1. Mill tolerances on cross section dimensions

SECTION 6 FABRICATION AND DELIVERY

6.4 Dimensional Tolerances

Fabrication tolerances are stipulated in several specification documents, each applicable to a special area of construction. Basic fabrication tolerances are stipulated in Sects. 6.4 and 10 of the Code and Sect. 1.23.B.1 of the AISC Specification. Other specifications and codes frequently incorporated by reference in the contract documents are the AWS *Structural Welding Code* and AASHTO *Standard Specifications for Highway Bridges*.

6.5 Shop Painting

6.5.2, 6.5.3 The selection of a paint system is a design decision involving many factors, including owner's preference, service life of the structure, severity of environmental exposure, the cost of both initial application and future renewals, and the compatibility of the various components comprising the paint system, i.e., surface preparation, prime coat and subsequent coats.

Because inspection of shop painting needs to be concerned with workmanship at each stage of the operation, the fabricator provides notice of the schedule of operations and affords access to the work site to inspectors. Inspection must be coordinated with that schedule in such a way as to avoid delay of the scheduled operations.

Acceptance of the prepared surface must be made prior to application of the prime coat, because the degree of surface preparation cannot be readily verified after painting. Also, time delay between surface preparation and application of

The nomenclature of groove welds is given in Fig. 6-4. The terms refer to the penetration of groove welds, the relationship of the parts in welds, the use of backing bars, and the use of reinforcing fillets. The terms "square butt," "square tee," "single Vee butt," "single Vee corner," "double Vee butt," "single bevel tee," "single bevel butt," "single J butt," "double J butt," "single J tee," "single U butt," "single U corner," and "double U butt" are used to describe the various groove welds.

Reinforcing fillets, shown in Fig. 6-6, are usually specified when the design requirements dictate their use. The design of joints and details of groove welds in which the use of fillets is required is given in the AWS Manual, Part 2, "Specification for Structural Steel Welding." It should be noted that the subject-

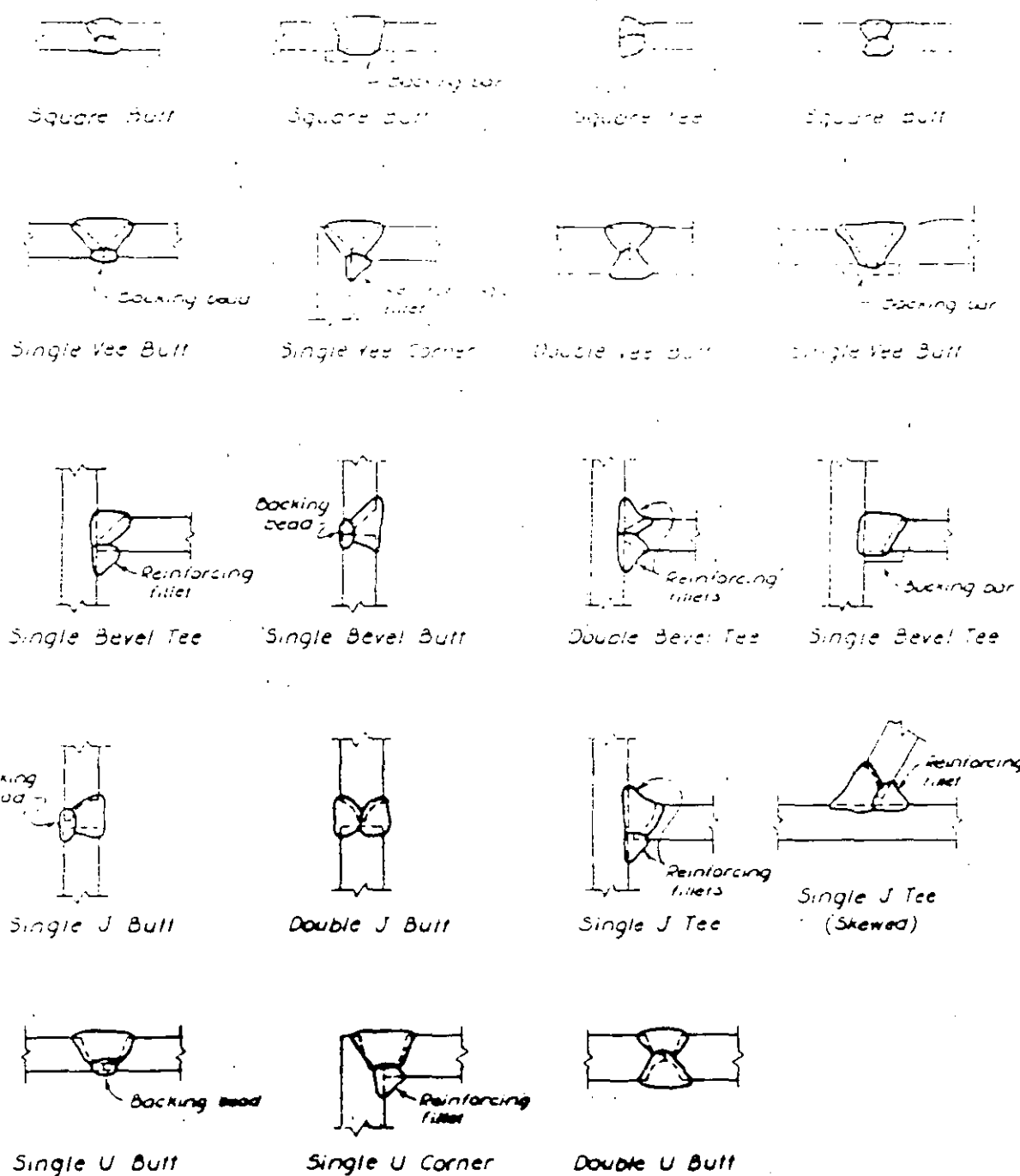


Fig. 6-6. Complete penetration groove welds

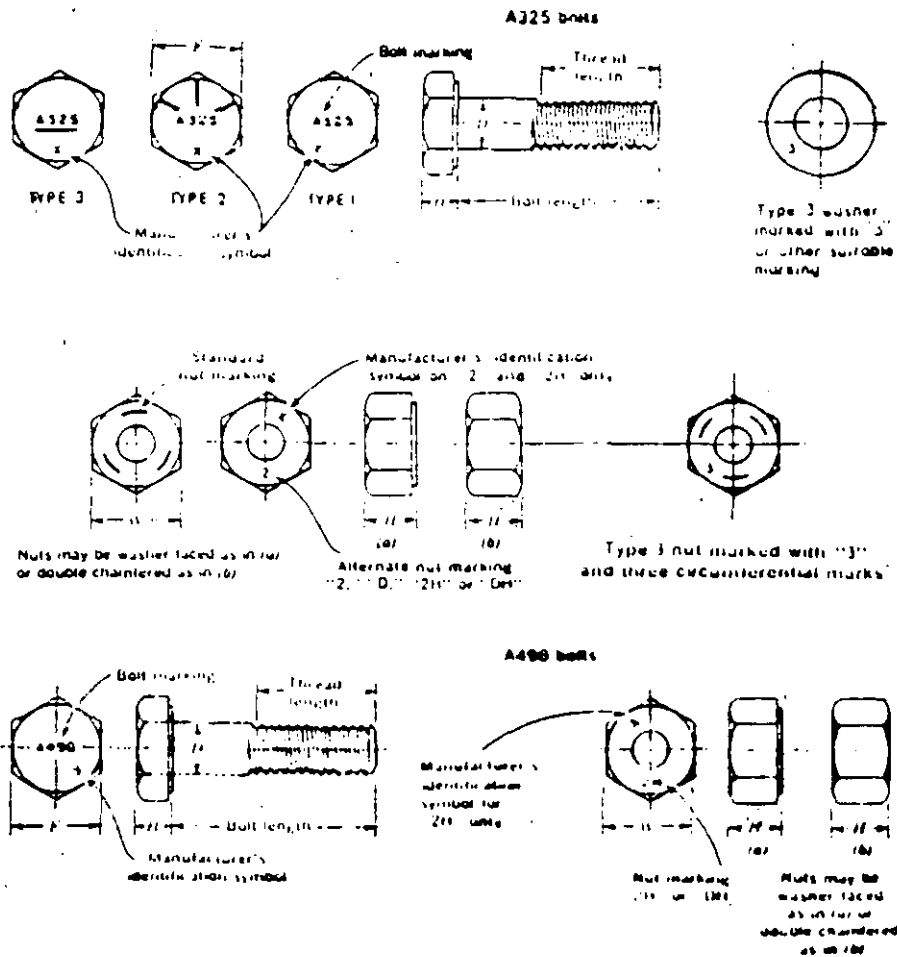


Fig. 1

Type 1 bolts, at the option of the manufacturer, may be marked with three radial lines 120 degrees apart. Type 2 bolts shall be marked with three radial lines 90 degrees apart. Type 3 bolts shall have the "A325" underlined and the manufacturer may add other distinguishing marks indicating that the bolt is of a weathering type. Bolts manufactured to ASTM A490 are marked with the legend "A490" and the manufacturer's symbol. Heavy hex nuts for A325 bolts are identified on at least one face by the manufacturer's mark and the number "2" or "2H", by three equally spaced circumferential lines, or by the legend "D" or "DH". Heavy hex nuts for A325 Type 3 bolts shall be marked on one face with three circumferential marks and the numeral "3", in addition to any other distinguishing marks the manufacturer may elect to use. Heavy hex nuts for use on A490 bolts are identified with the legend "2H" and the manufacturer's mark or by the legend "DH". Washers for A325 Type 3 bolts shall be marked on one face near the outer edge with the numeral "3", or other distinguishing marks indicating that the washer is of a weathering type. The marking on bearing surfaces of nuts and washers shall be depressed.

ASTM STRUCTURAL STEEL SPECIFICATIONS

TABLE I

Steel Type	ASTM Designation	F _y Minimum Yield Stress (ksi)	F _t Tensile Stress (ksi)	Shapes					Plates and Bars										
				Group per ASTM A6					To 1/2" incl.	Over 1/2" to 3/4" incl.	Over 3/4" to 1 1/4" incl.	Over 1 1/4" to 1 1/2" incl.	Over 1 1/2" to 2" incl.	Over 2" to 2 1/2" incl.	Over 2 1/2" to 4" incl.	Over 4" to 5" incl.	Over 5" to 6" incl.	Over 6" to 8" incl.	Over 8"
				1	2	3	4	5											
Carbon	A36	32	58-80																
		36	58-80 ^c																
	A529	42	60-85																
High-Strength Low-Alloy	A441	40	60																
		42	63																
		46	67																
		50	70																
	A572-Grade	42	42	60															
		50	50	65															
		60	60	75															
		65	65	80															
Corrosion-Resistant High-Strength Low-Alloy	A242	42	63																
		46	67																
		50	70																
	A588	42	63																
		46	67																
		50	70																
Quenched & Tempered Alloy	A514 ^d	90	100-130																
		100	110-130																

* Minimum unless a range is shown.
 * Includes bar-size shapes.
 * For shapes over 426 lbs./ft., minimum of 58 ksi only applies.
 * Plates only.
 ■ Available.
 □ Not available.

The basic weld positions are shown in Fig. 6-9.

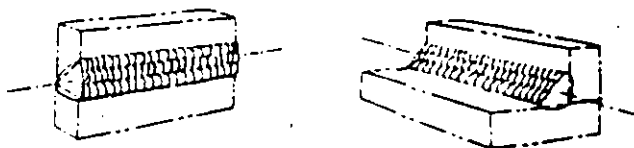
- (1) **Flat:** The face of the weld is approximately horizontal and welding is performed from above the joint.
- (2) **Horizontal:** The axis of the weld is horizontal. For groove welds the face of the weld is approxi-

Groove Welds

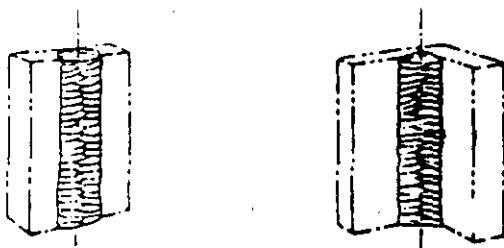
Fillet Welds



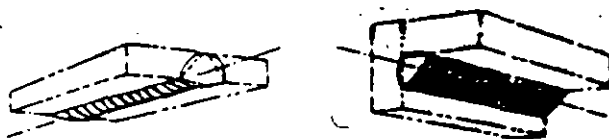
(1) FLAT POSITION



(2) HORIZONTAL POSITION



(3) VERTICAL POSITION



(4) OVERHEAD POSITION

Figure 6-9

mately vertical; for fillet welds the face is usually at 45 degrees to the horizontal and vertical surfaces.

- (3) **Vertical:** The axis of the weld is approximately vertical.
- (4) **Overhead:** Welding is performed from the underside of the joint.

The AWS specifications and codes prescribe limits of angular deviation from true horizontal or vertical planes for each of these weld positions.

The flat position is preferred in all types of welding because weld metal can be deposited faster and more easily. For example, a $\frac{3}{16}$ -in. manual fillet weld may require 1½ times as long to deposit in the horizontal position as in the flat position, and vertical and overhead welds may take 3 times as long as the same weld made in the flat position. It should also be noted that submerged-arc welds are generally restricted to the flat position, although they can be made in the horizontal position with special equipment.

Where vertical welding is unavoidable, particularly in heavy material, or where distortion must be controlled, the electroslag process and the electrogas method of welding have, in many applications, proved to be both practical and economical.

In the shop, the work is usually positioned to permit flat or horizontal welding. This is done either by turning the work over (as when joining flat plates with welds on both sides) or by welding positioners which tilt the work to a suitable position for flat or horizontal welding.

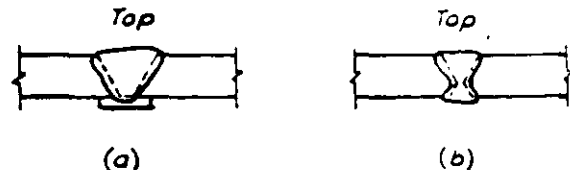


Figure 6-10

Field welding seldom permits positioning and vertical and overhead welds often cannot be avoided. However, careful planning in the drafting room can minimize the need for such joints by arranging field welded joints for flat or horizontal welding wherever possible. Figure 6-10a illustrates the placement of a single-vee groove weld with the top up and a backing bar underneath to permit overhead welding. Figure 6-10b shows a single-vee groove weld with an unsymmetrical profile, the backing bar placed on the bottom to reduce the amount of heat in the overhead position.

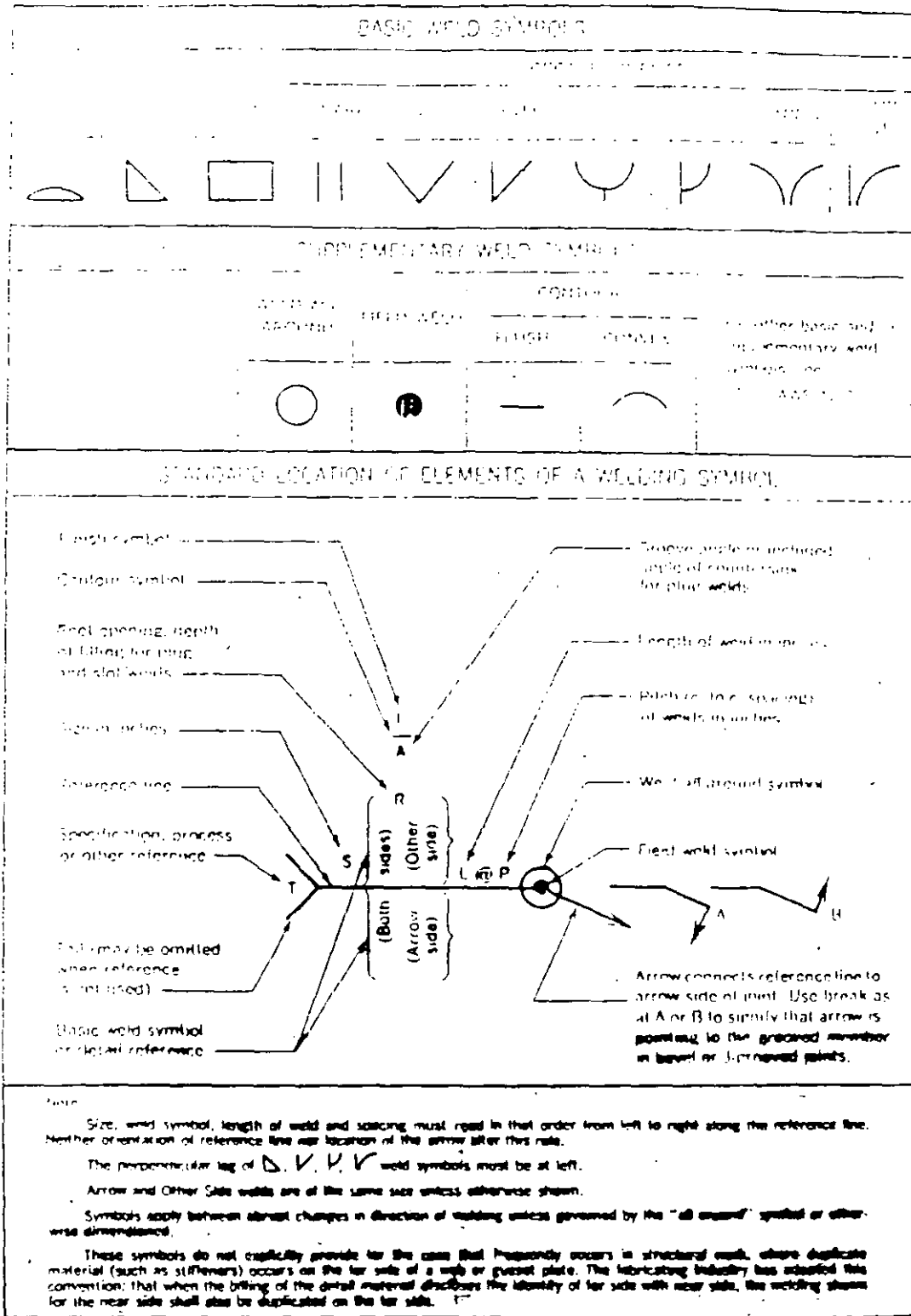


Fig. 6-11. Standard symbols for welded joints

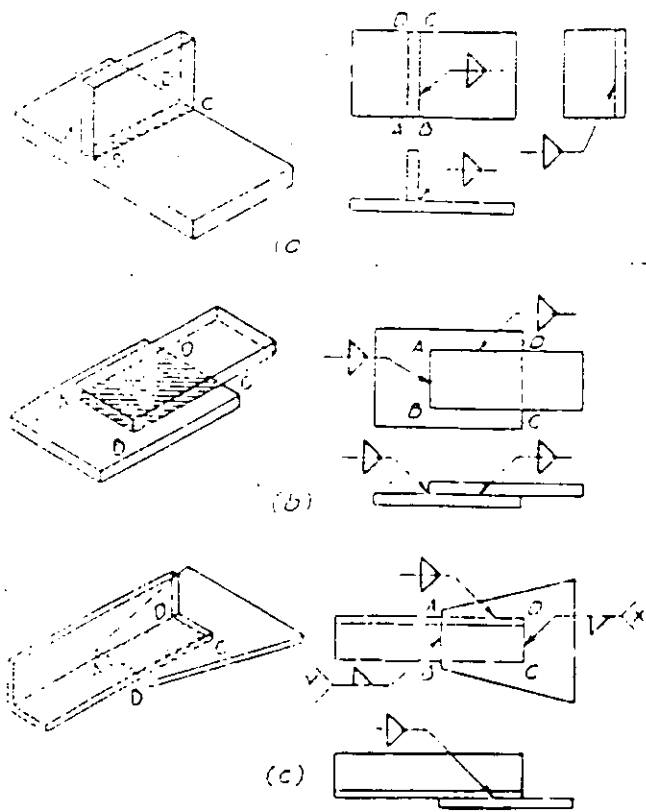


Fig. 6-14. Fillet weld joints

boundaries of a joint, in the corner formed by the parts connected, the symbol arrow is drawn pointing to and touching one or more of the boundary lines of the joint. When the boundary to be welded appears as a point in a particular view, the arrow is directed toward the point.

When fillet welds are required on opposite sides of a joint, as is often the case, a single welding symbol is sufficient. The basic weld symbol is drawn as two right triangles on a common base, one triangle on each side of the reference line. Thus, the welding symbols shown in plan, elevation, and end view in Fig. 6-14a each indicate that a fillet weld is required along both boundaries AD and BC of joint ABCD. In each case the arrow of the welding symbol points to only one of these two boundaries. BC is referred to as the arrow-side of the joint; AD is designated as the other-side.

Note that the term "other-side" is used to denote the other side of the joint, not the far side of the assembly. In the lapped plates shown in Fig. 6-14b, side DC, opposite the arrow side AB, does appear to be on the far side of the assembly. However, it is in the plane of the joint and must be welded in accordance with the other-side symbol.

A single triangle drawn below the reference line, thus,



indicates that a fillet weld is required on the arrow-side of the joint (see weld X, pointing to boundary CD in Fig. 6-14a). A single triangle drawn above the reference line

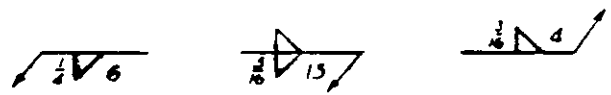


indicates a fillet weld on the side of the joint opposite from the arrow-side. In Fig. 6-14c, the arrow for weld Y points to boundary AB, but the location of the triangle requires a weld along CD. Thus, welds X and Y are really the same weld. This duplication of welding symbols throughout Fig. 6-14 is for illustrative purposes only. On a shop drawing only one of these symbols would be shown.

Observe that reference lines, and any information placed on them, are arranged to read like other notes on a drawing: from left to right if the reference line is horizontal, and from bottom to top if it is placed vertically on the sheet. Reference lines are usually placed in horizontal or vertical positions, although some drafting rooms follow the practice of placing them parallel or perpendicular to the members as positioned on the sheet.

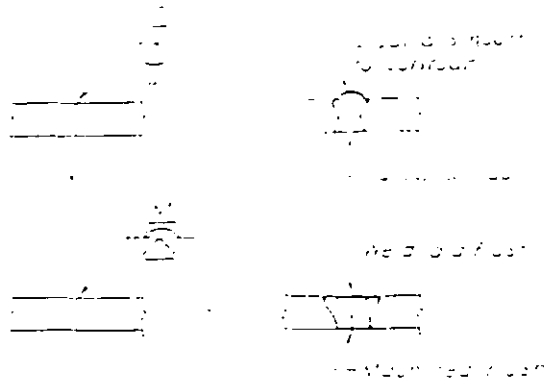
The arrow may be located at the right or left end of the reference line, and may point upward or downward from it. The arrow is drawn at an angle of about 45 degrees to the reference line, except when some other arrangement is necessary to avoid crowding a portion of the drawing. The arrowhead should never be placed on the reference line or on a continuous extension of the reference line. Some angular break should always be employed.

Weld dimensions are placed on the welding symbol with the weld size to the left of the basic weld symbol or device, and the weld length to the right of it:



Weld dimensions are placed on the same side of the reference line as the device. When a device is required on both sides of the reference line and the weld size and length are identical for the arrow- and other-side of the joint, it is unnecessary to repeat dimensional data above and below the reference line; the location is optional.

Two supplementary weld symbols applicable to groove welds are the flush and convex contour symbols. These are used when the welded shape of the weld face is to be specified.



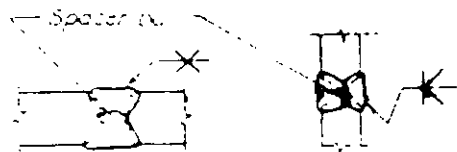
The letters shown, and generally are the abbreviations standard designations for types of finish. Where the flush or convex symbol carries no finish designation, it is understood that no finishing operation is required.

If full penetration groove welds are required, welding can be done from one side of the joint, when backing bars must be provided:



Backing bars are thoroughly penetrated by the weld and are usually left in place after welding is completed. Shop and erection plans should be noted for their removal only if specifications require it to be done.

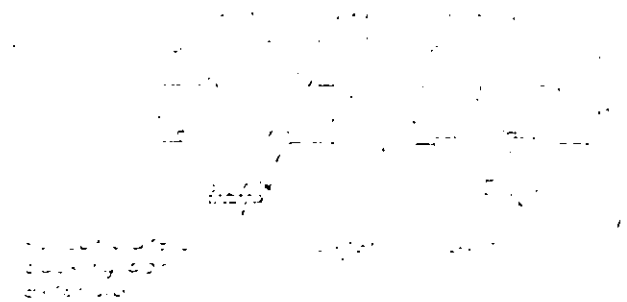
Spacer bars are used on certain double-vee and double-bevel welds, particularly if the weld is in thick material and it is desired to use the minimum permissible level or vee angle.



In such welds the root must be gouged out completely, including the spacer bar, before the second side of the grooves is welded.

It should be noted that the welding symbols give no indication of the backing or spacer bar requirements; therefore, unless this is covered by reference to AWS prequalified joints or fabricators' standards, it will be necessary to provide sketches of the weld profile.

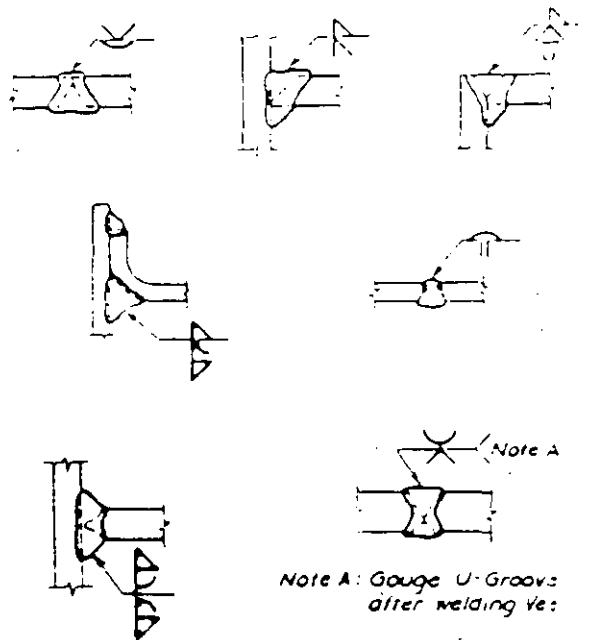
To develop the full length of groove welds, and in the run-throat areas, extension bars are used to provide a continuation of the groove beyond the edges of the pieces being joined. If backing or spacer bars are part of the joint detail, they, too, should be extended as shown below:



The angle of contour of the extension bars must coincide with that of the groove. After welding is completed, the extension bars and extruded weld remain are cut with the edges of the joint components. For double groove welds, the joint ends are usually backed up with gusset out plates, eliminating the need for extension bars.

Whether or not it is necessary for the draughtsman detail backing, spacer, and extension bars for shop use will depend on the fabricator's plant practice. However, when these items are needed for field welding, they must be detailed and furnished to the erector.

Groove weld symbols may be combined with, or other, with a backing weld symbol, with fillet weld symbols, and with supplementary weld face contour symbols, to produce a variety of weld configurations.



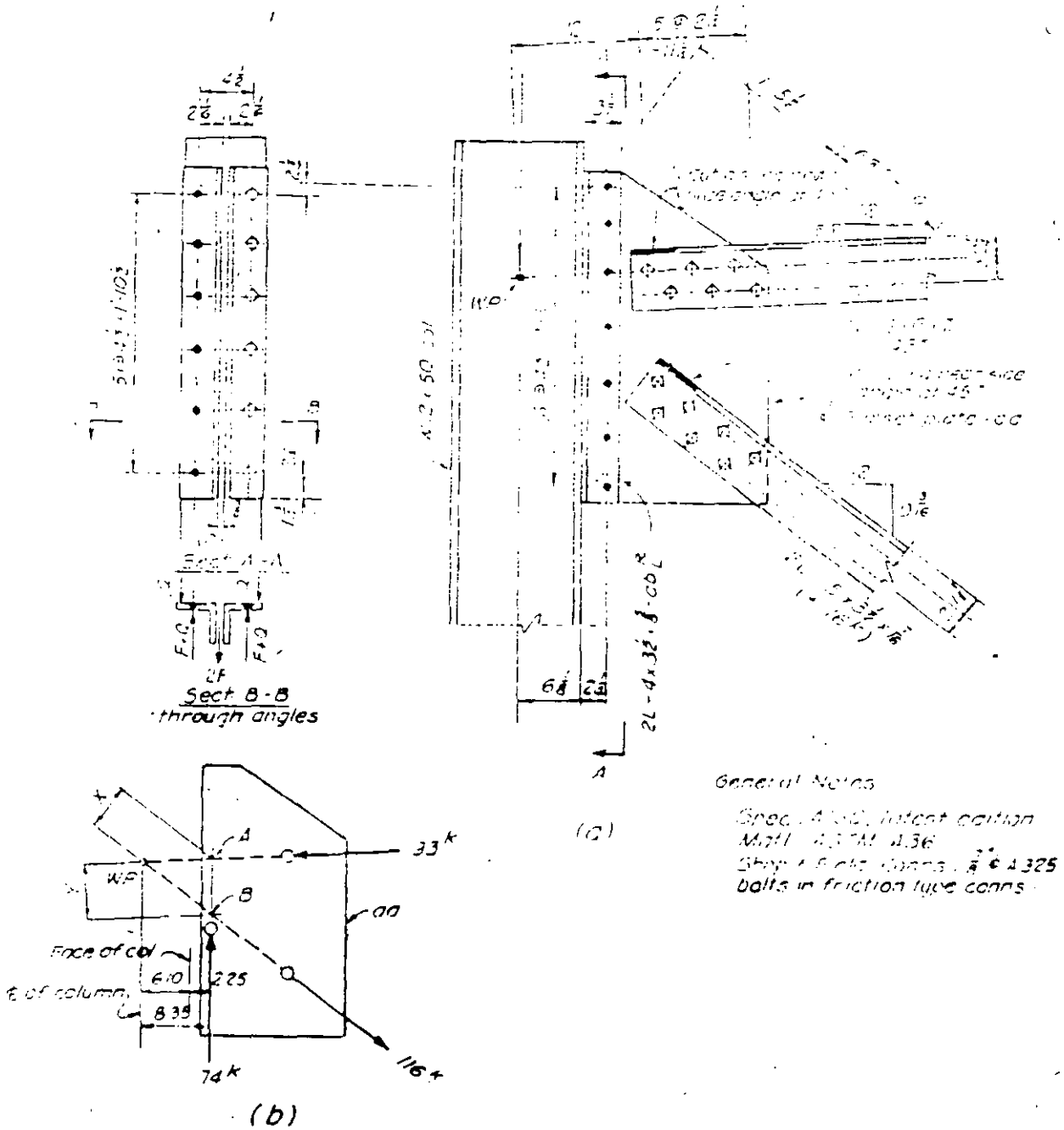


Figure 12-26

Top Chord Connection in Column—Shop Bolted or Riveted-Field Bolted

The top chord connection to the column flange of a shop bolted truss with the same geometry and forces as the shop welded truss in Fig. 12-15 is shown in Fig. 12-26. The design of this connection follows the same principles that were outlined in the preceding sections for shop welded-field bolted construction.

The truss reactions will be on the center line of the W12x50 column, so that the common working point of the connection is located 6 1/2 in. to the left of the vertical connection angles as in Fig. 12-26. The gusset plate as is shown taken alone as a free body. The 93, 116, and 74 kip forces, from the top chord, diagonal, and column respectively, are shown directed towards or away from pin-joint-type connections located at random along the working lines. Note that the 74 kip vertical reaction is

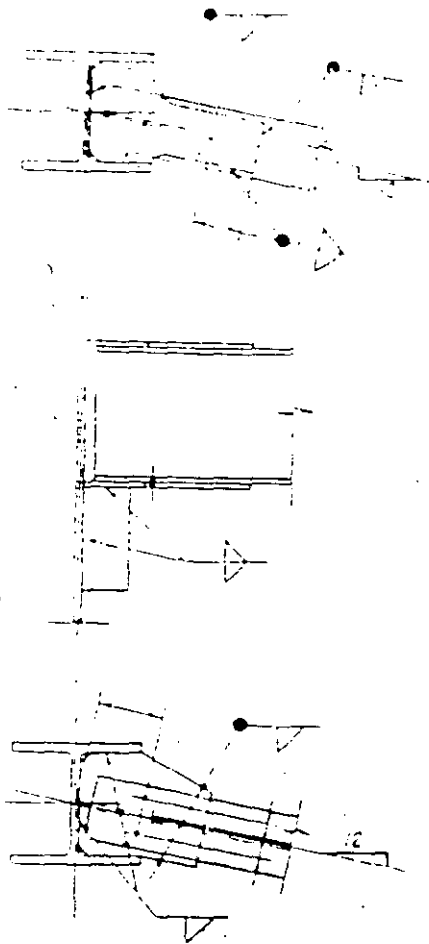


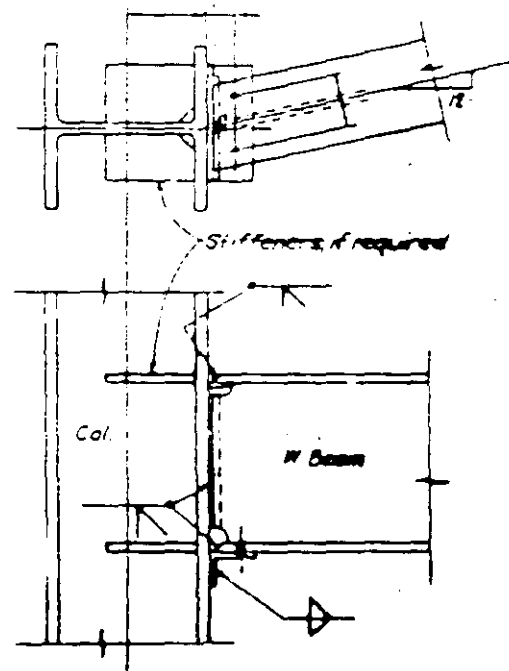
Figure 10-19

Moment connections for skewed and sloping beams in all-welded construction can be made as shown in Figs. 10-19 and 10-20. Figure 10-19 shows a skewed beam with a top plate moment connections. The top plate is shop welded and after the beam is erected. The shop welded bottom moment plate also serves as the top plate of a bolted connection that is designed for the end beam shear.

Moment connections are also made by cutting the beam ends to the proper bevel, and welding them direct to the supports as shown in Fig. 10-20. Figure 10-20a shows a sloping beam framing to a built-up stub extending from the column web. Figure 10-20b shows a skewed beam welded direct to a column flange with the column seat serving as a weld backing bar.

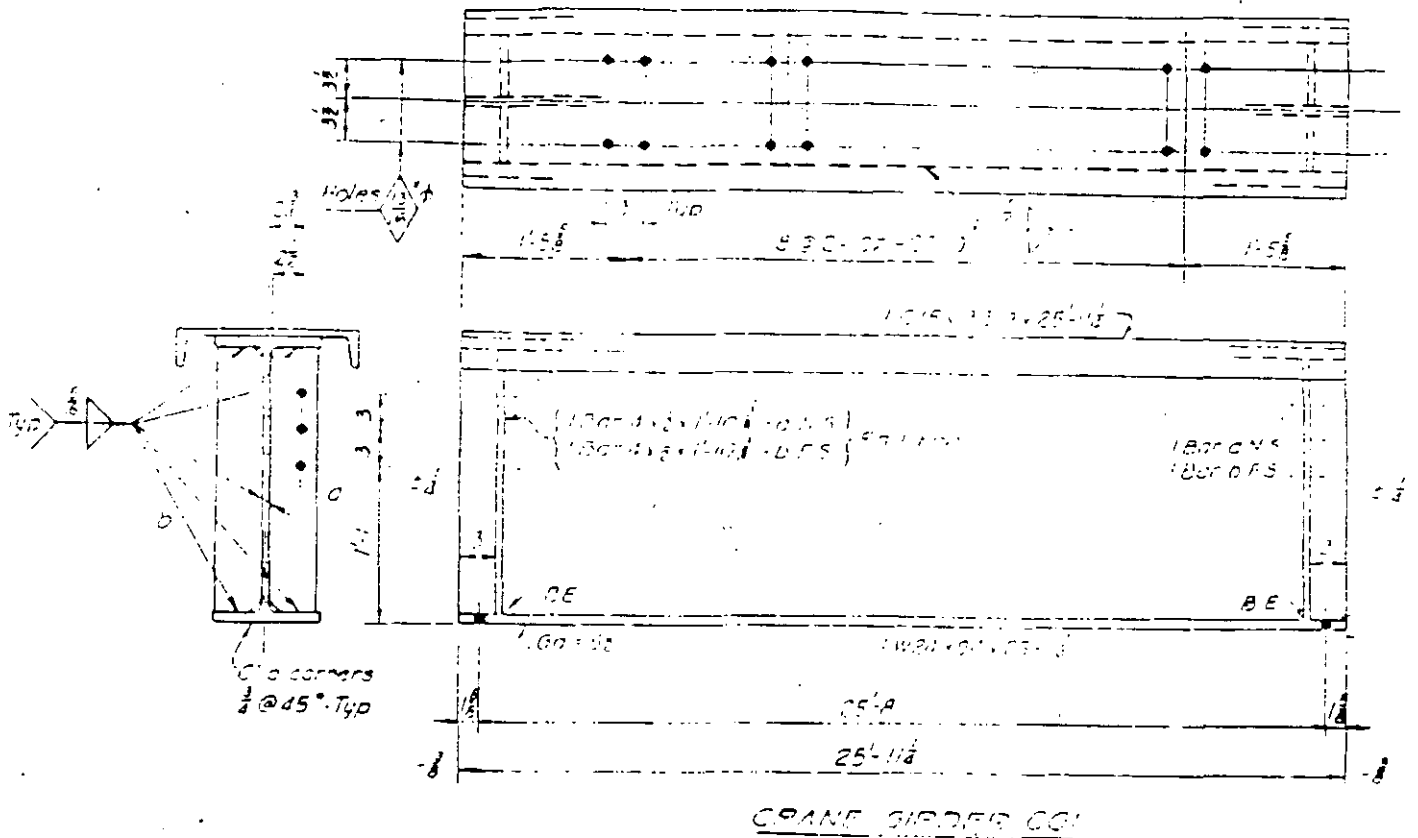


(a)



(b)

Figure 10-20



CRANE GIRDER CON.

General Notes

- Spec. AISC - Latest edition*
- Metl. ASTM A36*
- Welds E70XX or F70XX*
- Holes 1/2\"*
- Paint As per Specs*
- All holes are for high strength bolts*
- No paint within 5\"*
- BE Denotes bearing end.*

Figure 12-55

thrust of the crane. A $\frac{5}{16}$ -in. weld, the minimum permitted by Specification Sect. 1.17.5, is ample. Note that the shop is given the choice of E70XX (manual shielded metal-arc) or F70XX (submerged-arc) welding for the girder. Shops equipped with submerged-arc welders would probably realize economy in the automatic or semi-automatic welding of the long runs required to attach the channel to the beam.

Figures 12-56a and 12-56b show two frequently used methods of attaching crane girders to columns. Flexible plates or wide gages on connection angles are provided to reduce the effect of girder end rotation on the fasteners.

When lateral crane loads are heavier than a horizontal channel can handle, more stiffness can be provided by connecting the top flange to a separate longitudinal member which functions as a horizontal girder. The web of this girder may be made of lacing bars or angles to form a lattice girder, or a plate may be used which will serve also as an inspection or access walkway. The cross section of such a girder is shown in Fig. 12-56b. Note that the horizontal plate is interrupted at the column center and there is no direct connection between the tops of the supporting crane girders. As indicated in Fig. 12-56b, heavy crane loads frequently require built-up girders for greater strength.

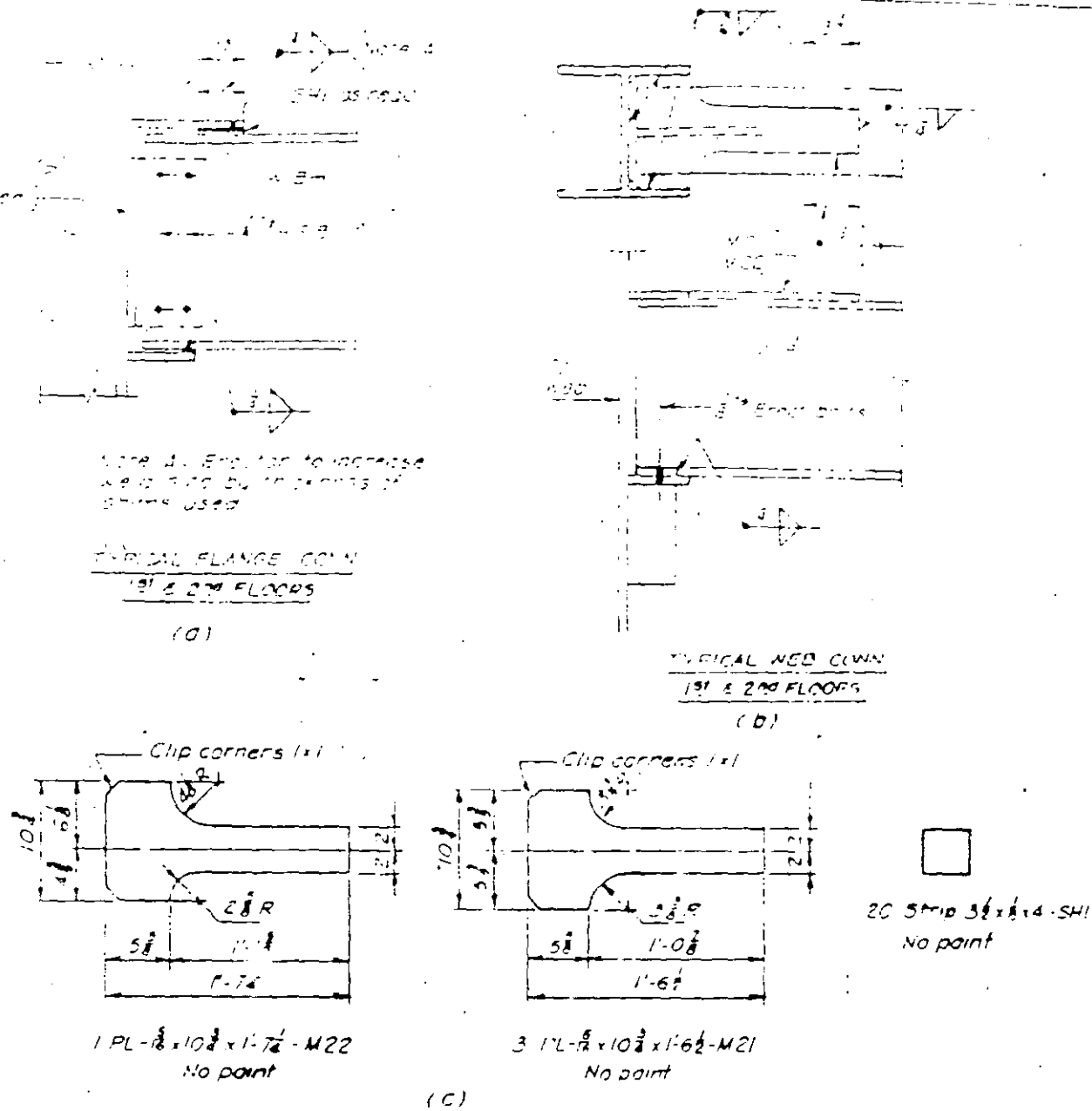


Figure 11.27

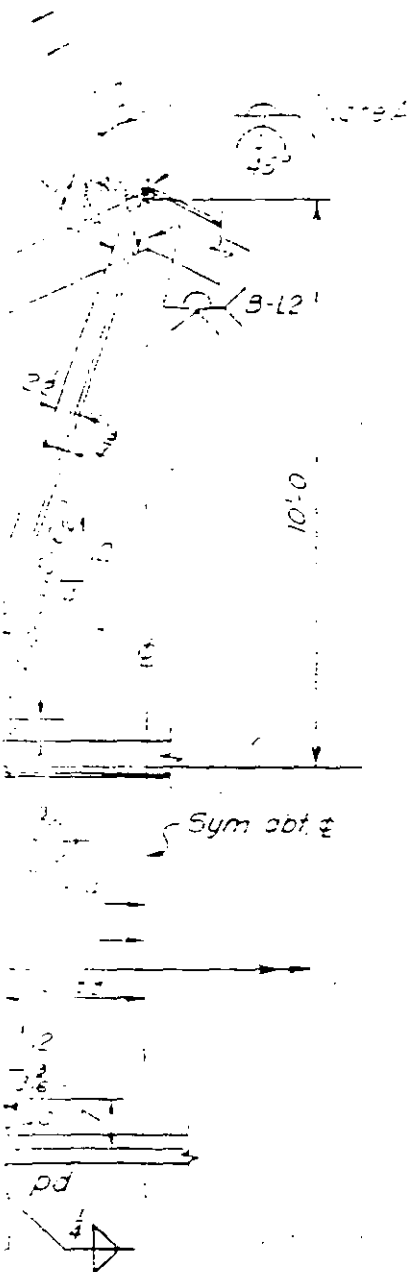
principal difference lies in the presentation of connection details. Since the original design required wind-braced framing for the first two floors, with simple framing in the floors above, the welded connections were designed accordingly.

Wind connections on the flanges of column D4(8-2) are made with plates, shop welded to the column field welded to the beams. Sufficient plate cross-sectional area and fillet welds are used to provide

moment resistance at least equal to that of the two 3/4-in. diameter A325 bolts specified in the design. To achieve this "semi-rigid" effect, these connections are designed in accordance with the procedure outlined under "Moment Connections-Welded" in Manual Part 4. Although the flanges and webs of these beams could have been welded directly to the column, with less connection material, this would have resulted in a fixed end condition not desired in this structure.

BILL OF MATERIAL

Line	SHOP BILL				MILL ORDER			
	No.	Shape	Quantity	Remarks	No.	Weight	Unit	Notes
1	ONE TRUSS JOIST							
2	2	WT 9x20	10					
3	2	WT 10x15	10					
4	2	L 3x3	4					
5	2	L 3x3	4					
6	2	L 3x3	4					
7	2	L 3x3	4					
8	2	L 3x3	4					
9	2	L 3x3	4					
10	2	L 3x3	4					
11	2	L 3x3	4					
12	2	L 3x3	4					
13	2	PL 1/2 x 12	4					
14	2	PL 1/2 x 12	4					
15	6	L 3x3	4					
16								
17								



Gen Notes :
 Spec : AISC latest edition
 Matl : ASTM A36
 Holes : $\frac{13}{16}$ " diam.
 Welding : E 70xx
 Paint : One coat SSPC Paint 13-64 (Brown)
 No paint on shop contact surfaces.

Note A : Gauge single U groove after fitting.
Note B : Grind welds only in way of fitting angles.
 No Camber.

TITLE BLOCK

Each side of member to be drilled to a point 1/2" from end, and free of burrs, loose scale and paint for a distance of 2 1/2" from the group of holes, except where noted \diamond for others.

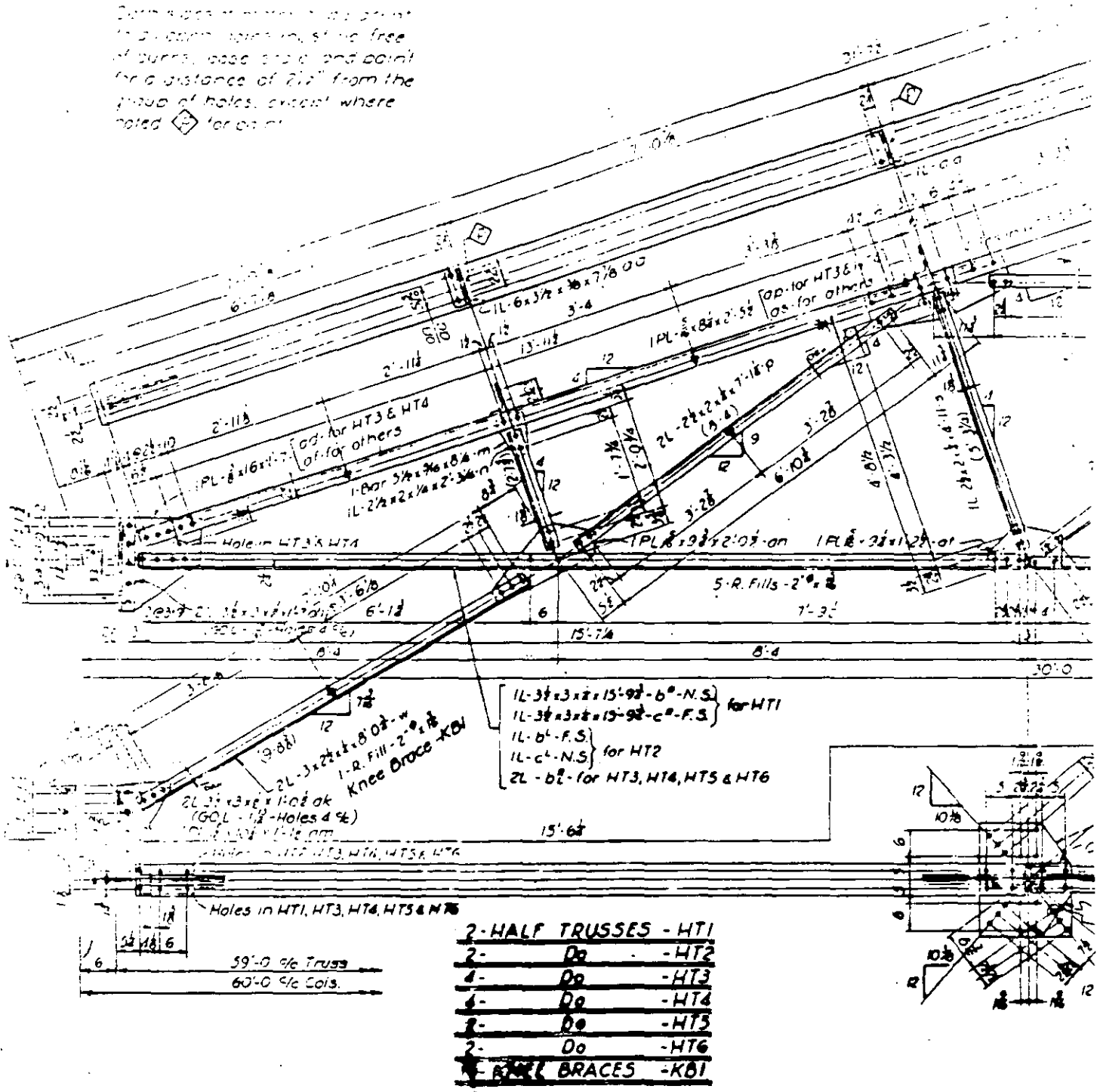
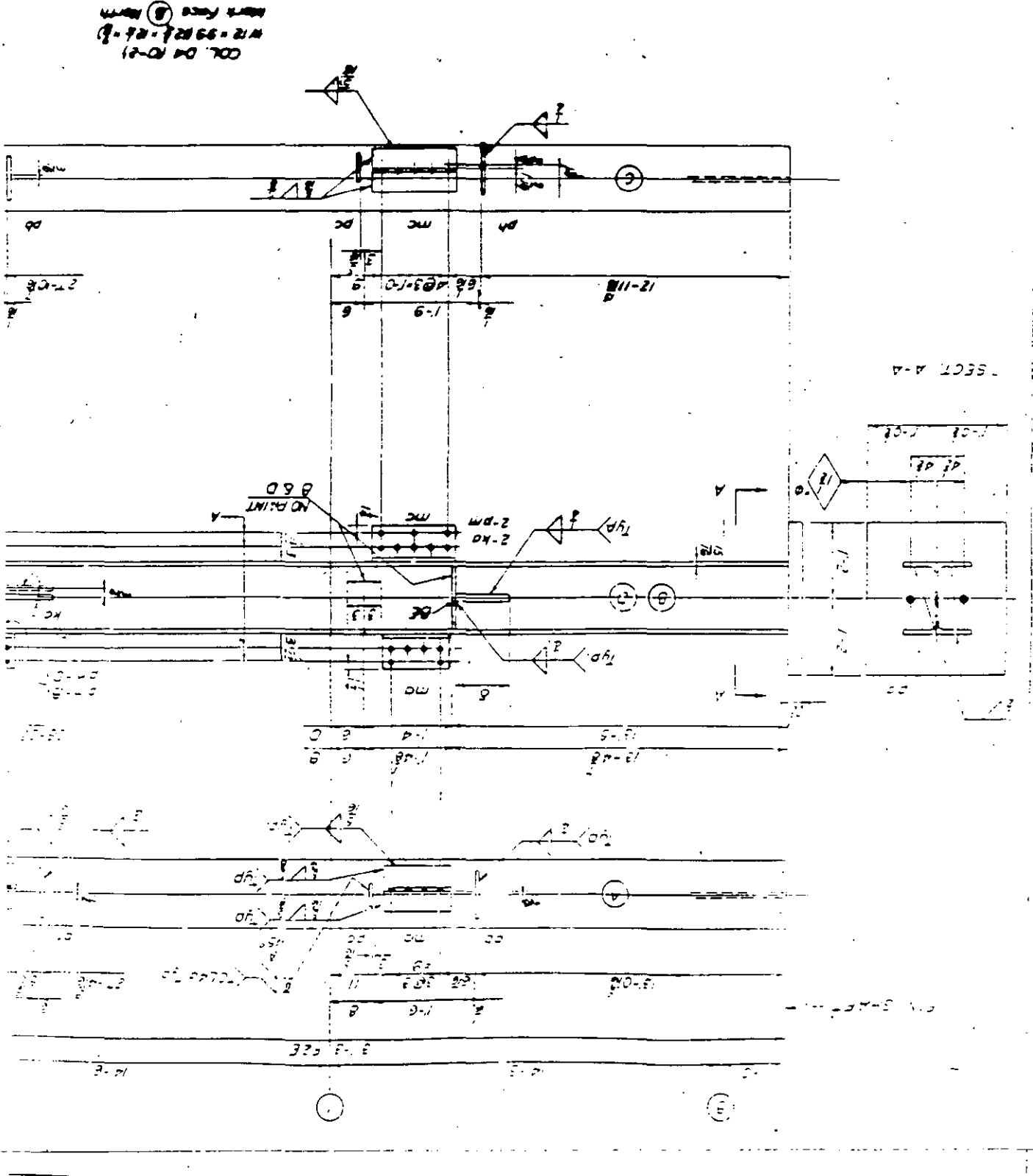


Figure 12-29

Figure 11-24



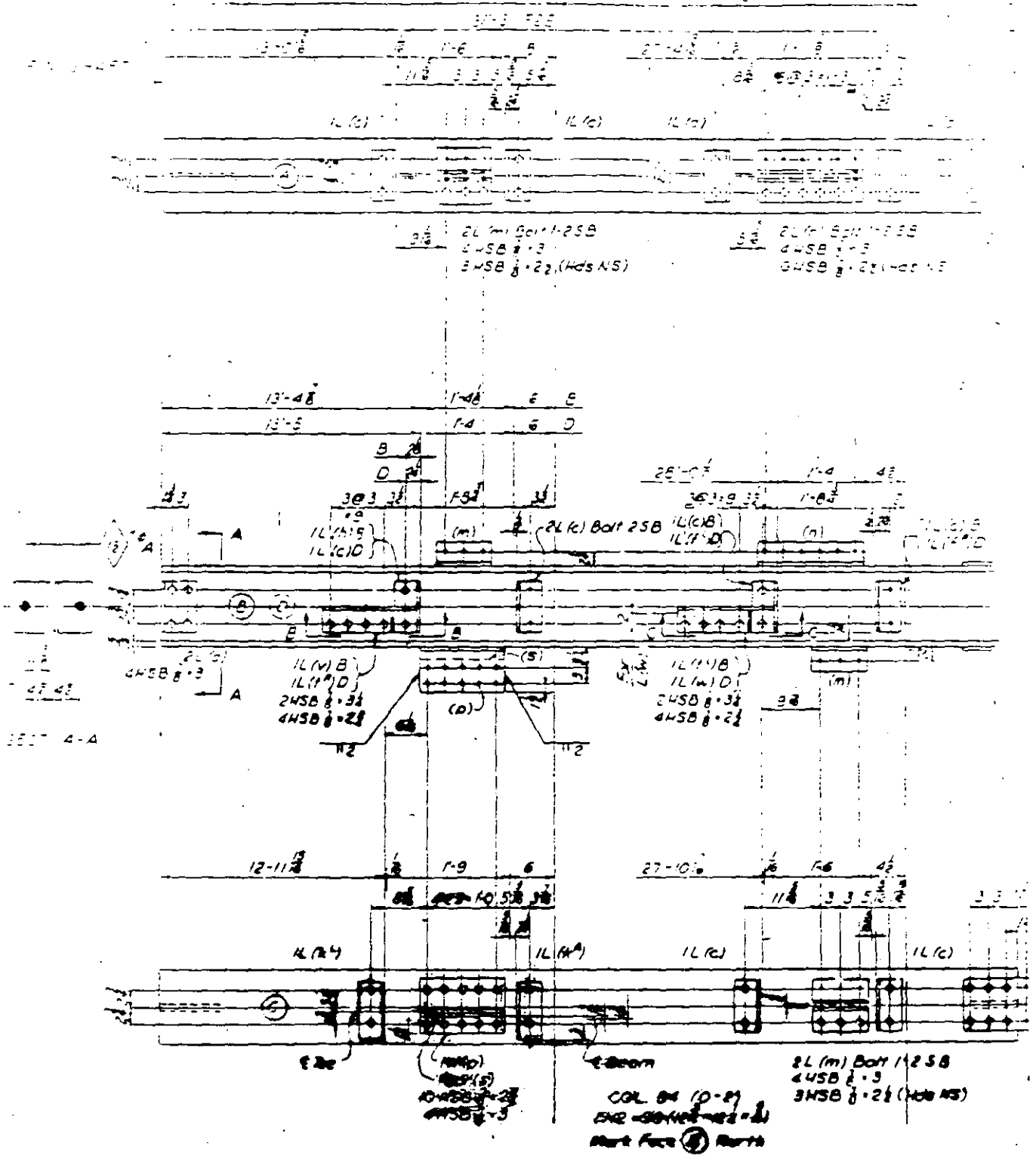
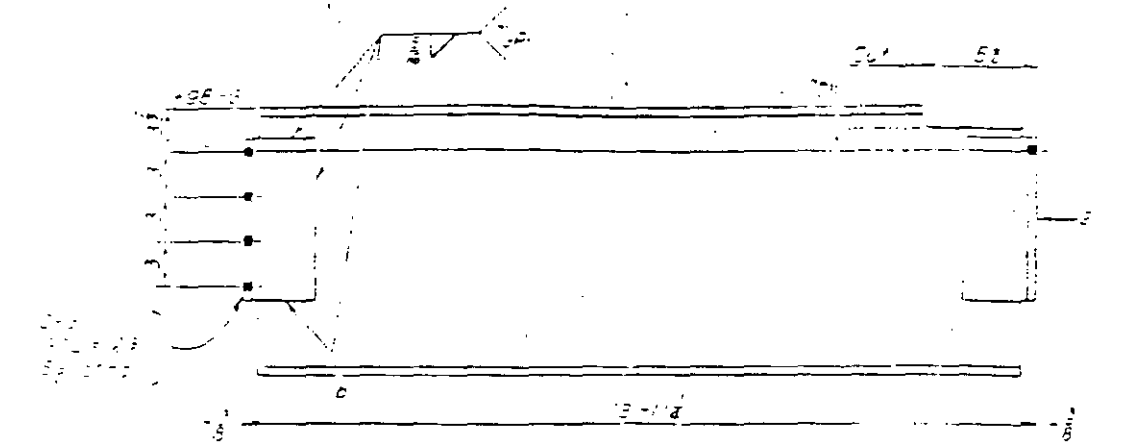
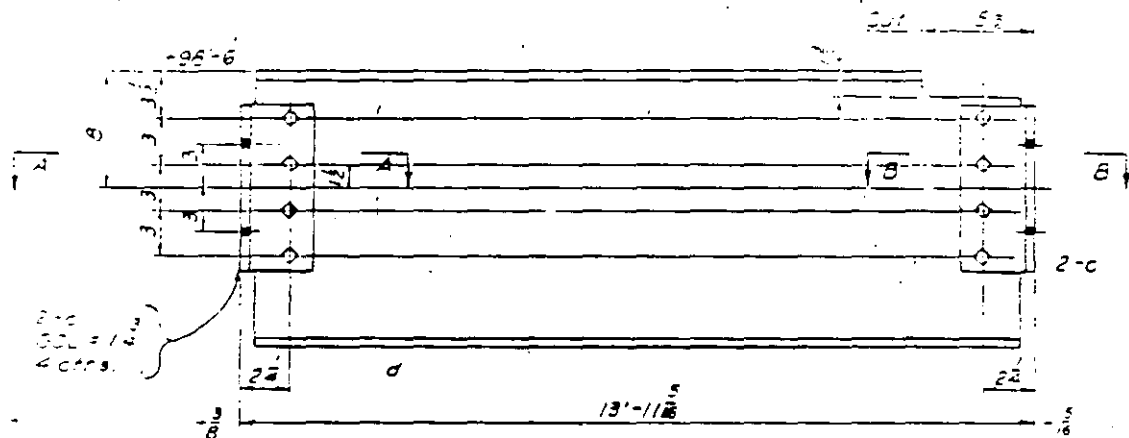


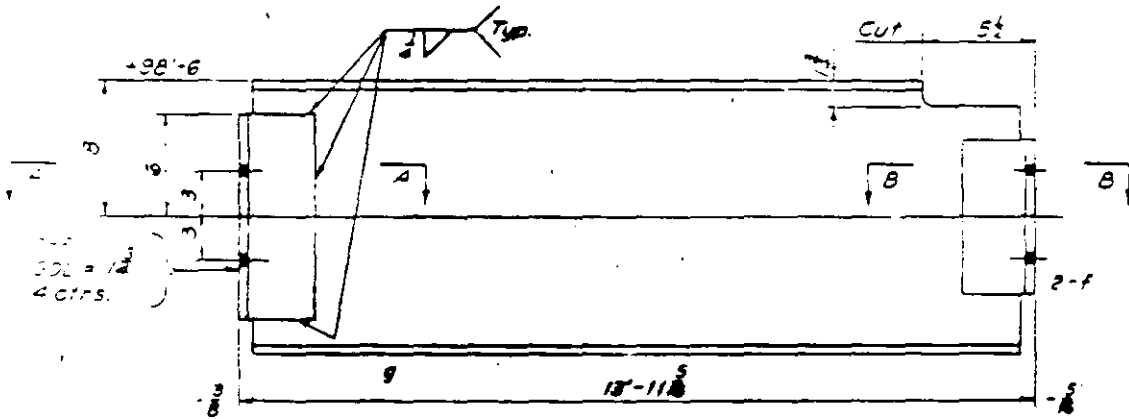
Figure 11-27



BEAM - B10



BEAM - B11



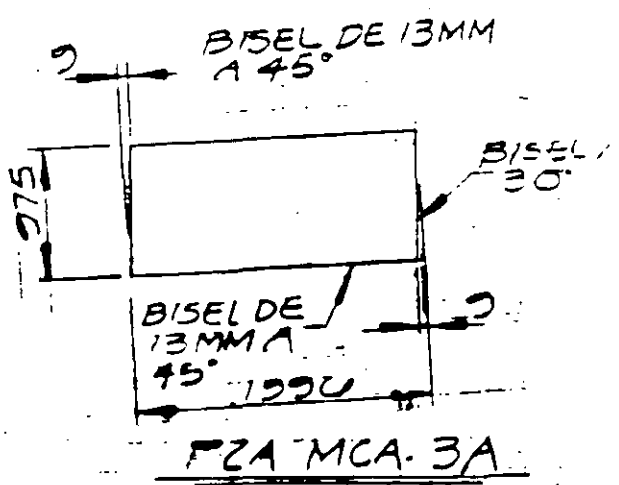
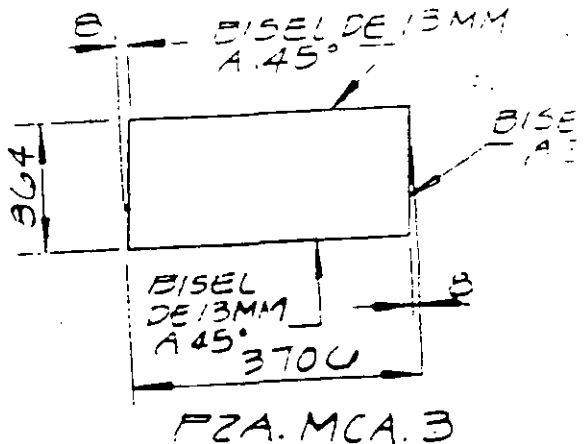
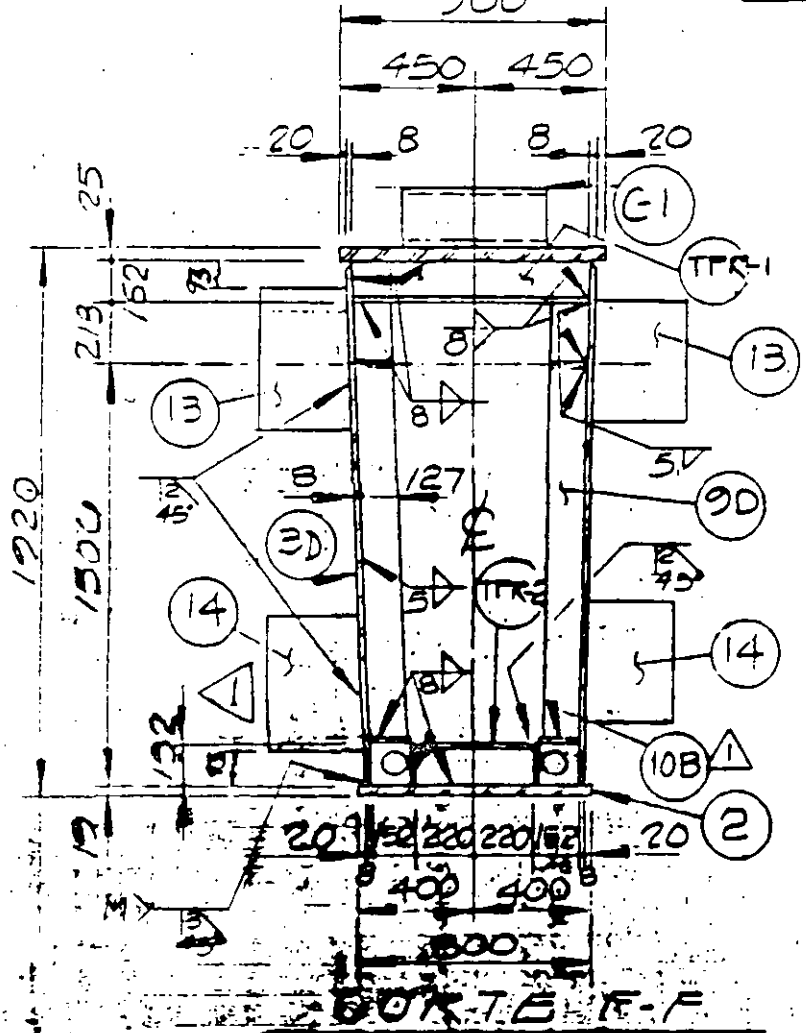
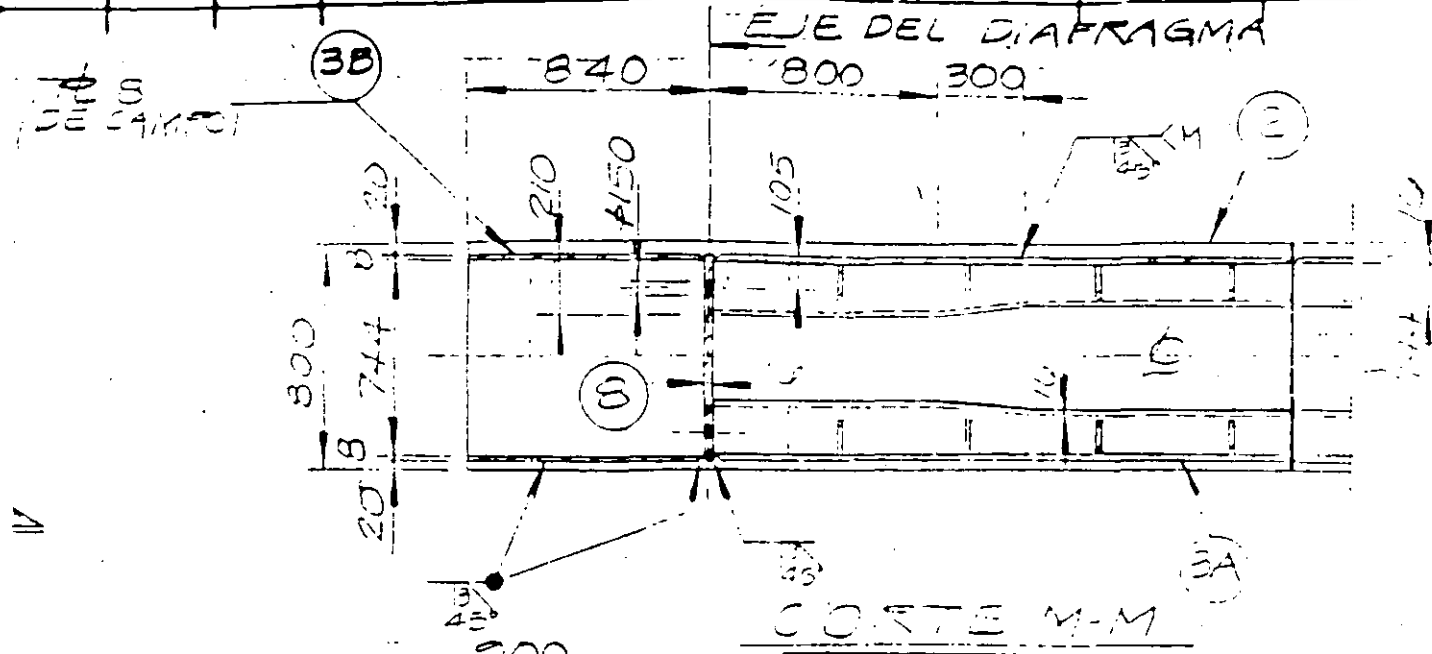
BEAM - B12

Note 2
No D
full length
top of

SE
SE

Shop No
Spec
Matl
Shop
Oper
Draw
Notes

Figure 8-6

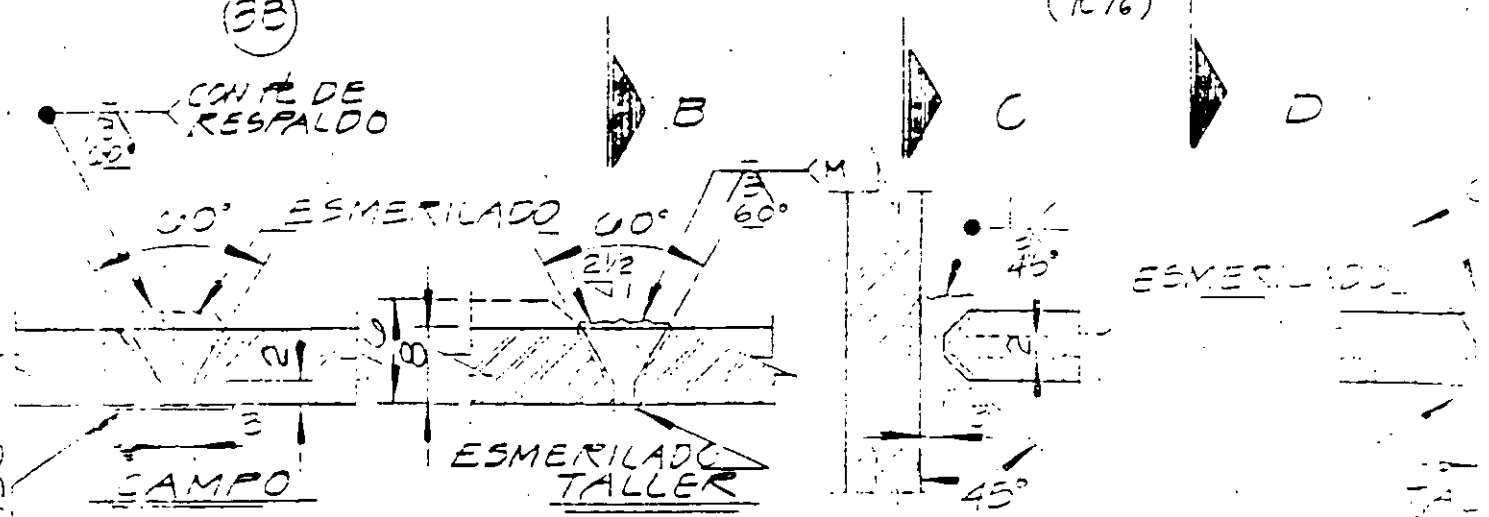
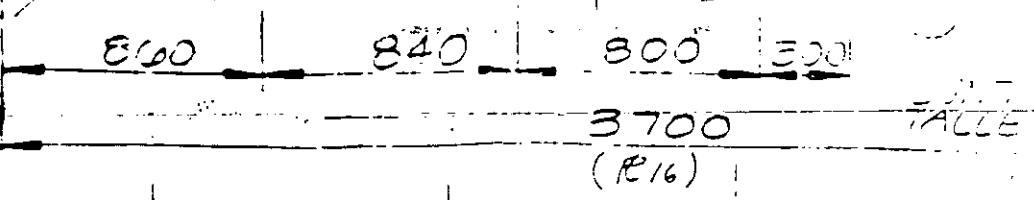


BISEL DE 5MM A 45°

BISEL DE 10MM A 45°

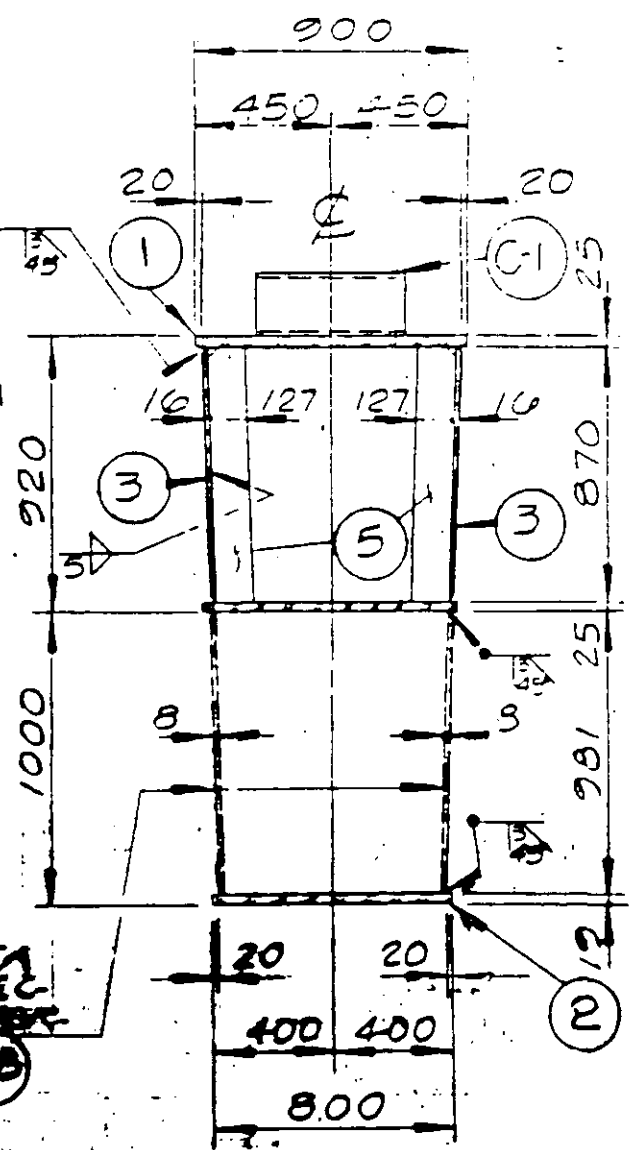
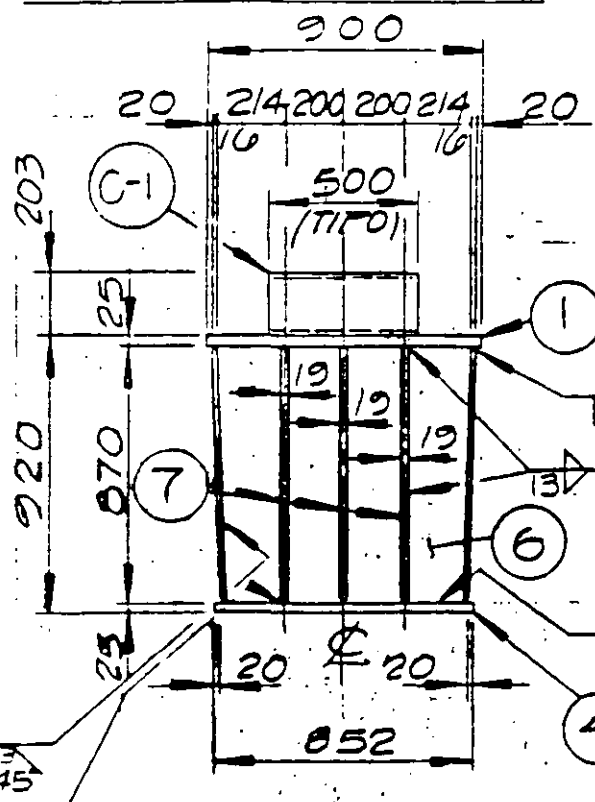
BISEL DE 5MM A 45°

UNA VEZ TERMINADO EL PUESTO TIENEN QUE SOLTAR FE DE B (MAN)



JUNTAS DEL ALMA

CAMPO



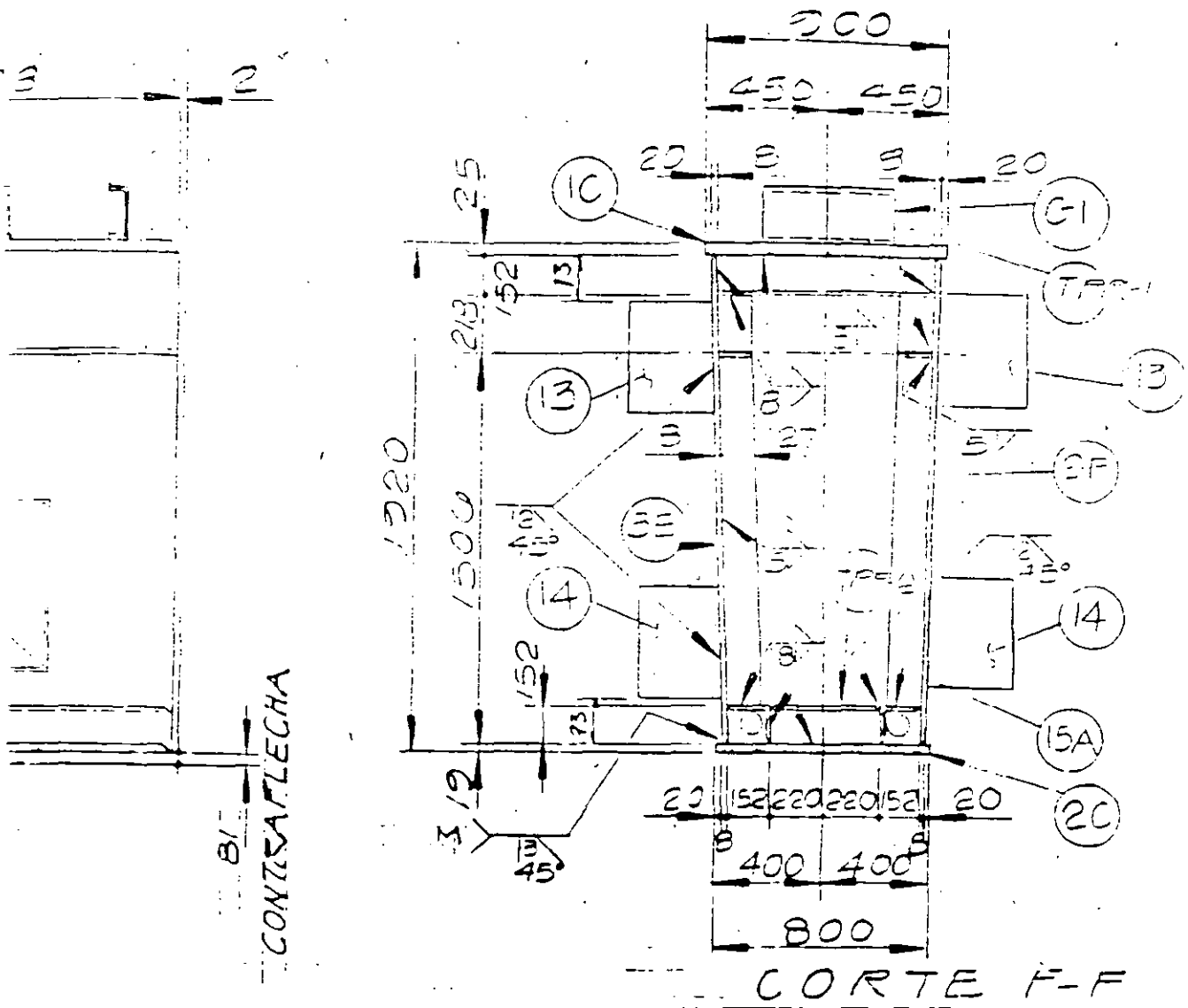
VISTA A-A

COLOCAR LA PUNA DESPUES DE INYECTAR EL PRESURIZADO
BISEL DE 19MM
A 45°

(38)

ZAMORA

CORTE



CORTE F-F

NOTAS:

- 1: LAS FLACAS DE LOS PATINES SE SOLDARAN PARA FORMARLOS EN TODA SU LONGITUD DE TALLER ANTES DE SOLDARLOS A LAS ALMAS. CADA PATIN Y CADA ALMA SE INSPECCIONARAN EN SU TOTALIDAD ANTES DE TRABAJAR LOS TRAMOS DE TALLER DE LAS TRABAJAS.
- 2: COLOCAR TODA LA SOLDADURA NECESARIA EN CADA TRAMO ANTES DE PINTARLA EN TALLER CON ANTICORROSIVO EPOXICO CARNITAN. NO PINTAR LAS ZONAS CORRESPONDIENTES A LA SOLDADURA DE CAMPO / BISELES DE LOS EXTREMOS DE LOS TRAMOS DE TALLER.
- 3: TODAS LAS SOLDADURAS DE REVISION SE INSPECCIONARAN ANTES DE TRABAJAR EN TALLER.
- 4: TODOS LOS PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA SERAN DE ACUERDO A LA A.W.S.
- 5: LA FABRICACION SE HARA DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES PARA ESTRUCTURAS METALICAS DE ACERO ESTRUCTURAL.
- 6: ACERO ESTRUCTURAL A-36.
- 7: ELECTRODOS PARA SOLDADURA SE E-70 BAJO CONTENIDO DE HIDROGENO.
- 8: TRABAJAR ESTE DIBUJO EN CONJUNTO CON LOS DIBS. B-11, C-1, DTR-1, DTR-2.

13840

5750 (CONECTORES)

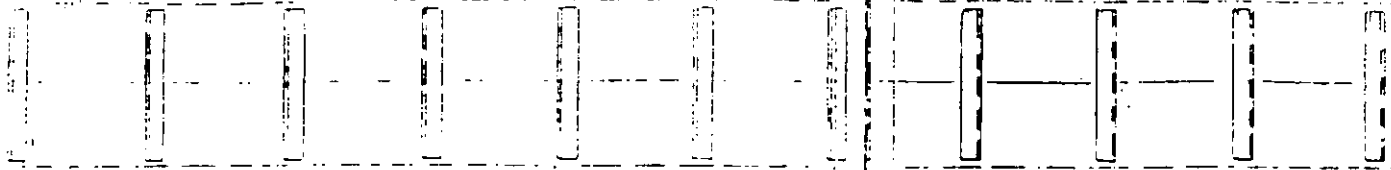
130 130

220

(DIAPHRAGMAS)

UNICAMENTE P/ TRAMOS T-2ANT-UA Y T-2CNT-CC

(EJE)

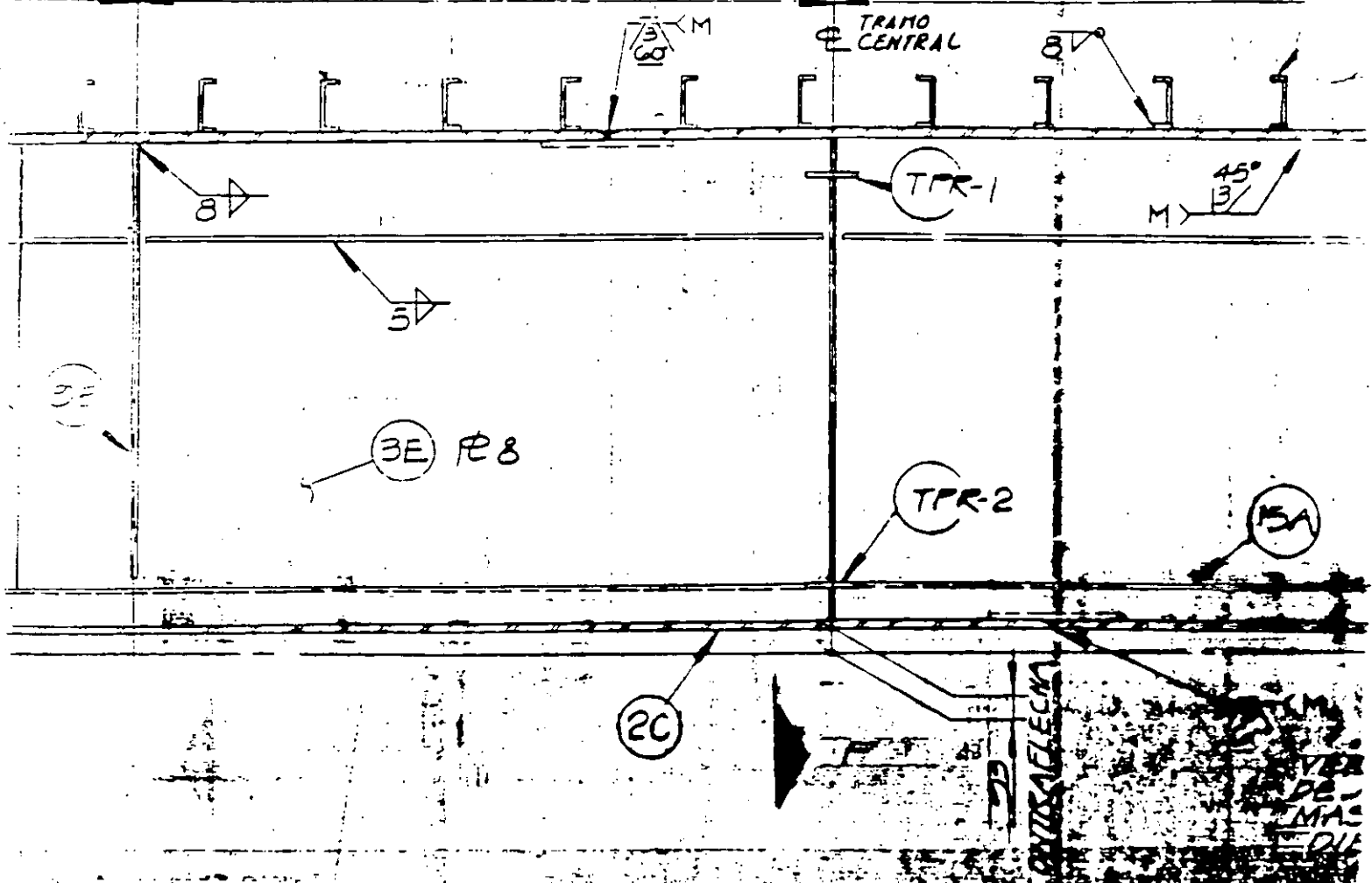


PLANTA TRAMO CENTRAL T-1BNT-UB

UNICAMENTE P/ TRAMOS T-1ANT-T Y T-1CNT-T

2010

2010



20

TPR-1

TPR-2

15A

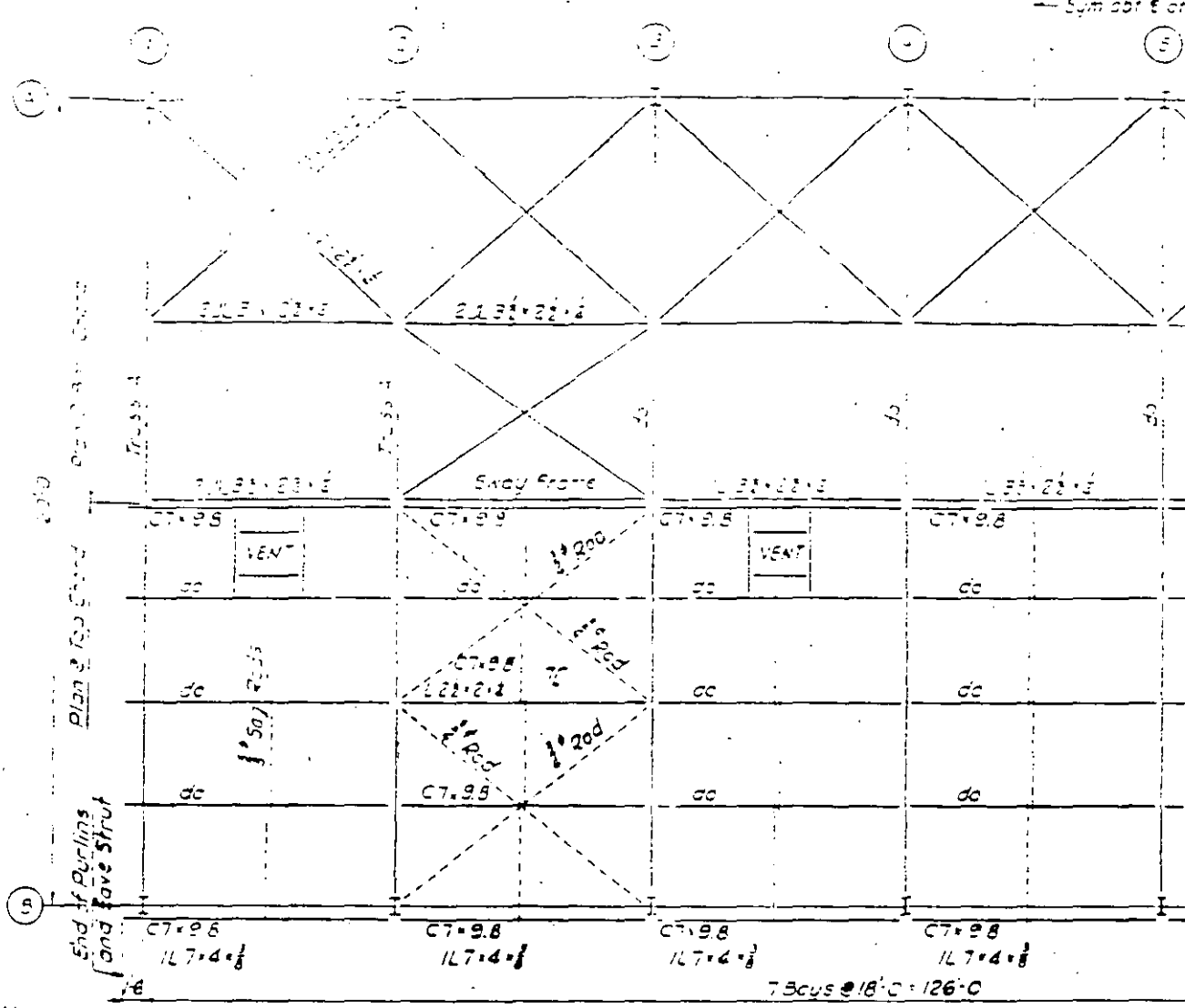
3E P8

3F

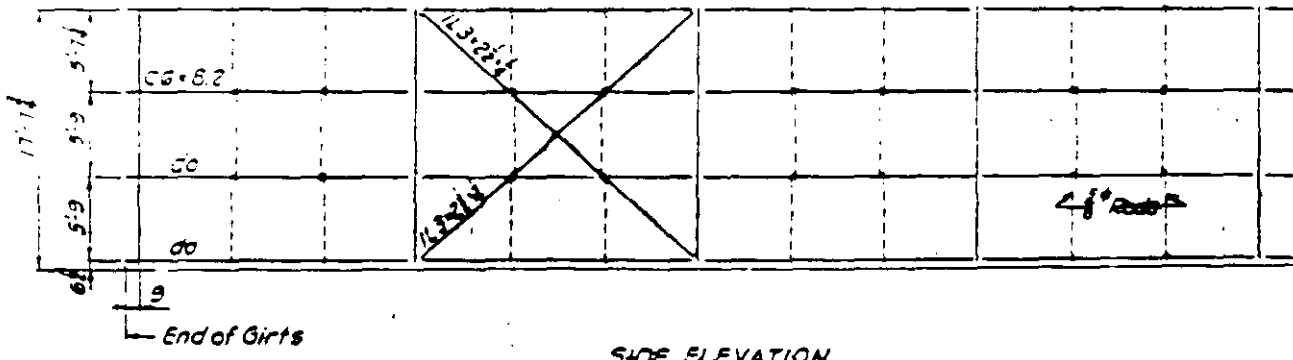
CONTASALICIA

CONECTORES

Symbol of Blag



PLAN
Scale 1/4" = 1'-0"



SIDE ELEVATION

CONCENTRACION DE PIEZAS POR ORDEN DE TRABAJO
PARA PLANTA FORD DE HERMOSILLO SON.

ORDEN 4423 (EDIFICIO DE ESTAMPADO C/988 TNS.)

- 17 COLUMNAS C/146 W.F. Y 81 BASES C/12.5 Y 21 MT. LONG.
- 118 ARMADURAS (24-12 mts.) (2-15 mts) (17-30 mts.) (62-30 mts.)
- 119 ARMADURA DE COMPLEMENTO x 6 MTS.
- BIENAS CON IPR-354x102x22.4 k/m. C. SUP.
- 2° x 4 x 5/16" C. INF.
- 2° x 4 x 5/16" DIAS.
- 120 CONTRAVIENTOS. FORM. C/D 2° 4 x 4 x 1/4" c/PL DE SEPARACION
- 121 CONTRAVIENTOS. FORM. C/D 2° 6 x 4 x 5/16" c/PL DE SEPARACION
- 122 CONTRAVIENTOS. FORM. C/D 2° 4 x 4 x 1/4" c/PL DE SEPARACION
- 123 LARGUEROS DE TECHO IPR-254 x 102 x 22.4 k/m.
- 124 LARGUEROS DE FACHADA 12 MT-10 x 13.74 k/m.
- 125 LARGUEROS DE FACHADA IPR-356 x 203 x 71.5 k/m.
- 152 TENSORES RED. 5/8" Ø c/ROSCA AMBOS LADOS
- 2 LARGUEROS IPR-305 x 165 x 46.2 k/m.
- 1 LARGUERO 2 L° 3 x 3 x 1/4" x 403.5 mts.
- 5 CONTRAVIENTOS 2 L° 4 x 4 x 1/4"
- 163 TENSORES RED. 3/8" Ø c/ROSCA AMBOS LADOS
- 3 PUÉRTAS FORM. c/C-12 x 61.9 k/m. y PL 1/4"
- 16 LARGUEROS IPR-254 x 102 x 22.4 k/m.
- 18 LARGUEROS IPR-254 x 146 x 37.3 k/m.
- 66 PUNTALES IPR-152 x 102 x 17.9 k/m.

ESTAMPADO (CONCENTRACION DE W.F.)

IPC	MTS.	K/M	KGS.	TIPO	
371 x 375	21	211	4431	8-I	
367 x 357	540	126	68040	6-I	
400 x 400	157	340	53380	13-II	
356 x 368	569	142	80796	6-I	
435 x 413	189	465	87885	19-II	
416 x 416	97	404	39188	16-II	
387 x 397	164	273	44772	11-II	
368 x 371	462	182	84084	8-I	25-11
354 x 205	173	86	14678	6-I	11-
359 x 371	18	96	1728	6-I	21-11
356 x 254	42	70	2980	6-I	19-
	<u>2432</u>		<u>482124</u>		

CANTAS AB.	MARCA	PIEZAS ENSAM.	DESCRIPCION	LONGITUD	ESPECIF.	PESO
			FUENTE "UNIVERSIDAD"			
			TRAMO 12-13 EJE A-A'			
			TRABES MCA			
			T-1 Y T-2 (1 C/U)			
			SECCION DE TRABE			
			T-1A Y T-2A (LATERAL)			
			T-1C Y T-2C (LATERAL)			
1		4	FE 300 x 1" (PATIN SUPERIOR)	12000	SA-36	3600
2		4	FE 300 x 3/4" (PATIN INFERIOR)	11140	SA-36	3225
3		8	FE 870 x 5/8" (ALMA)	5700	SA-36	3200
3A		8	FE 981 x 5/8" (ALMA)	2000	SA-36	1750
3B			FE 832 x 5/16" (ALMA)	981	SA-36	400
3C		8	FE 1876 x 1/2" (ALMA)	2900	SA-36	4334
3D		8	FE 1876 x 5/16" (ALMA)	5400	SA-36	5000
4		4	FE 352 x 1" (PATIN INTERMEDIO)	3700	SA-36	2
5		56	FE 127 x 3/8" (ATIESADOR)	870	SA-36	
5A		8	FE 127 x 3/8" (ATIESADOR)	602	SA-36	
5B		8	FE 127 x 3/8" (ATIESADOR)	620	SA-36	
5C		8	FE 127 x 3/8" (ATIESADOR)	637	SA-36	
6		4	FE 828 x 7/8" (ATIESADOR)	870	SA-36	502
7		24	FE 228 x 3/4" (ATIESADOR)	870	SA-36	
8		4	FE 812 x 5/8" (ATIESADOR)	981	SA-36	3
9		8	FE 127 x 3/8" (ATIESADOR)	1561	SA-36	118
9A		8	FE 127 x 3/8" (ATIESADOR)	1590	SA-36	121
9B		8	FE 127 x 3/8" (ATIESADOR)	1619	SA-36	123
9C		8	FE 127 x 3/8" (ATIESADOR)	1653	SA-36	125
9D		8	FE 127 x 3/4" (ATIESADOR)	1572	SA-36	233
9E		16	FE 127 x 3/8" (ATIESADOR)	1084	SA-36	250
10		8	FE 194 x 5/8" (DEL CABLE)	2002	SA-36	380
10A		8	FE 144 x 5/8" (DEL CABLE)	2202	SA-36	410
10B		8	FE 144 x 5/8" (DEL CABLE)	2202	SA-36	57
11		8	FE 340 x 5/8" (DEL CABLE)	2202	SA-36	210
11A		8	FE 340 x 5/8" (DEL CABLE)	2202	SA-36	602
11B		8	FE 340 x 5/8" (DEL CABLE)	2202	SA-36	210
12		8	FE 127 x 3/8" (ATIESADOR)	1710	SA-36	300
13		8	FE 127 x 3/8" (ATIESADOR)	1810	SA-36	300
14		8	FE 127 x 3/8" (ATIESADOR)	1810	SA-36	300

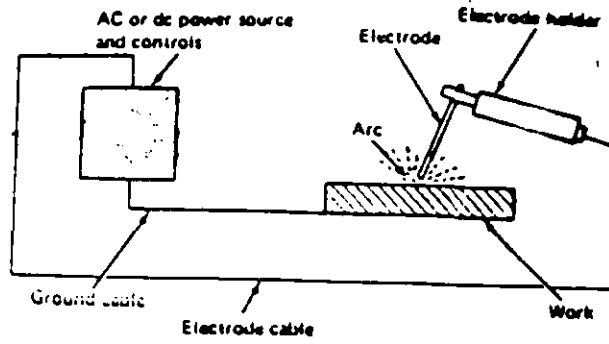
CANT. -497 (VERIFICADOS DE CARPOCENTIAS 0/836 TNS.)

- 100 FIRMAS DE 15 x 3 Mts. ARM. C/3 L° 3 x 5/16" C. SUP.
 2 L°3 x 5/16" C. INF.
 L°2 x 1/4 MONT.
 L3 x 1/4 DIAB.
- 150 AFFICHOS DE PL. BASE
- 160 COLUMNAS FORM. (110 c/M²) 43 c/IPR)
- 170 FUNDACIONES FORM. 2 L° 6 x 4 x 5/16"
- 180 FUNDACIONES FORM. 2 L° 4 x 4 x 1/4"
- 190 FUNDACIONES FORM. 2 L° 2 x 2 1/2 x 2 1/2 x 1/4"
- 199 FUNDACIONES TOTAL.

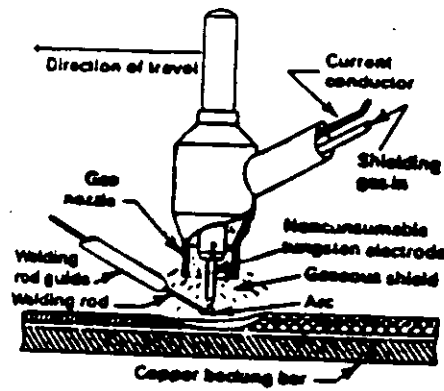
- 60 CONTRAVIENTOS L°3 x 3 x 1/4"
- 2 MOCS. BATERIANA FORM. C/8 MT-10 x 10.17 k/m y PL 1/4"
- 14 VIDAS TIPO V-1 IPR-457 x 222 x 114.7 k/m.
- 8 VIDAS TIPO V-2 IPR-305 x 165 x 46.2 k/m.
- 2 MONO-FIEL FORM. C/CPS-305 x 75 x 30.2 k/m y IPR-457 x 222 x 95.4 k/m.
- 6 SWAY-FRAME FORM. C/2 L° 6 x 4 x 5/16 - 2 L° 2 1/2 x 1/4" (DIAB.)
- 48 LARGUEROS DE FACHADA 12 MT-10 x 13.74 k/m.
- 16 LARGUEROS DE FACHADA 8 MT-10 x 10.17 k/m.
- 196 TENSORÉS RED. 5/8" Ø C/ROSCA.
- 690 MTS. L° DE REMATE L° 3 x 3 x 1/4"
- 7.5 MTS. DE FACHADA FORM. C/IPR-365 x 171 x 50.7 k/m y L°4 x 3 x 1/4"

IPC	MTS	K/M	KGS	TIPO	F	A
308 x 305	381	96.56	36789	5-I	16-10	
315 x 254	300	83.65	25080	5-I	16-10	
311 x 305	351	118.33	11569	6-I	16-10	
341 x 315	45	205.16	9171	10-I	16-10	
315 x 308	31	119.63	3697	6-I	16-10	
318 x 308	21	141.47	2914	8-I	16-10	
323 x 309	41	157.09	6472	6-I	16-10	
323 x 313	45	181.37	8107	10-I	16-10	
<hr/>		<hr/>				
	1214		133000			

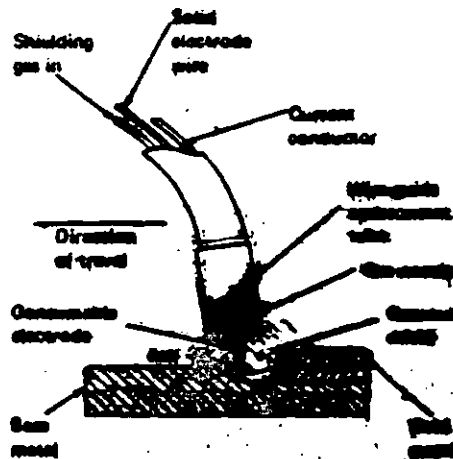
IPR-305x165x46.2 k/m. 179.7 mts. 8302
 IPR-305x203x59.6 k/m. 108.2 mts. 6449
 IPR-305x203x31.5 k/m. 31.5 mts. 2347

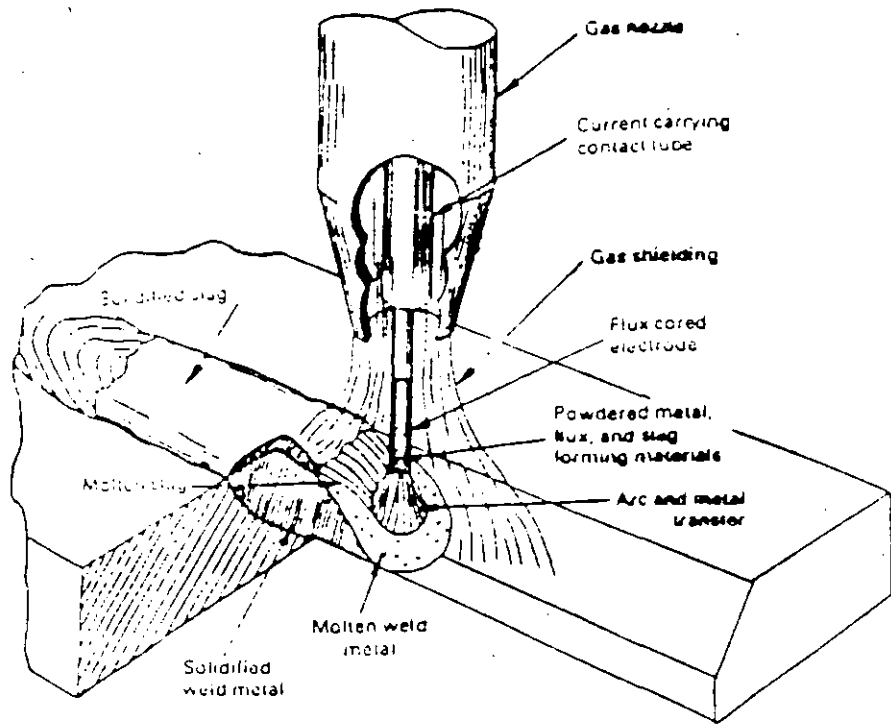


SOLDADURA CON ELECTRODO RECUBIERTO SMAW.

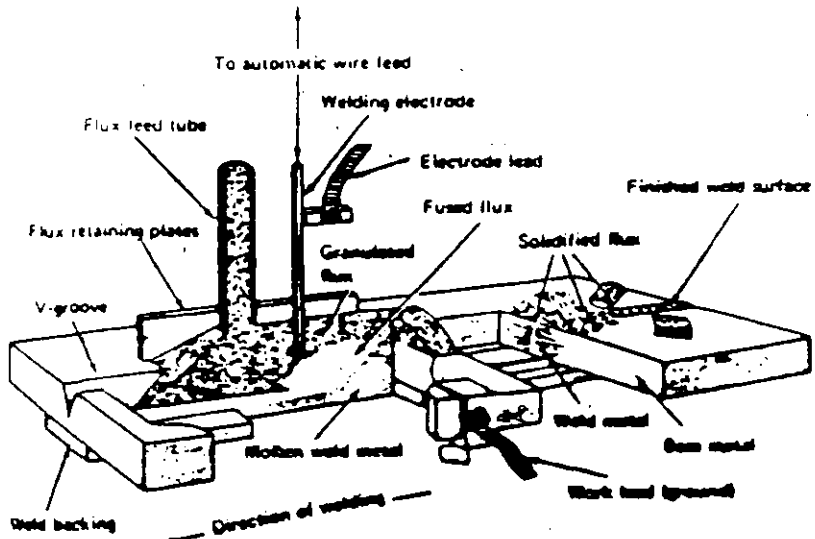


SOLDADURA CON GAS TUNGSTENO TGAW.

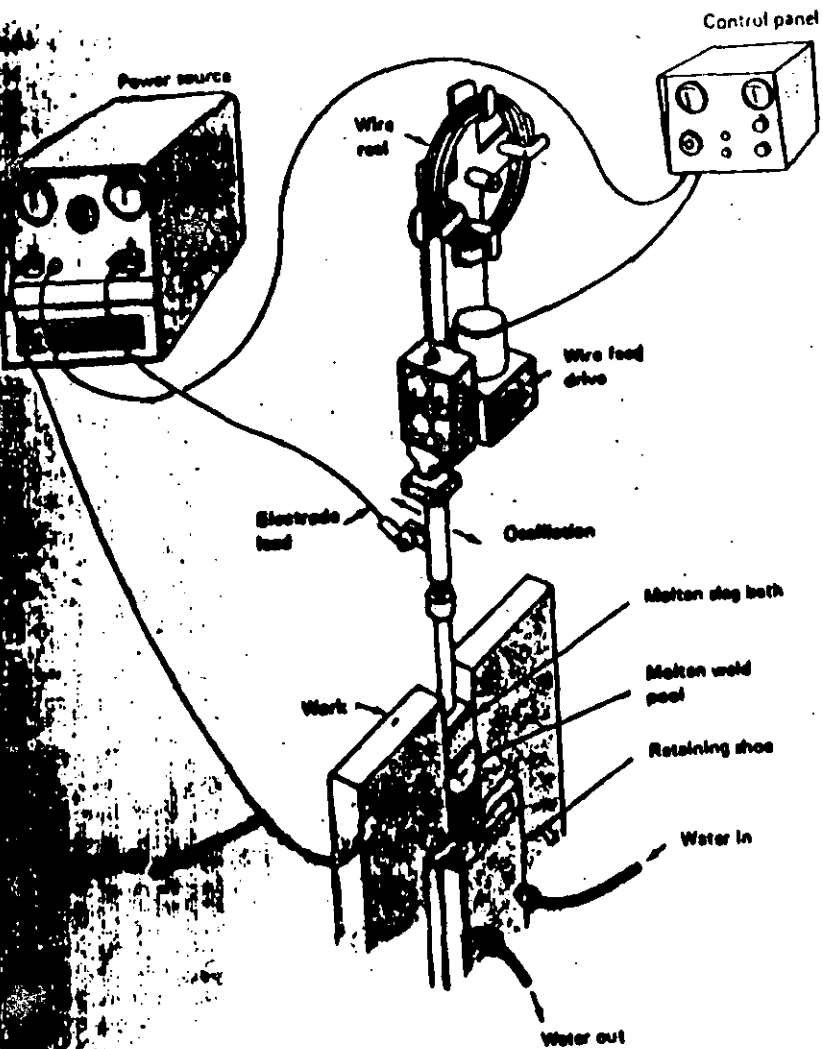




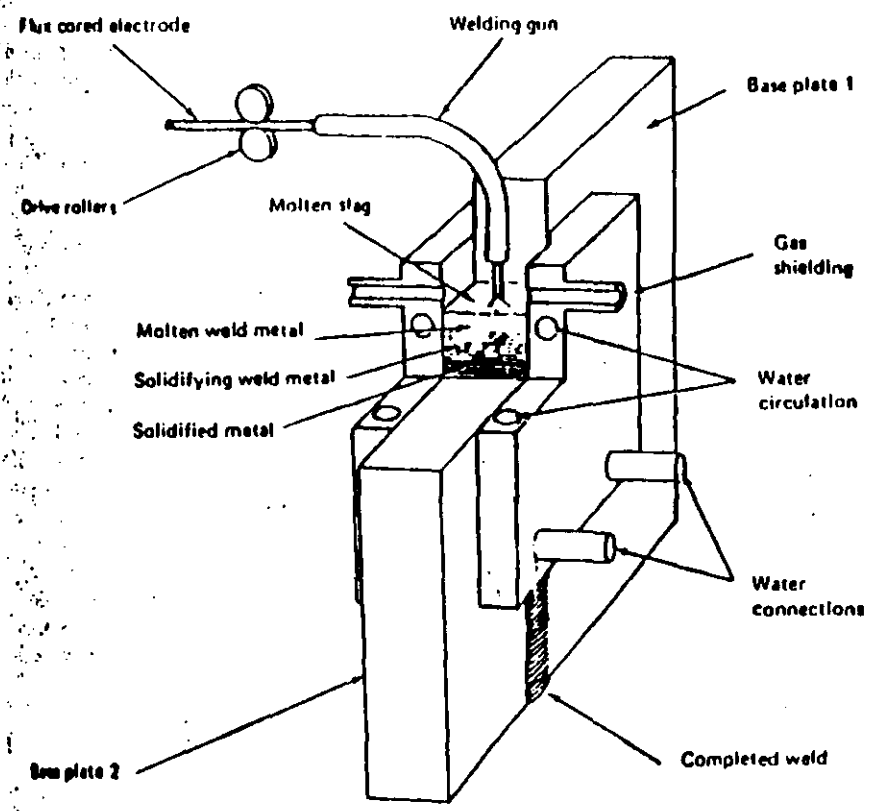
SOLDADURA "FLUX CORED" FCAW.



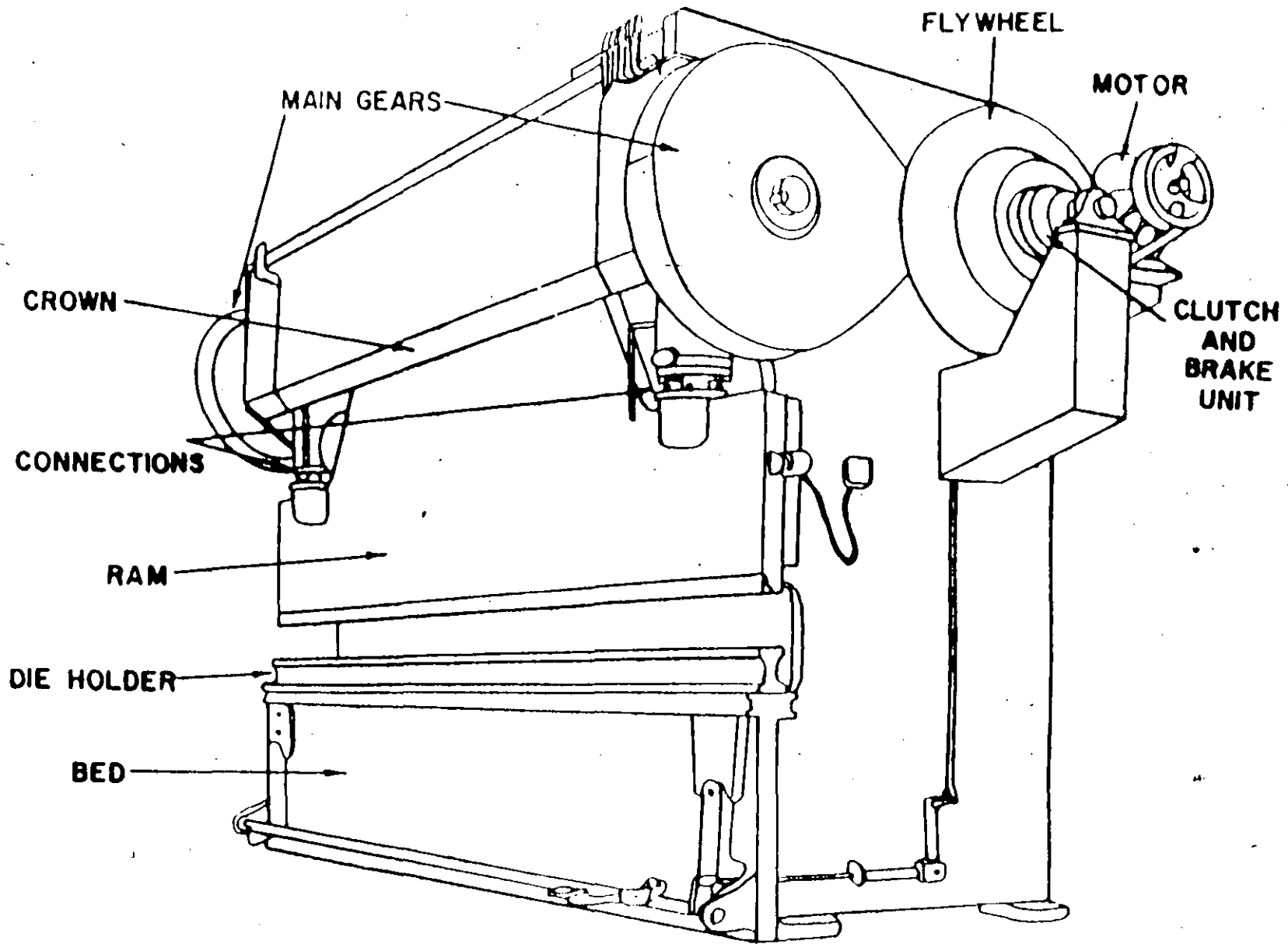
SOLDADURA CON ARCO SUMERGIDO SAW.

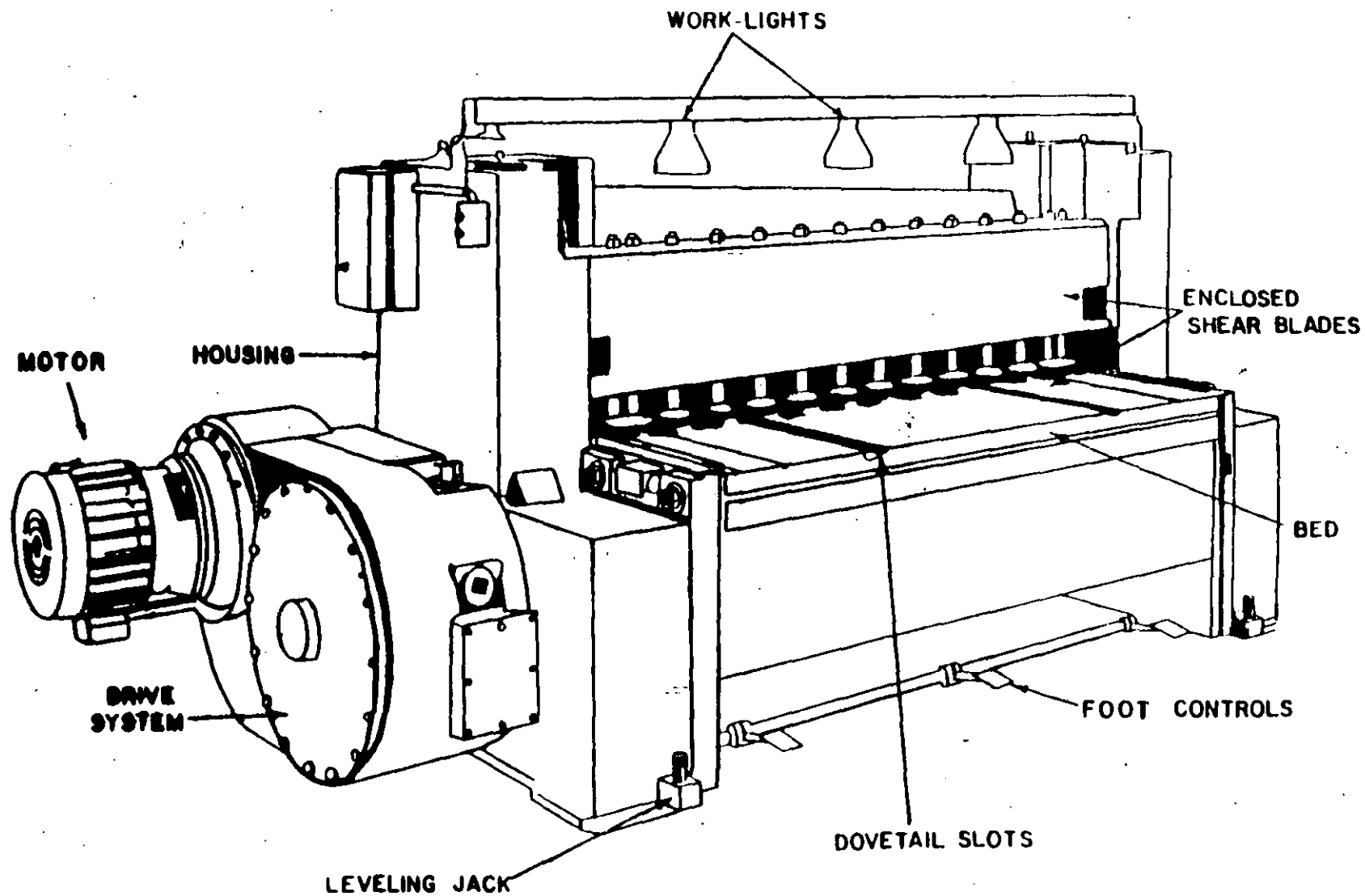


SOLDADURA ELECTROSLAG ESW.

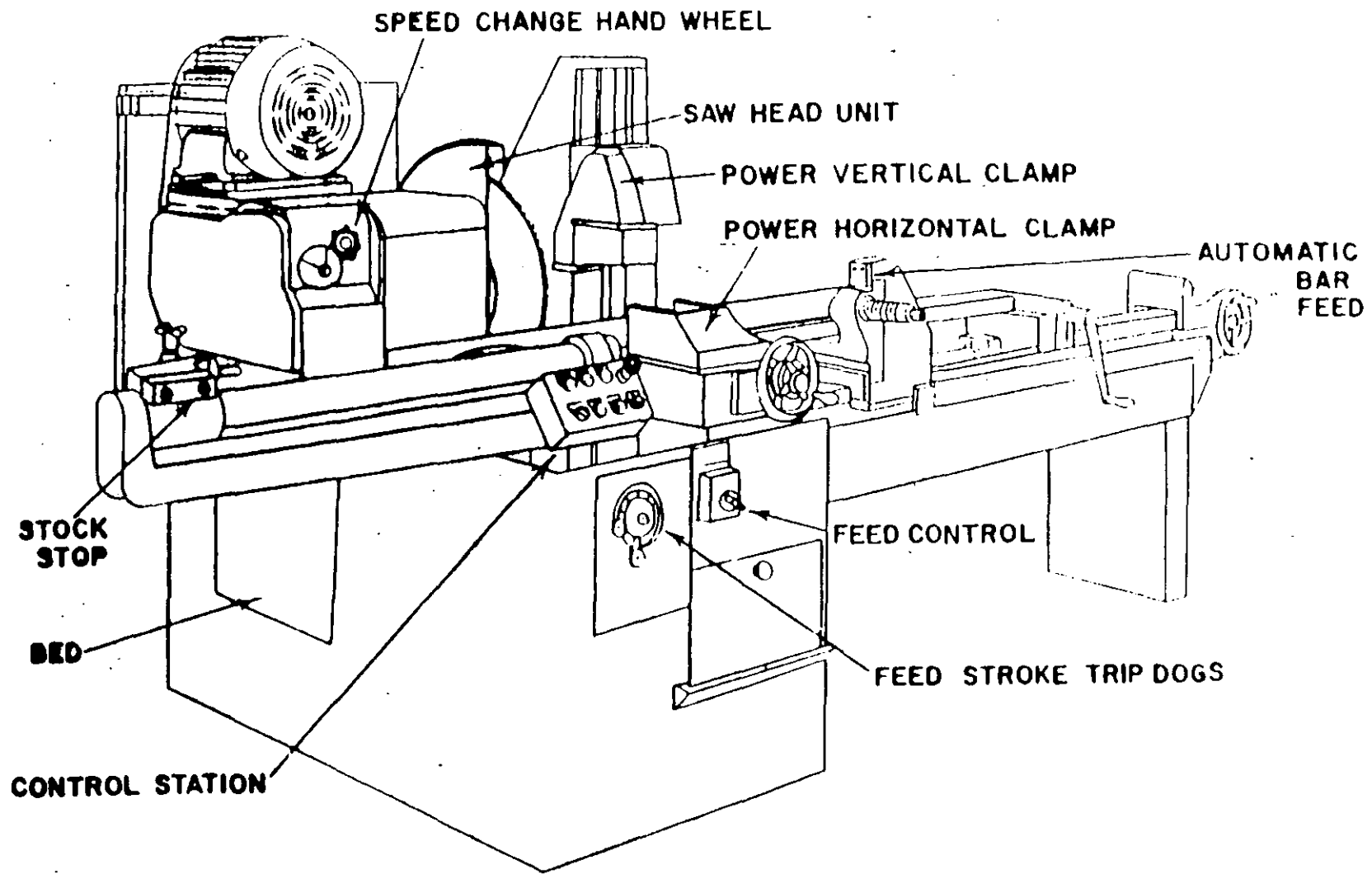


SOLDADURA ELECTROGAS GMAW-EG.

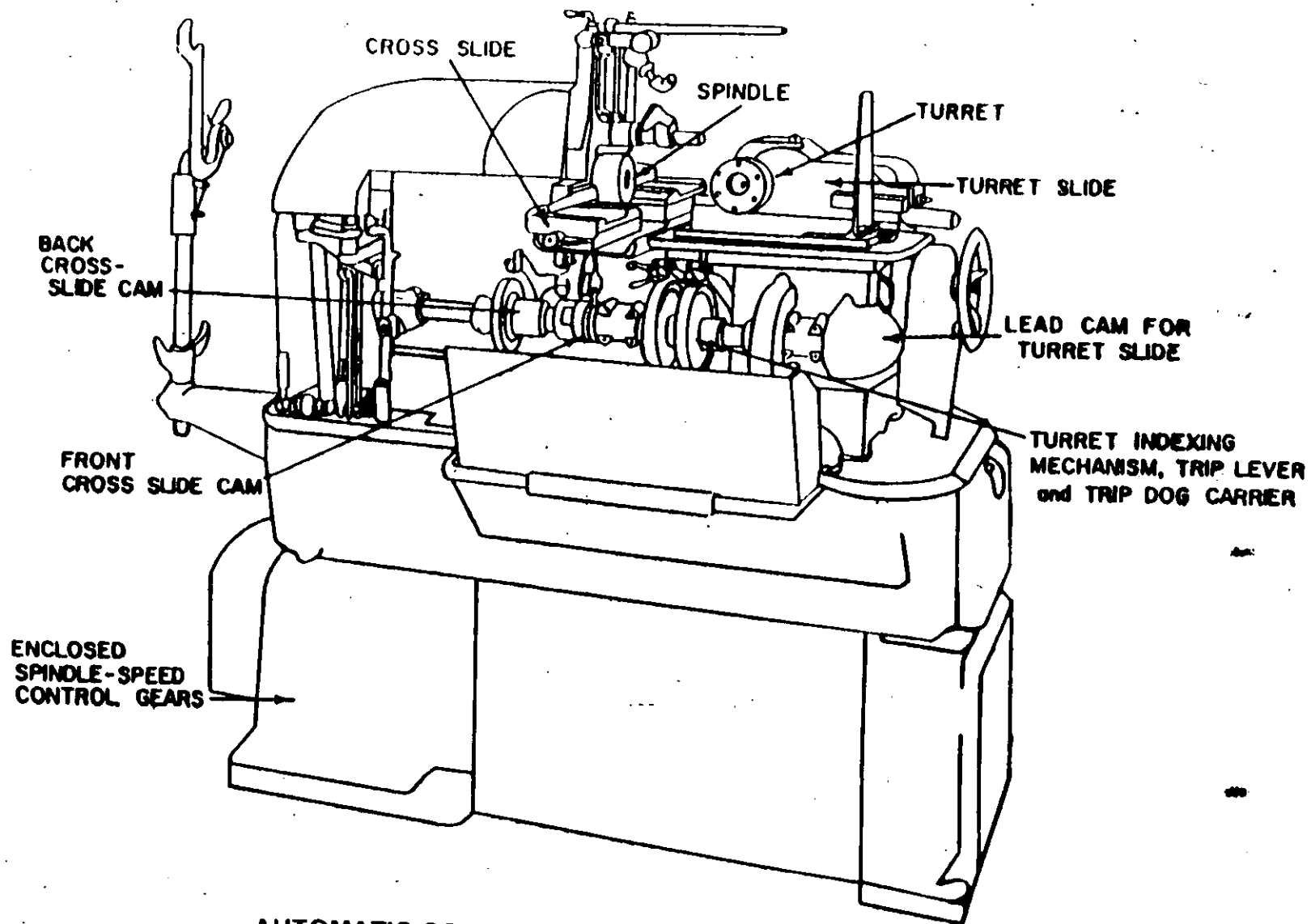




UNDERDRIVE POWER SHEAR



GENERAL PURPOSE CIRCULAR COLD SAWING MACHINE

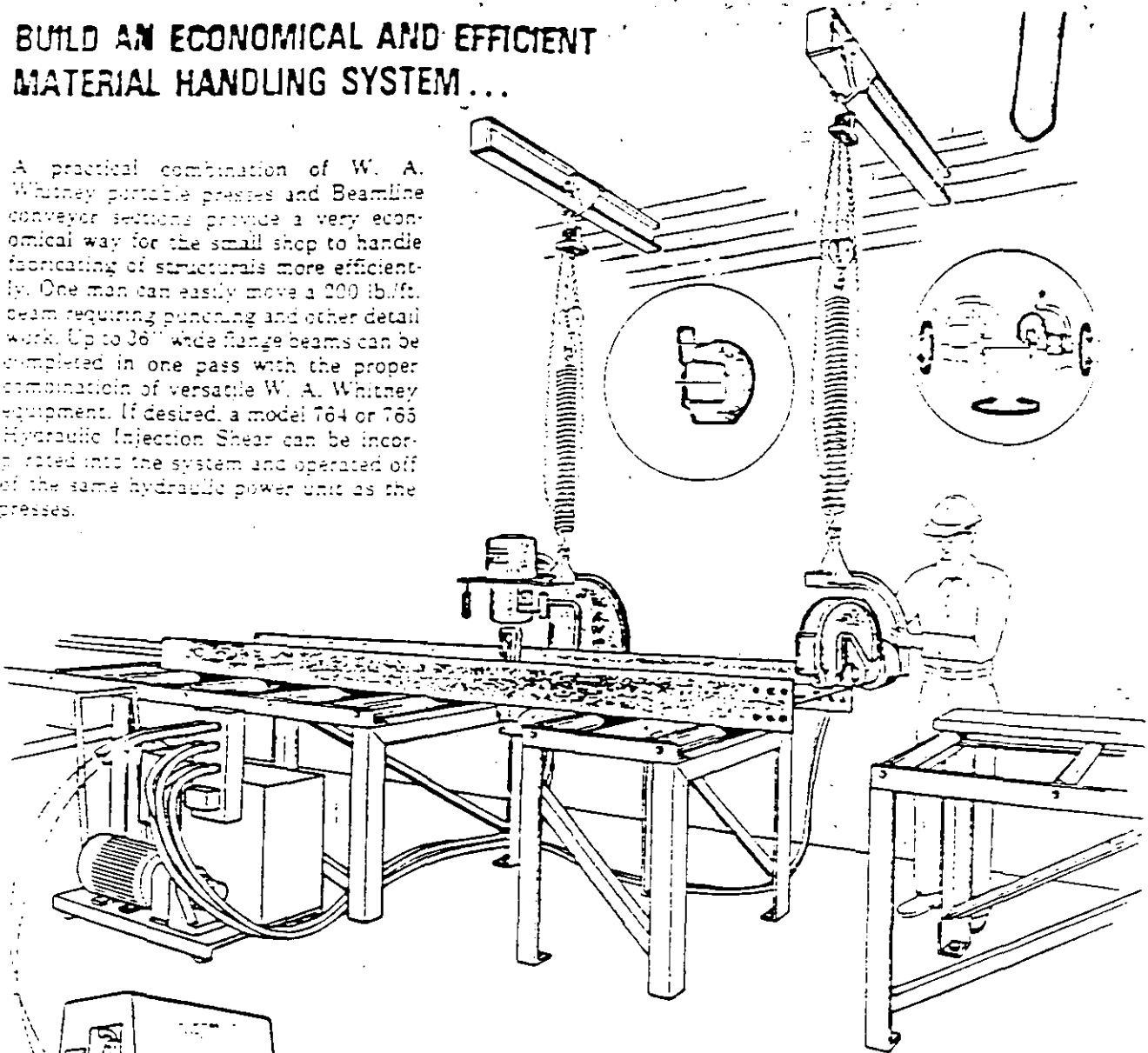


AUTOMATIC SCREW MACHINE PRINCIPAL PARTS DIAGRAM

50

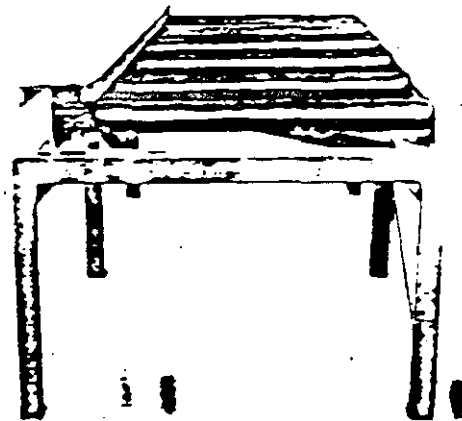
BUILD AN ECONOMICAL AND EFFICIENT MATERIAL HANDLING SYSTEM...

A practical combination of W. A. Whitney portable presses and Beamline conveyor sections provide a very economical way for the small shop to handle fabricating of structurals more efficiently. One man can easily move a 200 lb./ft. beam requiring punching and other detail work. Up to 36" wide flange beams can be completed in one pass with the proper combination of versatile W. A. Whitney equipment. If desired, a model 764 or 765 Hydraulic Injection Shear can be incorporated into the system and operated off of the same hydraulic power unit as the presses.

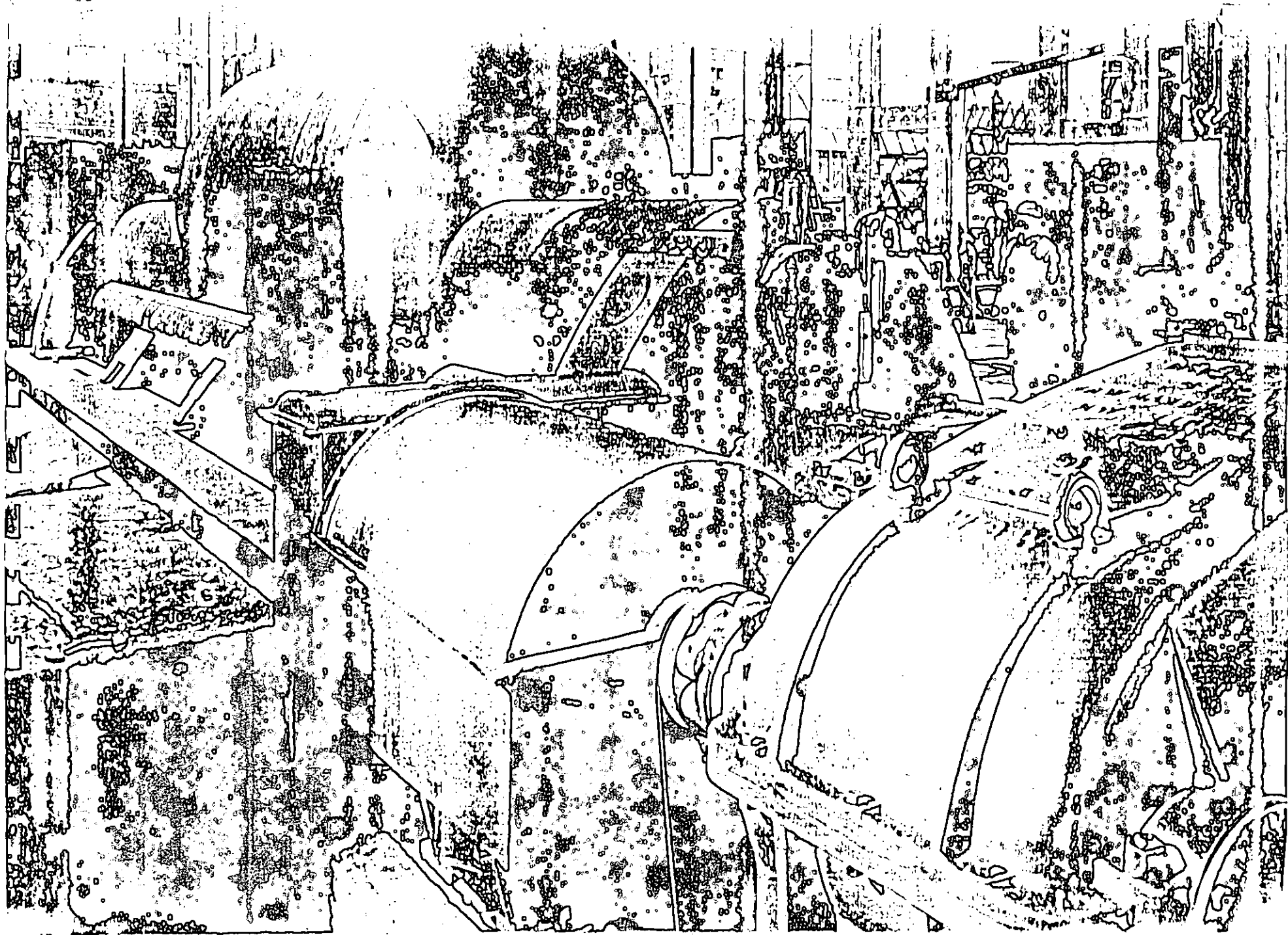


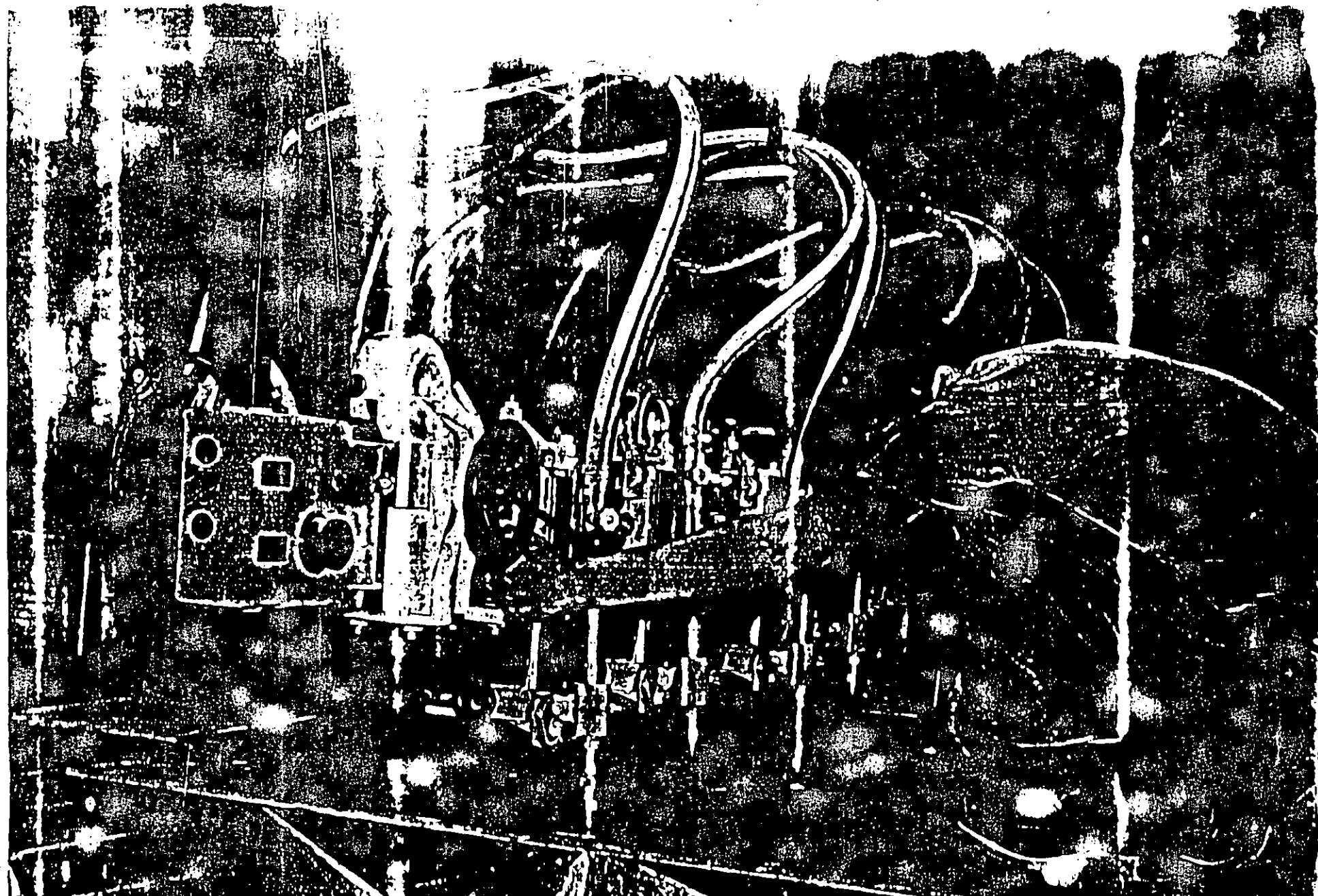
CONVEYORS

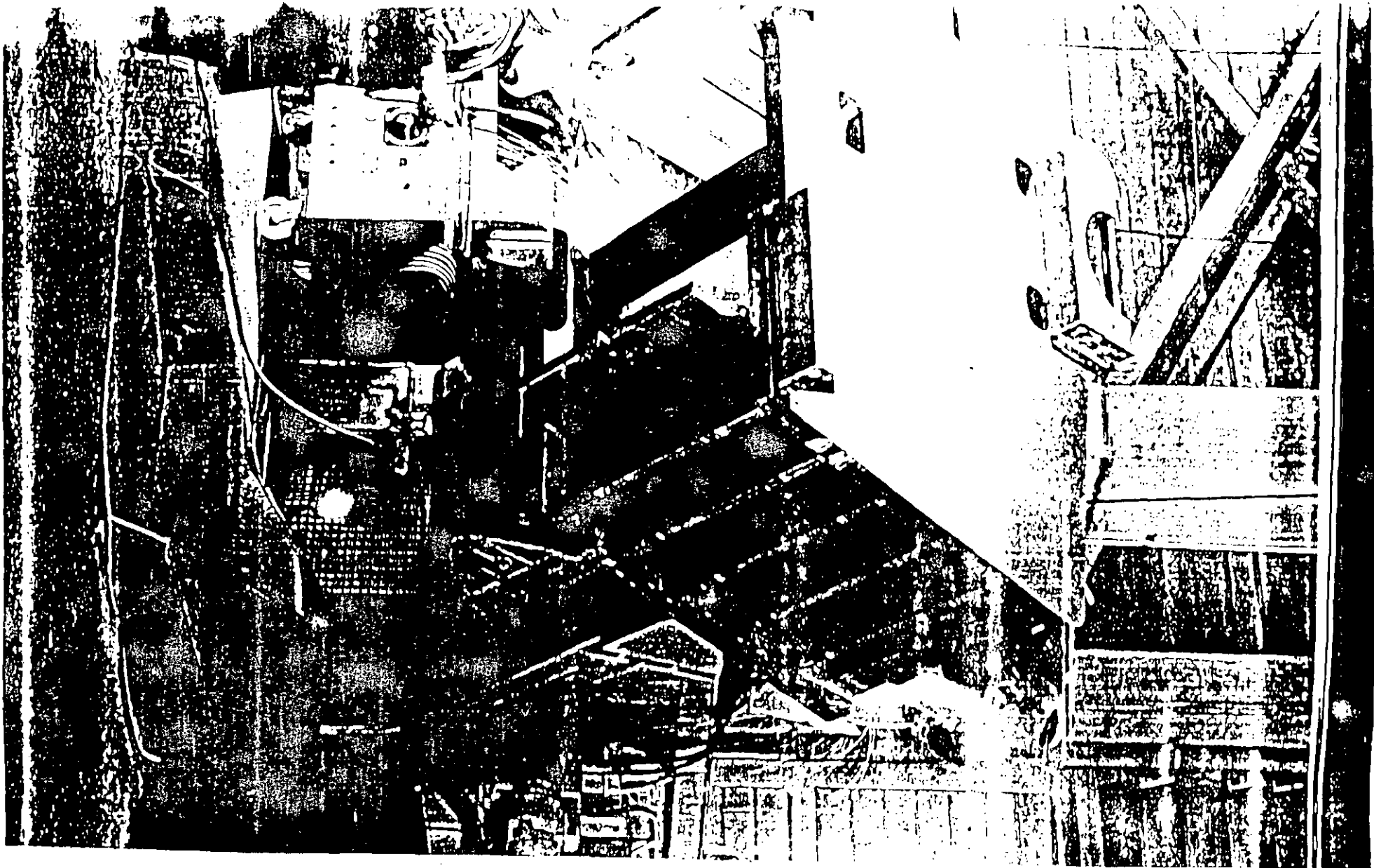
Three lengths of conveyor sections are available. Their normal working height is 38 1/2". All conveyors have back rails and roller sprockets which permit drive chains and connectors to be added if a powered conveyor system is desired. Complete information on conveyors and material handling methods can be found in our current "Automation Systems" catalog, available on request.

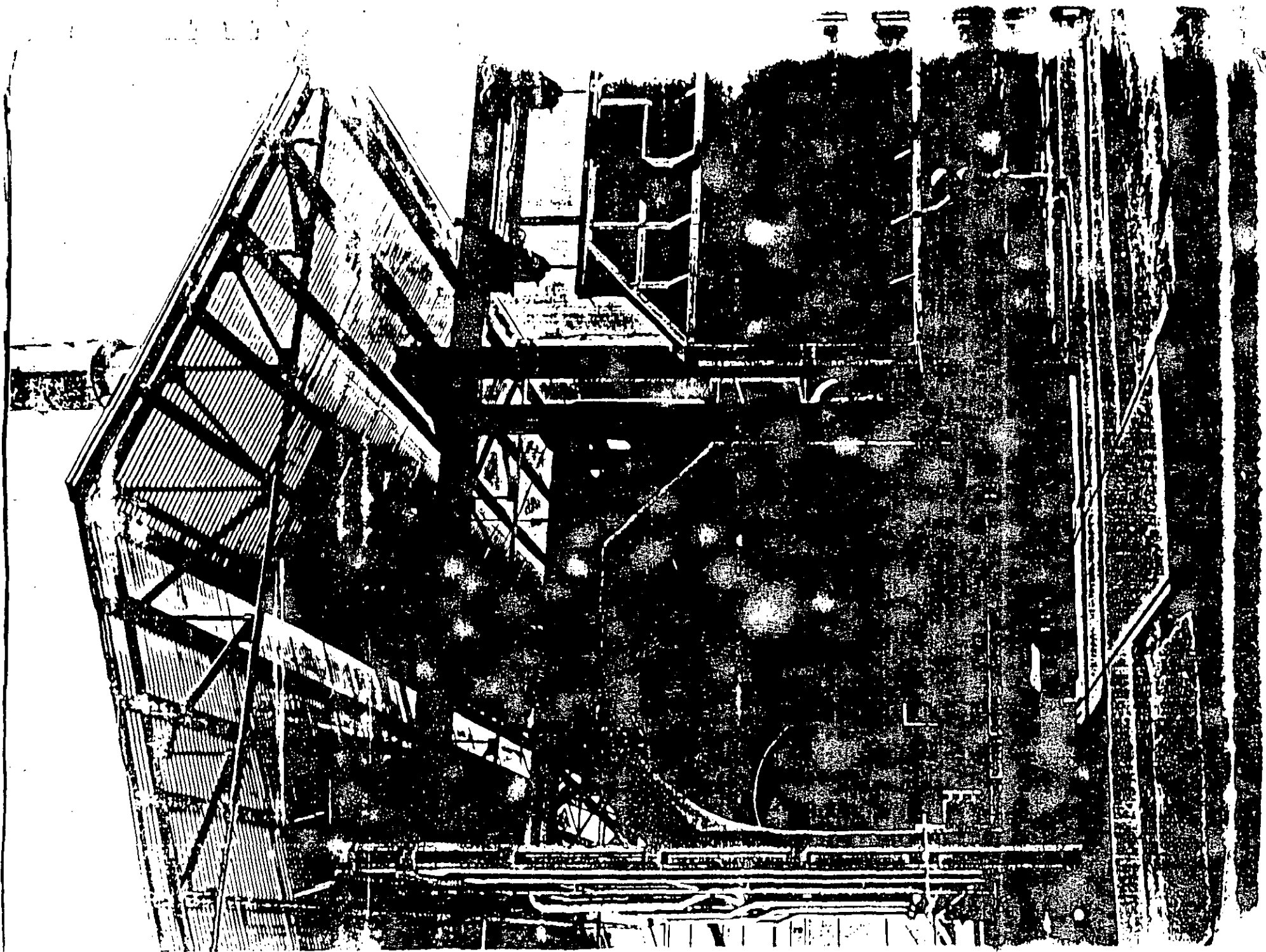


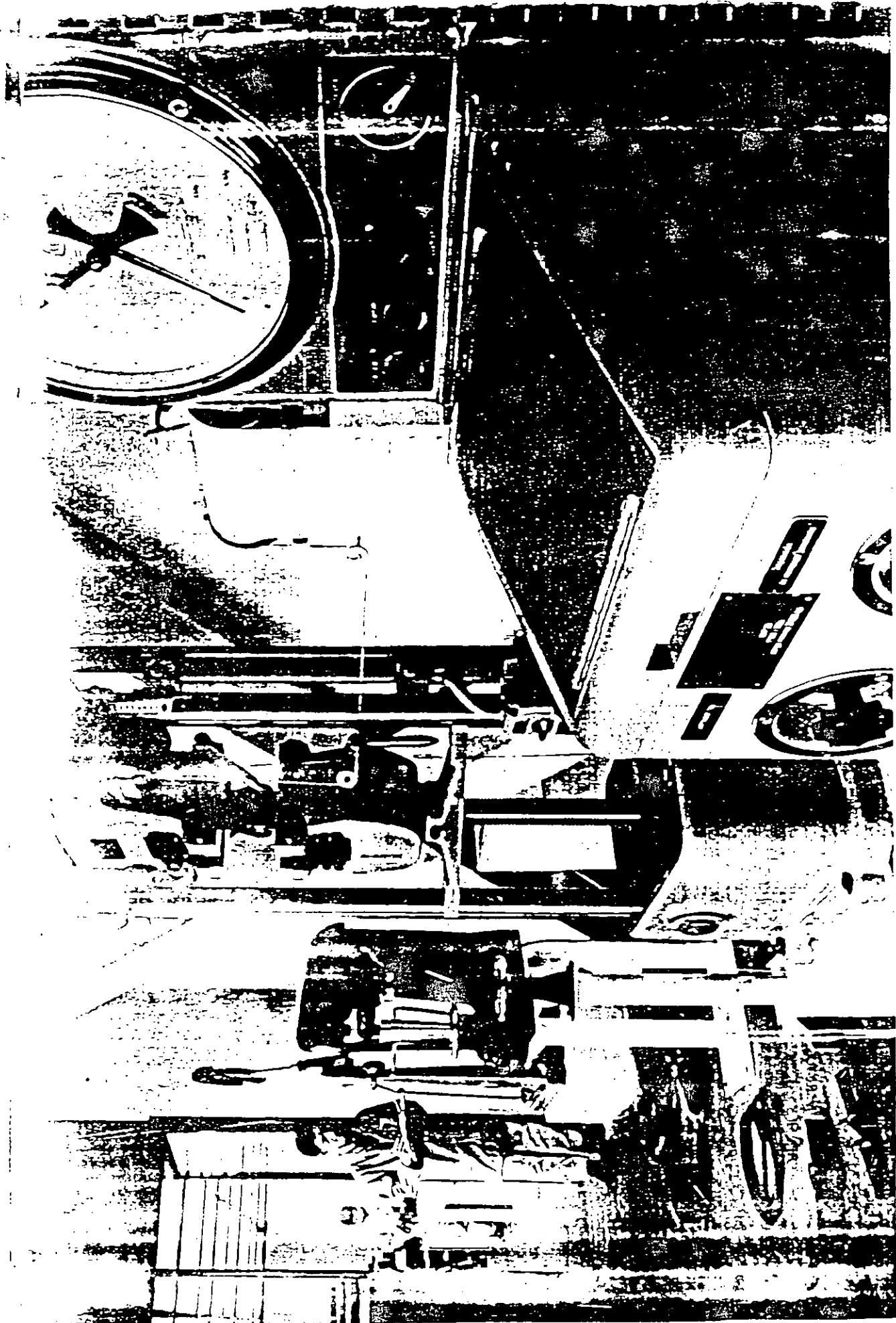
CONVEYOR LENGTH (Feet)	PART NO.
2-0/2	756-XXX
5	756-121
10	756-122

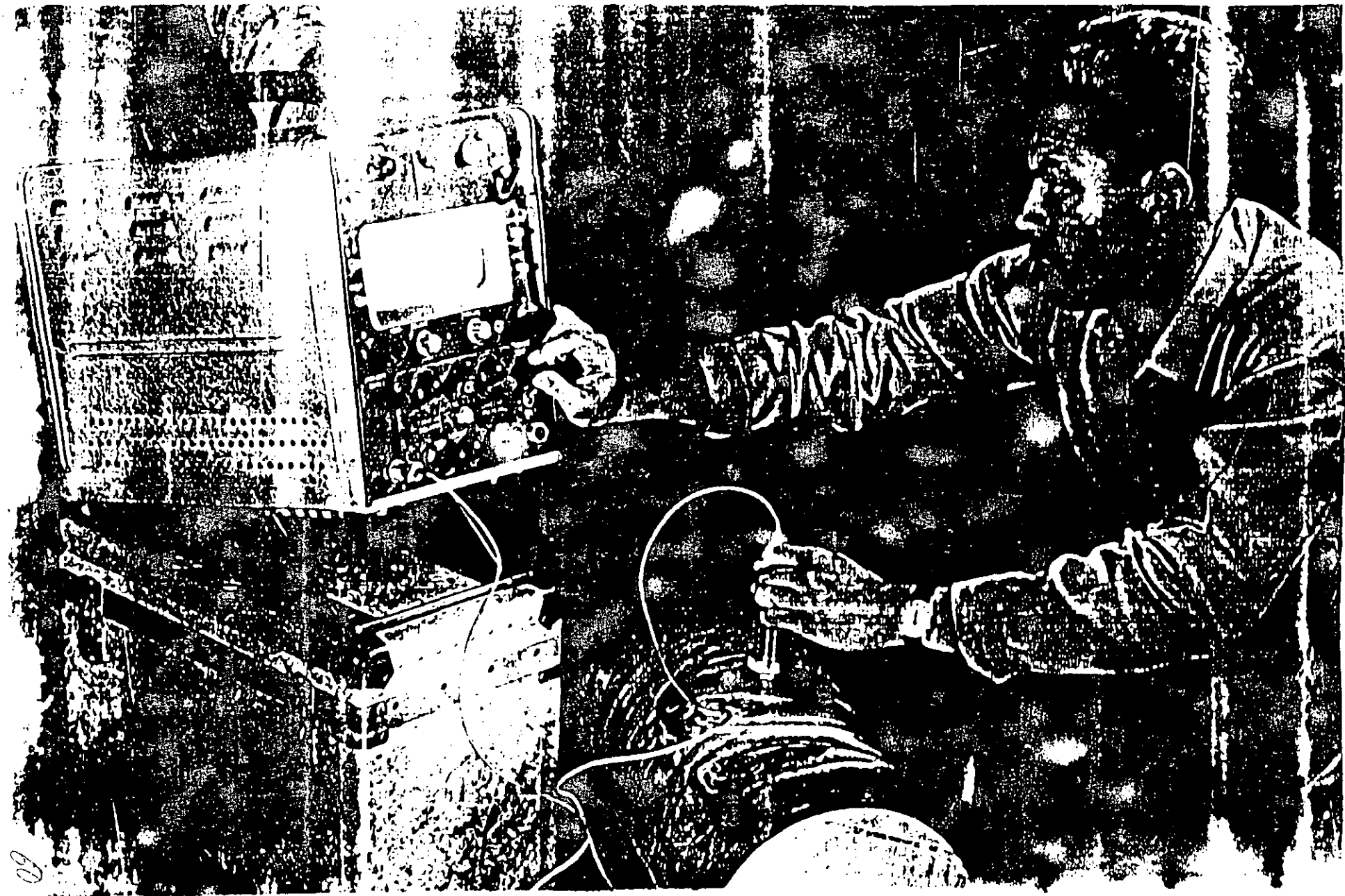














**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS
V CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION
MODULO III CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO**

**FABRICACION, TRANSPORTE, MONTAJE Y COLOCACION
DE EDIFICIOS Y NAVES INDUSTRIALES**

ING. LUIS ZARATE ROCHA

I N D I C E

- 1.- DESCRIPCION DE LA PLANTA
- 2.- PLANOS DE INGENIERIA VS PLANOS DE FABRICACION
- 3.- CUBICACIONES
- 4.- PROGRAMAS DE TRABAJO
- 5.- TALLER DE FABRICACION
- 6.- SECUENCIA DE MONTAJE
- 7.- SUPERVISION DE LA FABRICACION Y MONTAJE

1.- DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA.

Para nuestra plática, voy a tomar como ejemplo una Planta Deshidratadora de cebolla y ajo, que se localiza en la región denominada Bajío Guanajuatense y está situada al Noroeste de la Ciudad de Irapuato, Km. 10.5 carretera libre Irapuato-Salamanca.

Esta Planta está constituida por los edificios cuya descripción-resumida se presenta a continuación.

a).- EDIFICIO DE PROCESO:

En este edificio, como su nombre lo indica, se procesará la deshidratación de la cebolla y el ajo, para lo cual alberga los equipos de corte, lavado y de secado, así como los deshidratadores y transportadores.

Se cuenta con una superficie de construcción de 4000 M² y su estructura metálica está constituida a base de porticos rígidos, compuesta por columnas con dimensiones de 36 x 36 cm. y 831 cm. de altura, así como traveses principales de 30.5 x 68.6 cm. y 1029 cm. de largo fabricadas a base de 3 placas de acero con espesores de 10 a 16 mm. Las traveses secundarias son de perfiles comerciales tipo IPR de 30.4 x 20.3 cm. y una longitud de 850 cm. con un peso total de 190 tons.

El techo lo integra una losa de concreto de 9 cm. de espesor promedio sobre lámina de acero acanalada tipo Romsa HR la cual a su vez es apoyada en vigas de acero con claros de 2.7 mt.

Las dimensiones de dicho edificio son de 145 mt. de largo y un ancho promedio de 22.64 mts.

b).- EDIFICIO DE MOLINO:

En este edificio se molerá el producto deshidratado proveniente del edificio de proceso, tiene una superficie de construcción de 2000 M². La estructura metálica, la constituyen marcos tipo rígido compuesta por columnas de 30.5 x 30.5 x 1042 cm. de altura fabricadas por 3 placas de 16 x 10 mm. de espesor, así como traveses compuesta de perfiles comerciales IPR de 45.7 x 22.2 y 30.5 x 16.5 cm.

En los niveles 1716.62 y 1719.67 el piso es a base de vigas y ángulo de 3" x 3" x 1/4" colocado a cada 1 mt. donde descansa una placa antiderrapante de acero con un peso de 43 tons.

Las cuatro esquinas del edificio se utilizarán contraventeos a base de 2 ángulos de 3" x 3" x 1/4". Las estructuras para recibir las cubiertas laterales es a base de canal tipo Montem de 6 MT calibre 12

con un peso total de la estructura de 200 tons. En la losa de techo es integrada con una losa aligerada tipo Siporex las cubiertas laterales a base de Multipanel HM 90 de 1 ½" de espesor. Este edificio es integrado con 4 pisos cuyos niveles son: 1716.62, 1719.67, 1722.72, 1726.99 y las dimensiones del edificio son de 30.48 x 29.925 --- mts.

c).- ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO:

En este edificio es almacenado como su nombre lo dice el producto terminado proveniente del edificio del Molino, donde previamente fué envasado, cuenta con una superficie de construcción de 3600 M² y está formado con estructura metálica tipo-rígido compuesta por columnas de peralte variable de 25 a 135 cm. y 7 mts. de altura, traveses de 21.5 a 50 y de 50 x 85 cm. para un claro de 30 mts. fabricadas con placa de acero de 6 a 13 mm. de espesor.

Los contravientos están formados con 2 ángulos de 3" x 3" x 1/4" de espesor y largueros a lo largo del edificio con separación de 1.65 mt. a base de Monton de 10 Mt. calibre 10. El peso de la estructura es de 145 TOns.

La cubierta del techo es a base de Multipanel HM 90 de 1 1/2" de espesor. Las dimensiones de este edificio es de 30 m. de ancho y 120 m. de largo con una altura máxima de 9.73 mts.

d).- EDIFICIO DE ALMACEN DE MATERIA PRIMA:

Este edificio tiene como finalidad el almacenaje de la materia prima como son la cebolla y el ajo, cuenta con una superficie de construcción de 950 M², compuesta por estructura metálica tipo marco rígido a base de columna de peralte variable de 25 a 80 cm. y una altura de 6.1 mts compuesta de 3 placas de acero con espesores de 6 y 13 mm. Las traveses son de peralte variable para claros de 30.5 mts. fabricados de placa de acero de 6 y 13 mm. de espesores y dimensiones de 83 a 30 cm. y 30 a 62 cm.

En la cubierta superior está integrada con dos largueros tipo Monton MT 8 calibre 12 separados 1.5 mt. y en laterales, largueros compuestos con 2 canales tipo CPL de 20.3 x 7.6 cal. 12 el peso total de la estructura es de 46.5 Tons.

La cubierta, así como laterales es a base de lámina pintada HR. Las dimensiones del edificio es de 30.5 x 30.5 y una altura de 8 mts.

e).- EDIFICIOS AUXILIARES Y ADMINISTRATIVOS:

Los edificios auxiliares lo componen los siguientes edificios:

- A).- Edificio de Calderas.
- B).- Edificio de Mantenimiento
- C).- Edificio de Subestaciones.
- D).- Edificio de Administración.

A).- EDIFICIO DE CALDERAS:

Este edificio, su finalidad es albergar 3 calderas, las cuales generan vapor a los edificios de proceso, la superficie de construcción es de 450 M². Está compuesto con una estructura tipo rígida compuesta por columnas y traves de peralte variable a base de 3 placas de acero con espesores de 8 a 13 mm. y dimensiones de columnas de 25 x 80 y una altura de 6 mt y de traves 70 a 30 y de 30 a 60 mts. para claros de 22.50 mt. con un peso de estructura de 34 Tons., su cubierta está integrada a base de lámina pintada Hr. tanto en la cubierta superior y laterales y sus dimensiones son de 20 x 22.5 mt. y una altura de 7.85 mt.

B).- EDIFICIO DE MANTENIMIENTO:

La función de este edificio como su nombre lo indica, será el lugar donde se dará el mantenimiento tanto a los equipos de proceso así como equipos y maquinaria auxiliares de la Planta Deshidratadora. Cuenta con un área de construcción de 450 M² compuesta por una estructura tipo rígida integrada por columnas y traves tipo IPR de 30.5 x 20.3 y 30.5 x 16.5 cm. pesos de 38.7 a 74.5 Kg/mg. La cubierta superior es a base de largueros tipo Montañ 6 MT. calibre 10 y en la cubierta lateral Montañ 5 MT. calibre 12, los contraventeos lo integran 2 ángulos 3" x 3" x 3/8", todo esto con peso de 30 Tons. Su cubierta está integrada a base de lámina Pintada tipo HR y las dimensiones del edificio son de 10 x 45 mts. y una altura de 6.5 metros

C).- EDIFICIO DE SUBESTACIONES:

Son 3 Subestaciones las que integran el sistema de alimentación de energía eléctrica y está compuesta por una estructura de concreto integrada por columnas de 30 x 30 cm. y zapatas aisladas de 1.6 x 1.6 x 20 cm. de espesor, traves de 20 x 30 cm. con claros de 6.15 y 5.30 mt. y una losa de techo a 2 dos aguas con un peralte de 12 cm. con un concreto total incluyendo cimentaciones de 30 M³ y 10 Tons de acero de refuerzo y sus dimensiones son de 3.7. mt.

D).- EDIFICIO DE ADMINISTRACION:

Este edificio como su nombre lo indica, alberga al personal Técnico-Administrativo de la Planta Deshidratadora. Cuenta con un área de construcción de 600 M², está integrado por una estructura de concreto con columnas de 30 x 40 y una altura de 3 x 4.65 m. apoyado en una zapata aislada de 200 x 250 cm. y un peralte de 25 cm., están unidas entre si las columnas perimetrales con una contratrase de 20 x 60 y una trabe en la parte superior de 20 x 60 promedio, la losa de techo es de concreto armado de 10 cm. de peralte con un concreto total incluyendo cimentaciones y pisos de 420 M³ y un consumo de acero de 40 Tons. Las dimensiones del edificio es de 40 x 15 y altura promedio de 3 a 4.65 mt.

PLANOS DE INGENIERIA VS PLANOS DE TALLER

Los planos de Ingeniería dan origen a los planos de montaje y planos de taller. Los planos de Ingeniería, su información no es muy explícita, de tal forma que el personal obrero que interviene en el habilitado y armado de los elementos estructurales ejecute dicha labor sin error. Ya que tomando en cuenta que los planos generalmente de Ingeniería su información no sólo se encuentra en un plano, sino que es complementado por otros planos donde se nos marca los detalles de las diferentes conexiones. Lo que origina que el personal obrero se pierda y cometa más errores. Para nuestro ejemplo del montaje de la estructura del Molino de cebolla, la cual lo integran diversos planos de montaje solamente nos ocuparemos de los planos de montaje 9681 M1 y 9682-M2.

El plano 8681 M1 da origen a diversos planos de taller de tal forma que integran todas las piezas que componen en si, la estructura. Para nuestro caso ejemplificaremos algunos casos de ellos.

El plano 9681 M1 es muy similar al plano C-79 de Ingeniería, los cuales se refieren a las plataformas cuyos niveles son 1716.62 y 1719.67, ambos planos coinciden con la misma información en cuanto a dimensiones de claros, números de piezas que integran al plataforma, la única diferencia estiba en que cada una tiene su propia codificación para identificar las piezas.

El plano 968.1-2 es un plano de taller el cual contiene las trabes T 8 a la T 13

En el taller para la fabricación de los elementos estructurales está integrado por varias etapas.

La primera es el trazo y corte de los elementos, así como la integración de piezas de cada elemento estructural con una mayor claridad para el personal obrero, ya que en éste plano se tiene toda la información necesaria para llevar a cabo el armado y habilitado de los elementos estructurales. Siguiendo con nuestro ejemplo, las trabes T 8 y T 9 se indica con claridad: Dimensiones del elemento, localización de Agros, así como diámetros de las mismas, ancho del cordón de soldadura, calibre de las placas que integran la trabe sin mandarnos algún detalle donde se distrairá el obrero y posiblemente cometer más errores.

El armado de nuestro elemento estructural con el plano 968.1-2 el armador cuenta con la información del número de partes que compone a cada elemento estructural en una forma explícita, cometiendo menos errores. La etapa final es el soldado del elemento estructural donde también en dicho plano indica los anchos de cordones de soldadura.

La trabe T 11 y T 12 del plano 968.1-2 nos indica dimensiones del elemento, localización u dimensiones de atezadores, localización de ángulo para recibir columna en fin todas las partes que integrarán las trabes anteriores. Como se observa nunca se le da información al obrero detalles de conexiones con otros elementos si no que en los mismos dibujos de taller, se le indica todas las piezas necesarias ya sea para conexión con otros elementos ó para recibir algunos otros elementos.

Del plano C-79 de ingeniería nos indica una planta de las plataformas de los niveles 1762-62 y 1719-67 donde indica el número de piezas que integrarán dichas plataformas, no nos da las dimensiones reales, dichas acotaciones son de eje a eje.- Este mismo plano nos indica tipo de perfil que integra las mencionadas plataformas. Todos los detalles de conexiones no se encuentran en el plano C-79 sino que se complementa con otros planos así los detalles 5, 6 y 7 están en el plano C-81 (color naranja), el detalle 5 en el plano C-80 así como el detalle del plano C-79 (color violeta del detalle 1 plano C-79 nos indica 2 cortes "A" y "B" los cuales nos da la información de conexión de las trabes T 1 y T 2 a columna a detalle. En el corte "A" nos indica espesor de la placa de conexión no nos indica la dimensión de la placa. (color verde)

Del detalle 6 plano C-81 nos indica la unión de trabes T 2A y T1, así como contravientos tipo CV 1 en dicho detalle tenemos un corte F en el cual nos indica la placa de conexión de los contravientos CV1 a la trabe T1 sin dar dimensiones solamente espesores de la misma.

Todo lo anterior podemos concluir en lo mencionado anteriormente que los planos de ingeniería todos los detalles no se encuentran en el plano, principal, (para nuestro ejm. el C-79) si no que son complementados en otros planos, lo cual el personal obrero tendría mas problemas para su interpretación y por ende mas errores al trabajar con este tipo de planos.

CUANTIFICACION DE MATERIALES. COLUMNAS Y MARCOS

PLANO # 1

ELEMENTO	PERFIL	NUMERO DE PIEZAS.	LONGITUD	PESO POR METRO.	PESO POR PIEZA.	PESO TOTAL
K 1	PLS 13 x 250	26	6959	25.0	173.98	4523
	PLS 13 x 250	26	7043	25.0	176.08	4578
	PLS 6 x 1321	26	6969	12.20	269.55	7008
	PLS 19 x 300	26	300	45.0	13.50	351
	PLS 16 x 250	26	1350	31.25	42.19	1097
M1 A M3	PLS 13 x 250	26	7644	25.00	191.10	4969
	PLS 13 x 250	26	6475	25.00	161.88	4209
	PLS 13 x 122	52	1180	12.20	28.80	748
	PLS 13 x 122	52	1213	12.20	14.80	770
	PLS 13 x 122	52	1251	12.20	15.26	794
	PLS 13 x 122	52	1288	12.20	15.71	817
	PLS 13 x 122	52	1391	12.20	16.09	837
	PLS 6 x 160	96	165	8.00	1.32	127
	PLS 6 x 1319	26	7767	47.45	368.57	9583
	PLS 10 x 325	44	470	24.38	11.46	504
	PLS 16 x 250	26	1350	31.25	42.19	1097
	PLS 10 x 325	44	470	24.38	11.46	504
	PLS 10 x 470	8	650	35.25	22.91	183

AC CION EN MM.

CUANTIFICACION DE MATERIALES.

COLUMNAS Y MARCOS

2/2

ELEMENTO	PERFIL	NUMERO DE PIEZAS.	LONGITUD	PESO POR METRO.	PESO POR PIEZA.	PESO TOTAL
M1 A M3	PLS 10 x 180	26	220	13.50	2.97	77
	<S 10x102x152	104	220	18.31	4.03	419
	<S 10x102x152	26	220	18.31	4.03	105
						43706
		(DESPERDICIOS Y SOLDADURA) + 45%				1967
						45673 KG.
ACOTACION EN MM.						

20

7

00

DEHYDRATION PLANT. PROGRAMA DE CONSTRUCCION

EDIF. MOLINO
 HOJA 1 DE 2
 FECHA JUNIO / 1988

CONCEPTO	JUNIO																											OBSERV.
	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	25	27					
NIVEL 1716.62 Y 1722.72																												
MONTAJE COLUMNAS EJE 6	—																											
" " " 5		—																										
" " " 4			—																									
" " " 3				—																								
" " " 2					—																							
" " " 1						—																						
MONTAJE TRABES EJE 6							—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" " " 5								—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" " " 4										—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" " " 3												—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" " " 2																—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" " " 1																	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
MONTAJE TRABES EJE C								—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" " " D									—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" " " E										—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" " " F											—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" " " G												—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
NIVEL 1726.99																												
MONTAJE COLUMNAS EJE 3																												
" " " 2																												
MONTAJE TRABES EJE 3																												
" " " 2																												
MONTAJE TRABES EJE C																												
" " " D																												
MONTAJE DE VOLADOS EJE 6																												

ELABORO

REVISO

APROBACION

TALLER DE FABRICACION.

DIPOSITIVA

C O N T E N I D O

- 1 Recepción de materia prima: Se deberá verificar el tipo de acero, así como su calidad.
- 2 Patio de maniobras de los materiales.
- 3 Area de armado de la estructura: Observese que se cuenta con grúa viajera para facilidad de maniobra de las piezas por facilitar.
- 4 y 5 Equipo mínimo necesario en un taller: Cortadora automática, taladro mecánico.
- 6 Area de soldado: En esta área se debe de contar con áreas grandes para facilidad en el manejo de piezas grandes, usualmente se cuenta con grúa viajera.
- 7 Area de Limpieza: Una vez terminado de habilitar los elementos estructurales, pasan al área de limpieza, posteriormente se aplicará el recubrimiento.
- 8 y 9 Almacén: Una vez aplicado el primario de taller, las piezas terminadas pasan al área de almacén para ser enviadas a su destino final.
- 10 Almacén: Algunas veces los elementos estructurales no se les aplica ningún recubrimiento protector, de esta forma son embarcados a su destino final.
- 11 y 12 Area de embarque: En esta área son cargados los elementos estructurales para su envío final.

TALLER DE CAMPO.

Fabricación de un perfil formado por 3 placas.

- 13 Zona de trazo: Los trazos, usualmente se realizan en bancos provisoriales para una mayor facilidad en las maniobras de las piezas.
- 14 Armado de piezas formadas por 3 placas: Se debe puntear la segunda placa para posteriormente verificar el plomo de la misma.
- 15 Verificación de la verticalidad de los elementos formados por 3 placas: Usualmente se hace con una escuadra.
- 16 Colocación de contravientos para conservar la verticalidad en elementos formados por 3 placas.
- 17 y 18 Una vez terminado de colocar contravientos, se realiza el soldado a lo largo del elemento estructural formado por 3 placas hasta su terminación final.

1.- CODIGOS Y ESPECIFICACIONES.

- 1.1.- Los materiales y los procedimientos de trabajo, estarán en conformidad con las últimas ediciones de las publicaciones citadas en éstas especificaciones.
- 1.2.- El acero estructural será del tipo definido en el "Code of Standard Practice for Steel Building and Bridges" del AISC, última edición.
- 1.3.- La fabricación se llevará a cabo de conformidad con la AISC "Specification for the Design, Fabrication & Erection of Structural Steel for Buildings", octava edición.
- 1.4.- Las conexiones y materiales en que se utilicen pernos de alta-resistencia se ajustarán a lo prescrito en la "Specification for Structural Joints using ASTM A325 or A490 Bolts", del AISC
- 1.5.- Los procesos de soldadura manual que se usen, estarán de acuerdo con el "Structural Welding Code D1 1.75, su apéndice "E" y su revisión 1-76 de la AWS.

2.- M A T E R I A L E S

Los materiales se ajustarán a los requisitos de las especificaciones listadas a continuación:

- 2.1.- Acero Estructural ASTM A36:
"Standard Specifications for Structural Steel"
- 2.2.- Pernos de alta resistencia ASTM A325:
"Standard Specifications for high Strength Bolts for Structural Steel Joints, Including Suitable Nuts and Plain Hardened Washers"
- 2.3.- Tubos ASTM A53, grado B
"Standard Specification for Welded and seamless steel pipe".
- 2.4.- Pernos comunes ASTM A 307:
"Standard Specifications for low carbon steel externally & internally threaded standard fasteners". Las tuercas serán hexagonales pesadas "American Standard".

2.5.- Electrodo para soldadura:

Los electrodos para soldadura manual al arco eléctrico con electrodos metálicos recubiertos, se ajustarán a la especificación AWS A-5.1 "Specifications for Mild steel covered Arc welding electrodes" o a la especificación AWS A5.5 Specification for low alloy steel - covered arc welding electrodes". Para soldadura al arco eléctrico-sumergido, los electrodos se ajustan a la especificación AWS A5.17 "Specification for bare steel electrodes and fluxes for submerged-arc. welding".

2.6.- Galvanizado ASTM A123.

Standard specifications for zinc (hot galvanized) Coatings on product fabricated from, rolled, pressed and forged steel shapes, plates, bars and strips", ASTM A153 "Standard specification for zinc-coating (hot-Dip) on iron and steel hardware" y ASTM A388 "Specification for zinc coating (hot dip) on assembled steel products", se gún sea aplicable.

3.- F A B R I C A C I O N:

3.1.- Los detalles de fabricación de piezas de acero se ajustarán a las especificaciones indicadas en los incisos 2 y 3 de la sección --01 y los suplementos correspondientes.

3.2.- Los detalles de fabricación se ajustarán estrictamente a los planos finales de diseño.

3.3.- Las piezas se fabricarán correctamente de los tamños y dimensiones mostradas en los planos. Los cortes y perforaciones se harán de manera que produzcan superficies y líneas continuas, fieles a los detalles de los planos. Los ensambles y similares serán limitados y ajustados limpiamente, no se permitirán cortes con soplete de -- piezas que vayan a quedar expuestos.

3.4.- Sólo se harán aquellas modificaciones en los perfiles o detalles de diseño que sean aprobados por la dirección de la obra.

3.5.- Toda soldadura se hará de acuerdo con el código indicado en el inciso 5 de la sección --01. También se seguirán los lineamientos indicados por el "Manual of steel construction", octava edición -- del AISC.

3.6.- Se proveerá de agujeros para acomodar trabajo futuro y suministros de otros fabricantes en la forma mostrada en los planos de diseño.

3.7.- La mano de obra será de buena calidad, las operaciones de corte, - punzanado y soldadura se harán con limpieza y se removerán todas - las rebabas. Todas las juntas soldadas que vayan a quedar expuestas se esmerilarán al ras de las superficies circundantes.

La soldadura en las juntas a tope de barandales será entrasada.

- 3.8 LOS PLANOS DEFINITIVOS DE DISEÑO NO TOMARÁN EN CUENTA TOLERANCIAS. EL FABRICANTE CONSIDERARÁ TALES TOLERANCIAS AL DETALLAR AQUELLOS ELEMENTOS QUE DEBAN ENSAMBLAR EN OTROS Y PROVERÁ HOLGURAS RAZONABLES PARA EL AJUSTE DE LAS PARTES.
- 3.9 EL CORTE DEL MATERIAL SE EFECTUARÁ MEDIANTE EL USO DE SOPLETE - GUIADO MECÁNICAMENTE.
- 3.10 LAS JUNTAS DEBERÁN ESTAR ANTES DEL MONTAJE Y EN EL MOMENTO DE SOLDARLAS LIBRES DE ESCORIAS, MOHO, PINTURA, TIERRAS, ACEITES Y ÓXIDOS, DEBIENDO LIMPIARSE CON ESMERILADORA Y CEPILLO DE ALAMBRE ACCIONADO POR MOTOR ELÉCTRICO, HASTA QUEDAR SIN REBABAS NI GRÁNULOS DE MATERIAL.
- 3.11 LAS PREPARACIONES DEBERÁN TENER UNA CARA DE LA RAÍZ, UNA APERTURA DE RAÍZ Y PODRÁ USARSE O NO PLACA DE RESPALDO, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CÓDIGO PARA SOLDADURA EN CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS DE LA SOCIEDAD AMERICANA PARA LA SOLDADURA (AWS D1 0-63).
- 3.12 LA SOLDADURA DE LAS JUNTAS PODRÁ HACERSE DE PREFERENCIA CON SOLDADURA AL ARCO ELÉCTRICO SUMERGIDO EN AQUELLAS JUNTAS QUE LO PERMITAN.
- 3.13 TODOS LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DEBERÁN ESTAR PERFECTAMENTE IDENTIFICADOS.
- 3.14 TODOS LOS MIEMBROS SERÁN FABRICADOS EN EL TALLER CON LAS DIMENSIONES ANOTADAS EN LOS PLANOS DE MANERA QUE NO HAYA EMPALMES DE CAMPO, EXCEPTO EN LOS LUGARES ESPECÍFICAMENTE INDICADOS EN LOS PLANOS, SALVO AUTORIZACIÓN ESCRITA DE LA DIRECCIÓN DE LA OBRA.
4. CONEXIONES PERNADAS O ATORNILLADAS.
- 4.1 TODAS LAS CONEXIONES SE AJUSTARÁN A LO DETALLADO EN LOS PLANOS DE DISEÑO Y A LO QUE AQUÍ SE ESPECIFICA.
- 4.2 TODAS LAS CONEXIONES PERNADAS O ATORNILLADAS SE HARÁN UTILIZANDO PERNOS DE ALTA RESISTENCIA QUE SE AJUSTEN A LA ESPECIFICACIÓN ASTM A325 EXCEPTO DONDE SE INDIQUE OTRA COSA. LOS PERNOS NORMALES SE AJUSTARÁN A LA ESPECIFICACIÓN ASTM A307.
- 4.3 TODAS AQUELLAS JUNTAS QUE DEBAN LLEVAR PERNOS DE ALTA RESISTENCIA ESPECIFICACIÓN ASTM A325, SE CONSIDERARÁN COMO DEL TIPO DE APLASTAMIENTO EN LAS QUE ES PERMISIBLE QUE LA CUERDA SE ENCUENTRE EN EL PLANO DE CORTE.
- 4.4 AQUELLAS JUNTAS QUE NO SE DETALLEN EN LOS PLANOS DE DISEÑO, SERÁN DETALLADAS EN LOS PLANOS DE TALLER, AJUSTÁNDOSE A LOS DETALLES INCLUIDOS EN LA PARTE 4 DEL MANUAL AISC, OCTAVA ADICIÓN, DE TAL MANERA QUE SEAN CAPACES DE DESARROLLAR NO MENOS DE LA MITAD DE LA CAPACIDAD DEL ALMA DEL MIEMBRO QUE COMPACTAN.

5.- JUNTAS REMACHADAS.

En las estructuras remachadas se tendrán en cuenta las indicaciones siguientes:

5.1.- El diámetro de los agujeros será 1.6 mm mayor que el diámetro nominal de los remaches. Los agujeros se podrán hacer al diámetro requerido mediante punzón, siempre que el espesor del material no sea mayor de 19 mm ni menor que el diámetro nominal del remache. Cuando el espesor esté comprendido entre 19.0 mm y 25.4 mm, se hará con punzón a un diámetro menor y se limarán para obtener el diámetro requerido. Si el espesor es mayor de 25.4 mm., se taladrarán agujeros mal hechos o mal apareados.

Todas las partes que estén remachando tendrán que sujetarse rígidamente por medio de pernos o tornillos mientras dure esta operación.

5.2.- Los remaches se colocarán a máquina con remachadora operada manualmente, usando fuerza neumática, hidráulica o eléctrica, calentándose previamente el remache a una temperatura que no exceda de 1265 °C ni sea menor de 538 °C al colocarlos. Los remaches que se encuentren flojos o sean defectuosos, deberán ser botados o rechazados respectivamente.

6.- SOLDADURA.

6.1.- Todo el trabajo de soldadura estará de acuerdo con lo indicado por el código mencionado en el inciso 5 de la sección 01 y se ajustará a las partes 4 y 5 del "Manual of Steel Construction" octava edición del AISC, en especial a lo indicado en la sección 1.17 de la parte 5 y a los detalles de soldadura mostrados en las páginas 4-416 y siguientes de la parte 4.

6.2.- Toda la soldadura deberá ser llevada a cabo por uno de los procesos siguientes.

A).- Soldadura al arco eléctrico con el electrodo recubierto.

B).- Soldadura al arco eléctrico sumergido.

C).- En ningún caso se podrá emplear la soldadura al arco eléctrico en gas inerte.

Cualquier otro proceso deberá estar aprobado por escrito por la Dirección de la obra.

6.3.- Todos los soldadores que se empleen, deberán estar calificados de acuerdo con las pruebas descritas en el código indicado en el inciso 5 de la sección 01.

6.4.- No se ejecutará ninguna soldadura cuando las superficies estén mojadas o expuestas a la lluvia o viento considerable o cuando los soldadores estén expuestos a severas condiciones ambientales.

6.5.- Todas las soldaduras a tope serán de penetración completa, precalificadas, de acuerdo a lo indicado en las páginas 4-146 y siguientes del manual AISC octava edición.

7. ELECTRODOS.

- 7.1 TODAS LAS SOLDADURAS AL ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO METÁLICO RECUBIERTO SE AFECTARÁN CON ELECTRODOS E70XX. LAS SOLDADURAS AL ARCO ELÉCTRICO SUMERGIDO SE LLEVARÁN A CABO CON ELECTRODOS E70XX.
- 7.2 LOS ELECTRODOS PARA SOLDADURA AL ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO METÁLICO RECUBIERTO SE AJUSTARÁN A LA ÚLTIMA EDICIÓN DE LAS DOS PRIMERAS ESPECIFICACIONES AWS INDICADAS EN EL INCISO 5 DE LA SECCIÓN 02.
- 7.3 LOS ELECTRODOS PARA SOLDADURA AL ARCO ELÉCTRICO SUMERGIDO SE AJUSTARÁN A LA ÚLTIMA EDICIÓN DE LA "SPECIFICATIONS FOR BAPE-MILD STEEL ELECTRODES AND FLUXES FOR SUMERGED ARC WELDING" A5.17" DE LA AWS.
- 7.4 LOS ELECTRODOS DE BAJO HIDRÓGENO QUE CUMPLAN CON LA ESPECIFICACIÓN SECCIÓN 2, SE COMPRARÁN EN EMPAQUES HERMÉTICAMENTE SELLADOS, O SE SECARÁN DURANTE POR LO MENOS UNA HORA A TEMPERATURA DE 370° C (700° F) A 430° C (800° F) ANTES DE QUE SEAN USADOS.
- 7.5 LOS ELECTRODOS QUE SE DESEMPAQUEN O SE RETIREN DEL HORNO DE SECADO SE ALMACENARÁN INMEDIATAMENTE EN UN HORNO A UNA TEMPERATURA DE POR LO MENOS 121° C (250° F).
- 7.6 LOS ELECTRODOS E70XX QUE NO SE USEN DENTRO DE LAS 4 HORAS SIGUIENTES DESPUÉS DE HABER ABIERTO EL EMPAQUE O HABER SIDO RETIRADOS DE LOS HORNOS, SE SECARÁN EN LA FORMA DESCRITA; NO SE PERMITIRÁ EL USO DE ELECTRODOS QUE HAYAN SIDO MOJADOS.
- 7.7 TODOS AQUELLOS ELECTRODOS QUE LLEGARAN A HUMEDECERSE O ROMPERSE SU REVESTIMIENTO, SERÁN RECHAZADOS.
- 7.8 LAS SOLDADURAS DEBERÁN PROTEGERSE DE LA LLUVIA HASTA QUE SE HAYAN ENFRIADO TOTALMENTE.

8. PROCESO DE SOLDADURA.

- 8.1 EL PRECALENTAMIENTO Y TEMPERATURA ENTRE "PASADAS" ESTARÁ DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE TABLA:

PROCESO DE SOLDADURA	ESPESOR DE LA PLACA MAS GRUESA POR SOLDAR.	TEMPERATURA MINIMA	
		°F	°C
SOLDADURA AL ARCO ELECTRICO CON ELECTRODO METALICO, RECUBIERTO, -- USANDO ELECTRODOS QUE NO SEAN DE BAJO HIDROGENO	HASTA 3/4"	NO SE REQUIERE *	
	MAYOR 3/4" Y HASTA 1 1/2"	150	66
	MAYOR DE 1 1/2" Y HASTA 2 1/2"	225	107
	MAYOR DE 2 1/2"	300	150
SOLDADURA AL ARCO ELECTRICO CON ELECTRODO METALICO RECUBIERTO USANDO ELECTRODOS DE BAJO-HIDROGENO.	HASTA 3/4"	NO SE REQUIERE *	
	MAYOR DE 3/4" Y HASTA 1 1/2"	50	10
	MAYOR DE 1 1/2" Y HASTA 2 1/2"	150	66
	MAYOR DE 2 1/2"	225	107
SOLDADURA AL ARCO SUBMERSIVO	MAYOR DE 2 1/2"	225	107

* Cuando el metal base esté a una temperatura igual o menor que 0°C --- (32°F) se precalentara cuando menos a 21°C (70°F).

- 8.2.- Cada soldadura que se aplique deberá ser uniforme en ancho y espesor en toda su longitud y cada pasada de soldadura deberá ser uniforme, libre de escorias, grietas, porosidad, burbujas y socavación y quedará totalmente fundida junto con las pasadas adyacentes de soldadura y con el metal base. Además, la pasada final de cobertura, quedará libre de ondulaciones, no quedará sobredimensionada ni subdimensionada ni con depresiones profundas en sentido longitudinal.
- 8.3.- Las soldaduras de filete serán del tamaño especificado con garganta completo y piernas de tamaño uniforme.
- 8.4.- El emparejado, esmerilado y reparación en general de soldaduras se hará siempre en forma tal, que no provoque ranuras, resanes o reduzca el espesor del metal base.
- 8.5.- En el ensamblado y unión de las partes de una estructura o de un miembro y cuando se sueldan placas y piezas diversas de refuerzo a un miembro, la forma de proceder y el orden en que se hagan las soldaduras será tal, que se eviten deformaciones innecesarias y se reduzcan al mínimo los refuerzos por contracciones o dilataciones. Debe considerarse la posibilidad de colocar tramos de soldaduras en dirección opuesta al avance general de la soldadura o el avance desde puntos distintos para minimizar los esfuerzos de temperaturas residuales; siempre que sea posible se procurará que el calor aplicado en los varios lados de una pieza quede lo más balanceado posible durante el desarrollo del proceso de soldadura.

9.- CALIFICACION DE LOS SOLDADORES

La calificación de los soldadores deberá ser hecha por un inspector especializado, a partir de pruebas ejecutadas por el operador; dichas pruebas serán congruentes con el trabajo por realizar tomando en cuenta las uniones especificadas en planos.

10.- PRUEBAS EN SOLDADURA

10.1.- Las pruebas consistirán básicamente en:

- + Pruebas para soldaduras de ranura.
- + Pruebas de tensión.
- + Pruebas de doblado en la base
- + Pruebas de doblado en la cara
- + Pruebas de doblado lateral.
- + Prueba para soldaduras de filete.

Los especímenes para pruebas de tensión sin ser relevados de esfuerzos deberán cumplir con los esfuerzos de fluencia y rupturas, así como con el alargamiento especificado para el material base,

Las pruebas de doblado deberán hacerse con el dispositivo especial para pruebas de doblado guiado; después de doblar a la probeta. ésta no debe mostrar ninguna grieta u otro defecto de apertura que exceda de 3.2 mm. medido en cualquier dirección.

Las probetas para prueba de soldadura de filete estarán libres de grietas y otros defectos. El examen de la sección atacada químicamente debe satisfacer las especificaciones de los "Procedimientos Estándar de Calificación" de la Sociedad Americana para la Soldadura (AWS B3.0).

La preparación de material base, el tipo de electrodo, su inclinación, la posición de placas de prueba para soldaduras planas, horizontales, verticales y sobrecabeza, deberán ajustarse a lo indicado en los "Procedimientos Estándar de Calificación" de la mencionada Sociedad.

11.- CONTROLES PARA LA SOLDADURA.

11.1.- Control Visual.

La calidad de la soldadura deberá ser tal que permita una completa fusión entre el metal de aporte y el material base.

Todos los cráteres se llenarán hasta completar la sección transversal de la soldadura, así mismo, todas las soldaduras que contengan grietas deberán repararse.

Toda junta defectuosa se reparará removiendo la soldadura por medio de Arc-Air y reponiendo en forma adecuada el cordón; por ningún motivo se permitirá el uso de soplete para remover soldaduras.

En todo caso la aprobación o rechazo de una junta soldada quedará sujeta a juicio del inspector o representante de la Dirección de Obra, quien podrá hacer inspección y pruebas no destructivas de las soldaduras a su criterio, los métodos de pruebas podrán ser radiográficos, ultrasónicos y de particular magnética, a juicio de la misma Dirección.

11.2.- Control Radiográfico.

Adicionalmente a la inspección continua la soldadura de campo será controlada mediante el examen de radiografía o gammagrafías de las uniones soldadas.

La localización de las juntas por radiografías, podrá ser sistemática a juicio del inspector, quien podrá incluso someter a éste control las juntas de taller que le parezcan inadecuadas.

De las conexiones principales deberán radiografiarse un 25% en placa superior y 10% en la inferior. El porcentaje de juntas de taller radiografiadas quedará a juicio del inspector según indicaciones de planos.

12.- ACABADOS Y TOLERANCIAS

Los miembros terminados deberán quedar bien alineados, sin torceduras, dobleces, juntas aciertas y en aquellos que van a quedar aparentes, todas las juntas deberán ser perfiladas con esmeril.

Todos los miembros no deberán tener una variación lateral mayor que 1:1000 de su longitud entre dos puntos consecutivos arriostrados lateralmente; la tolerancia en longitud no será mayor de 1.6 mm. en miembros con longitud menor o igual a 10mm y 3mm. para longitudes mayores.

13.- LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE

La limpieza de la superficie se efectuará por alguno de los siguientes métodos:

- a).- Sopletear con abrasivos secos, incluyendo todos los rincones y depresiones, eliminando toda la grasa, aceites, mugre, óxido y materiales extraños; pueden dejarse ligeras manchas, estrias o decoloraciones causadas por óxido o escama de laminación, y la pintura vieja bien adherida. Sopletear con gravilla de acero G-25, munición de acero S-330, o arena silice (malla 16)
Si la gravilla o munición son reutilizados, debe quitarseles toda contaminación.
- b).- Mordentado químico, de acuerdo a la especificación SSPC-SF-8-63.
- c).- Limpieza mecánica. Eliminar toda la escama de laminación y el óxido sueltos.

13.1.- Después de la limpieza, la superficie se limpiará con aspiradora y se soplará continuación con aire a presión (libre de aceite y agua). Antes de aplicar la primera capa se removerán completamente todos los productos de la limpieza.

Si después de la limpieza queda cualquier impureza, aceite, grasa u otra, adherida a la superficie, ésta será removida lavando con solventes y aplicando de nuevo la limpieza especificada.

Finalmente con una lima se eliminarán las rugosidades y los bordes agudos, en particular los producidos por las soldaduras.

13.2.- Para evitar la corrosión en los largueros formados por 2 perfiles tipo MONTEN, se deberá sellar la unión entre perfiles con sellador tipo FESTACRIL en pasta, o similar.

13.3.- Dentro de las ocho horas siguientes a la limpieza, y antes de que ocurra oxidación alguna, se aplicará a las superficies limpiadas el recubrimiento primario.

Si ha ocurrido oxidación antes de pintar, se cepillarán las superficies afectadas hasta eliminarlas.

14.- APLICACION DEL RECUBRIMIENTO.

14.1.- El primario será tipo Amercoat 38, color rojo, o un similar equivalente aprobado por la dirección de la obra; así mismo el recubrimiento de acabado será de esmalte alquidálico tipo Amercoat 52 o similar, con película seca de 5.0 mils, aplicada en dos capas.

El primario se aplicará hasta obtener un espesor uniforme mínimo en seco de 3.0 mils. (75 micras). El primario será aplicado en 2-capas, de conformidad con estas especificaciones y con las recomendaciones escritas del fabricante.

Durante las visitas de inspección de la Dirección de la Obra disponible para el examen del inspector, instrucciones completas impresas y literatura del fabricante de la pintura aprobada.

14.2.- El primario se aplicará contando con un equipo que incluya un aparato de agitación mecánica automática, que mantenga en suspensión el pigmento durante la aplicación.

No es aceptable el mezclar únicamente antes de la aplicación.

No se utilizarán solventes y adelgazadores a menos que esto sea recomendado por el fabricante del recubrimiento.

Los solventes y adelgazadores serán del tipo y la cantidad pre-escrita por el fabricante del recubrimiento, y en ningún caso se autorizará el uso de solventes y adelgazadores sustitutos.

14.3.- El primario se aplicará dentro de una atmósfera limpia, libre de polvo, arena o gases. No se aplicará en zonas próximas a lugares en donde se esté soldando. Se prestará especial atención a que las soldaduras, esquinas, pernos y otros sitios rugosos queden adecuadamente cubiertos.

14.4.- Todo el trabajo de recubrimiento queda sujeto a la inspección y aprobación de la Dirección de la Obra. Esta inspección se llevará a cabo en cualquier momento y tendrá como fin el asegurar el estricto apego a esta especificación.

El espesor de la película de recubrimiento seca se verificará con calibradores magnéticos y otros medios a juicio de la Dirección de la Obra. Se inspeccionará también la capa terminada de primario para detectar grietas, exceso de pintura, perforaciones y rugosidad.

Se rechazarán aquellas áreas que muestren tales defectos y otras señales de preparación incorrecta de la superficie o aplicación defectuosa del recubrimiento.

14.5.- Para determinar que las condiciones reinantes son adecuadas para la aplicación de primario o recubrimiento, se utilizarán los siguientes criterios:

- + No se aplicará el primario cuando la temperatura ambiente sea menor de 5°C, ni si es posible que la temperatura descienda a 0°C, antes de que seque la pintura.
- + No se aplicará el primario a acero cuya temperatura sea inferior a 2°C. Véanse otras condiciones de la tabla A.
- + El primario no se aplicará a superficies de acero que se encuentren a temperatura superior a 52°C a menos que dicho primario haya sido específicamente formulado para su aplicación a la temperatura propuesta. Si se aplica el primario en clima caliente, deberán tomarse precauciones especiales para asegurar que se obtiene el espesor especificado para la película seca.
- + No se aplicará primario en lluvia, nieve, niebla o cuando se haya formado escarcha en las superficies a pintar. Toda superficie sobre la que ha de aplicarse el primario deberá encontrarse perfectamente seca.
- + El primario no se aplicará cuando la humedad relativa del ambiente sea tal que una pequeña variación en las temperaturas ambiente y del metal pueda producir condensación sobre las superficies metálicas. Se utilizará la tabla "A" siguiente como una guía para determinar los rangos permisibles de temperatura y humedad relativa.

T A B L A " A "

HUMEDAD RELATIVA EN PORCIENTO, SOBRE LA CUAL SE CONDENSARA LA HUMEDAD AMBIENTE SOBRE LAS SUPERFICIES METALICAS NO AISLADAS.

TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE DEL METAL °C	T E M P E R A T U R A A M B I E N T E ° C											
	5	6	11	14	17	20	23	26	29	32	35	
2	55	28	9									
5		64	38	17								
8			36	44	24	12						
11				71	48	30	17					
14					73	52	35	22	14	8		
17						75	55	40	29	20	14	
20							75	60	44	33	24	
23								79	62	47	35	
26									80	64	50	
29										69	58	
32												82

15.- MONTAJE DE LAS ESTRUCTURAS

El contratista presentará sus planos de montaje a la Dirección de la Obra para su aprobación.

Las dimensiones de las piezas, juntas y sistema de montaje de las estructuras de acero, serán de acuerdo con lo fijado en el proyecto. Las piezas se manejarán con el debido cuidado y la Dirección rechazará las que se encuentren dañadas.

Se autorizarán cortes con sopletes guiados mecánicamente sin necesidad de cepillar los cantos. En caso de que el soplete no sea guiado mecánicamente, será necesario cepillar los cantos a menos que el proyecto o la Dirección autorice otra cosa.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS ABIERTOS
Y CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION
MODULO III CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO**

TANQUES DE ALMACENAMIENTO

ING. MANUEL LOPEZ MANJARREZ

I N D I C E

		HOJA
SECCIÓN 1.0	GENERALIDADES. TRABAJOS PRELIMINARES.	1
1.1	REVISIONES Y RECOMENDACIONES PREVIAS.	1
1.2	EQUIPO Y HERRAMIENTA DE MONTAJE	3
1.2.1	HERRAJES PARA ARMAR Y AJUSTAR JUNTAS ENTRE PLACAS.	4
1.2.2	HERRAMIENTA ADICIONAL PARA MANIOBRAS Y MANEJO DE PLACAS.	5
1.3	CIMENTACIÓN, REVISIONES Y TRAZOS.	6
1.3.1	REVISIONES GENERALES.	7
1.3.1.1	ASIENTO DE LA OBRA.	8
1.3.1.2	INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO.	8
1.3.2	TRAZOS PRELIMINARES. CENTRO Y EJES DE TANQUE.	9
1.3.2.1	CENTRO.	9
1.3.2.2	ORIENTACIÓN Y EJES DEL TANQUE.	11
1.3.2.3	TRAZOS EN EL ANILLO DE CIMENTACIÓN.	12
1.4	NIVELACIÓN, VERTICALIDAD Y REDONDEZ. TOLERANCIA.	15
1.4.1	TOLERANCIA DE NIVEL EN LOS ANILLOS DE CIMENTACIÓN.	16
1.4.2	REVISIÓN DEL NIVEL DE LOS ANILLOS DE CIMENTACIÓN.	17
1.4.3	REQUERIMIENTOS DE HORIZONTALIDAD DE LA ENVOLVENTE.	19
1.4.4	VERTICALIDAD.	19
1.4.5	REDONDEZ.	21

		HOJA
SECCIÓN 1.4.6	"PEAKING" (DISTORSION VERTICAL).	21
1.4.7	"BANDING" (DISTORSION HORIZONTAL).	22
1.4.8	NIVELACIÓN DE LOS ANILLOS DE LA ENVOLVENTE.	22
1.5	EQUIPOS DE MEDICIÓN Y MEDICIONES.	24
1.5.1	CINTAS DE MEDIR.	24
1.5.2	MEDICIÓN DE REDONDEZ.	25
1.5.3	EQUIPOS DE TOPOGRAFÍA.	27
1.5.3.1	TRÁNSITO Y NIVEL.	28
1.5.3.2	RECOMENDACIONES ADICIONALES.	29
SECCIÓN 2.0	FONDO. GENERALIDADES.	1
2.1	MONTAJE DEL FONDO Y SECUENCIA DE LA SOLDADURA	1
2.1.1	FONDOS CON PLACAS ANULARES SOLDADAS A TOPE CON BISEL EN V Y LÁMINAS DE RESPALDO.	1
2.1.2	TENDIDO DEL FONDO CON PLACAS RECTANGULARES TRASLAPADAS.	7
2.1.3	SECUENCIA DE SOLDEO EN FONDOS CON PLACAS TRASLAPADAS.	10
2.1.3.1	TÉCNICA CBI.	10
2.1.3.2	TÉCNICA DE SOLDEO P.D.M.	15
2.2	AJUSTE Y SOLDEO DE ESQUEMAS BAYONETEADAS.	18
2.2.1	DOBLADO DE ESQUEMAS BAJO LA ENVOLVENTE.	18

	HOJA
SECCIÓN 2.2.2 DOBLECES DE TRASLAPES DE TRES PLACAS.	20
2.3 PLACAS DE APOYO.	23
SECCIÓN 3.0 ERECCIÓN DE LA ENVOLVENTE. GENERALIDADES.	1
3.1 TRAZOS PREVIOS AL MONTAJE DEL PRIMER ANILLO.	3
3.1.1 CENTRO Y EJES DEL TANQUE.	3
3.1.2 TRAZOS AUXILIARES PARA EL MONTAJE DE LA ENVOLVENTE.	3
3.2 ERECCIÓN DEL PRIMER ANILLO.	8
3.3 PLACAS CON PUERTAS DE LIMPIEZA.	12
3.4 UNIÓN Y SOLDEO DE JUNTAS VERTICALES.	17
3.4.1 AJUSTE DE JUNTAS VERTICALES.	17
3.4.2 SOLDEO DE JUNTAS VERTICALES.	23
3.5 SOLDADURA EN LA JUNTA CIRCUNFERENCIAL. FONDO-ENVOLVENTE.	23
3.6 MONTAJE DEL SEGUNDO Y DEMÁS ANILLOS DE LA ENVOLVENTE.	24
3.7 AJUSTE Y SOLDEO DE JUNTAS HORIZONTALES (CIRCUNFERENCIALES).	27
3.7.1 PROBLEMAS AL AJUSTAR JUNTAS HORIZONTALES.	29
3.7.1.1 ANILLOS LARGOS O CORTOS.	29
3.7.1.2 VARIACIONES EN LA ABERTURA DE LA RAIZ DE LA SOLDADURA.	30
3.7.2 SOLDEO DE LAS COSTURAS HORIZONTALES.	31
3.8 MONTAJE DE MIEMBROS ESTRUCTURALES EN LA ENVOLVENTE.	31

	HOJA		
3.8.1	ANGULO DE CORONAMIENTO Y ATIESADORES.	31	
3.8.2	TRABES PERIMETRALES DE REFUERZO CONTRA EL VIENTO.	32	
3.8.3	REVISIÓN DE LA REDONDEZ DE LA ENVOLVENTE EN TANGUES ABIERTOS.	33	
3.9.	PROTECCIÓN CONTRA EL VIENTO.	35	
3.9.1	REQUERIMIENTOS MÍNIMOS.	36	
3.9.2	RECOMENDACIONES ADICIONALES.	37	
3.10	LIMPIEZA DE LA ENVOLVENTE DEL TANQUE.	38	
3.11	ÁNDAMIAJE.	39	
SECCIÓN	4.0	MONTAJE DEL TECHO FLOTANTE.	1
	4.1	GENERALIDADES.	1
	4.2	SECUENCIA DE MONTAJE DEL TECHO.	1
	4.2.1	SUB-ENSAMBLE Y MONTAJE DEL PONTÓN.	2
	4.2.2	OBRA FALSA PARA APOYO Y ARMADO DEL TECHO.	4
	4.2.3	ARREGLO Y TENDIDO DE LAS PLACAS DEL DIAFRAGMA DEL TECHO.	9
	4.2.4	SECUENCIA DE SOLDEO DEL DIAFRAGMA.	9
	4.2.5	INSTALACIÓN DE BOYAS Y DE SOPORTES DEFINITIVOS DEL TECHO.	9
	4.2.6	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS.	15
SECCIÓN	5.0	INSTALACIÓN DEL TUBO-SELLO.	1
	5.1	GENERALIDADES.	1
	5.2	INSTRUCCIONES PARA LA INSTALACIÓN DEL SELLO.	3

		HOJA	
SECCIÓN	6.0	ACCESORIOS.	1
	6.1	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS.	1
	6.1.1	LOCALIZACIÓN DE ACCESORIOS.	2
	6.2	SOLDEO DE ACCESORIOS.	2
	6.3	PRUEBAS EN LAS PLACAS DE REFUERZO.	5
	6.4	INSTALACIÓN DE LAS PUERTAS DE LIMPIEZA.	6
SECCIÓN	7.0	PRUEBAS, INSPECCIONES, LIMPIEZA, PINTURA Y CONCLUSIONES.	1
	7.1	INSPECCIÓN DE SOLDADURAS DEL FONDO Y TECHO DEL TANQUE.	1
	7.2	PRUEBAS EN EL PONTÓN Y BOYAS.	3
	7.3	ENVOLVENTE DEL TANQUE Y PRUEBAS DE FLOTACIÓN.	4
	7.4	INSPECCIÓN FINAL.	4
	7.5	PINTURA INTERIOR Y EXTERIOR.	8
	7.6	CONCLUSIÓN.	9
		FUENTES DE INFORMACIÓN.	12
		DIAGRAMA DE LA SECUENCIA DE MONTAJE.	13

I N T R O D U C C I O N

EN LA PREPARACIÓN DE ÉSTE MANUAL, SE CONJUGA LA PROPIA EXPERIENCIA DEL AUTOR CON LAS RECOMENDACIONES TÉCNICO-PRÁCTICAS DE TRES IMPORTANTES COMPAÑÍAS: CHICAGO BRIDGE AND IRON COMPANY (CBI), PITTSBURGH DES MOINES STEEL COMPANY (PDM) Y KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES LTD (KHI), LAS DOS PRIMERAS NORTEAMERICANAS Y LA TERCERA DEL JAPÓN, QUIENES HAN FABRICADO Y MONTADO GRANDES TANQUES SOLDADOS DE TECHO FLOTANTE DE MÁS DE UN MILLÓN DE BARRILES (DE MÁS DE 159 MILLONES DE LITROS).

HAY UNA GRAN DIFERENCIA ENTRE UN TECHO CÓNICO (TC) Y UNO FLOTANTE (TF); MIENTRAS QUE EL PRIMERO ES FIJO, APOYADO EN UNA ESTRUCTURA METÁLICA O ESTÁ AUTOSOPORTADO, EL FLOTANTE ACTÚA COMO UN PISTÓN CON UNA HOLGURA ENTRE TECHO Y PARED DE LA ENVOLVENTE MUY REDUCIDA Y PARA QUE FUNCIONE CORRECTAMENTE, LA HORIZONTALIDAD, REDONDEZ Y VERTICALIDAD DE LA ENVOLVENTE, DEBERÁ QUEDAR SIEMPRE DENTRO DE LAS TOLERANCIAS QUE PERMITA EL CÓDIGO, EN ÉSTE CASO EL API STANDARD 650. ESTO SE LOGRARÁ, SIGUIENDO FIELMENTE LAS INSTRUCCIONES DE MONTAJE DE ESTE MANUAL EN LO QUE SE REFIERE A LA PROPIA ERECCIÓN, AL USO OBLIGATORIO Y CORRECTO DE LOS HERRAJES COMO CANDADOS, SEPARADORES, RIGIDIZANTES, PUNZONES, CUÑAS, ETC., Y A LOS PROCEDIMIENTOS ADECUADOS DE SOLDADURA. SOLO ASÍ SE OBTENDRÁN TANQUES BIEN CONSTRUIDOS DENTRO DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD EXIGIDAS, SE ELIMINARÁN COSTOSAS REPARACIONES Y OPERARÁN A ENTERA SATISFACCIÓN DE LOS USUARIOS.

LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE MANUAL, ES SUPLEMENTARIA A LA DEL API 650; SIRVE DE APOYO Y ESTÁ DE ACUERDO CON LOS REQUERIMIENTOS DE DISEÑO. ES APLICABLE A LA ERECCIÓN DE TANQUES (TF) DE CUALQUIER CAPACIDAD, PERO SE LE DÁ MÁS IMPORTANCIA A LOS DE 500,000 BLS. DE 85.34 M. DE DIÁMETRO Y 14.63 M. DE ALTURA DE ENVOLVENTE (280' X 48'), DESPLANTADOS SOBRE ANILLOS DE CONCRETO Y CON EL TECHO A BASE DE PONTONES, BOYAS Y SELLO FLEXIBLE (INGENIERÍA PDM).

PEMEX S.F.C.O. COORDINACIÓN EJECUTIVA DE CONSTRUCCIÓN			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-86	1 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

1.0 GENERALIDADES, TRABAJOS PRELIMINARES.

EN ESTA PRIMERA SECCIÓN DEL MANUAL, SE INDICAN ALGUNAS REVISIONES Y RECOMENDACIONES PREVIAS, QUE SON NECESARIAS PARA UN BUEN INICIO DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN TANQUE. POR EJEMPLO: -- UNA REVISIÓN MUY IMPORTANTE, ES LA DEL HERRAJE AUXILIAR DE ARMADO. SI LA CÍA. CONTRATISTA NO EXHIBE UN LOTE COMPLETO DE TAL HERRAMIENTA, NO PODRÁ INICIAR EL MONTAJE. UNA RECOMENDACIÓN ESPECIAL, ES AQUELLA EN LA QUE EL SUPERVISOR DE PEMEX Y EL RESIDENTE DE LA CONSTRUCTORA, JUNTO CON SU MAESTRO MONTADOR, DEBERÁN REUNIRSE ANTES DE INICIAR LA CONSTRUCCIÓN, PARA ESTUDIAR Y ANALIZAR CONCIENZUDAMENTE EL MANUAL Y LOS PLANOS DE PROYECTO, DE FABRICACIÓN Y LOS DE MONTAJE, FORMULANDO UNA COMUNICACIÓN CON LAS DUDAS QUE PUDIERAN TENER, LA QUE SERÁ ENVIADA POR CONDUCTO DE LA SUPERINTENDENCIA LOCAL DE CONSTRUCCIÓN, A LA COORDINACIÓN EJECUTIVA DE CONSTRUCCIÓN PARA LAS ACLARACIONES CORRESPONDIENTES.

1.1. REVISIONES Y RECOMENDACIONES PREVIAS.

1. RECABAR EN LA OBRA PARA CONSULTA, UN JUEGO COMPLETO DE PLANOS DE MONTAJE Y DE FABRICACIÓN DE LAS PARTES CONSTITUTIVAS DEL TANQUE: FONDO, ENVOLVENTE, TECHO, SELLO, PONTÓN Y ACCESORIOS COMO LA GUÍA ANTIRROTACIÓN, POSTES, ESCALERAS INTERIORES Y EXTERIORES, PUERTAS DE LIMPIEZA, REGISTROS DE HOMBRE, BOQUILLAS, DRENAJES, ETC. LAS COPIAS SERÁN REPRODUCIBLES Y SACADAS DE PLANOS TIPO ORIGINALES; NO SE ADMITIRÁ REPRODUCCIÓN DE COPIAS ILEGIBLES. LLEVARÁN LOS DATOS COMPLETOS DE LA OBRA QUE SE TRATA: UBICACIÓN, PROYECTO, REQUISICIÓN, PEDIDO, SELLOS DE REVISIONES CON FIRMAS AUTORIZADAS Y LA LEYENDA "APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN"

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-86	2 DE 20
SECCION I.O GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

2. REVISAR Y REPORTAR LA LLEGADA DE LOS MATERIALES Y ACCESORIOS, ANOTANDO EN BITÁCORA EL ESTADO DE LOS MISMOS, PRINCIPALMENTE EL MATERIAL DE PLACAS DE FONDO, ENVOLVENTE Y TECHO. PASAR EL REPORTE A LA SUPERINTENDENCIA LOCAL DE CONSTRUCCIÓN.

3. REVISAR EL MATERIAL DEL TANQUE QUE SE VA A MONTAR, DE ACUERDO CON LAS LISTAS DE EMBARQUES Y LISTAS DE MATERIAL ANOTADAS EN LOS PLANOS DE FABRICACIÓN Y MONTAJE, PARA ASEGURAR LA TOTALIDAD DE LAS PIEZAS EN EL CAMPO.

4. CONSERVACIÓN DE MATERIALES: SE PROCURARÁ ALMACENAR A LA INTEMPERIE, LAS PLACAS DE LA ENVOLVENTE, EN LA FORMA MÁS ADECUADA PARA EVITAR QUE PIERDAN SU CURVATURA; EN LA MISMA FORMA SE ALMACENARÁN LAS PLACAS PLANAS DEL FONDO Y TECHO PARA QUE NO SE DEFORMEN. ESTOS MATERIALES SE PROTEGERÁN DE LA INTEMPERIE, APLICANDO A TODA LA SUPERFICIE DE LA PLACA SUPERIOR DE CADA ESTIBA, DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA, IGUALMENTE DEBERÁ HACERSE LA PROTECCIÓN DE LOS BORDES Y BISELES DE LAS PLACAS. LOS DEMÁS MATERIALES COMO EL ESTRUCTURAL, BOQUILLAS, TORNILLOS, HERRAJES, ETC., TAMBIÉN SE ALMACENARÁN CONVENIENTEMENTE PARA SU PROTECCIÓN Y CONTROL.

5. LA SOLDADURA SE ALMACENARÁ EN EL LUGAR ADECUADO PARA PRESERVARLA DE LA HUMEDAD. LA TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO SE FIJARÁ DE ACUERDO CON EL TIPO DE ELECTRODO Y DE LAS ESPECIFICACIONES CORRESPONDIENTES DE CÓDIGO Y/O LAS DEL FABRICANTE. ESPECIAL ATENCIÓN SE TENDRÁ CON LA SOLDADURA DE BAJO HIDRÓGENO.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-86	3 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

1.2 EQUIPO Y HERRAMIENTA DE MONTAJE.

A CONTINUACIÓN SE RECOMIENDAN LAS CANTIDADES BÁSICAS DE EQUIPO Y HERRAMIENTA QUE SE REQUIERE PARA EL MONTAJE DE UN TANQUE DE 500,000 BLS. EN CASO QUE SE NECESITE MONTAR MÁS TANQUES - DE LA MISMA O DE MENOR CAPACIDAD, LAS CANTIDADES SE INCREMENTARÁN O DISMINUIRÁN PROPORCIONALMENTE:

- A. 20 MÁQUINAS DE SOLDAR, ROTATORIAS O DE RECTIFICADOR PARA SOLDADURA MANUAL, CAPACIDAD 300 AMP.
- B. 2 MÁQUINAS AUTOMÁTICAS DE ARCO SUMERGIDO PARA SOLDAR JUNTAS HORIZONTALES.
- C. 2 PLANTAS GENERADORAS DE 400 K.V.A., CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.
20 CABLES DE TIERRA DE 20 METROS DE LONGITUD.
1,200 METROS DE CABLE DE COBRE FLEXIBLE, CALIBRE 2/0 PARA PORTA-ELECTRODOS.
- D. 2 COMPRESORAS DE 300 PIES CÚBICOS POR MINUTO Y PRESIÓN DE 7 KG/CM², CON MOTOR DIESEL, PARA SUMINISTRAR AIRE PARA ARCO-AIRE, HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS, PINTURA, ETC.
100 METROS DE MANGUERA FLEXIBLE PARA PRESIÓN DE 10 KG/CM² Y DIÁMETRO DE 51 MM. (2").
800 METROS DE MANGUERA, IDEM PERO DE 10 MM. (3/8") DE DIÁMETRO.
- E. 2 GRÚAS PARA ARMAR FONDOS Y ENVOLVENTES CON CAPACIDAD DE 20 TON., CON LLANTAS NEUMÁTICAS Y PLUMA DE 20 METROS.

PEMEX S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J.L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J.H.B.	IV-86	4 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

- F. UN MONTACARGA CON LLANTAS NEUMÁTICAS Y CAPACIDAD DE 8 - TON.
- G. UNA CAMIONETA DE REDILAS CON CAPACIDAD DE 3 TON.
- H. 5 TIRFORDS DE 2 TON. DE CAPACIDAD Y 25 METROS DE CABLE.
- I. 5 EQUIPOS DE CORTE PARA OXI-ACETILENO, CON MANGUERAS DE 30 METROS.
- J. 10 EQUIPOS DE ARCO-AIRE.
15 ESMERILES NEUMÁTICOS O ELÉCTRICOS.
10 CINCELES NEUMÁTICOS.
- K. HERRAMIENTA DIVERSA PARA MONTAJE Y SOLDADURA: MARTILLOS DE BOLA, MARRÓS, MACETAS, BARRETAS (GRIFAS), LLAVES, -- DISCOS ABRASIVOS, MANGAS, CARETAS, LONAS, SOMBRILLAS, - GOGGLES, ETC.
- L. TABLONES PARA ANDAMIOS EN NÚMERO SUFICIENTE DE 2" POR 10" POR 10'.
MÉNSULAS PARA ANDAMIOS EN NÚMERO SUFICIENTE.
ANDAMIOS TUBULARES DESMONTABLES O DEL TIPO GÓNDOLA CORRE DIZOS.

1.2.1 HERRAJES PARA ARMAR Y AJUSTAR JUNTAS ENTRE PLACAS.

LA CÍA. CONTRATISTA DEBERÁ EXHIBIR EN LA OBRA, UN LOTE COMPLETO DE HERRAJES EN CANTIDADES SUFICIENTES, ANTES DE INICIAR CUALQUIER OPERACIÓN DE MONTAJE. EL SUPERVISOR DE PEMEX TENDRÁ LA OBLIGACIÓN DE REVISAR DICHO LOTE EN FORMA EXHAUSTIVA Y RE

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR: Ing. J. H. B.	IV-85	5 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

CHAZAR A SU JUICIO, TODAS AQUELLAS PIEZAS QUE SE ENCUENTREN - EN MAL ESTADO, YA SEA POR USO EXCESIVO, POR MAL TRATO O DIMENSIONES DIFERENTES A LAS ESPECIFICADAS EN LOS DIBUJOS CORRESPONDIENTES, INCLUIDOS EN ESTE MANUAL.

1.2.2 HERRAMIENTA ADICIONAL PARA MANIOBRAS Y MANEJO DE PLACAS.

LA SIGUIENTE LISTA CORRESPONDE A LA HERRAMIENTA QUE SE NECESITA PARA LAS MANIOBRAS DE DESCARGA, ALMACENAJE Y ACARREOS HASTA EL LUGAR DE LA ERECCION DE LAS PLACAS, QUE POR SU TAMAÑO Y PESO REQUIEREN SER MANEJADAS CON EL EQUIPO DE GRÚAS, INDICANDO EN EL PÁRRAFO 1.2.

- A. 2 PIEZAS. BALANCÍN DE 7.00 M. DE CLARO, ENTRE APOYOS Y CAPACIDAD DE 8 TON. (PREFERIBLE TUBULAR).
- B. 6 PIEZAS. PERROS PARA PLACA DE 38 MM. (1 1/2") DE ESPESOR MÁXIMO CON MORDAZAS ENDURECIDAS.
- C. 6 PIEZAS. IDEM PERO PARA PLACA DE 19 MM. (3/4) DE ESPESOR MÁXIMO.
- D. 4 PIEZAS. BARRAS REDONDAS DE ACERO LAMINADO Y PUNTA CÓNICA DE 38 MM. (1 1/2") DE DIÁMETRO Y 1.50 M. DE LONGITUD.
- E. 4 PIEZAS. IDEM PERO DE 0.75 M. DE LARGO Y 19 MM. (3/4") DE DIÁMETRO.
- F. 4 PIEZAS. GRIFAS DE 38 MM. (1 1/2") DE DIÁMETRO Y 1.50 M. DE LARGO.
- G. 20 PIEZAS. CINCELES DE ACERO LAMINADO DE 25 MM. (1") DE DIÁMETRO Y 200 MM. (8") DE LARGO.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR : Ing. J. M. B.	IV-86	6 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

- H. 20 PIEZAS. MARTILLO DE BOLA DE 900 GRAMOS (2LBS).
- I. 10 PIEZAS. GRILLETES DE TORNILLO DE 19 MM. (3/4").
- J. 6 PIEZAS. IDEM PERO DE 38 MM. (1 1/2").
- K. 6 PIEZAS. ESTROBOS DE CABLE DE ACERO DE 19 MM. (3/4") - DE DIÁMETRO Y 4.00 M. DE LONGITUD.
- L. 3 PIEZAS. IDEM PERO DE 25 MM. (1") DE DIÁMETRO Y 4.00 M. DE LONGITUD.

1.3 CIMENTACIÓN, REVISIONES Y TRAZOS.

LOS GRANDES TANQUES Y AQUELLOS CON PAREDES MUY ALTAS, TRASMITEN CARGAS CONSIDERABLES A LOS CIMIENTOS BAJO LA ENVOLVENTE. ESTO ES MUY IMPORTANTE EN TANQUES CON TECHO FLOTANTE, EN LO QUE SE REFIERE A ASENTAMIENTOS Y POR LO TANTO, A DEFORMACIONES DE LAS PLACAS DE LA ENVOLVENTE. EN ÉSTE CASO, O EN CUALQUIER OTRO, DONDE LA CAPACIDAD DE UN CIMIENTO PARA TRASMITIR LAS CARGAS ES DUDOSA, SE RECOMIENDA USAR UNA CIMENTACIÓN A BASE DE ANILLOS BAJO LA ENVOLVENTE, QUE PUEDEN SER DE CONCRETO ARMADO O DE PIEDRA TRITURADA O GRAVA GRUESA. EN NUESTRO PAÍS, SE HA GENERALIZADO EL USO DE LOS ANILLOS DE CONCRETO PARA CUALQUIER CAPACIDAD DE TANQUES, LOS CUALES SON DISEÑADOS Y CONSTRUIDOS DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES DEL API STD. 650. APÉNDICE B, SECCIÓN B-4, PÁRRAFO B.4.3 Y A LOS CÓDIGOS ACI 318 Y ANSI A 89.1. SIN EMBARGO, EN ESTE MANUAL SE ESTÁN CONSIDERANDO TAMBIÉN LOS ANILLOS DE PIEDRA O GRAVA, YA ES POSIBLE USARLOS EN TANQUES DE MEDIANA Y BAJA CAPACIDAD CON TECHOS FLOTANTES O FIJOS Y EN TERRENOS RESISTENTES. VÉASE EL

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR: Ing. J. H. B.	IV-86	7 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

MISMO APÉNDICE B DEL API, PÁRRAFO B.4.4 Y FIGURA B-2 PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ÉSTOS ANILLOS.

1.3.1 REVISIONES GENERALES.

LAS CIMENTACIONES CONSTRUIDAS SEAN DE CONCRETO O DE PIEDRA, ESTARÁN SUJETAS A LAS SIGUIENTES REVISIONES ANTES DE PROCEDER A LA ERECCIÓN DEL TANQUE, CONJUNTAMENTE POR EL RESIDENTE DE LA CONTRATISTA Y POR EL SUPERVISOR DE PEMEX:

1. EL RADIO MEDIO DEL ANILLO DEBERÁ SER EL CORRECTO, SEGÚN DISEÑO CON UNA TOLERANCIA DE ± 25 MM. (1").
2. LAS DIMENSIONES DEL ANILLO SERÁN REVISADAS, ASÍ COMO LA LOCALIZACIÓN DE REBAJES PARA LAS PUERTAS DE LIMPIEZA. (VÉASE SECCIÓN 3.7.7 FIGURA 3-9 DEL API 650).
3. SE EXAMINARÁN LAS DIMENSIONES, LOCALIZACIÓN Y ELEVACIÓN DE LAS TUBERÍAS SUBTERRÁNEAS Y LAS EXCAVACIONES.
4. LA PENDIENTE DE LA BASE (PENDIENTE DEL FONDO DEL TANQUE) Y LA ELEVACIÓN DE LA CORONA EN EL CENTRO DEL TANQUE, SERÁN REVISADAS Y PROBADAS, DE ACUERDO A LOS PLANOS DE CIMENTACIÓN.
5. LA BASE DEBERÁ SER COMPACTADA, UNIFORME Y CONFIGURADA APROPIADAMENTE. LA SUPERFICIE DEBERÁ ESTAR LIBRE DE PIEDRAS DE DIÁMETROS MAYORES DE 25 MM. (1"). VÉASE API STD 650. APÉNDICE B SECCIÓN 3.3.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR : Ing. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR : Ing. J. M. B.	IV-86	8 DE 30
SECCION: I.O. GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

6. SI LA BASE ESTÁ PETROLIZADA Y EL ACEITE CUBRE LA SUPERFICIE O ESTÁ SATURADA A TAL PUNTO QUE PUDIERA MANAR O FLUIR A TRAVÉS DE LAS JUNTAS DEL FONDO, DEBERÁ SER CORREGIDA POR EL CONTRATISTA DE LA CIMENTACIÓN, ANTES DE INICIAR EL MONTAJE DE LA ENVOLVENTE.

1.3.1.1. ASIENTO DE LA OBRA.

CUANDO LLEGUE EL CONTRATISTA Y SU RESIDENTE AL LUGAR DE LA OBRA, DEBERÁ REVISAR TANTO LA CIMENTACIÓN, ASÍ COMO SUS ÁREAS ADYACENTES. CONCEPTOS A REVISAR INCLUYEN: UN DRENAJE, ADECUADO, ACCESOS Y ZONAS RIESGOSAS COMO TUBOS Y CABLES ELÉCTRICOS Y EN GENERAL UNA ADECUADA ÁREA DE TRABAJO.

1.3.1.2. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO,

HÁGANSE SEIS (6) PERFORACIONES SIMÉTRICAS ALREDEDOR DEL PERÍMETRO DE LA ENVOLVENTE Y UNA (1) EN EL CENTRO DEL TANQUE, CON OBJETO DE INVESTIGAR LAS IRREGULARIDADES DEL SUBSUELO COMO: PIEDRAS AFLORANDO, CAVIDADES DE ARCILLA, VACÍOS, ETC. ESTO ES IMPORTANTE DEBIDO A QUE ÉSTAS IRREGULARIDADES PUEDEN LLEGAR A PRODUCIR ASENTAMIENTOS DESIGUALES.

SI EL ÁREA ALREDEDOR DEL TANQUE ES BLANDA Y LODOSA, ENTERRAR UNA VARILLA REDONDA DE 13 MM. (1/2") A UN LADO DEL CIMIENTO EN DISTINTOS LUGARES PARA ASEGURARSE QUE LA BASE NO ESTÁ DESPLANTADA SOBRE MATERIAL SUELTO (BASURA, ABONO, ETC.) LAS CONDICIONES DEL SITIO DE LA ERECCIÓN PUEDEN NO SER LAS QUE SE ESPECIFICAN EN EL DISEÑO, EN CUYO CASO EL RESIDENTE DE -

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-86	9 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

PEMEX Y EL DEL CONTRATISTA , NO DEBERÁN TITUBEAR EN NOTIFICAR A LA SUPERINTENDENCIA LOCAL DE CONSTRUCCIÓN, SI EL SITIO NO ES ACCESIBLE O SI NO ESTÁ DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES.

1.3.2 TRAZOS PRELIMINARES. CENTRO Y EJES DEL TANQUE.

EN LA MAYORÍA DE LOS CONTRATOS, ES DE LA RESPONSABILIDAD DE PEMEX, ESTABLECER PUNTOS DE REFERENCIA ADECUADOS QUE PERMITEN LA LOCALIZACIÓN EXACTA DEL CENTRO DE UN TANQUE Y DE LOS EJES DEL MISMO. SIN EMBARGO, EL CONTRATISTA DEL MONTAJE TIENE LA OBLIGACIÓN, A TRAVÉS DE SU PERSONAL, DE VERIFICAR CON EL SUPERVISOR DE PEMEX, LA EXACTITUD DE ESTOS PUNTOS.

1.3.2.1. CENTRO.

ES NECESARIO LOCALIZAR EL CENTRO DEL TANQUE EN LA BASE, ANTES QUE SEAN TENDIDAS LAS PLACAS DEL FONDO. ALGUNAS VECES SE CONSERVA EL CENTRO ORIGINAL QUE SIRVIÓ PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ANILLO DE CIMENTACIÓN (LOCALIZADO POR COORDENADAS EN LOS PLANOS GENERALES DE PROYECTO). SIN EMBARGO, EL RESIDENTE DE LA CONTRATISTA DEBERÁ ASEGURARSE QUE ESTE CENTRO ES CORRECTO Y NO SUPONERLO SIMPLEMENTE. SI NO HAY NINGUNA ESTACA O SEÑAL QUE MARQUE EL CENTRO, ESTE SE LOCALIZARÁ DE LA SIGUIENTE MANERA:

1. MÍDASE EL DIÁMETRO DE LA BASE EN TRES LUGARES APROXIMADAMENTE A 120° (DIÁMETRO INTERIOR DEL ANILLO DE CIMENTACIÓN)

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR: Ing. I. J. L.

FECHA

HOJA

APROBADO POR: Ing. J. H. B.

IV-86

10 DE 30

SECCION 1.0 GENERALIDADES

MANUAL DE MONTAJE N° 1

2. CALCULAR UN DIÁMETRO PROMEDIO DE LAS MEDICIONES ANTERIORES Y DETERMINAR EL RADIO PROMEDIO.
3. SOSTENER UN EXTREMO DE LA CINTA METÁLICA EN UN PUNTO "A" DEL DIÁMETRO INTERIOR DEL ANILLO Y DESCRIBIR UN ARCO CON EL RADIO CALCULADO, CRUZANDO EL CENTRO DE LA BASE.
4. EN OTROS DOS PUNTOS B Y C DE LA PARED INTERIOR DEL ANILLO A 120° APROXIMADAMENTE DEL PRIMERO, REPETIR EL PASO 3 - - (FIGURA 1.3.2.1.A).

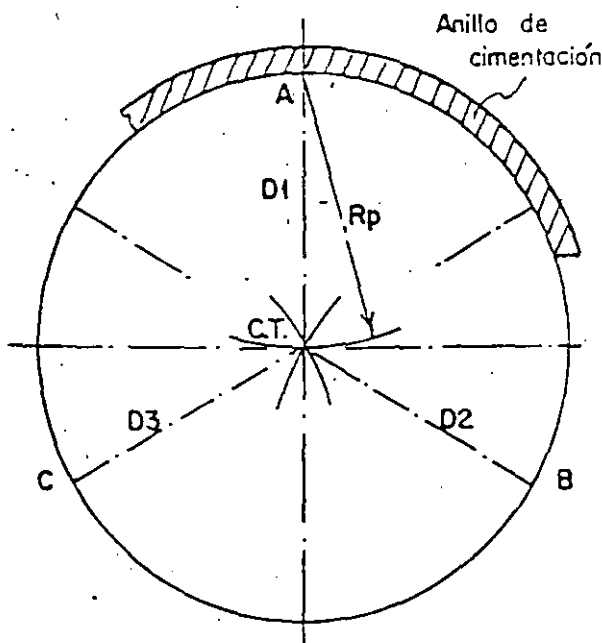
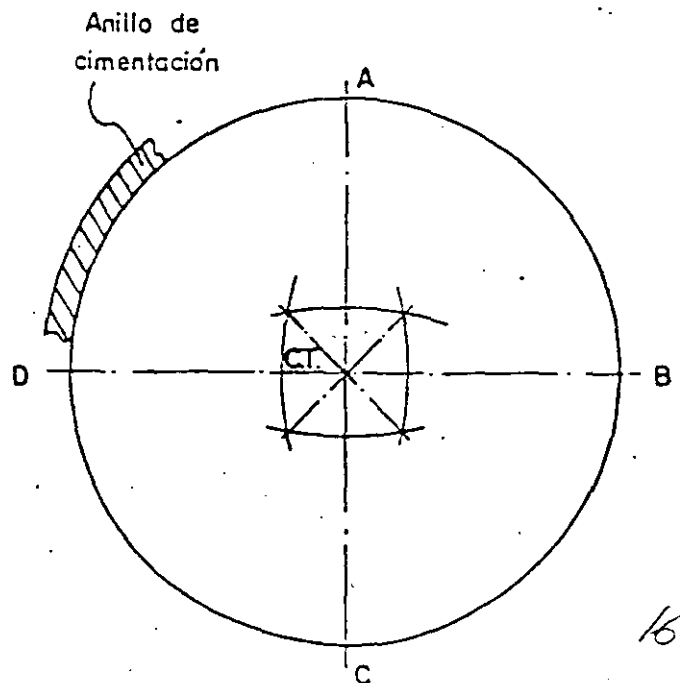


FIG. 1.3.2.1A

$$D_p = \frac{D_1 + D_2 + D_3}{3}$$

$$R_p = \frac{D_p}{2}$$



TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR : Ing. I. J. L.

FECHA

HOJA

APROBADO POR : Ing. J. H. B.

IV-86

11 DE 30

SECCION 1.0 GENERALIDADES

MANUAL DE MONTAJE N° 1

5. LA INTERSECCIÓN DE LOS TRES ARCOS DÁ EL CENTRO BUSCADO. MARCARLO CON UNA ESTACA.
6. OTRO PROCEDIMIENTO PARA LOCALIZAR EL CENTRO CUANDO NO -- EXISTE, ES EL SIGUIENTE: FIJAR CUATRO PUNTOS A, B, C Y D APROXIMADAMENTE A 90° DE SEPARACIÓN Y TRAZAR CUATRO ARCOS DESDE ESTOS PUNTOS, CON UN RADIO UN POCO MAYOR QUE EL -- REAL. EL CRUCE DE LAS DIAGONALES TRAZADAS EN LA INTERSECCIÓN DE LOS ARCOS, DÁ EL CENTRO DEL TANQUE. (FIGURA NO. 1.3.2.1B).
7. DESPUÉS QUE HA SIDO LOCALIZADO EL CENTRO, MÍDASE EL RADIO DEL TANQUE EN TODAS DIRECCIONES (DEBERÁ COINCIDIR CON EL EJE DEL ANILLO) PARA CONFIRMAR QUE LAS DIMENSIONES DE LA BASE SON LAS ADECUADAS PARA EL TANQUE QUE SE VA A MONTAR Y QUE EL CENTRO ESTÉ CORRECTAMENTE FIJADO.

1.3.2.2 ORIENTACIÓN Y EJES DEL TANQUE.

LA ORIENTACIÓN INDICADA EN LOS PLANOS, ESTÁ REFERENCIADA GENERALMENTE AL NORTE O EJE 0° . ESTE NORTE CONSTRUCTIVO O DE DIBUJO PUEDE NO COINCIDIR CON EL NORTE REAL, DE MODO QUE ES MUY IMPORTANTE VERIFICAR CON PERSONAL DE PEMEX QUE LA ORIENTACIÓN DE BOQUILLAS, PUERTAS, ETC., ESTÉN DE ACUERDO CON LO ESPECIFICADO EN EL DISEÑO DEL TANQUE.

PARA REFERENCIAS POSTERIORES, DEBERÁN TRAZARSE CON EXACTITUD LOS EJES N-S Y E-W (0° - 180° Y 90° - 270°) DE ACUERDO CON LAS INDICACIONES DE LOS PLANOS. MÁRQUESE EN LA CARA SUPERIOR DEL ANILLO DE CONCRETO Y PÁSENSE A SU CARA EXTERIOR, DE MODO QUE

NO SE BORREN. CON ESTOS TRAZOS SERÁ FÁCIL ENCONTRAR CON EXACTITUD EL CENTRO DEL TANQUE DESPUÉS QUE SE HA TENDIDO EL FONDO (FIGURA 1.3.2.2).

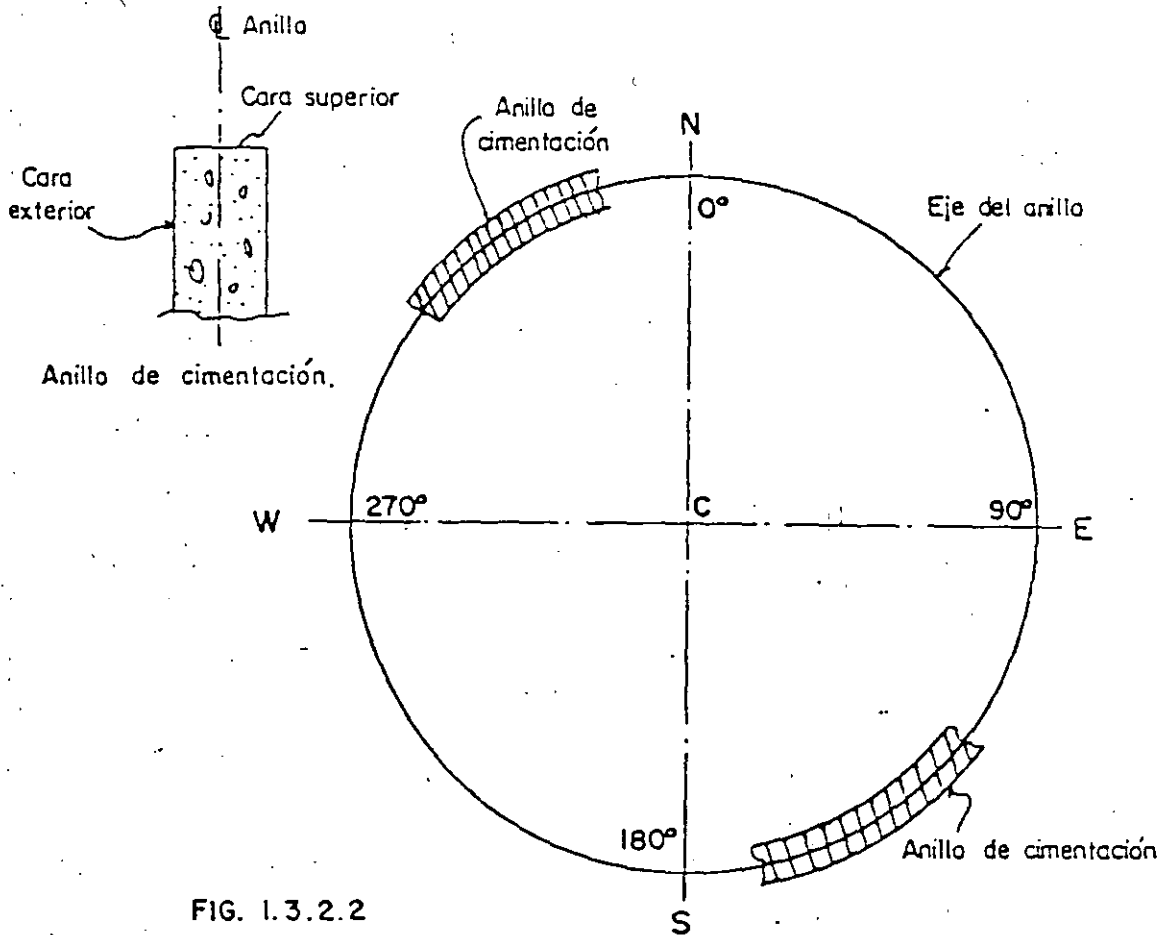


FIG. 1.3.2.2

1.3.2.3. TRAZOS EN EL ANILLO DE CIMENTACIÓN.

CON EL RADIO CORRESPONDIENTE AL MEDIO ESPESOR DE LAS PLACAS DEL PRIMER ANILLO DE LA ENVOLVENTE Y AUXILIADO CON LA CINTA METÁLICA, TRAZAR UN CÍRCULO SOBRE LA CARA SUPERIOR DEL ANILLO. DESDE EL PUNTO DE INICIO DEL MONTAJE DE LA ENVOLVENTE INDICADO EN LOS PLANOS, TRÁCENSE EN EL CÍRCULO LAS CUERDAS

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-86	14 DE 30
SECCION I.O. GENERALIDADES		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

CON UN RADIO IGUAL AL RADIO AJUSTADO DE LA PERIFERIA DE LAS PLACAS ANULARES, AUMENTANDO 30 MM. (VÉASE PÁRRAFO 2.1.1 PARA ESTE RADIO AJUSTADO), TRÁCESE UN CÍRCULO DE REFERENCIA SOBRE EL ANILLO DE CONCRETO. SOBRE ESTE CÍRCULO MARCAR LA POSICIÓN CORRECTA DE LAS JUNTAS RADIALES ENTRE PLACAS ANULARES, CUIDANDO DE NO HACER COINCIDIR LOS TRAZOS DE LAS JUNTAS VERTICALES DE LA ENVOLVENTE MARCADAS SEGÚN EL PÁRRAFO ANTERIOR CON ÉSTOS ÚLTIMOS TRAZOS. LA DISTANCIA MÍNIMA ENTRE AMBAS JUNTAS ES DE 300 MM. (VÉASE LA FIGURA 1.3.2.3.B).

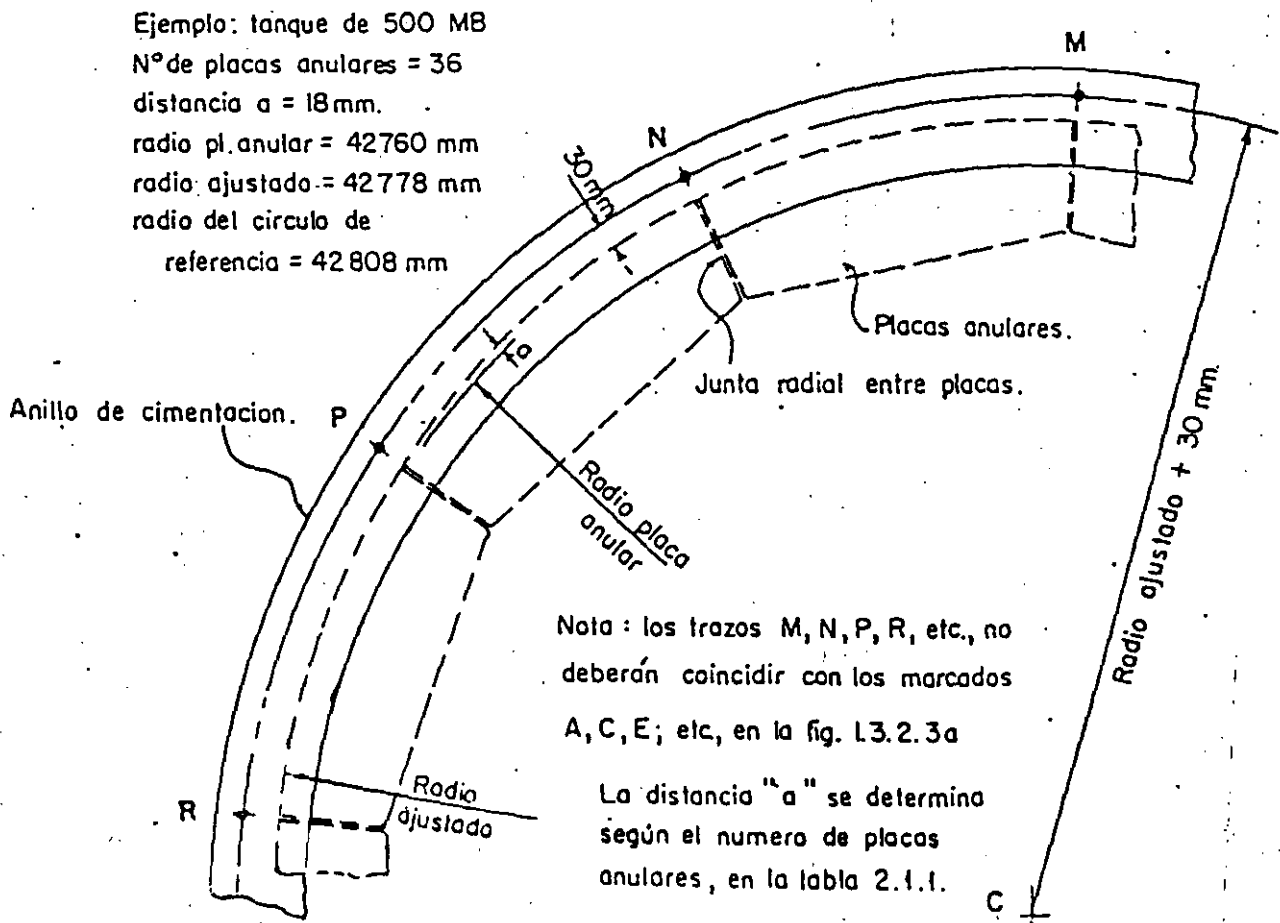


FIG. 1.3.2.3B

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-86	15 DE 30
SECCION LO GENERALIDADES		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

COMO EJEMPLO, APLIQUEMOS EL INSTRUCTIVO ANTERIOR A UN TANQUE DE 500,000 BLS. DE CAPACIDAD IDÉNTICO A LAS FABRICADAS Y MONTADAS PARA PEMEX CON INGENIERÍA PDM (VÉASE LA FIGURA - 1.3.2.3.B PARA LOS CÁLCULOS).

1.4 NIVELACIÓN, VERTICALIDAD Y REDONDEZ, TOLERANCIAS.

PARA ASEGURAR EL MONTAJE CORRECTO DE UN TANQUE DE TECHO FLOTANTE Y QUE POSTERIORMENTE DEBA FUNCIONAR SIN PROBLEMAS, SE NECESITA REVISAR PRIMERO EN LA CIMENTACIÓN Y DESPUÉS EN LAS DISTINTAS ETAPAS DE LA ERECCIÓN DE LA ENVOLVENTE, QUE LOS REQUERIMIENTOS DE NIVELACIÓN, VERTICALIDAD Y REDONDEZ DE ÉSTAS PARTES, SE ENCUENTREN DENTRO DE LAS TOLERANCIAS MARCADAS EN EL CÓDIGO API. ES PUÉS, RESPONSABILIDAD DEL SUPERVISOR DE PEMEX Y DEL RESIDENTE DE LA CONTRATISTA, QUE ÉSTA DISPOSICIÓN SE LLEVE A CABO Y SE COMPLEMENTE CON LOS REGISTROS CORRESPONDIENTES PARA COMPARAR EL COMPORTAMIENTO DE LA UNIDAD ANTES Y DESPUÉS DE LAS PRUEBAS A QUE SE SOMETERÁ.

EN ESTA SECCIÓN DEL MANUAL SE FIJAN LAS TOLERANCIAS Y SE ESTABLECEN LOS PROCEDIMIENTOS PARA MANTENER LA CIMENTACIÓN DE UN TANQUE A NIVEL, ASÍ COMO LA REDONDEZ DEL MISMO DURANTE LA ERECCIÓN. EL ENRASE DE UN ANILLO DE CONCRETO O DE PIEDRA TRITURADA O GRAVA GRUESA FUERA DE NIVEL, PUEDE ORIGINAR:

1. DEFORMACIÓN (PANDEADURAS Y PARTES PLANAS) EN LA ENVOLVENTE.
2. TANQUES FUERA DE REDONDEZ.
3. TANQUES FUERA DE VERTICALIDAD

20

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR: Ing. J. L.

FECHA

HOJA

APROBADO POR: Ing. J. H. B.

IV-86

16 DE 30

SECCION 1.0 GENERALIDADES

MANUAL DE MONTAJE N° 1

4. SEPARACIONES IRREGULARES EN LAS JUNTAS HORIZONTALES DE LOS ANILLOS DE LA ENVOLVENTE.
5. DIFICULTADES EN EL AJUSTE Y EN EL SOLDEO DE LAS PLACAS DE LA ENVOLVENTE.

LA EXPERIENCIA HA DEMOSTRADO QUE EL TIEMPO CONSUMIDO EN REVISAR Y CORREGIR EL ENRASE DE UNA CIMENTACIÓN FUERA DE NIVEL, PUEDE EVITAR SERIOS PROBLEMAS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN, PRUEBAS Y OPERACIÓN DE UN TANQUE. COMPLEMENTANDO LO ANTERIOR SE RECOMIENDA TOMAR LECTURAS PERIÓDICAS DE NIVELACIÓN Y LLEVAR UN REGISTRO DE LOS ASENTAMIENTOS QUE HUBIERA, ASÍ COMO CUALQUIER OTRO PROBLEMA EN LA CIMENTACIÓN QUE PUDIERA AFECTAR LA OPERACIÓN DE UN TANQUE DURANTE SU VIDA ÚTIL.

1.4.1

TOLERANCIA DE NIVEL EN LOS ANILLOS DE CIMENTACIÓN.

CUANDO SE DISEÑAN ANILLOS DE CONCRETO PARA RECIBIR LA ENVOLVENTE, SE CONSIDERA A NIVEL LA CARA SUPERIOR O ENRASE DE DICHO ANILLO AÚN CUANDO HAYA UNA DIFERENCIA DE ± 3 MM. ($\pm 1/8''$) EN UNA LONGITUD DE CIRCUNFERENCIA DE 9.00 M. (30') TOMADA ARBITRARIAMENTE EN CUALQUIER PARTE DE LA MISMA Y CON UN DESNIVEL DE ± 6 MM. ($\pm 1/4''$) DESDE UN PUNTO TOMADO COMO REFERENCIA, EN TODA LA CIRCUNFERENCIA.

SI EL ANILLO ES DE PIEDRA O GRAVA, LAS TOLERANCIAS ADMISIBLES SON LAS SIGUIENTES: ± 3 MM. ($\pm 1/8''$) EN 3.00 M. (10') DE LONGITUD DE CUALQUIER PARTE DEL ANILLO Y ± 13 MM. ($1/2''$) EN TODA LA CIRCUNFERENCIA DESDE UN PUNTO DE REFERENCIA.

M E M O R I A		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION	
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR : Ing. J. L.	FECHA : HOJA IV-86 17 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES		MANUAL DE MONTAJE N°	

1.4.2 REVISIÓN DEL NIVEL DE LOS ANILLOS DE CIMENTACIÓN.

PARA AMBOS TIPOS DE ANILLOS Y AUXILIADO CON LOS TRAZOS DE CRITOS EN EL PÁRRAFO 1.3.2.3. PROCÉDASE A HACER LA REVISIÓN COMO SIGUE: COLOCAR UN NIVEL EN EL CENTRO DE LA BASE DEL TANQUE. COMENZANDO CON LA LOCALIZACIÓN DE LA PRIMERA JUNTA VERTICAL A PARTIR DEL NORTE CONVENCIONAL Ó 0°, TÓMENSE LECTURAS DEL NIVEL DEL ANILLO EN CADA MARCA (JUNTAS VERTICALES Y A MEDIA PLACA) MOVIÉNDOSE DE DERECHA A IZQUIERDA. CADA GRUPO DE LECTURAS DEBERÁ REGISTRARSE EN UNA FORMA ADECUADA COMO LA QUE SE ANEXA (CUADRO 1.4.2) Y SE ENVIARÁN A LA SUPERINTENDENCIA LOCAL DE CONSTRUCCIÓN, CONSERVANDO EL SUPERVISOR UNA COPIA. ESTAS OPERACIONES TOPOGRÁFICAS SE HARÁN ANTES QUE SE TIENDA EL FONDO Y SERVIRÁN PARA QUE REVISIONES POSTERIORES, DURANTE EL MONTAJE DE LA ENVOLVENTE Y DESPUÉS QUE EL TANQUE HA PASADO POR LAS PRUEBAS DE RIGOR, SE COMPAREN CON LA PRIMERA, A FIN DE DETECTAR POSIBLES ASENTAMIENTOS DE LA CIMENTACIÓN.

SI EN LA PRIMERA NIVELACIÓN RESULTA UN ANILLO DE CIMENTACIÓN FUERA DE LAS TOLERANCIAS ADMISIBLES, NOTIFÍQUESE INMEDIATAMENTE A LA SUPTCIA. LOCAL DE CONSTRUCCIÓN ANTES DE TENDER EL FONDO PARA RECIBIR INSTRUCCIONES DE COMO PROCEDER. EL CONTRATISTA DE LA CIMENTACIÓN DESARROLLARÁ SUS MAYORES ESFUERZOS PARA CONSTRUIR SUS ANILLOS DENTRO DE LAS TOLERANCIAS INDICADAS. SIN EMBARGO, EN MUCHOS CASOS NO SE LOGRARÁ ÉSTA EXACTITUD POR LO QUE LA SUPTCIA. LOCAL TIENE LA OPCIÓN DE RECOMENDAR EL USO DE CALZAS CON LÁMINAS DELGADAS DE ACERO, EN CUYO CASO EL RIMERO DE ÉSTAS DEBERÁ ESTAR A NIVEL CON UNA TOLERANCIA DE ± 1.5 MM. ($\pm 1/16$ "). LA BASE DEBERÁ ESTAR A NIVEL CON EL ENRASE, DEL ANILLO O CON EL EMPAQUE DE LÁMINAS DE LAS CALZAS PARA QUE SE TENGA UN APOYO EFECTIVO DE LAS PLACAS DEL FONDO (FIGURA 1.4.2).

P E M E X	S.P.C.O. COORDINACIÓN EJECUTIVA DE CONSTRUCCIÓN		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR : Ing. I. J. L. APROBADO POR : Ing. J. H. B.	FECHA IV-86	HOJA 18 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

HOJA _____ DE _____

SUPERINTENDENCIA LOCAL DE CONSTRUCCIÓN _____

NIVELACION DE LA CIMENTACION

TANQUE _____ DE _____ BLS.

PUNTO	LECTURA	D I F E R E N C I A		DISTANCIA AL ANTERIOR	CUMPLE ESPECIF.	OBSERVACIONES
		PUNTO MÁS ALTO	PUNTO MÁS BAJO			
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
.						
.						
.						
66						
67						
68						

NOTAS:

- 1.- LAS LECTURAS FUERON HECHAS SOBRE PUNTOS SITUADOS EN LA CIRUNFERENCIA CORRESPONDIENTE A LA ENVOLVENTE DEL TANQUE, A CADA 5° QUE EQUIVALEN A ± _____ MM, ENTRE SÍ Y SON TAMBIÉN LOS PUNTOS DE LECTURA PARA MEDICIÓN DE REDONDEZ Y VERTICALIDAD DE LA ENVOLVENTE.
- 2.- CUANDO SE DETECTEN PUNTOS FUERA DE TOLERANCIA, SE HARÁN LAS CORRECCIONES NECESARIAS ANTES DE SOMETER LA CIMENTACIÓN TERMINADA A REVISIÓN DE LAS OPERATIVAS PARA SU RECEPCIÓN.
- 3.- FIRMAS DEL RESIDENTE DE LA CONTRATISTA Y DEL SUPERVISOR DE PEMEX.

23

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR: Ing. J. H. B.	IV-86	19 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

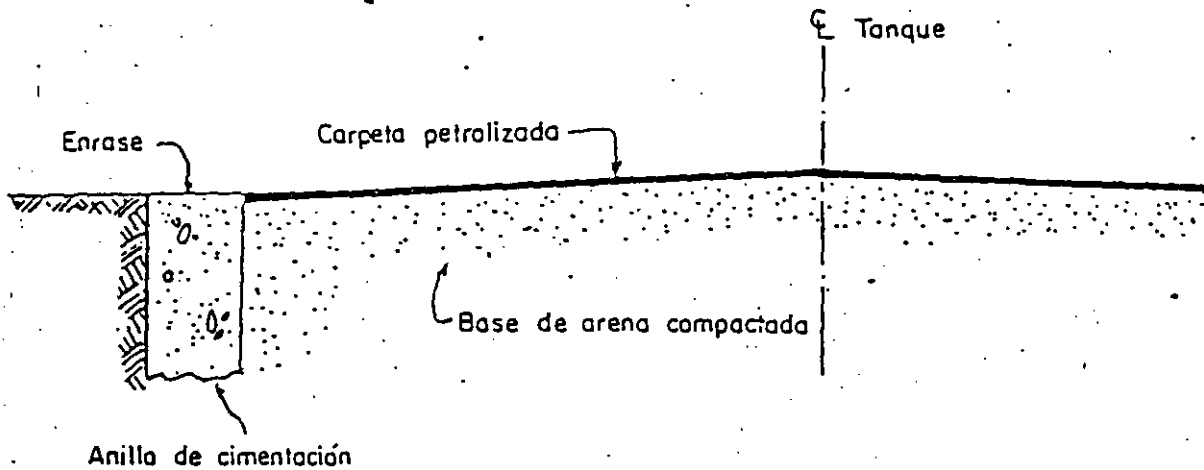


FIG. 1.4.2

1.4.3. REQUERIMIENTOS DE HORIZONTALIDAD DE LA ENVOLVENTE.

LA ORILLA SUPERIOR DE CADA ANILLO DE LA ENVOLVENTE DEBERA -- ESTAR A NIVEL CON UNA TOLERANCIA DE ± 3 MM. ($\pm 1/8''$) EN UNA LONGITUD DE 9.00 M. (30') EN CUALQUIER PARTE DEL PERÍMETRO DEL TANQUE Y UNA TOLERANCIA DE ± 6 MM. ($\pm 1/4''$) EN LA CIRCUNFERENCIA TOTAL DESDE UN PUNTO DE REFERENCIA. ESTAS TOLERANCIAS SON APLICABLES A CUALQUIER TIPO DE CIMENTACIÓN ADOPTADO SIN EMBARGO, UNA ENVOLVENTE DESPLANTADA SOBRE UN ANILLO DE PIEDRA O GRAVA, CASI SIEMPRE TENDRÁ QUE SER RENIVELADA PARA ALCANZAR LOS CRITERIOS ACEPTADOS DE NIVEL.

1.4.4 VERTICALIDAD.

LA MÁXIMA DESVIACIÓN DE LA VERTICAL DESDE LA PARTE MÁS ALTA DE LA ENVOLVENTE A UN PUNTO SITUADO A 300 MM. ARRIBA DEL FONDO, NO DEBERÁ EXCEDER DE $1/200$ DE LA ALTURA TOTAL H DE L

P. E. M. E. X S.P.C.O. COORDINACIÓN EJECUTIVA DE CONSTRUCCIÓN		HECHO POR: Ing. I. J. L.	FECHA: IV-66	HOJA: 20 DE 30
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		APROBADO POR: Ing. J. H. B.		
SECCION 1.0 GENERALIDADES		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

ENVOLVENTE; LA DESVIACIÓN EN CADA ANILLO, SERÁ PROPORCIONAL A LA MÁXIMA. POR EJEMPLO: EN LOS TANQUES CON 6 ANILLOS DE -- 2438 MM. (8') DE ANCHO CADA UNO, LA ALTURA TOTAL H VALDRÁ -- 14,628 MM. (48'). LA DESVIACIÓN TOTAL SERÁ DE 76 MM. (3") EN NÚMEROS REDONDOS Y EN CADA ANILLO, LA TOLERANCIA SE INCREMENTARÁ 12.5 MM. (1/2") COMO MÁXIMO. (VÉASE LA FIGURA 1.4.4)

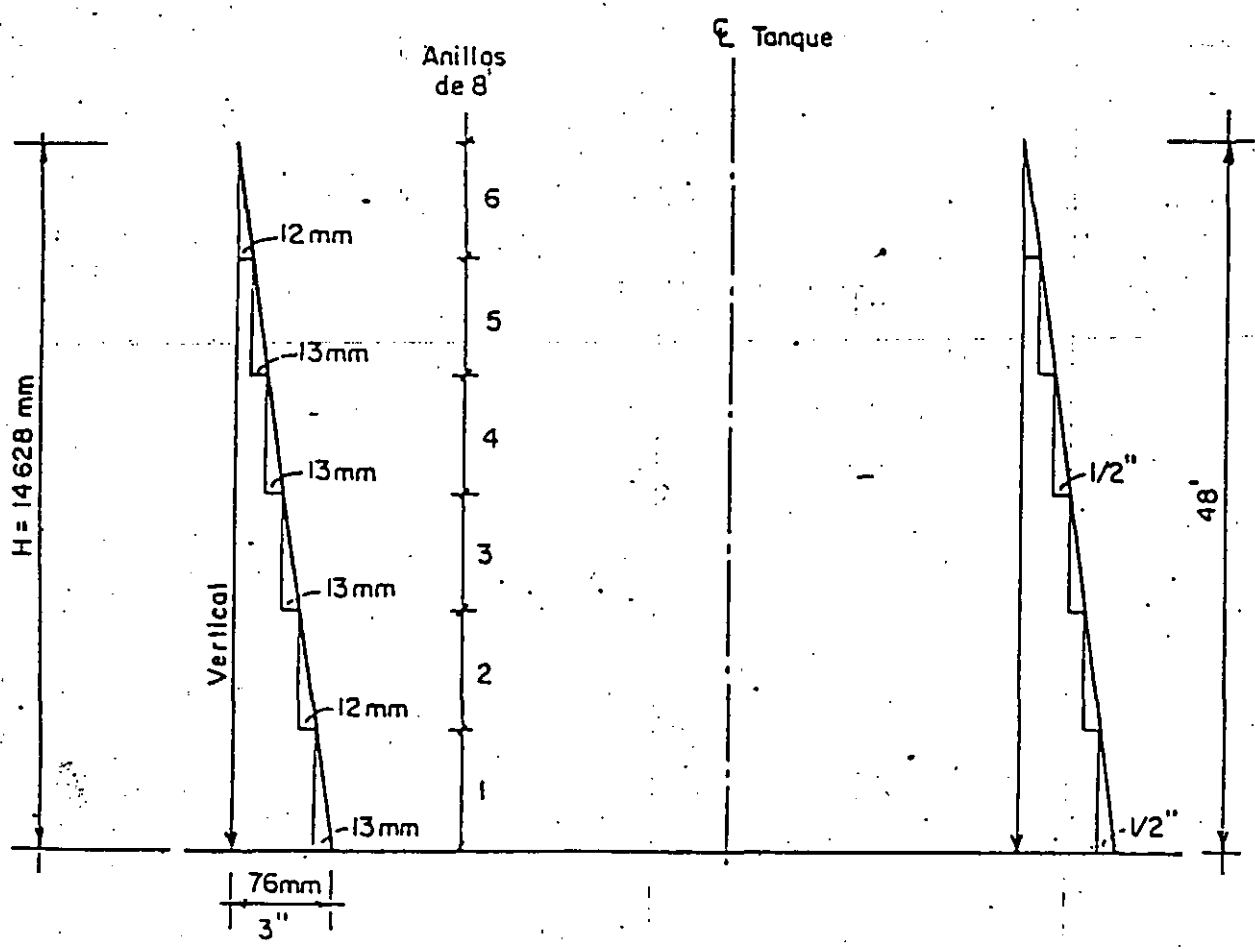


FIG. 1.4.4

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION	
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-86	21 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

LA DESVIACION CON RESPECTO A LA VERTICAL EN CUALQUIER PLACA DE LA ENVOLVENTE NO EXCEDERÁ DE LOS VALORES ESPECIFICADOS DE LAS TOLERANCIAS DE LAMINACION EN LAS TABLAS 14 O 15 DE LA ESPECIFICACION A6 DE ASTM O DE LAS TABLAS 10 O 13 DE LA ESPECIFICACION A20 TAMBIEN DE ASTM, SIENDO APLICABLE CUALQUIERA DE ELLAS.

1.4.5 REDONDEZ.

LOS RADIOS DE LA ENVOLVENTE MEDIDOS A 300 MM. (1') ARRIBA DEL FONDO, NO EXCEDERÁN DE LAS TOLERANCIAS INDICADAS EN LA TABLA 1.4.5. VÉASE LA SECCIÓN 5, PÁRRAFO 5.5.3 DEL API 650.

TABLA 1.4.5

DIÁMETRO DE TANQUE	TOLERANCIA EN EL RADIO
HASTA 12 METROS (40')	± 13 MM. ($\pm 1/2''$)
DE 12 A 45 METROS (40' A 150')	± 19 MM. ($\pm 3/4''$)
DE 45 A 76 METROS (150' A 250')	± 25 MM. ($\pm 1''$)
MAYOR DE 76 METROS (MAYOR DE 250')	± 32 MM. ($\pm 1 1/4''$)

1.4.6 "PEAKING" (DISTORSIÓN VERTICAL)

LA TOLERANCIA POR "PEAKING" EN LA ENVOLVENTE, SERÁ DE 13 MM. MEDIDA CON UNA CERCHA DE MADERA DE 900 MM. (36") DE LONGITUD, CURVADA AL RADIO EXTERIOR DEL TANQUE (SECCIÓN 5, PÁRRAFO 5.5.3 DEL API).

F E M E X S.P.C.O. COORDINACIÓN EJECUTIVA DE CONSTRUCCIÓN			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA	HORA
	APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-86	24 DE 30
SECCION I.O GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

CUANDO SE REVISE EL NIVEL DE OTROS ANILLOS DE LA ENVOLVENTE, VERIFICAR EL DE LOS ANILLOS SUPERIORES ARRIBA DE LAS JUNTAS VERTICALES Y EN LA MITAD DE LA PLACA DEL ANILLO INFERIOR. SI ES NECESARIO RE-NIVELAR EL TANQUE, Y LA ENVOLVENTE ES TAN ALTA QUE EL EQUIPO DE LEVANTAMIENTO NO PUEDE ALZARLA SE REQUERIRÁ USAR GATOS PARA REALIZAR ESTA OPERACIÓN.

1.5 EQUIPOS DE MEDICIÓN Y MEDICIONES.

1.5.1 CINTAS DE MEDIR.

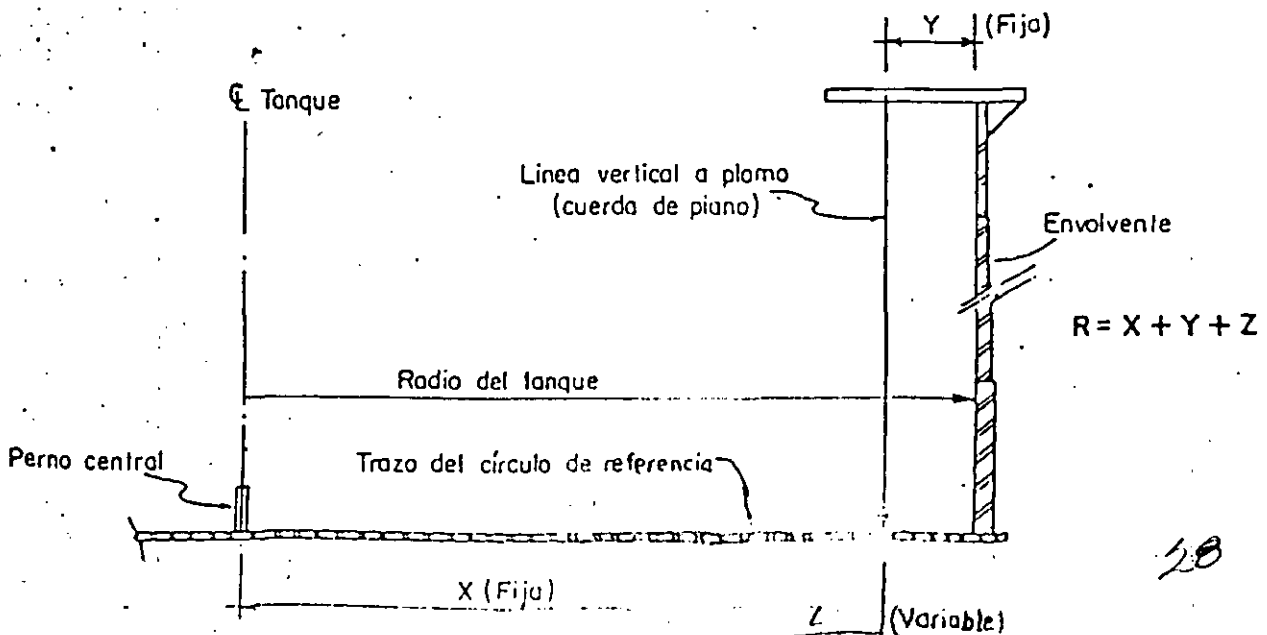
USAR ÚNICAMENTE CINTAS DE ACERO PARA EFECTUAR MEDICIONES. ESTÁ DEMOSTRADO QUE LAS CINTAS DE GÉNERO O DE FIBRA DE VIDRIO NO SON SEGURAS POR LA ÍNDOLE DE LAS MEDICIONES QUE SE REALIZAN DURANTE EL MONTAJE DE UN TANQUE. LAS CINTAS METÁLICAS SE CALIBRAN COMUNMENTE A 4.5 Kg. (10 LB.) DE TENSIÓN CUANDO ESTÁN APOYADAS EN TODA SU EXTENSIÓN. POR LO TANTO, CUANDO SE EFECTÚAN MEDICIONES CON LA CINTA TENDIDA EN EL FONDO O SUSPENDIDA VERTICALMENTE ADOSEADA A LA PARED DE LA ENVOLVENTE, DEBERÁ SER ATIRANTADA CON LA TENSIÓN ANTES MENCIONADA. SIN EMBARGO, SI LA CINTA ESTÁ APOYADA SOLAMENTE POR SUS EXTREMOS, DEBERÁ AUMENTARSE LA TENSIÓN PARA REDUCIR LA FLECHA QUE SE FORMA. A 15 METROS (50') EL TIRÓN REQUERIDO ES DE -- 6 Kg. (13 LB.); A 30 M. (100') ES DE 14 Kg. (30 LB.) Y A -- 46 M. (150') DE 25 Kg. (55 LB.). SE REQUIEREN ESTOS VALORES PARA LOGRAR MEDICIONES EXACTAS. SI SE MIDEN RADIOS PARA REVISAR REDONDECES DE LOS ANILLOS DE LA ENVOLVENTE DE UN TANQUE, ES MUY IMPORTANTE QUE LA TENSIÓN REQUERIDA SEA LA MISMA, CADA VEZ QUE SE EFECTÚA UNA MEDICIÓN Y PARA LOGRAR ÉSTO ES NECESARIO USAR UN DINANÓMETRO PARA GARANTIZAR LA IGUALDAD DE DICHAS TENSIONES Y A LAS ESPECIFICADAS DE ACUERDO CON LA DISTANCIA POR MEDIR.

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR: Ing. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR: Ing. J. H. B.	IV-86	25 DE 30
SECCION I.O GENERALIDADES		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

1.5.2 MEDICIÓN DE LA REDONDEZ DE LA ENVOLVENTE.

LA MEDICIÓN DIRECTA DEL RADIO DE LOS ANILLOS DE LA ENVOLVENTE PARA FINES DE REVISIÓN DE LA REDONDEZ DE LA MISMA, DÁ RESULTADOS SATISFACTORIOS EN TANQUES HASTA ALREDEDOR DE 45.00 M. (150') DE DIÁMETRO. PARA RADIOS MAYORES HAY DOS PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN PARA OBTENER RADIOS REALES.

1. EL PRIMER MÉTODO CONSISTE EN TRAZAR UN CÍRCULO DE REFERENCIA EN EL FONDO CON UN RADIO X Y USAR UNA PLOMADA CON ALAMBRE CUERDA DE PIANO CON UNA MEDIDA Y, FIJA EN EL EXTREMO SUPERIOR DEL ANILLO CORRESPONDIENTE; VER FIGURA (1.5.2A). MEDIR LA DISTANCIA Z EN TODA LA PERIFERIA, CADA 5° A PARTIR DEL ORIGEN Ó NORTE CONVENCIONAL Y SIGUIENDO UN MOVIMIENTO CONTRARIOAL DE LAS MANECILLAS DEL RELOJ. EL RADIO BUSCADO ES IGUAL A LA SUMA X+Y+Z. TEÓRICAMENTE, SI LA REDONDEZ ES PERFECTA, LA DISTANCIA Z SERÁ LA MISMA EN TODAS LAS MEDICIONES Y POR LO TANTO, LA SUMA X+Y+Z SERÁ EL RADIO DEL TANQUE INDICADO EN EL PLANO DEL FONDO. SIN EMBARGO, SI Z VARÍA DE UNA MEDICIÓN A LAS OTRAS, LOS RADIOS CALCULADOS TAMBIÉN VARÍAN Y EL TANQUE NO ESTÁ REDONDO. COMPARAR CON LAS TOLERANCIAS ADMISIBLES Y SI HAY DISCREPANCIA CORREGIR LA REDONDEZ.



28

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		HECHO POR: Ing. I.J.L.	FECHA	HOJA
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		APROBADO POR: Ing. J.H.B.	IV-86	23 DE 30
SECCION I.O GENERALIDADES		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

ES MUY IMPORTANTE ESTABLECER EN EL PRIMER ANILLO DE LA ENVOLVENTE EXACTOS Y BIEN DEFINIDOS PUNTOS DE REFERENCIA EN CADA JUNTA VERTICAL Y A LA MITAD DE CADA PLACA DEL ANILLO. ESTO SE EJECUTA FACILMENTE USANDO PEDAZOS DE CINTAS MÉTRICAS (FLEXÓMETROS), ADHIRIENDOLOS Y LOCALIZANDOLOS EXACTAMENTE A UNA DISTANCIA CONVENIENTE DE LA ORILLA SUPERIOR DEL ANILLO (VÉASE FIGURA 1.4.8). COLOCAR LOS TRAMOS DE CINTA METÁLICA A UNA DISTANCIA DE 300 MM. DE CADA JUNTA VERTICAL Y OTRA A LA MITAD DE CADA PLACA, ASEGURÁNDOSE QUE ESTÉN ALINEADOS PERPENDICULARMENTE A SU ORILLA HORIZONTAL.

NOTA: Todas las cintas métricas adhesivas estarán a la misma distancia abajo de la orilla superior de las placas de la envolvente con una tolerancia de $\pm 1.5 \text{ mm (1/16")}$.
Primera junta vertical a partir del norte.

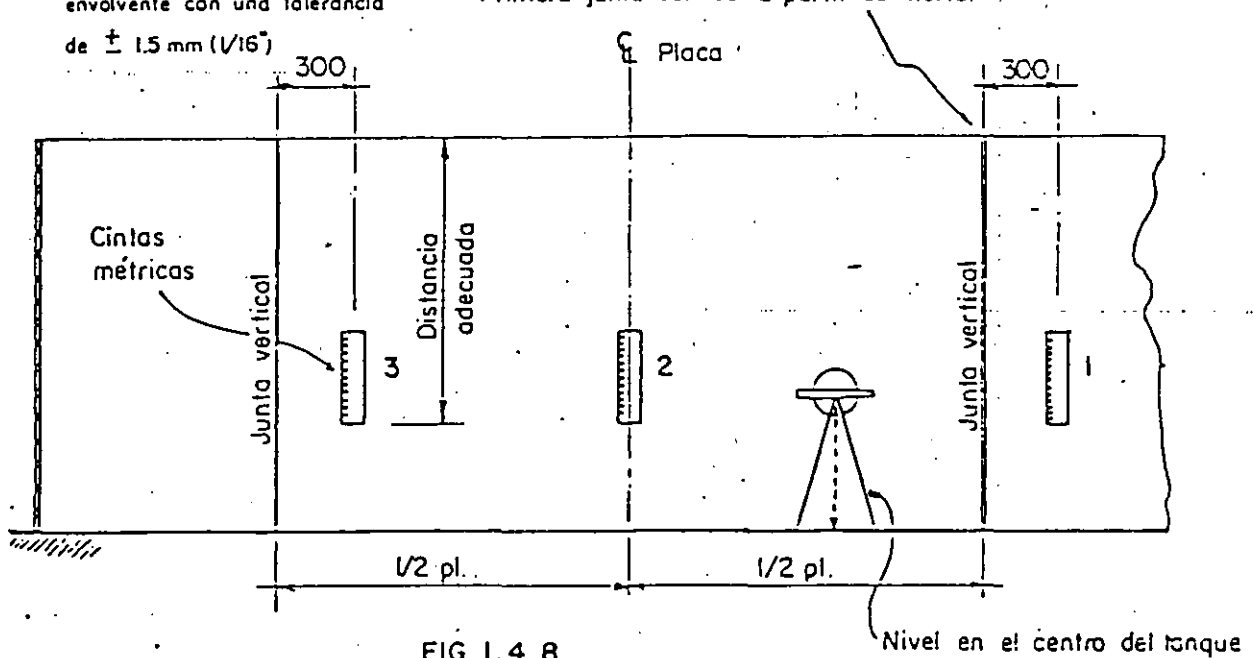


FIG. 1.4.8

DESPUÉS QUE LA JUNTA A ESCUADRA ENTRE LA PLACA ANULAR DEL FONDO Y LA ENVOLVENTE HA SIDO UNIDA, REVISAR LA HORIZONTALIDAD DEL PRIMER ANILLO. SI SE REQUIERE RE-NIVELAR, ENGANCHAR EL EXTREMO SUPERIOR DE LA ENVOLVENTE CON EQUIPO DE LEVANTAMIENTO APROPIADO Y ELEVAR LA ENVOLVENTE Y EL FONDO LO NECESARIO PARA INSERTAR Y AJUSTAR CALZAS DE LAINAS.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-86	22 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

1.4.7 "BANDING" (DISTORSIÓN HORIZONTAL).

LA TOLERANCIA POR "BANDING" EN LA ENVOLVENTE SERÁ DE 13 MM. (1/2") MEDIDA CON UNA CERCHA DE MADERA RECTA DE 900 MM. (36") DE LONGITUD (SECCIÓN 5, PÁRRAFO 5.5.4 DEL API).

1.4.8 NIVELACIÓN DE LOS ANILLOS DE LA ENVOLVENTE.

LLEVAR REGISTROS ADECUADOS DE LAS LECTURAS DE NIVELACIÓN DE LA ENVOLVENTE, DESPUÉS QUE CADA UNO DE LOS PRIMEROS TRES -- ANILLOS HA SIDO MONTADO. SI HA OCURRIDO UN ASENTAMIENTO DIFERENCIAL MIENTRAS SE ESTÁ MONTANDO EL SEGUNDO Y EL TERCER ANILLO, CONTINUAR REVISANDOLOS HASTA QUE DOS ANILLOS CONSECUTIVOS NO REGISTREN HUNDIMIENTOS DIFERENCIALES. ASENTAR -- LECTURAS ANTES Y DESPUÉS DE CADA RE-NIVELACIÓN. TAMBIÉN REGISTRAR LOS DIÁMETROS DE TANQUES DE TECHO FLOTANTE EN TODOS LOS ANILLOS QUE REQUIERAN LECTURAS DE NIVEL. VÉASE LA TABLA 1.4.8 PARA LAS DIFERENCIAS ADMISIBLES EN DICHS DIÁMETROS.

TABLA 1.4.8

DIÁMETRO DEL TANQUE M - (PIES)	DIFERENCIA ADMISIBLE	
	DIAM. MAX. MM.	DIAM. MINIM.. PULG.
0-12 (0-40)	25	(1)
12-45 (40-150)	38	(1 1/2)
45-76 (150-250)	51	(2)
MAYOR DE 76 (MAYOR DE 250)	64	(2-1/2)

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACIÓN EJECUTIVA DE CONSTRUCCIÓN	
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA : IV-86
		APROBADO POR : Ing. J. H. B.	HOJA : 26 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES		MANUAL DE MONTAJE N° 1	

SUMERGIR LA PLOMADA EN UN RECIPIENTE CON AGUA O ACEITE, PARA IMPEDIR CUALQUIER VARIACIÓN DE LA VERTICAL. EN LA MEDICIÓN DE LOS RADIOS DE LOS ANILLOS SUPERIORES CASI SIEMPRE SUCEDE QUE YA SE ESTÁ TRABAJANDO EL DIAFRAGMA DEL TECHO SOBRE EL FONDO, EN CUYO CASO PROCEDER DE ACUERDO CON LA FIGURA 1.5.2B O SEA HÁGANSE LAS MEDICIONES POR EL EXTERIOR DEL TANQUE, PERO SIGUIENDO LAS INDICACIONES CORRESPONDIENTES A LA FIGURA 1.5.2A, AHORA EL RADIO DEL TANQUE SE CALCULA CON LA DIFERENCIA (X-Y)-Z.

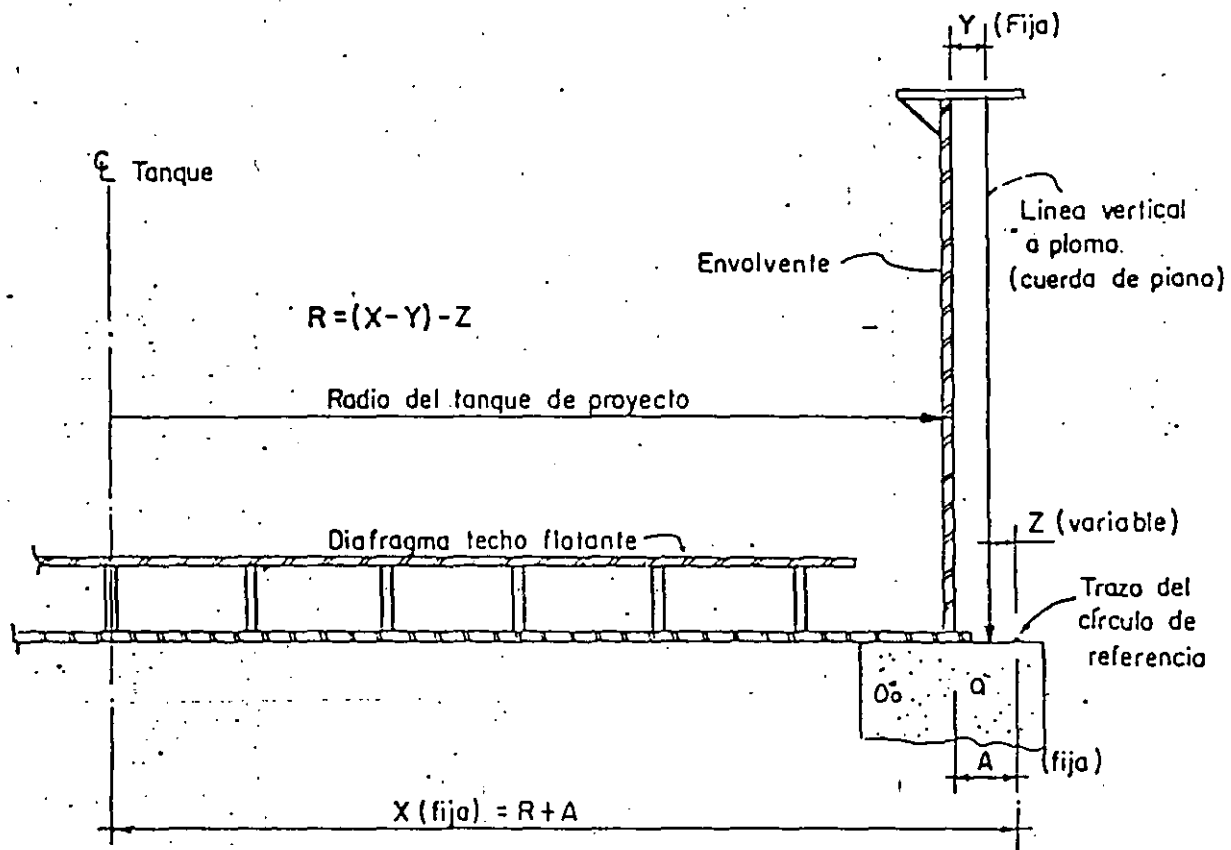


FIG. 1.5.2b

2. EL SEGUNDO PROCEDIMIENTO CONSISTE EN MEDIR CON LA CINTA DE ACERO, RADIOS INCLINADOS DESDE EL PERNO CENTRAL DEL TANQUE A LA ORILLA SUPERIOR DE CADA ANILLO (VÉASE FIGURA

F E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-86	27 DE 30
SECCION I.O GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

1.5.2c) EN TODA LA PERIFERIA DE LA ENVOLVENTE, CADA 5° A PARTIR DEL ORIGEN O N CONVENCIONAL. LLEVAR UN REGISTRO DE MEDICIONES DE CADA RADIO INCLINADO Y COMPARARLAS. SI HAY DISCREPANCIA ENTRE DOS O MÁS MEDICIONES CONSECUTIVAS Y LA DIFERENCIA ENTRE LA MÁS LARGA Y LA MÁS CORTA NO ES ACEPTABLE, CALCULAR EL RADIO REAL INCLINADO Y CORREGIR LA ENVOLVENTE SI ES NECESARIO. CUANDO SE HAGA EL REGISTRO DE MEDICIONES, ANOTAR QUE SE TRATA DE RADIOS INCLINADOS. ESTE PROCEDIMIENTO REQUIERE QUE HAYA LA MISMA TENSION EN LA CINTA EN CADA MEDICION.

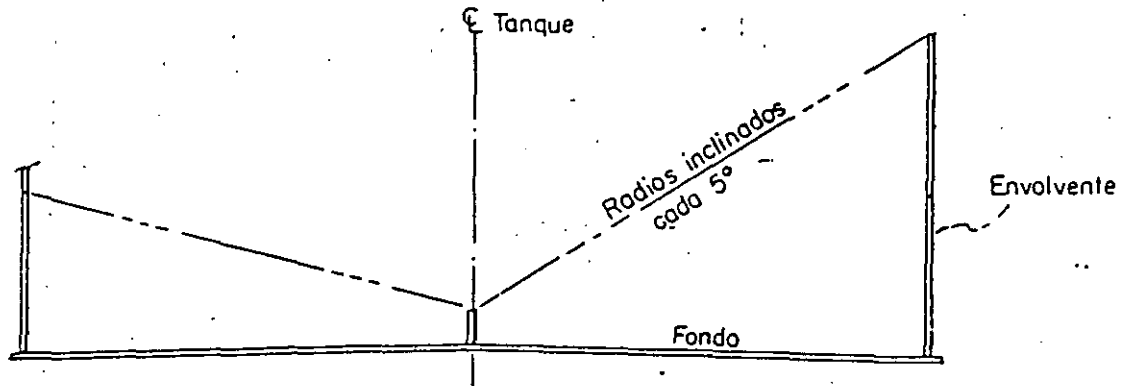


FIG. 1.5.2c

1.5.3. EQUIPO DE TOPOGRAFÍA

EL DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA DEBERÁ TENER LISTO Y ARREGLA DO EL EQUIPO DE MEDICIÓN CON INSTRUMENTOS COMO NIVELES, TRANSITOS Y EQUIPO AUXILIAR, PARA USARSE EN CUALQUIER MOMENTO QUE SE REQUIERA EN LAS OPERACIONES DE NIVELADO, VERTICALIDAD, REDONDEZ, ETC. ESTOS INSTRUMENTOS DEBERÁN SER SIEMPRE

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-86	28 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

MANEJADOS POR PERSONAL CALIFICADO (TOPÓGRAFOS) Y LOS REGISTROS QUE LLEVEN DE SUS OPERACIONES DEBERÁN SER FIRMADOS POR ELLOS. SIN EMBARGO, EXISTEN ALGUNOS TRABAJOS PRÁCTICOS COMPLEMENTARIOS, AUXILIARES DE LAS OPERACIONES TOPOGRÁFICAS QUE DEBEN SER HECHOS POR EL PERSONAL DE MONTAJE Y DIRIGIDOS POR EL SUPERVISOR.

1.5.3.1 TRÁNSITO Y NIVEL: ESTOS INSTRUMENTOS DEBERÁN ESTAR APOYADOS EN UNA BASE SÓLIDA Y TAN CERCA DEL CENTRO DEL TANQUE COMO SEA POSIBLE. EXISTEN ALGUNOS MÉTODOS PARA INSTALARLOS EN UNA BASE SÓLIDA.

1. UNICAMENTE, CON LA APROBACIÓN DE LA SUPTCIA. LOCAL DE CONSTRUCCIÓN, SE PODRÁ APLICAR EL SIGUIENTE MÉTODO: CORTAR TRES (3) AGUJEROS DE 100 MM. (4") DE DIÁMETROS EN LA PLACA DEL CENTRO PARA DESCUBRIR LA BASE Y APOYAR EN ELLA EL TRÍPODE DEL INSTRUMENTO. DEBERÁ DISPONERSE DE PLACA DE LA MISMA ESPECIFICACIÓN PARA HACER TRES PARCHES CIRCULARES DE 150 MM. (6") DE DIÁMETRO PARA TAPAR LOS ORIFICIOS TRASLAPANDO Y SOLDANDO DESPUÉS DE TERMINAR LA OPERACIÓN TOPOGRÁFICA. HACER A ÉSTAS SOLDADURAS LAS MISMAS PRUEBAS QUE AL RESTO DEL FONDO.

2. PUNTEAR TRES (3) TUERCAS LISAS EN EL FONDO PARA SOSTENER EL TRÍPODE DEL INSTRUMENTO Y HACER UN ENTRAMADO TRIANGULAR DE MADERA (TABLONES USADOS EN LOS ANDAMIOS) ALREDEDOR DEL MISMO PARA AISLARLO (VER FIG. 1:5.3.1). COMO MOVIMIENTO EN EL ENTRAMADO PUEDE AÚN DESNIVELARLO, HAY QUE ASEGURARSE DE REVISAR EL NIVEL DEJA ANTES DE CADA LECTURA.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. I. J. L.	FECHA
	APROBADO POR: Ing. J. H. B.	IV-86
SECCION I.O GENERALIDADES	HOJA 29 DE 30	
MANUAL DE MONTAJE N° 1		

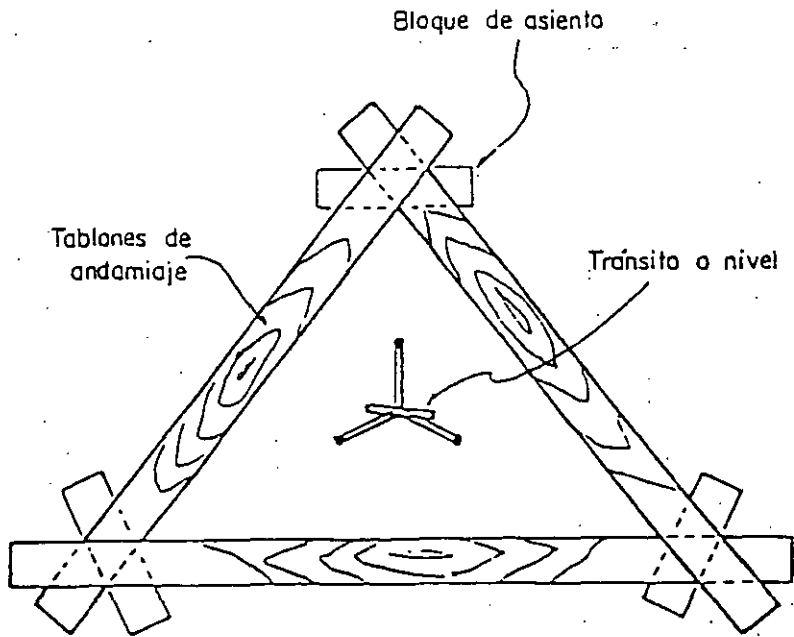


FIG. 1.5.3.1

3. TRABAJAR UNA POLIGONAL FUERA DEL TANQUE.

1.5.3.2 RECOMENDACIONES ADICIONALES: Es muy importante que la burbuja del telescopio esté perfectamente centrada en cada observación. Si la burbuja está descentrada una división del tubo, la lectura estará alta o baja 25 mm. a 45.00 metros de distancia en la mayoría de los instrumentos, (véase fig. 1.5.3.2). Por lo tanto, para obtener lecturas reales con una tolerancia de ± 3 mm., la burbuja debe estar descentrada cuando más, la octava parte de una división.

Los rayos del sol directos sobre un instrumento puede descentrar la burbuja. Será necesario instalar una sombrilla de protección, mientras se toman lecturas.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA
	APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-86.
SECCION I.O GENERALIDADES	HOJA 30 DE 30	
MANUAL DE MONTAJE N° 1		

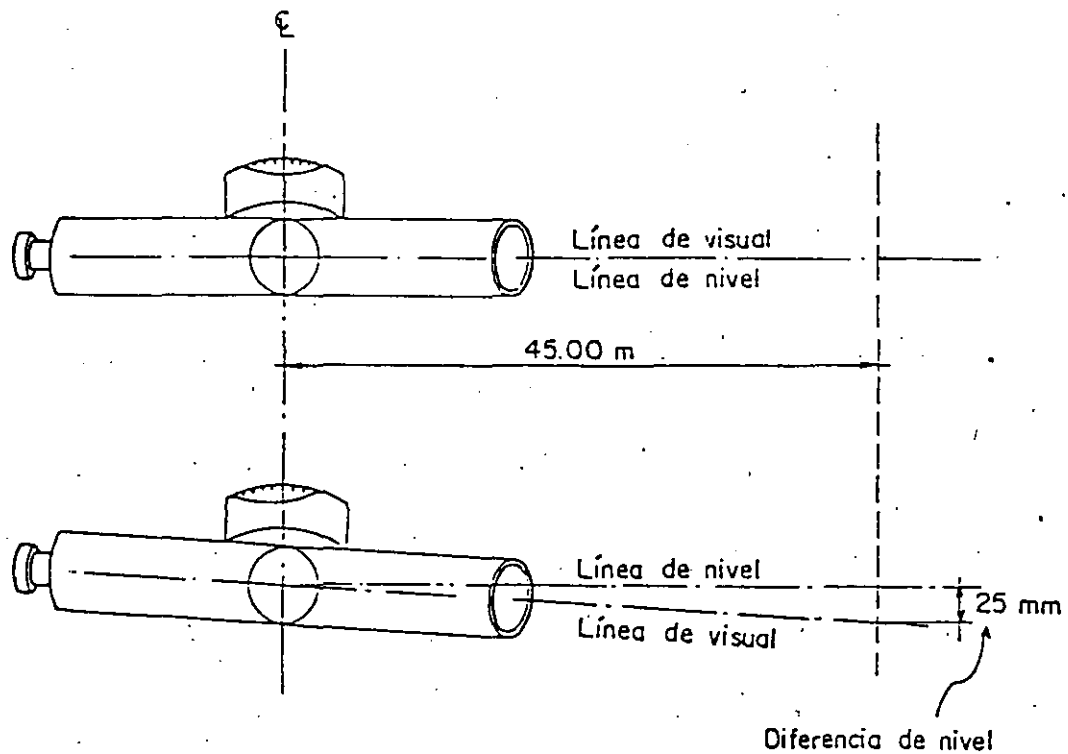


FIG. I.5.3.2

EN TANQUES DE GRAN DIÁMETRO, DONDE ES NECESARIO HACER UN -- GRAN NÚMERO DE LECTURAS A GRAN DISTANCIA SE REQUIEREN INS-- TRUMENTOS MÁS SOFISTICADOS COMO NIVELES AUTONIVELABLES, INS TRUMENTOS A BASE DE RAYOS LASER, ETC.

DESPUÉS DE TOMAR UNA SERIE DE LECTURAS DE NIVEL, REVISAR -- SIEMPRE REGRESANDO AL PUNTO DE PARTIDA Y PARA ESTAR SEGUROS QUE EL INSTRUMENTO NO SE HA MOVIDO DEBEN COINCIDIR LAS LEC-- TURAS. EN CASO CONTRARIO, REVISAR EL APOYO DEL TRÍPODE Y RE PETIR LAS LECTURAS HASTA QUE COINCIDAN LA FINAL CON LA INI-- CIAL.

P E M É X S.P.C.O. COORDINACIÓN EJECUTIVA DE CONSTRUCCIÓN			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR : Ing. I.J.L.	FECHA,	HOJA
	APROBADO POR : Ing. J.H.B.	IV-86	1 DE 24
SECCION 2.0 MONTAJE DEL FONDO	MANUAL DE MONTAJE. N° 1		

2.0 FONDO. GENERALIDADES.

DISTRIBUIR Y TENDER LAS PLACAS DEL FONDO DEL TANQUE CON EL EQUIPO DISPONIBLE: GRÚA, PLUMA, MONTACARGA, ETC., LAS PLACAS SE TENDERÁN EN SU LUGAR SIGUIENDO LA SECUENCIA MARCADA EN EL PLANO DE MONTAJE, EMPEZANDO DEL CENTRO HACIA LA PERIFERIA, DEPENDIENDO DE LA DIRECCIÓN DEL TRASLAPE. PUNTEAR LAS PLACAS ENTRE SÍ NO MÁS DE LO REQUERIDO PARA SOSTENERLAS EN SU LUGAR.

EL CONTROL DE LA CONTRACCIÓN DE LAS PLACAS ES MUY IMPORTANTE EN LA SOLDADURA DEL FONDO. EN TANQUES MUY GRANDES, ES MÁS CRÍTICO DICHO CONTROL. ÚNICAMENTE UN ESTRICTO APEGO A LOS PROCEDIMIENTOS EXPUESTOS EN ÉSTE MANUAL, HARÁN MÍNIMOS LOS PROBLEMAS DE LA CONTRACCIÓN.

LA LIMPIEZA E INSPECCIÓN DE LA SOLDADURA DEL FONDO DEBERÁ HACERSE SIMULTANEAMENTE CON EL AVANCE DEL SOLDEO. PREFERIBLE MENTE, LO QUE SE SUELDA EN UN DÍA, DEBERÁ INSPECCIONARSE Y PROBARSE EL MISMO DÍA. MARCAR CON PINTURA EL AVANCE DE ÉSTAS OPERACIONES. VÉASE LA DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS DEL FONDO EN EL CAPÍTULO CORRESPONDIENTE.

2.1 MONTAJE DEL FONDO Y SECUENCIA DE LA SOLDADURA.

2.1.1 FONDOS CON PLACAS ANULARES, SOLDADAS A TOPE CON BISEL EN V Y LÁMINAS DE RESPALDO: MONTAR EL FONDO DE TANQUES DE ACUERDO CON LAS INSTRUCCIONES DADAS EN EL ORDEN INDICADO EN LOS SIGUIENTES PÁRRAFOS:

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR : Ing. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-86	2 DE 24
SECCION 2.0 MONTAJE DEL FONDO		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

1. COLOCAR LA PLACA CORRESPONDIENTE AL CENTRO DEL TANQUE Y TRANSPORTAR A LA MISMA DICHO CENTRO, PREVIAMENTE LOCALIZADO (VEÁSE PÁRRAFO 1.3.2.1) HACIENDO COINCIDIR LA INTERSECCIÓN DE LOS EJES N-S Y E-W CON LA INTERSECCIÓN DE LAS DIAGONALES DE LA PLACA (FIG. 2.1.1a). SOLDAR EN EL NUEVO CENTRO, UN PERNO DE 13 MM. (1/2") DE DIÁMETRO Y 100 MM. (4") DE LONGITUD. CONSERVAR ESTA IMPORTANTE MARCA PUES ES UN AUXILIAR PARA TRAZOS Y MEDICIONES POSTERIORES.

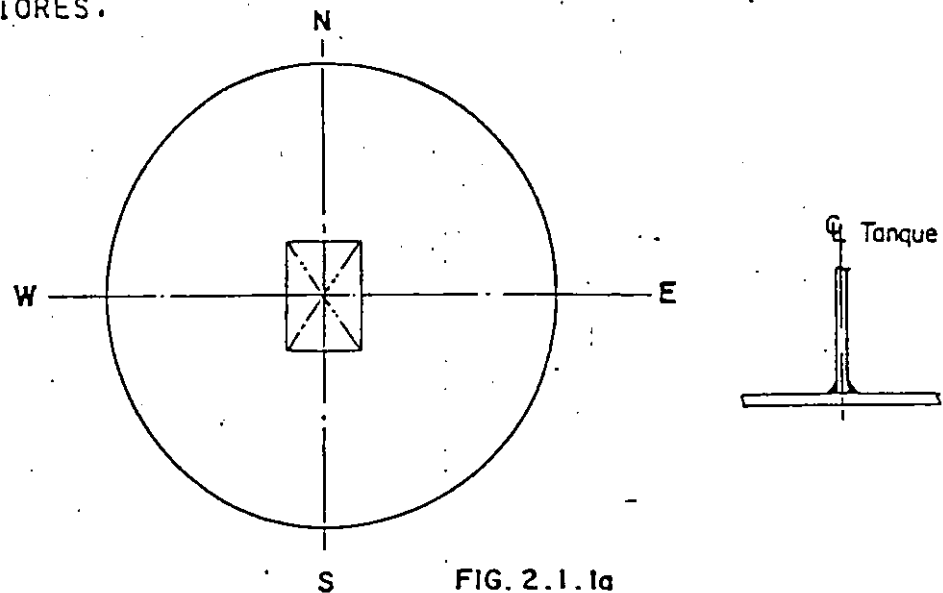


FIG. 2.1.1a

2. TENDER Y AJUSTAR LAS PLACAS ANULARES. A FIN DE OBTENER UNA SEPARACIÓN APROPIADA ENTRE PLACA Y PLACA, USAR UN RADIO AJUSTADO QUE NO ES OTRO, QUE EL INDICADO EN LOS PLANOS PARA LA PERIFÉRIA DE LAS PLACAS, AUMENTADO ALGUNOS MILÍMETROS, SEGÚN LA TABLA SIGUIENTE 2.1.1. TOMANDO COMO

TABLA 2.1.1

Número de placas anulares	13	19	25	32	38	44	50
Aumento al radio del plano en mm.	6	10	13	16	19	22	25

NOTA: Con menos de 13 placas, incrementar el radio 6 mm.

BASE EL CÍRCULO DE REFERENCIA TRAZADO SOBRE EL ANILLO - DE CIMENTACIÓN QUE SE DESCRIBE EN EL PÁRRAFO 1.3.2.3 Y CON EL AUXILIO DE UN ESCANTILLÓN TENDER LAS PLACAS EN SU LUGAR. (VÉASE FIG. 2.1.1b).

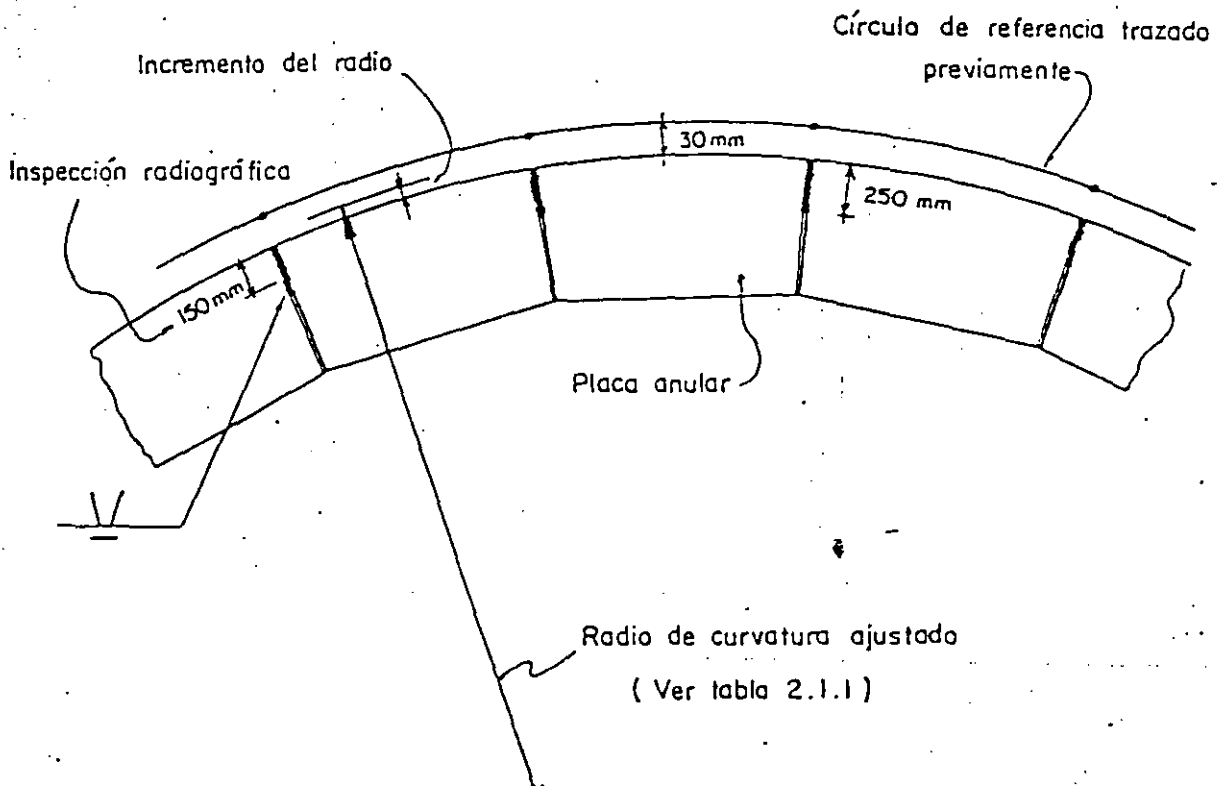


FIG. 2.1.1b

3. INICIAR EL MONTAJE DE LAS PLACAS RECTANGULARES TRASLAPADAS DEL FONDO, SIGUIENDO LAS INSTRUCCIONES DE LOS PÁRRAFOS 2.1.2 Y 2.1.3 Y DE ACUERDO CON SU COLOCACIÓN Y LA SECUENCIA MARCADA EN EL PLANO RESPECTIVO.
4. SOLDAR LOS 250 MM. (10") DEL EXTREMO EXTERIOR DE TODAS LAS JUNTAS RADIALES DE LAS PLACAS ANULARES, ESMERILAR.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-86	4 DE 24
SECCION 2.0 MONTAJE DEL FONDO	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

E INSPECCIONAR LA SOLDADURA CON RADIOGRAFÍAS O PARTICULA MAGNÉTICA DE LOS 150 MM. (6") EXTREMOS, POR EL CONTRATISTA DE LA INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA (VER FIG. 2.1.1b).

5. MONTAR EL PRIMER ANILLO DE LA ENVOLVENTE, DE ACUERDO CON LAS INSTRUCCIONES DE LA SECCIÓN 3.0 Y SOLDAR LAS JUNTAS, VERTICALES.

6. FIJAR LA JUNTA ENTRE FONDO Y ENVOLVENTE, SEGÚN INSTRUCCIONES DEL PÁRRAFO 3.5 (FIG. 2.1.1c). EN LOS TANQUES DE GRAN CAPACIDAD, LAS PLACAS DEL PRIMER ANILLO SON TAN GRUESAS QUE LOS PUNZONES O CUÑAS DE AJUSTE ENTRE LA ENVOLVENTE Y LAS TUERCAS PUNTEADAS EN LAS PLACAS ANULARES,

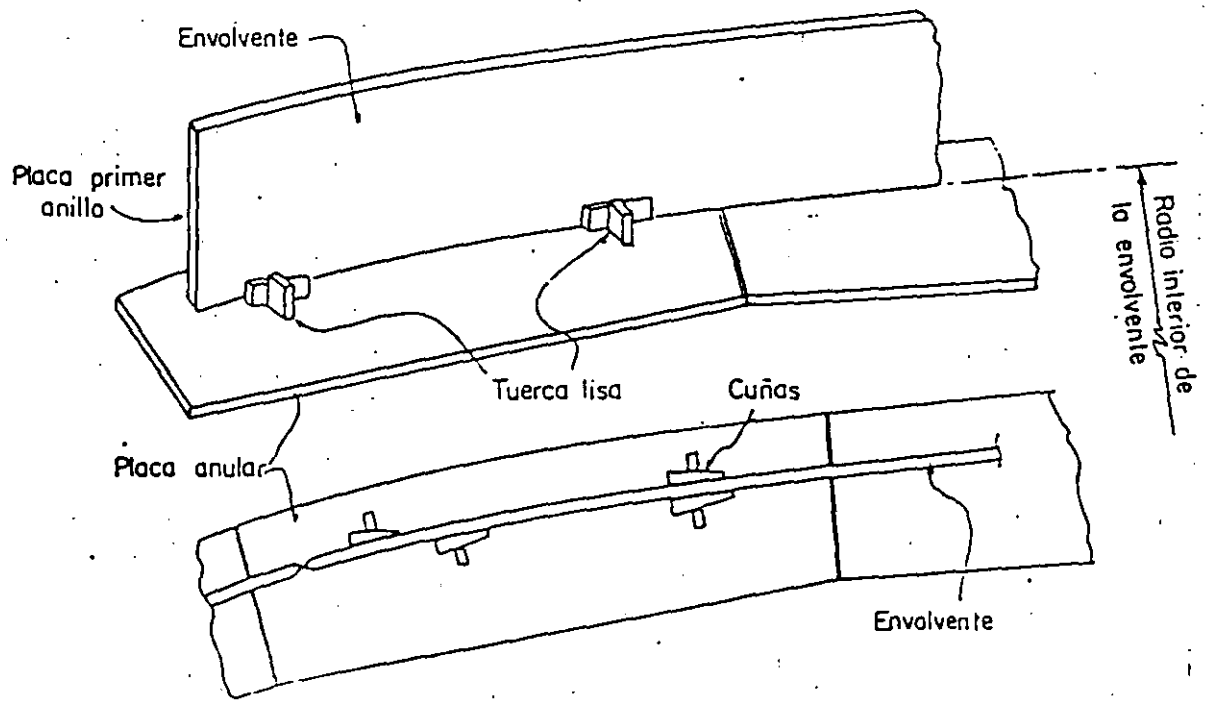


FIG. 2.1.1c

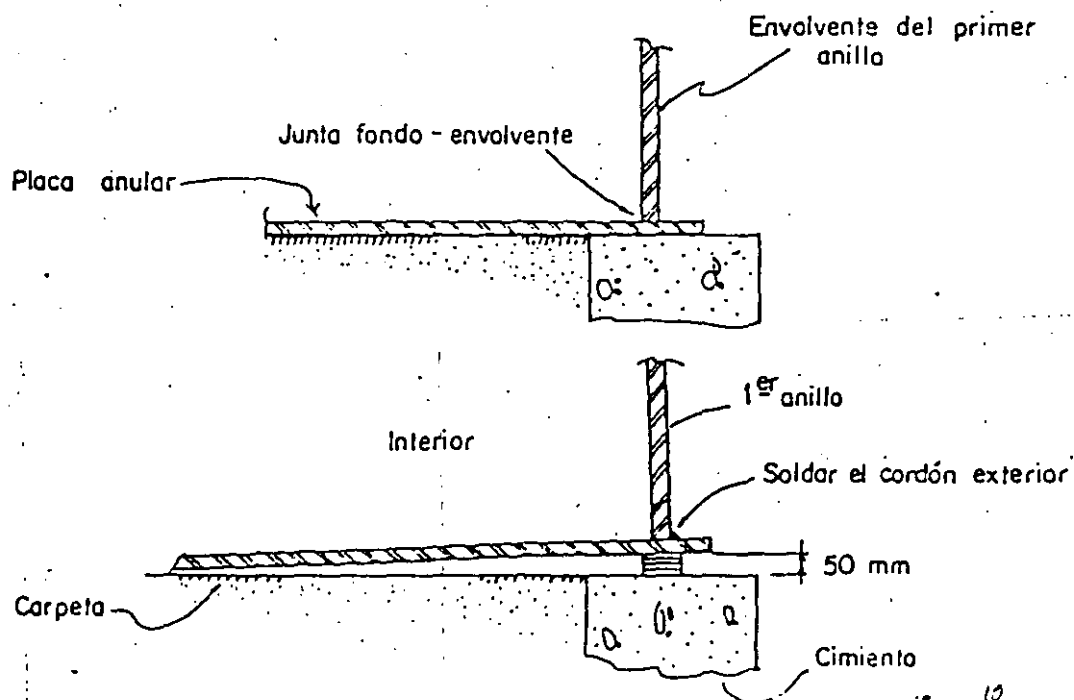
DEFORMAN ÉSTAS EN LUGAR DE REDONDEAR LA ENVOLVENTE. PUNTEAR LAS PLACAS IRREGULARES A LAS ANULARES PARA AGREGAR RESISTENCIA CUANDO SEA NECESARIO.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-86	5 DE 24
SECCION 2.0 MONTAJE DEL FONDO	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

7. SOLDAR LA JUNTA CIRCULAR ENTRE LA PLACA ANULAR Y EL PRIMER ANILLO DE LA ENVOLVENTE CON LAS INDICACIONES CONTENIDAS EN EL PÁRRAFO 3.5. ESTA SOLDADURA ORIGINA QUE EL LADO INTERIOR (LADO RECTO) DE LAS PLACAS ANULARES TIENDA A LEVANTARSE DEBIDO A LA CONTRACCION. UNO O TODOS DE LOS SIGUIENTES CINCO MÉTODOS DEBERÁN SER USADOS PARA CONTROLAR ESTA DEFORMACION:

A. ASEGURARSE SIEMPRE QUE EL TRAMO NO SOLDADO DE LAS JUNTAS RADIALES (FIG. 2.1.1b) SE PUEDA MOVER LIBREMENTE.

B. ANTES DE SOLDAR LA JUNTA FONDO-ENVOLVENTE, COLOCAR TEMPORALMENTE UN EMPAQUE CON LAINAS DE MÁS O MENOS 50 MM. (2") DE ALTURA, ABAJO DEL FONDO Y DE LA ENVOLVENTE DE MODO QUE LA PLACA ANULAR SE INCLINE (FIGURA 2.1.1d) HACIA EL INTERIOR DEL TANQUE. QUITAR EL EMPAQUE DESPUÉS QUE SE HA SOLDADO LA JUNTA.



TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR : Ing. I. J. L.

FECHA

HOJA

APROBADO POR : Ing. J. H. B.

IV-86

6 DE 24

SECCION 2.0 MONTAJE DEL FONDO

MANUAL DE MONTAJE N° 1

- C. PUNTEAR CANALES (DE LAS USADAS COMO RIGIDIZANTES) ENTRE LA ENVOLVENTE Y LAS PLACAS ANULARES PARA QUE TRABAJEN COMO TORNAPUNTAS (FIG. 2.1.1e).

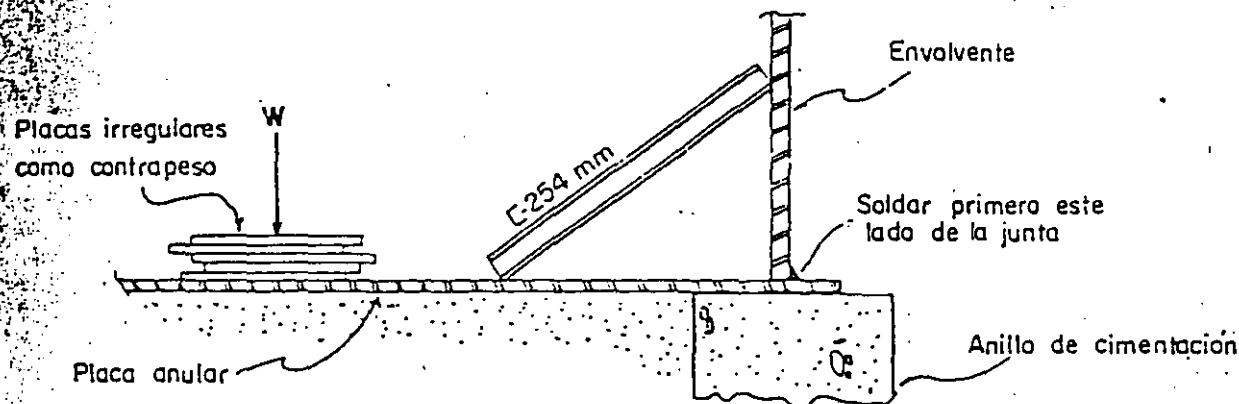


FIG. 2.1.1e

- D. TENDER PLACAS IRREGULARES SOBRE LAS ANULARES PARA QUE SIRVAN COMO CONTRA-PESO Y AYUDEN EN ÉSTA FORMA A EVITAR QUE LAS PLACAS ANULARES SE LEVANTEN (FIG. 2.1.1E).
- E. SOLDAR PRIMERO EL CORDÓN EXTERIOR DE LA JUNTA FONDO-ENVOLVENTE (SOLDADURA DE FILETE) PARA QUE LAS PLACAS ANULARES DEFORMADAS TIENDAN A VOLVER A SU POSICIÓN HORIZONTAL.
8. CON ARCO-AIRE CORTAR LAS JUNTAS RADIALES NO SOLDADAS ENTRE LAS PLACAS ANULARES ABRIENDOLAS A LA SEPARACIÓN APROPIADA. TERMINAR DE SOLDAR ÉSTAS JUNTAS SIN INTERRUPCIÓN Y BOTAR LA LÁMINA DE RESPALDO. EXAMINAR EL PRIMER PASO - (FONDEO) DE ACUERDO CON EL CONTRATISTA DE INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA. SI LAS PLACAS IRREGULARES HAN SIDO TENDIDAS ANTES DE SOLDAR LAS PLACAS ANULARES, ASEGURARSE DE LEVANTARLAS POR LA ORILLA PARA SOLDAR COMPLETAMENTE LAS JUNTAS DE LAS PLACAS ANULARES.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR : Ing. J. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-86	7 DE 24
SECCION 2.0 MONTAJE DEL FONDO	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

9. FIJAR Y SOLDAR LAS PLACAS IRREGULARES A LAS ANULARES. CUANDO SE FIJE ÉSTA JUNTA, ASEGURARSE DE MANTENER LA MÍNIMA DISTANCIA ENTRE LA ENVOLVENTE Y LA PLACA IRREGULAR COMO SE INDICA EN EL PLANO DE MONTAJE. SOLDAR LAS INTERSECCIONES COMO JUNTAS DE TRES (3) PLACAS TAL COMO ESTÁ DETALLADO EN EL PÁRRAFO 2.2.2 JUNTA B.
10. FIJAR Y SOLDAR LAS PLACAS IRREGULARES UNAS A OTRAS. CUANDO HAYAN SIDO SOLDADAS TODAS LAS PLACAS RECTANGULARES, - SOLDAR LAS IRREGULARES A AQUELLAS. EL USO DE CANDADOS ENTRE ÉSTAS COSTURAS AYUDARÁ A MANTENER LAS PLACAS ANULARES, PLANAS.

NOTA: EN ALGUNOS PROYECTOS DE TANQUES SE DISEÑAN LAS PLACAS ANULARES CON JUNTAS A TOPE DOBLE V. EN ÉSTE CASO, LA SECUENCIA DE MONTAJE DE LAS PLACAS, ES SEMEJANTE A LA INDICADA EN EL PÁRRAFO 2.1.1 PERO EL PROCEDIMIENTO DE SOLDEO ES DIFERENTE. EN JUNTAS DOBLE V SE SUELDA PRIMERO EL CORDÓN INFERIOR, LUEGO CON ARCO-AIRE SE Sanea EL FONDEO POR EL LADO CONTRARIO Y SE SUELDA EL CORDÓN SUPERIOR EN POSICIÓN.

2.1.2 TENDIDO DEL FONDO CON PLACAS TRASLAPADAS RECTANGULARES.

EL ARREGLO DEL TENDIDO DE LAS PLACAS DEL FONDO, PUEDE ADOPTAR VARIAS FORMAS. A CONTINUACIÓN SE DESCRIBEN TRES DE LOS TIPOS MÁS COMUNES SELECCIONADOS POR LOS MÁS IMPORTANTES DISEÑADORES DE TANQUES:

1. FONDOS CON LAS PLACAS FORMANDO HILERAS LONGITUDINALES Y

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR Ing. I. J. L.
APROBADO POR Ing. J. H. B.

FECHA
IV-86

HOJA
8 DE 24

SECCION 2.0 MONTAJE DEL FONDO

MANUAL DE MONTAJE N° 1

FILAS TRANSVERSALES. LAS PLACAS PERIFÉRICAS DE CIERRE SON ANULARES E IRREGULARES (FIGS. 2.1.3.1A Y 2.1.3.2A). ESTE ARREGLO ES PARA TANQUES DE GRAN CAPACIDAD (DE 100 A 500,000 BLS.)

2. FONDOS CON LAS PLACAS RECTANGULARES DISPUESTAS SOLAMENTE EN HILERAS LONGITUDINALES CON PLACAS ANULARES EN LA PERIFERIA Y PLACAS IRREGULARES TRANSVERSALES (FIG. 2.1.3.1B PARA TANQUES DE MEDIANA CAPACIDAD (55 A 100,000 BLS.).
3. FONDOS TIPO PLATAFORMA CON TODAS LAS PLACAS RECTANGULARES E IRREGULARES EN UN SOLO SENTIDO Y SIN PLACAS ANULARES. ESTE ARREGLO SE USA EN TANQUES DE MEDIANA A BAJA CAPACIDAD (55,000 A 500 BLS.) VÉASE FIG. 2.1.3.1c.

EN EL ARREGLO DE PLACAS DESCRITO EN EL PÁRRAFO 1 PARA USARSE EN LOS GRANDES TANQUES DE ALMACENAMIENTO CON TECHO FLOTANTE, LAS FILAS DE PLACAS TRANSVERSALES DEBERÁN TRASLAPARSE POR ENCIMA DE LAS HILERAS LONGITUDINALES ADYACENTES, A MENOS QUE LO PROHIBA ALGUNA ESPECIFICACIÓN PARTICULAR DEL USUARIO. EN LO QUE SIGUE, SE DESARROLLA UN MÉTODO PARA TENDER LAS HILERAS Y LAS FILAS TRANSVERSALES PARA LOGRAR UN TRASLAPÉ APROPIADO. (VÉASE LA FIG. 2.1.2). EL EMPLEO DE ÉSTE MÉTODO ELIMINARÁ MUCHOS TRASLAPES DEL TIPO DE LA INTERSECCIÓN B (FIG. 2.2.2 PÁG. 21).

1. TENDER LA HILERA CENTRAL DE PLACAS RECTANGULARES A UNO Y OTRO LADOS DE LA PLACA CENTRAL PREVIAMENTE COLOCADA Y MEDIANTE UN HILO A REVENTÓN, MANTENER UN EXTREMO RECTO.
2. MARCAR EN EL OTRO EXTREMO DE LA HILERA, 50 MM. SI EL - -

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-86	9 DE 24
SECCION 2.0 MONTAJE DEL FONDO	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

TRASLAPE VA A SER DE 25 MM. (1" MÍNIMO) Ó 76 MM. SI EL PLANO DE MONTAJE MARCA UN TRASLAPE DE 38 MM. (1 1/2" MÁXIMO).

3. TENDER LA PRIMERA FILA DE PLACAS TRANSVERSALES DE MODO QUE SE TRASLAPEN LOS 50 O LOS 76 MM. MARCADOS EN LA PRIMERA HILERA, PUNTEANDOLA LIGERAMENTE A ÉSTA.
4. TENDER LA SIGUIENTE HILERA DE PLACAS A TOPE CON LAS DE LA FILA TRANSVERSAL.

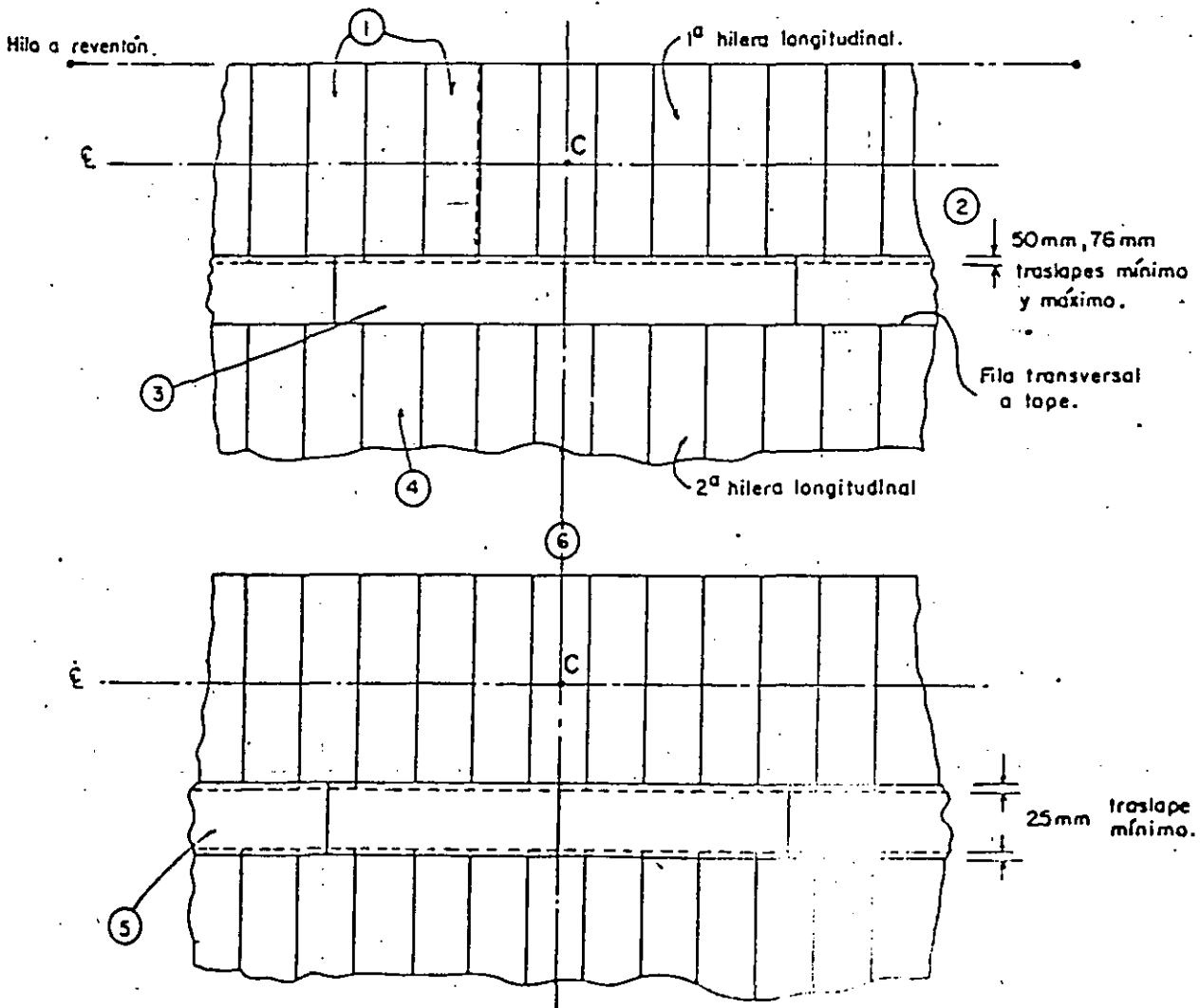


FIG. 2.1.2

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-86	10 DE 24
SECCION 2.0 MONTAJE DEL FONDO	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

5. DESTRUIR LOS PUNTOS DE SOLDADURA Y EMPUJAR CON BARRETAS LAS PLACAS DE LA FILA TRANSVERSAL POR ARRIBA DE LA SEGUNDA HILERA HASTA OBTENER UN TRASLAPE DE AMBAS HILERAS DE 25 A 38 MM. SEGÚN EL CASO.
6. REPETIR LAS OPERACIONES ANTERIORES EN EL LADO OPUESTO - SIMÉTRICO.

2.1.3 SECUENCIA DE SOLDEO EN FONDOS CON PLACAS TRASLAPADAS.

EN LA INTRODUCCIÓN A LA SECCIÓN 2.0 SE HACE NOTAR LA IMPORTANCIA QUE SE LE DEBE ASIGNAR AL CONTROL DE LA CONTRACCIÓN DE PLACAS DEBIDO A LA SOLDADURA, SOBRE TODO EN LOS GRANDES FONDOS DE 30, 60 Y 90 METROS DE DIÁMETRO. DE AQUÍ LA IMPORTANCIA QUE REVISTE EL ADOPTAR EN LOS PROCEDIMIENTOS DE LA SOLDADURA DE FONDOS UNA SECUENCIA DETERMINADA PREVIAMENTE CALIFICADA. A CONTINUACIÓN SE DESCRIBEN TÉCNICAS DE SOLDEO DE CBI, PDM Y DEL AUTOR PARA LOS TIPOS DE FONDOS MENCIONADOS EN EL PÁRRAFO 2.1.2.

- 2.1.3.1 TÉCNICA CBI: VEÁNSE LAS FIGURAS 2.1.3.1A, B Y C DONDE SE MUESTRA CON NÚMEROS ENCERRADOS EN CÍRCULOS, EL ORDEN DE LA SECUENCIA A SEGUIR. EL SOLDEO PUEDE INICIARSE TAN PRONTO COMO LAS PLACAS RECTANGULARES SON COLOCADAS Y FIJADAS EN SU LUGAR CON UN MÍNIMO DE PUNTOS DE SOLDADURA.

- ① SOLDAR LAS JUNTAS TRASLAPADAS A LO LARGO DE LAS PLACAS RECTANGULARES DE CADA HILERA Y LAS DE LAS FILAS TRANSVERSALES A LO ANCHO CON COSTURAS EN UN SOLO SENTIDO Y

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-86	12 DE 24
SECCION 2.0 MONTAJE DEL FONDO		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

NOTAS. a.- Fijense las placas con el menor número de puntos de soldadura.

b.- Usar la técnica de saldeo en retroceso en todas las costuras.

c.- Las costuras (8) pueden hacerse en cualquier momento, pero siempre antes que las (8a) y las (8b) sean punteadas ó soldadas.

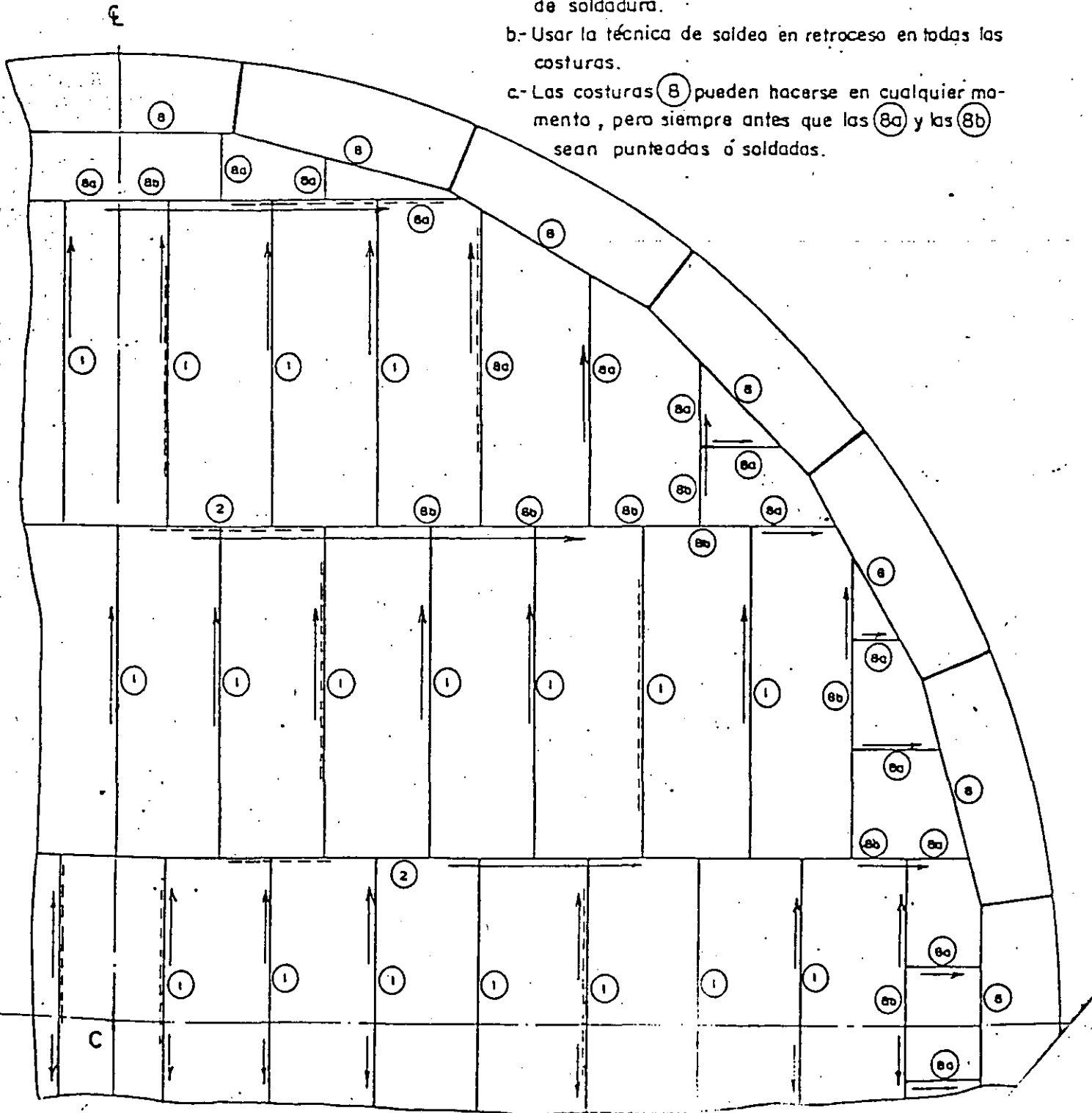


FIG. 2.1.3.1B

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR Ing. I. J. L.

FECHA

HOJA

APROBADO POR: Ing. J. H. B.

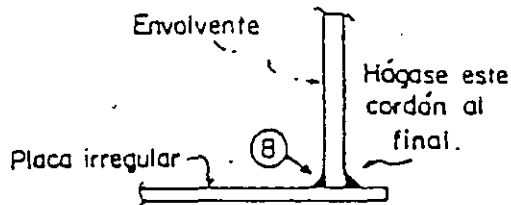
IV-86

13 DE 24

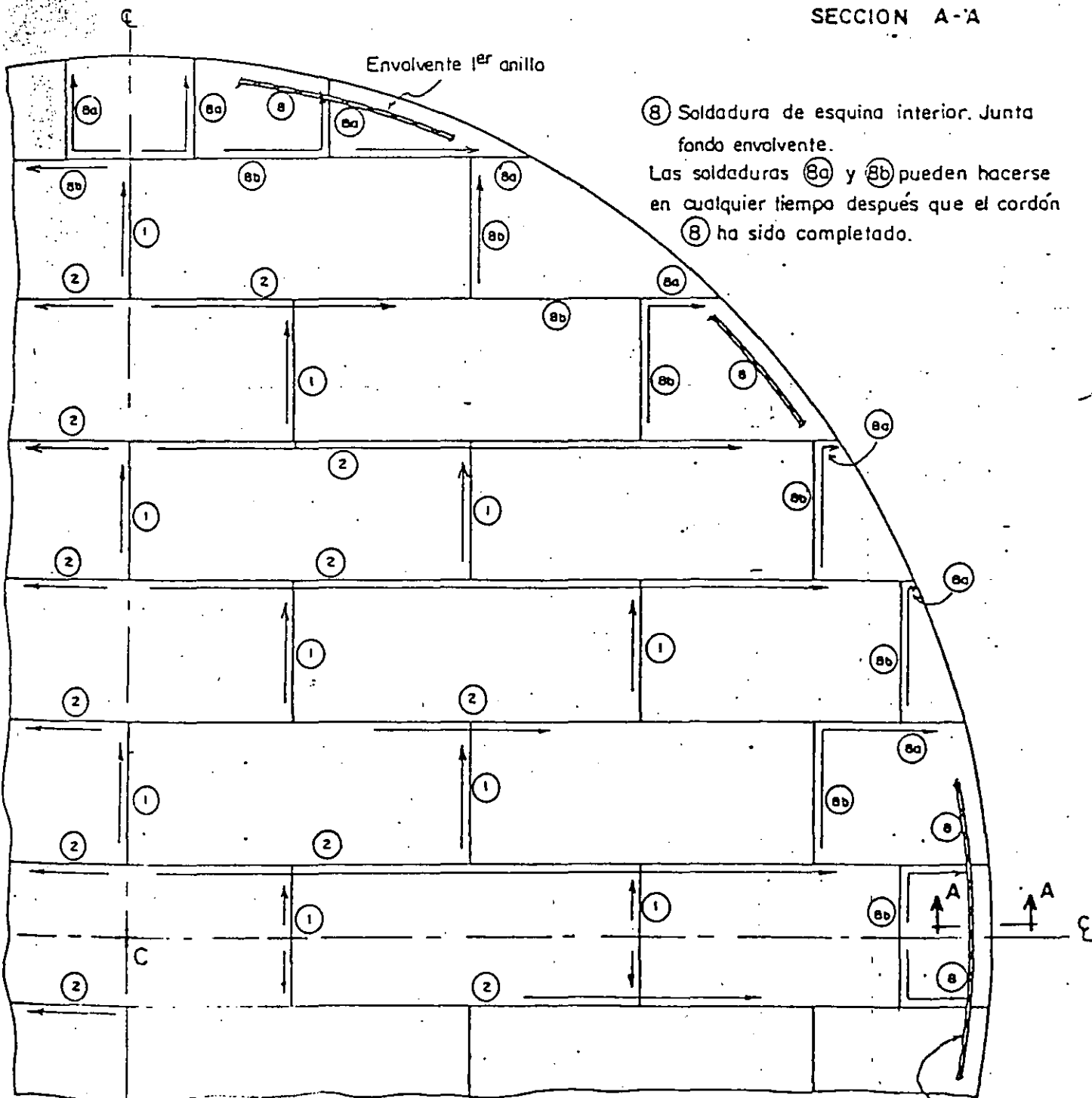
SECCION 2.0 MONTAJE DEL FONDO

MANUAL DE MONTAJE N° 1

- NOTAS. a.- Fíjense las placas con un mínimo de puntos de soldadura.
de soldadura.
b.- Usese la técnica de saldeo en retroceso en todas las costuras.



SECCION A-A



- (B) Soldadura de esquina interior. Junta fondo envolvente.
Las soldaduras (Ba) y (Bb) pueden hacerse en cualquier tiempo después que el cordón (B) ha sido completado.

Soldadura de esquina interior
(Junta fondo - envolvente)

P E M E X. S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR: Ing. J. H. B.	IV-86	14 DE 24
SECCION 2.0 MONTAJE DEL FONDO	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

DEL CENTRO HACIA LA PERIFERIA. LAS JUNTAS DEBERAN ESTAR LIBRES DE PUNTOS DE SOLDADURA CUANDO SE SUELDEN. USAR -- ELECTRODOS E-6010 (AWS) A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE OTRO EN LOS PLANOS DE MONTAJE.

NOTA: PARA TENER EN CUENTA LA CONTRACCION EN TANQUES CON DIAMETROS MAYORES DE 60 METROS (200'). SOLDAR JUNTAS ALTERNADAMENTE AL MISMO TIEMPO QUE SE ELIMINAN LOS PUNTOS EN LAS JUNTAS NO SOLDADAS AUN.

- ② SOLDAR LAS JUNTAS ENTRE HILERAS Y FILAS EN FORMA ININTERRUMPIDA Y SIEMPRE DEL CENTRO HACIA LA PERIFERIA.
- ③ AJUSTAR LOS TRASLAPES BAYONETADOS EN LAS ESQUINAS DE LAS PLACAS IRREGULARES. (VEANSE LOS PARRAFOS 2.2.1 Y 2.2.2 PARA INSTRUCCIONES DE AJUSTE Y SOLDEO DE TRASLAPES EN TRES DIRECCIONES).
- ④ MONTAR EL PRIMER ANILLO DE LA ENVOLVENTE SIGUIENDO LAS INSTRUCCIONES DADAS EN LA SECCION 3.0 Y SOLDAR LAS JUNTAS VERTICALES.
- ⑤ AJUSTAR Y SOLDAR UNA DE LAS JUNTAS CIRCUNFERENCIALES ENTRE FONDO Y ENVOLVENTE (SOLDADURA DE ESQUINA) SEGUN INSTRUCCIONES DEL PARRAFO 3.5.
- ⑥ SOLDAR O PUNTEAR LAS PLACAS IRREGULARES ENTRE SI, ANTES DE MONTAR EL SEGUNDO ANILLO. ESTO IMPEDIRA QUE SE INCLINEN Y SE ABRAN ESTAS PLACAS, DEBIDO A ASENTAMIENTOS DEL FONDO APOYADO EN BASES DE ARENA.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-86	15 DE 24
SECCION 2.0 MONTAJE DEL FONDO	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

- ⑦ SOLDAR EL SEGUNDO CORDÓN CIRCUNFERENCIAL DE LA JUNTA -- FONDO-ENVOLVENTE (SOLDADURA DE ESQUINA). ESTO SE PUEDE -- HACER POSTERIORMENTE EN EL MOMENTO OPORTUNO.

- ⑧ SOLDAR LAS PLACAS IRREGULARES ENTRE SÍ Y A LAS RECTANGULARES. ESTAS COSTURAS PUEDEN REALIZARSE EN CUALQUIER MOMENTO Y DESPUÉS QUE SE HAN COMPLETADO LAS CIRCUNFERENCIALES DE ESQUINA (JUNTA FONDO-ENVOLVENTE) Y LAS VERTICALES DEL PRIMER ANILLO. EL SOLDEO ENTRE PLACAS RECTANGULARES E IRREGULARES PUEDE LLEVARSE A CABO AL MISMO TIEMPO QUE ÉSTAS SE ESTÁN SOLDANDO ENTRE SÍ, O PODRÁ SOLDARSE UN -- CORDÓN SIN INTERRUPCIÓN, INICIANDOLO EN LAS JUNTAS ENTRE IRREGULARES Y RECTANGULARES Y CONTINUANDOLO HASTA REMA--TARLO ENTRE LA IRREGULAR CORRESPONDIENTE Y SU ADYACENTE. (VÉASE FIG. 2.1.3.1A, B Y C).

2.1.3.2. TÉCNICA DE SOLDEO PDM. EL ARREGLO DEL TENDIDO DE PLACAS CON HILLERAS LONGITUDINALES Y FILAS TRANSVERSALES, EL MÁS COMUN--MENTE USADO EN TANQUES DE GRAN DIÁMETRO, SE MUESTRA EN LA -- FIG. 2.1.3.2A PARA EL FONDO DEL TANQUE DE 500,000 BLS. PARA EVITAR GRANDES DEFORMACIONES, SEGUIR LA SECUENCIA DE LA SOL--DADURA, MARCADA EN LAS JUNTAS CON NÚMEROS PROGRESIVOS Y RESPE--TAR LA DIRECCIÓN DEL AVANCE DEL SOLDEO, MARCADO CON FLECHAS.

LA FIG. 2.1.3.2B, ENSEÑA EL ARREGLO DE PLACAS, LA SECUENCIA Y LA DIRECCIÓN DE SOLDEO, MEDIANTE NÚMEROS Y FLECHAS, EN FON--DOS DE TANQUES DE MEDIANA Y BAJA CAPACIDAD (NORMALMENTE DE --TECHO FIJO). ADEMÁS SE ESTÁN INDICANDO LOS PUNTOS DONDE DEBE INICIARSE LA ÚLTIMA SOLDADURA MARCADA CON LÍNEAS MÁS GRUESAS. COMO COMPLEMENTO A LO ANTERIOR, SIGANSE LAS INSTRUCCIONES DA--DAS A CONTINUACIÓN:

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR : Ing. J. L.

FECHA

HOJA

APROBADO POR : Ing. J. H. B.

IV-86

16 DE 24

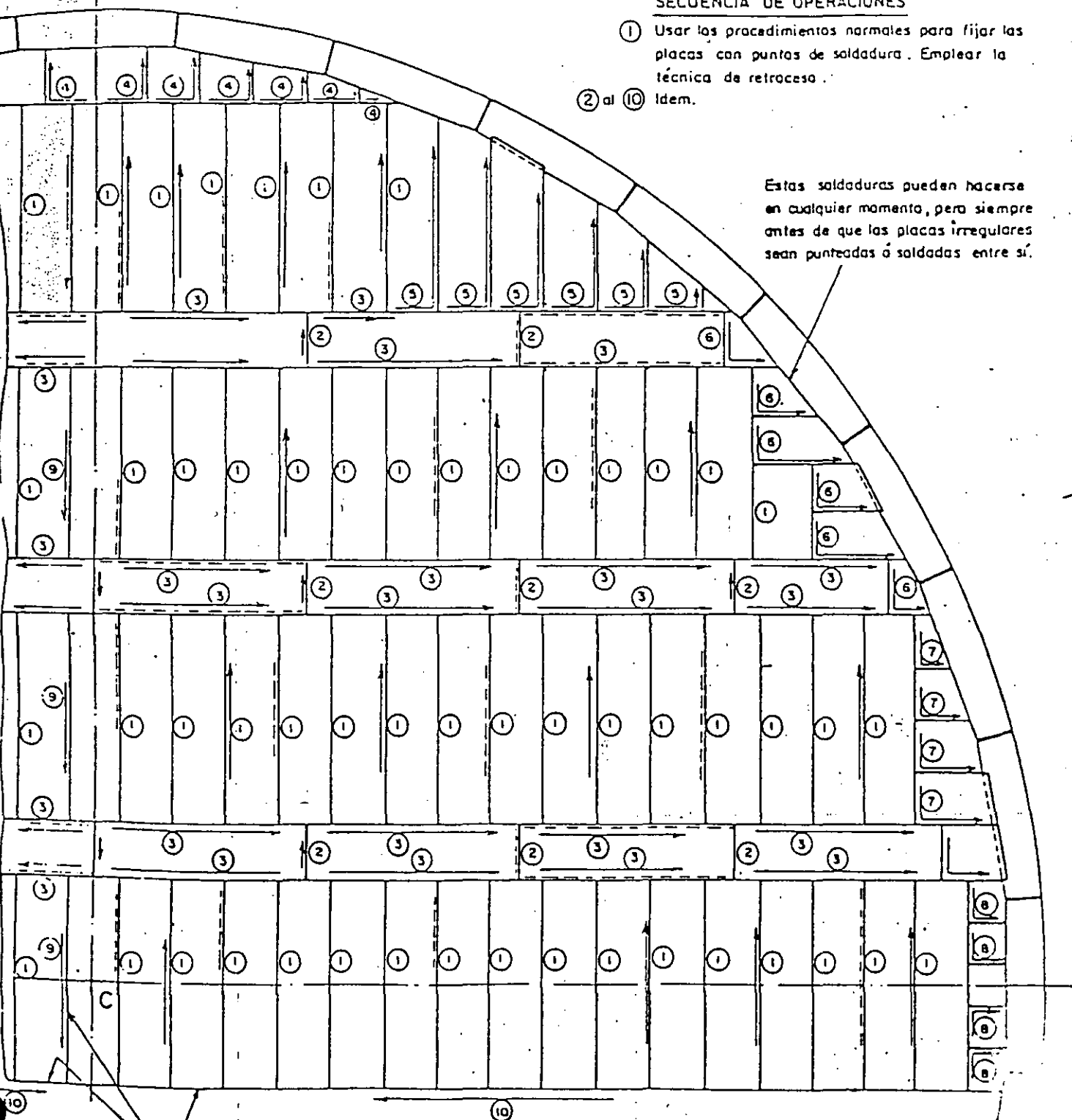
SECCION 2.0 MONTAJE DEL FONDO

MANUAL DE MONTAJE N° 1

SECUENCIA DE OPERACIONES

- ① Usar los procedimientos normales para fijar las placas con puntos de soldadura. Emplear la técnica de retroceso.
- ② al ⑩ Idem.

Estas soldaduras pueden hacerse en cualquier momento, pero siempre antes de que las placas irregulares sean punteadas ó soldadas entre sí.



No puntear ni soldar estas juntas hasta que todas las soldaduras de un cuadrante del fondo sean completadas. La dirección de estas últimas soldaduras será de la periferia del fondo hacia el centro del tanque.

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR: Ing. I. J. L.

FECHA

HOJA

APROBADO POR: Ing. J. H. B.

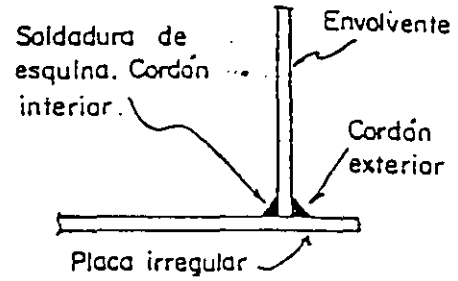
IV-86

17 DE 24

SECCION 2.0 MONTAJE DEL FONDO

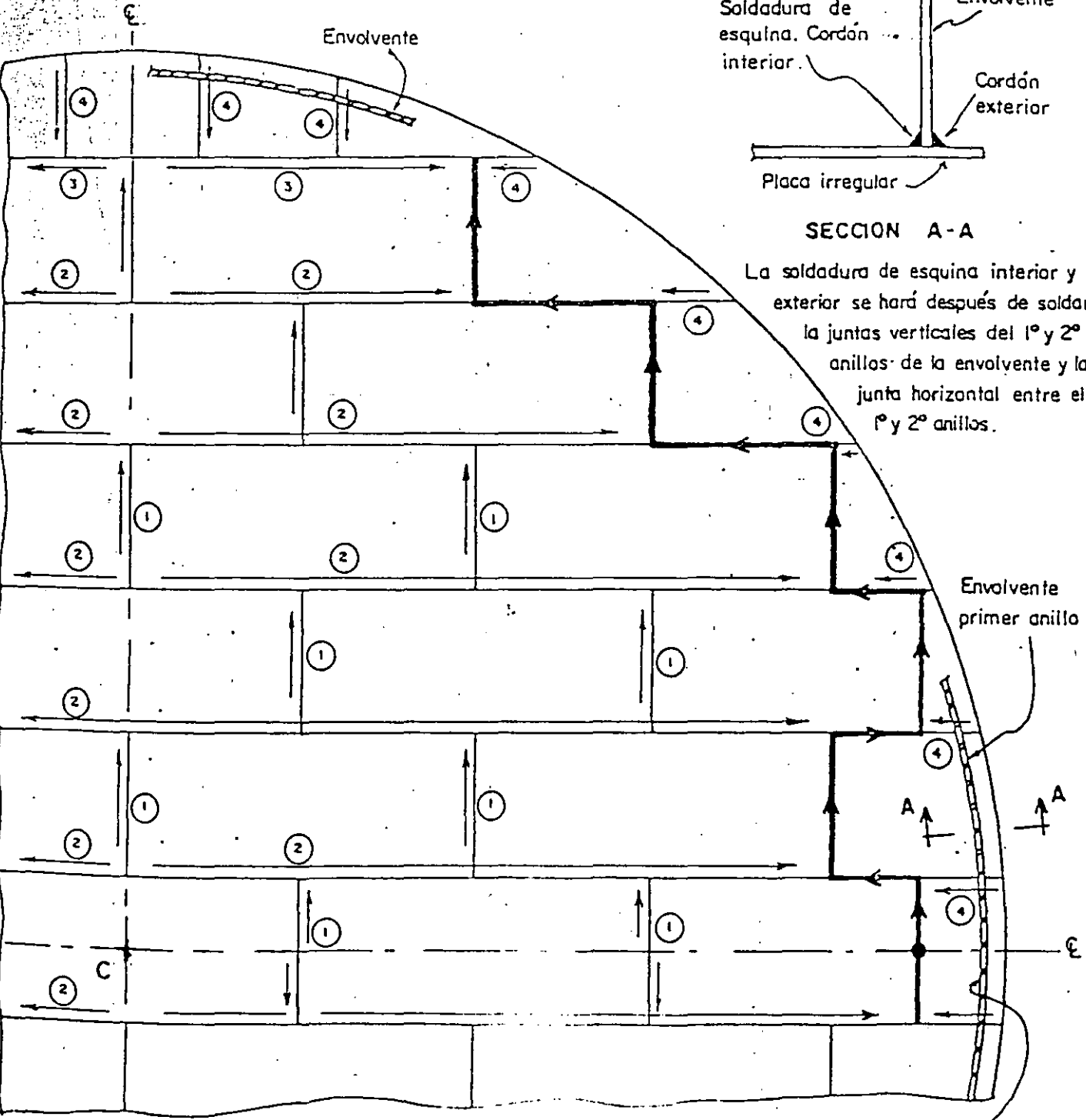
MANUAL DE MONTAJE N° 1

- NOTAS.
- a.- Fijense las placas con el menor número de puntos de soldadura.
 - b.- Usese la técnica de retroceso en todas las costuras.
 - c.- Las soldaduras (4) se harán en cualquier tiempo después que la soldadura de esquina interior ha sido completada.
 - d.- El cordón marcado con línea gruesa se hará al final.



SECCION A-A

La soldadura de esquina interior y exterior se hará después de soldar la juntas verticales del 1º y 2º anillos de la envolvente y la junta horizontal entre el 1º y 2º anillos.



Soldadura de esquina interior (Junta fondo-envolvente)

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR : Ing. J. H. S.	IV-86	18 DE 24
SECCION 20 MONTAJE DEL FONDO	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

1. LAS COSTURAS ENTRE PLACAS RECTANGULARES MARCADAS ① Y ② PODRÁN SOLDARSE SIN RELACIONARLAS CON LAS SOLDADURAS ④ ENTRE PLACAS IRREGULARES.
2. LAS COSTURAS ④ DE LAS PLACAS IRREGULARES SE SOLDARÁN EN CUALQUIER TIEMPO DESPUÉS QUE EL CORDÓN INTERIOR DE LA JUNTA FONDO-ENVOLVENTE HA SIDO SOLDADO COMPLETAMENTE.
3. LAS COSTURAS ③ DE LAS PLACAS RECTANGULARES DEBERÁN SOLDARSE ANTES QUE LAS JUNTAS ENTRE LAS IRREGULARES Y LAS RECTANGULARES MARCADAS CON LÍNEAS MÁS GRUESAS, SEAN SOLDADAS. LAS DEMÁS SOLDADURAS ① ② Y ④ SE COMPLETARÁN ANTES QUE SE SUELDA LA ③.

2.2 AJUSTE Y SOLDEO DE ESQUINAS BAYONETEADAS.

- ### 2.2.1 DOBLADO DE ESQUINAS BAJO LA ENVOLVENTE: CUANDO EL DISEÑO DE UN FONDO NO CONTEMPLA PLACAS ANULARES, LA ENVOLVENTE SE APOYARÁ EN PLACAS IRREGULARES TRASLAPADAS, PERO PARA MANTENER NIVELADA TODA LA PERIFERIA PARA ASENTAR LA ENVOLVENTE, ES NECESARIO MODIFICAR EL TRASLAPE EN LAS ESQUINAS EXTREMAS EXTERIORES, FORMANDO UN CONJUNTO MACHI-HEMRADO. ESTO SE HARÁ ANTES QUE SE MONTE EL PRIMER ANILLO DE LA ENVOLVENTE. ASEGURARSE QUE LAS PLACAS ESTÁN TRASLAPADAS APROPIADAMENTE ANTES DE HACER EL DOBLADO EN FORMA DE BAYONETA.

SUÉLDESE EL LADO EXTERIOR DE FUERA HACIA EL CENTRO, OMITIR 150 MM. (6") Y SOLDAR 100 MM. (4") MÁS COMO SE INDICA EN LA FIG. 2.2.1A. USAR ELECTRODOS E-6010 ó E-7018 DE 5 MM. (3/16") O DE MENOR DIÁMETRO PARA SOLDAR LAS ESQUINAS DOBLADAS. NO SE USE EL ELECTRODO E-6012. EN ALGUNOS DISEÑOS ESPECIALES, LAS -

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. J. J. L.	FECHA: IV-85	HOJA: 19 DE 24
	APROBADO POR: Ing. J. H. B.		
SECCION 20 MONTAJE DEL FONDO	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

PLACAS IRREGULARES ALCANZAN UN ESPESOR MAYOR DE 8 MM. (5/16") EN CUYO CASO LA ZONA DE DOBLEZ DEBE CALENTARSE A UN ROJO CEREZA ANTES DE GOLPEAR LAS PLACAS PARA EL DOBLADO.

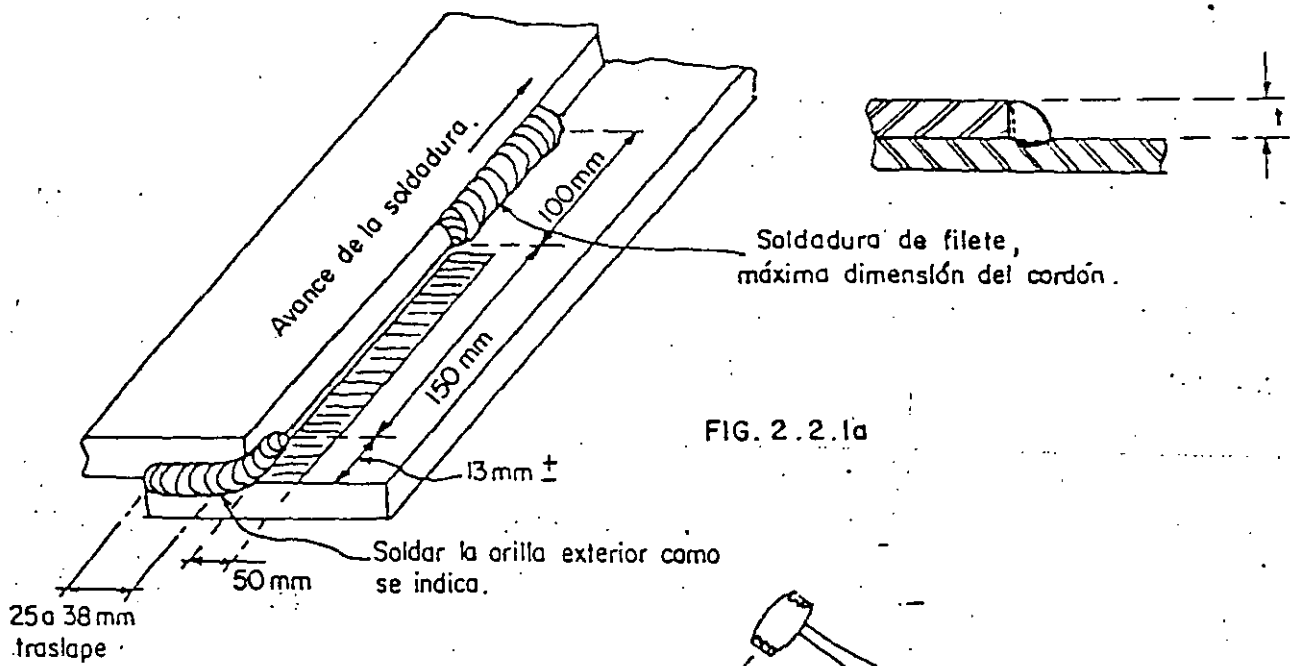


FIG. 2.2.1a

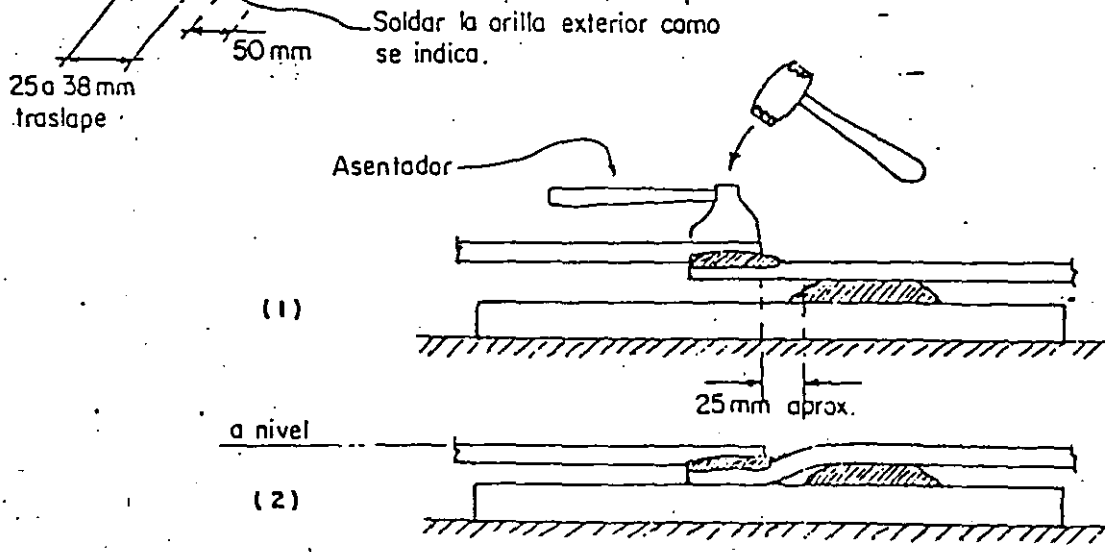


FIG. 2.2.1b

COLOCAR UNA PLACA DE ASIENTO PROVISIONAL CON UN BORDO COMO LA MOSTRADA EN LA FIG. 2.2.1b (1) Y GOLPEAR EL TRASLAPE HACIA ABAJO HASTA QUE LAS CARAS SUPERIORES DE DOS PLACAS IRRE

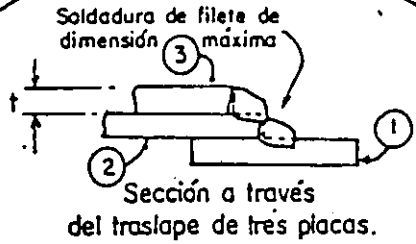
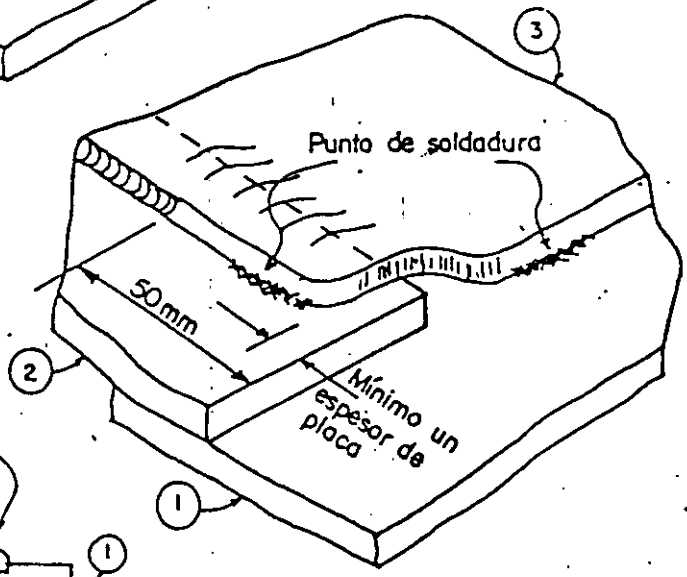
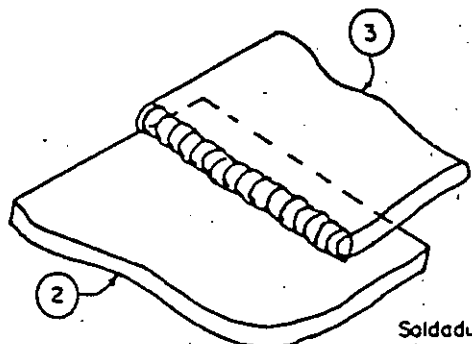
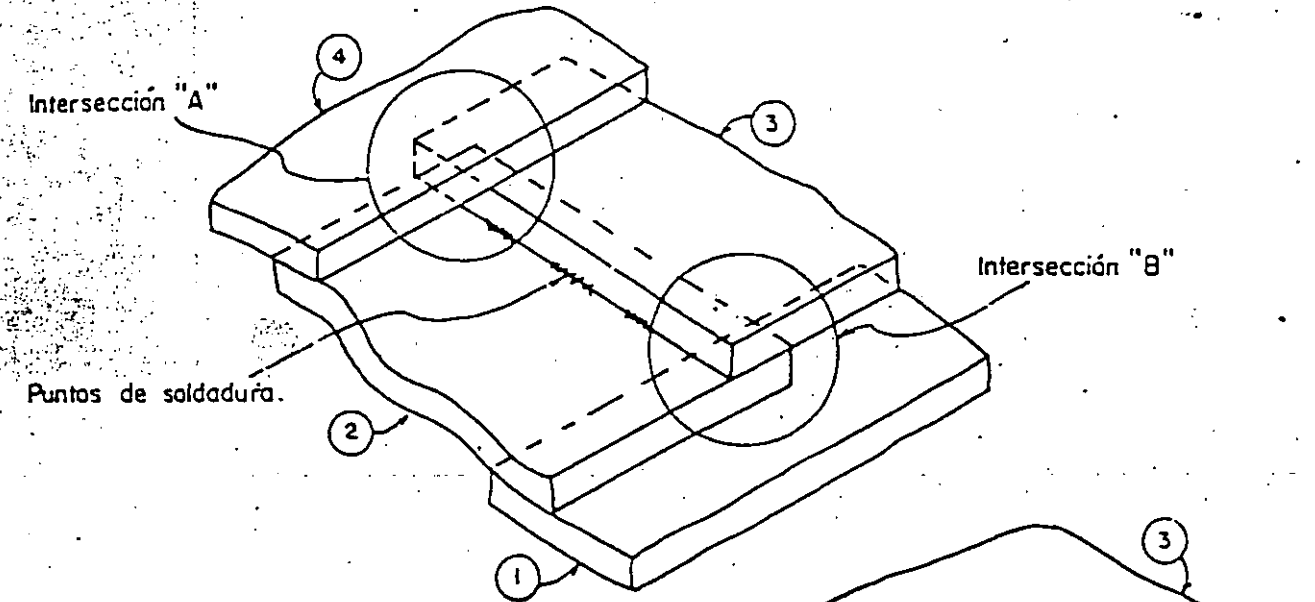
P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-86	20 DE 24
SECCION 20 MONTAJE DEL FONDO	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

GULARES ADYACENTES ESTÉN A NIVEL COMO SE VE EN LA FIGURA -- 2.2.1b (2). EMPEZAR GOLPEANDO DESDE LA ORILLA O LADO EXTERIOR, HACIENDO UN TRASLAPE HERMÉTICO Y CONTINUAR EL GOLPE HACIA -- EL CENTRO ALREDEDOR DE 130 MM. (5"). COMPLETAR LA SOLDADURA EN EL ÁREA DOBLADA, USANDO EL REQUERIDO NÚMERO DE PASADAS -- (DOS MÍNIMAS) PARA HACER UN TRASLAPE SOLDADO COMPLETO Y RETI -- RAR LA PLACA PROVISIONAL DE ASIENTO PARA QUE LAS IRREGULARES SE APOYEN EN EL ANILLO DE CIMENTACIÓN.

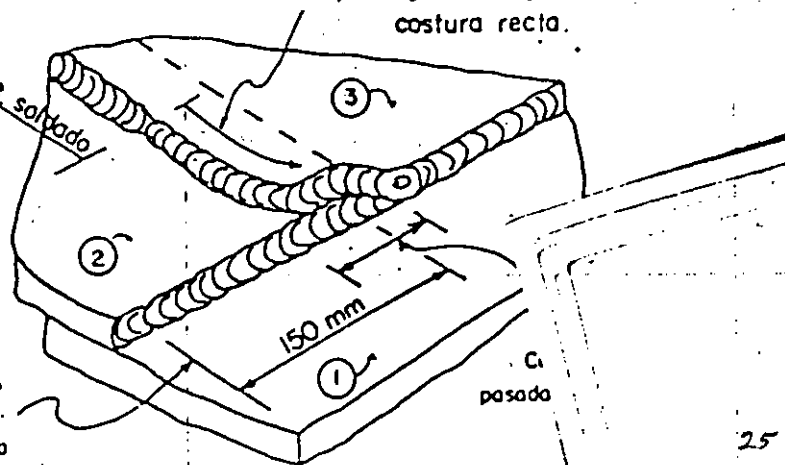
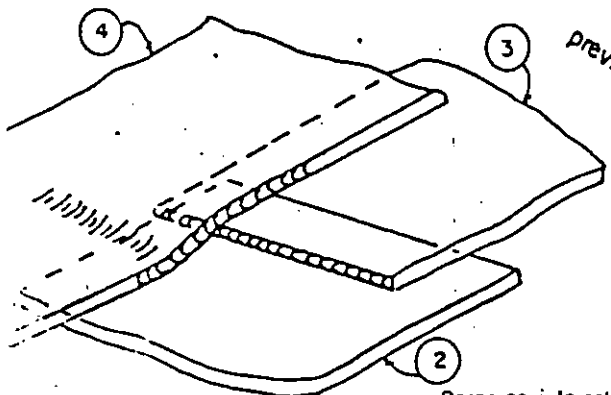
2.2.2 DOBLECES EN TRASLAPES DE TRES PLACAS. CUANDO LAS HILERAS Y -- FILAS DE PLACAS RECTANGULARES SE SUELDAN ENTRE SÍ, SE REQUIE -- RE HACER DOBLECES EN LA INTERSECCIÓN DE TRES PLACAS Y LUEGO SOLDAR. PREVIAMENTE DEBERÁ LIMPIARSE EL ÁREA DE PUNTOS DE -- SOLDADURA. LA FIG. 2.2.2 MUESTRA LAS DOS INTERSECCIONES TÍPI -- CAS A Y B QUE REQUIEREN UNA ATENCIÓN ESPECIAL PARA SOLUCIONAR SUS TRASLAPES Y FIJAR LOS PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA MÁS -- ADECUADOS. LAS PLACAS SON NUMERADAS PARA SU IDENTIFICACIÓN. LOS NÚMEROS CORRESPONDEN A LA SECUENCIA DE ENSAMBLADO.

EN LA INTERSECCIÓN "A", LA PORCIÓN DE LAS PLACAS ② Y ③ CUBIER -- TAS POR LA PLACA ④ DEBE SER SOLDADA MIENTRAS LA JUNTA COMPLE -- TA ES PUNTEADA ANTES DE TENDER LA ④. SI ÉSTA YA HA SIDO COLO -- CADA EN SU LUGAR, DEBERÁ CORRERSE MEDIANTE PALANQUEO, DE MO -- DO QUE LA PORCIÓN BAJO LA PLACA SEA DESCUBIERTA Y PUEDA SOL -- DARSE. SI ÉSTA PARTE DE LA JUNTA NO FUÉ SOLDADA DURANTE EL EN -- SAMBLADO, LA PLACA ④ DEBE REMOVERSE PARA QUE EL SOLDADOR PUE -- DA SOLDAR TODO EL CORDÓN. DOBLECE LA PLACA ④ EN FORMA DE BAYO -- NETA PARA QUE ASIENTE SOBRE LA ② Y SUÉLDESE LA JUNTA FORMADA POR ④ ③ Y ② DE UN MODO CONTINUO SIN INTERRUMPIRLA EN EL TRAS -- LAPE PARA IMPEDIR QUE SE PRODUZCA UN CORTE O MUESCA QUE PODRÍA ORIGINAR UNA GRIETA QUE PODRÍA PROLONGARSE A LO LARGO DE LA COSTURA DESPUES, CUANDO EL TANQUE ESTÉ EN SERVICIO.

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA IV-86	HOJA 21 DE 24
SECCION 2.0 MONTAJE DEL FONDO		APROBADO POR : Ing. J. H. B.		
		MANUAL DE MONTAJE N° 1		



Segundo cordón filete de máxima dimensión bordeando la esquina y a lo largo de la costura recta.



Parar aquí la soldadura, pasar adelante y llenar el vacío. Entonces seguir soldando

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR : Ing. I. J. L.

FECHA:

HOJA

APROBADO POR : Ing. J. H. B.

IV-86

22 DE 24

SECCION 2.0 MONTAJE DEL FONDO

MANUAL DE MONTAJE N° 1

CUANDO SE SUELDE EL CORDÓN ENTRE LAS PLACAS ③ Y ② (INTERSECCIÓN B) PARAR LA SOLDADURA MÁS O MENOS 50 MM. (2") AL EXTREMO DE LA JUNTA. ESTOS ÚLTIMOS 50 MM. SE SOLDARÁN - - CUANDO SE HAGA LA COSTURA DE LA PLACA ② A LA ①

LA ESQUINA DE LA PLACA SUPERIOR (PLACA 3) EN LA INTERSECCIÓN B SE RECORTARÁ CON ARCO-AIRE O CINCEL, COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA DE MODO QUE LA PLACA ② SOBRE SALGA POR LO MENOS, UN ESPESOR DE PLACA FUERA DE LA PLACA ③. ESTO DEJA ESPACIO PARA UNA SOLDADURA DE FILETE COMPLETA DE LA PLACA ③ A LA ②

CUANDO SE AJUSTAN LAS COSTURAS DE LAS PLACAS ③ Y ② A LA ① DEBERÁ HACERSE UN DOBLEZ EN FORMA DE BAYONETA PARA MINIMIZAR EL VACÍO EN EL TRASLAPE. COMUNMENTE SE GOLPEA LA PLACA CON UN MARTILLO PARA AYUDAR A CERRAR LA ABERTURA. EN TANQUES QUE OPERAN A BAJAS TEMPERATURAS (CRIOGÉNICOS) NO SE PERMITE EL MARTILLEO DEL MATERIAL. EL VACÍO DEBERÁ RELLENARSE CON METAL DE SOLDADURA.

SUÉLDESE EL TRASLAPE DE TRES PLACAS DEPOSITANDO EL PRIMER CORDÓN SIN INTERRUPCIÓN A LO LARGO DE LA JUNTA ENTRE LAS PLACAS ② Y ① Y AVANZANDO HACIA EL TRASLAPE. SI HAY UN VACÍO EN ÉSTE, DETENER EL CORDÓN DE SOLDADURA A 150 MM. (6") DE DISTANCIA DEL TRASLAPE, SALTARSE Y RELLENAR LA ABERTURA -- CON SOLDADURA; REGRESARSE LOS 150 MM. Y SOLDAR UN CORDÓN CONTINUO, Y DETENERSE HASTA UNA DISTANCIA DE MÁS O MENOS - 150 MM. (6") ADELANTE DEL TRASLAPE.

EN SEGUIDA, COMPLETAR LA SOLDADURA DE LA PLACA SUPERIOR ③, EMPEZANDO EN EL EXTREMO DONDE SE DETUVO EL CORDÓN TRANSVERSAL Y CONTINUAR ÉSTE ALREDEDOR DE LA ESQUINA DE LA PLACA ③

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-86	23 DE 24
SECCION 2.0 MONTAJE DEL FONDO	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

CON UNA SOLDADURA DE FILETE CORDÓN COMPLETO Y TERMINARLO ADELANTE DEL TRASLAPE HASTA LIGARLO CON EL CORDÓN LONGITUDINAL PREVIAMENTE SOLDADO.

PARA COMPRENDER MEJOR LAS EXPLICACIONES DADAS EN EL TEXTO, ES CONVENIENTE TENER ENFRETE LA FIGURA 2.2.2. COMPLETA.

2.3

PLACAS DE APOYO

ESTAS PLACAS SE USAN A VECES COLOCÁNDOLAS ENTRE LA ANULAR Y EL ANILLO DE CIMENTACIÓN, BAJO LA ENVOLVENTE PARA TRANSFERIR LAS CARGAS DE LA MISMA A LA CIMENTACIÓN. NO SE SUELEN LAS PLACAS UNA A LA OTRA. AL SOLDAR LA PLACA DE APOYO

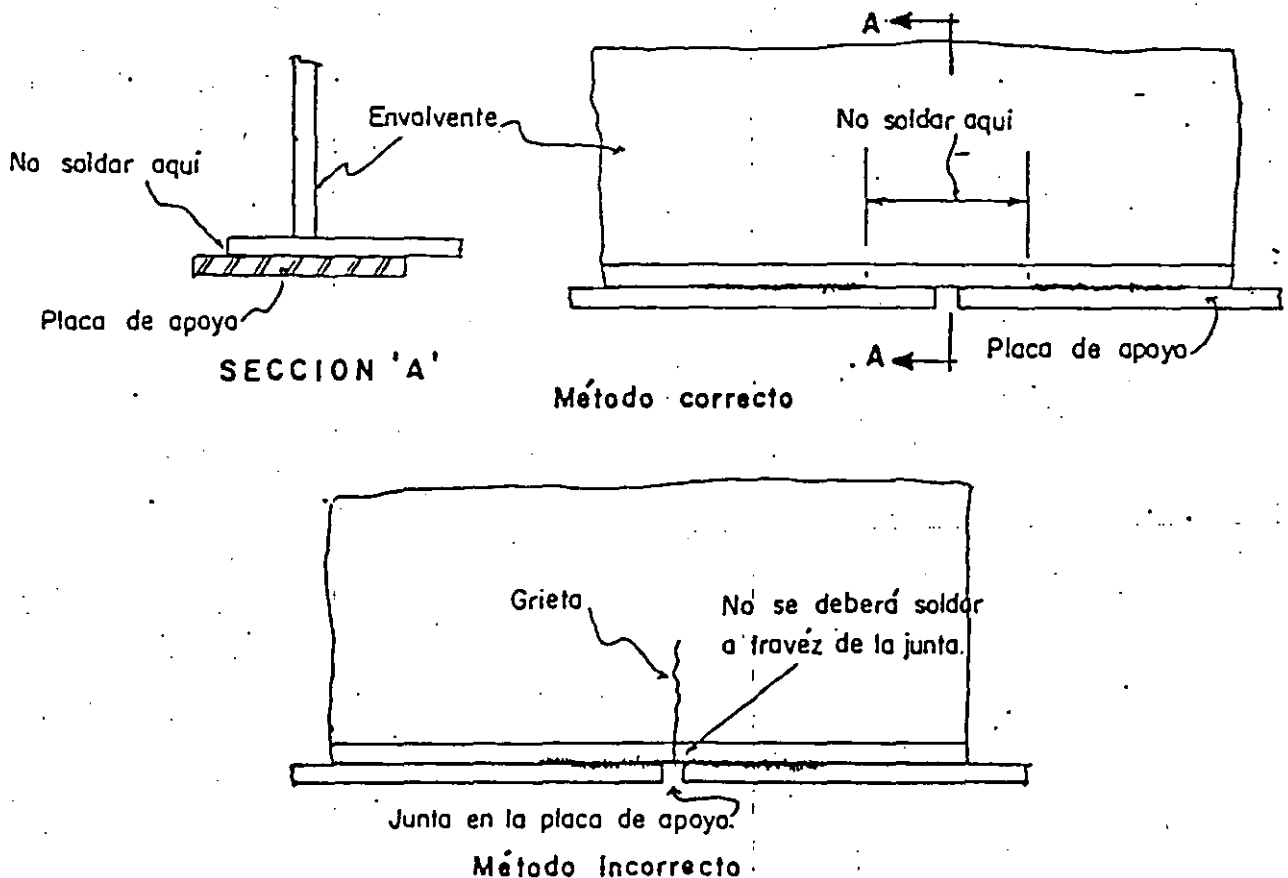


FIG. 2.3

P E M E X

S.P.C.O. COORDINACIÓN EJECUTIVA DE CONSTRUCCION

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR : Ing. J. J. L.

FECHA

HOJA

APROBADO POR : Ing. J. H. B.

IV-86

24 DE 24

SECCION 2.0 MONTAJE DEL FONDO

MANUAL DE MONTAJE N° 1

A LA ANULAR DEL FONDO, DÉJESE SIN SOLDAR UNA PARTE EN LA JUNTA DE SEPARACIÓN DE LAS PLACAS DE APOYO. LA FIGURA -- 2.3 INDICA LAS ÁREAS DONDE DEBE OMITIRSE LA SOLDADURA, -- PARA EVITAR LA FORMACIÓN DE GRIETAS EN LA ENVOLVENTE -- CUANDO SE SUELDE DE CORRIDO.

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA	- HOJA
		APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-86	1 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE. GENERALIDADES

LAS OPERACIONES DE UNA CONSTRUCCION CONTINUA DEPENDEN DE UN PERSONAL BIEN ORGANIZADO. EL SISTEMA DE MOVIMIENTOS EN ESPIRAL EN LA ENVOLVENTE, SE HA ENCONTRADO QUE ES MUY EFICIENTE. ACOMODAR LA MÁQUINA DE SOLDAR AUTOMÁTICA Y EL EQUIPO DE MONTAJE DE MODO QUE SIGAN SIEMPRE EL MOVIMIENTO EN ESPIRAL EN SENTIDO CONTRARIO A LAS MANECILLAS DEL RELOJ, ES BUENA TÁCTICA. IGUALMENTE ÉSTO MISMO DEBERÍA HACERSE, SI EL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA ES MANUAL.

A CONTINUACIÓN SE INDICA UN MÉTODO GENERAL DE MONTAJE. LAS INSTRUCCIONES DETALLADAS SE EXPONEN MÁS ADELANTE EN LOS PÁRRAFOS 3.1. AL 3.7 INCLUSIVE.

1. MONTAR EL ANILLO NÚMERO 1.
2. FIJAR Y SOLDAR LAS JUNTAS VERTICALES DEL ANILLO No. 1 (EXCEPTO LAS VERTICALES DE LAS PLACAS CORRESPONDIENTES A LAS PUERTAS DE LIMPIEZA).
3. AJUSTAR Y SOLDAR LA JUNTA CIRCUNFERENCIAL ENTRE LAS PLACAS DEL PRIMER ANILLO DE LA ENVOLVENTE Y LAS ANULARES O IRREGULARES DEL FONDO (SOLDADURA DE ESQUINA).
4. MONTAR DOS (2) PLACAS DEL SEGUNDO ANILLO.
5. AJUSTAR, FIJAR Y SOLDAR LA JUNTA VERTICAL EN ESTAS DOS PLACAS.

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR Ing. J. J. L.
APROBADO POR Ing. J. H. B.

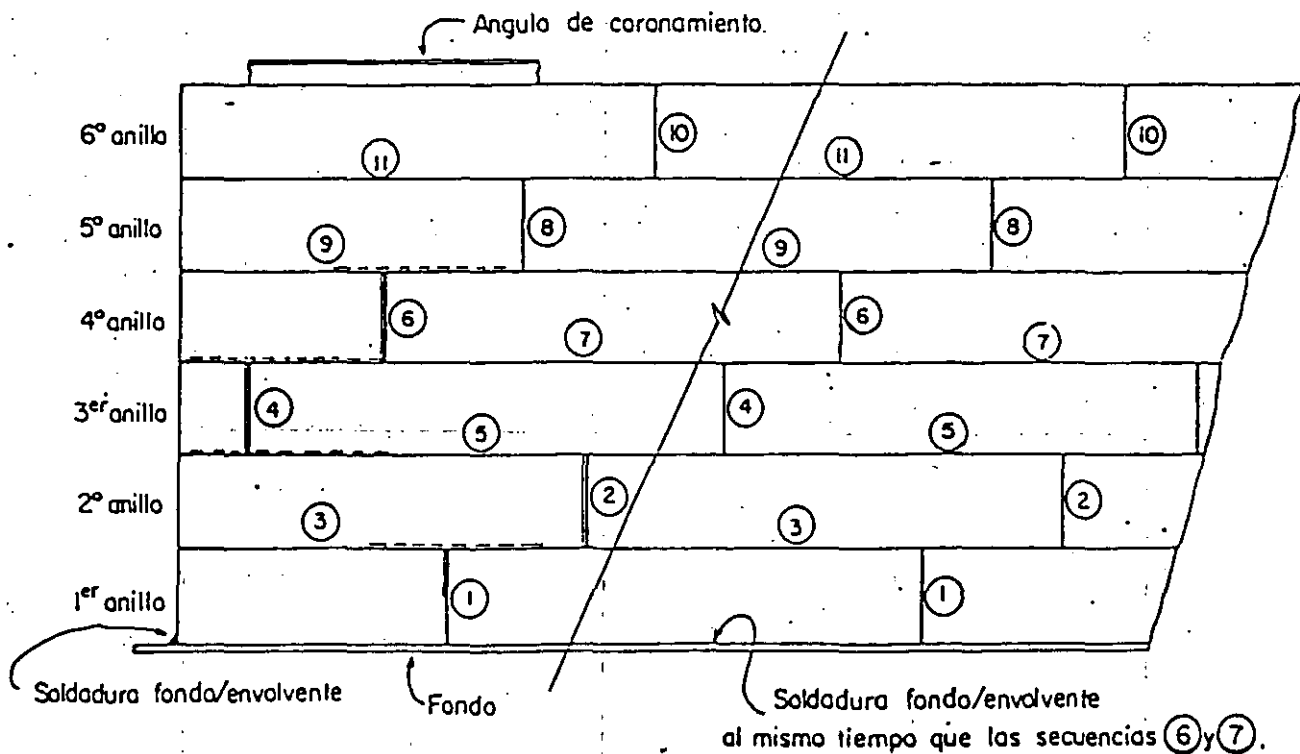
FECHA
IV-86

HOJA
2 DE 39

SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE

MANUAL DE MONTAJE N° 1

6. MONTAR LA MÁQUINA DE SOLDAR AUTOMÁTICA Y REVISAR SU ALI-NEACIÓN (OMITIR ESTE PASO, SI SE VA A SOLDAR MANUALMENTE)
7. CONTINUAR LA ERECCIÓN DEL SEGUNDO ANILLO AJUSTADO, FIJAN-DO Y SOLDANDO SUS JUNTAS VERTICALES.
8. AJUSTAR Y SOLDAR LA JUNTA HORIZONTAL ENTRE EL PRIMERO Y-EL SEGUNDO ANILLO.
9. MONTAR LOS ANILLOS RESTANTES: 3, 4, ETC., SIGUIENDO LA --MISMA SECUENCIA. SOLDAR SIEMPRE LAS JUNTAS VERTICALES AN-TES QUE LAS HORIZONTALES. VÉASE LA FIGURA 3.0 DONDE SE --MUESTRA LA SECUENCIA QUE SE SIGUE EN EL SOLDEO DE LAS JUN-TAS DE LA ENVOLVENTE.



_____ Soldadura Manual.

_____ " Arco sumergido.

_____ Electro-Gas.

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR : Ing. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-86	3 DE 39
SECCION 3.0. ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

3.1 TRAZOS PREVIOS AL MONTAJE DEL PRIMER ANILLO.

3.1.1 CENTRO Y EJES DEL TANQUE. REVISAR, PARA ASEGURARSE QUE EL CENTRO HA SIDO EXACTAMENTE TRANSFERIDO DE LA BASE A LA PLACA CENTRAL DEL FONDO. CUANDO LAS PLACAS ANULARES (O LAS IRREGULARES) SE HAN TENDIDO Y AJUSTADO, TRANFERIR LOS EJES N-S Y E-W MARCADOS EN EL ANILLO DE CIMENTACIÓN, A DICHAS PLACAS. USAR TRÁNSITO O UN HILO A REVENTÓN PARA EFECTUAR ESTA OPERACIÓN. MARCAR LOS EJES CON UNA SERIE DE PUNTOS TRAZADOS RADIALMENTE HACIA EL CENTRO DEL TANQUE DESDE LA ORILLA EXTERIOR DEL FONDO, MÁS O MENOS UNA DISTANCIA DE 150 MM (6"). ESTO HARÁ VISIBLES LOS EJES DESDE EL EXTERIOR Y EL INTERIOR DE LA ENVOLVENTE. PINTAR ÉSTAS MARCAS PARA QUE SIEMPRE SEA FÁCIL LOCALIZARLAS.

3.1.2 TRAZOS AUXILIARES PARA EL MONTAJE DE LA ENVOLVENTE.

1. ENGANCHAR LA ARGOLLA EXTREMA DE UNA CINTA METÁLICA DE MEDIR, EN EL PERNO SOLDADO EN LA PLACA CENTRAL DEL FONDO Y TRAZAR TRES CÍRCULOS CONCÉNTRICOS DE REFERENCIA: EL PRIMERO, CON UN RADIO AL MEDIO ESPESOR DE LAS PLACAS DEL PRIMER ANILLO DE LA ENVOLVENTE, EL SEGUNDO CON EL RADIO INTERIOR DEL TANQUE TOMADO DE LOS PLANOS DE MONTAJE Y EL ÚLTIMO CON UN RADIO DE 25 MM. MENOR QUE EL SEGUNDO (VÉASE FIG. 3.1.2A). INCREMENTAR A LOS VALORES ANTERIORES EL CORRESPONDIENTE AL RADIO DEL PERNO Y EL EXTREMO DE LA CINTA.

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR : Ing. I. J. L.

FECHA

HOJA

APROBADO POR : Ing. J. H. B.

IV-86

4 DE 39

SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE

MANUAL DE MONTAJE N° 1

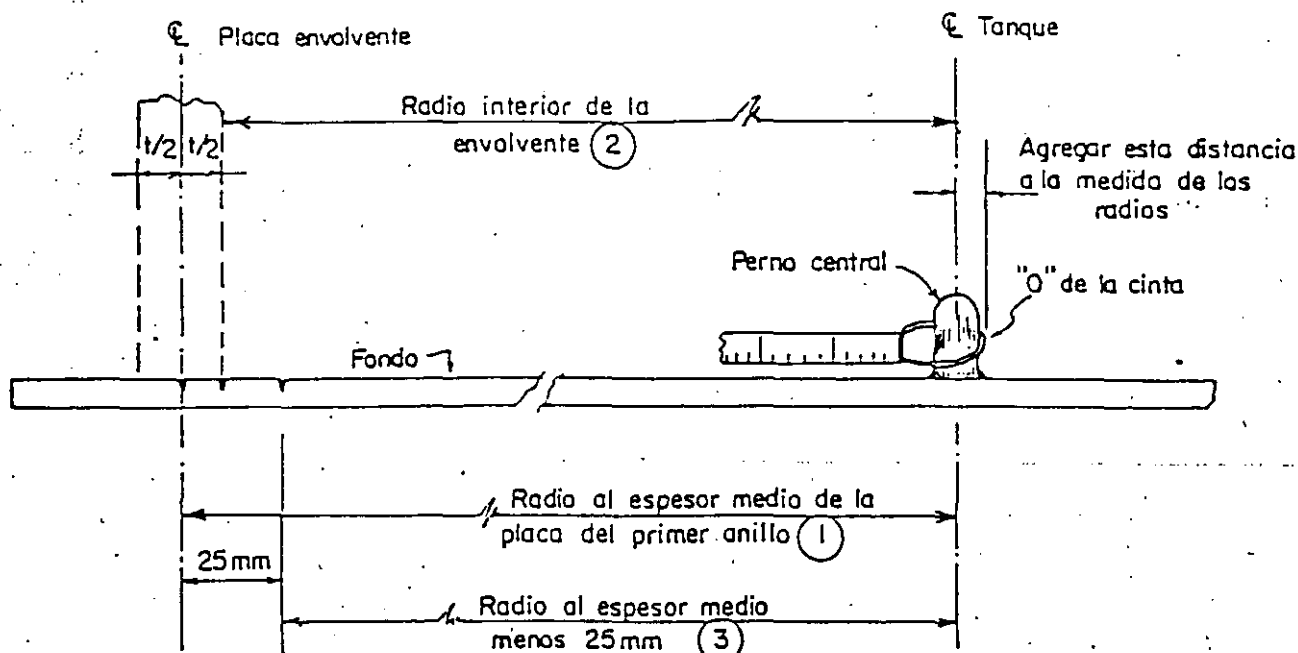


FIG. 3.1.2A

2. EMPEZANDO EN EL PUNTO DONDE SE INICIA EL MONTAJE DE LA ENVOLVENTE, TRAZAR LOS EXTREMOS DE LAS CUERDAS DE TODAS Y CADA UNA DE LAS PLACAS DEL PRIMER ANILLO, TRABAJANDO INDEPENDIEMENTE LAS DOS MEDIAS CIRCUNFERENCIAS EN DIRECCIONES OPUESTAS, PARA REDUCIR EL ERROR ACUMULATIVO. LA LONGITUD DE CADA CUERDA SE MEDIRÁ SOBRE EL CÍRCULO -- QUE CORRESPONDE AL MEDIO ESPESOR DE LAS PLACAS (EJE DEL ANILLO) VÉASE LA FIGURA 3.1.2B. SI LAS LOCALIZACIONES FINALES EN CADA DIRECCIÓN NO COINCIDEN, DIVIDIR EL ERROR ENTRE EL NÚMERO DE CUERDAS, INCREMENTAR SU LONGITUD CON EL COCIENTE QUE RESULTE Y TRAZARLAS NUEVAMENTE. REPETIR ÉSTA OPERACIÓN HASTA QUE NO HAYA ERROR. MARCAR CON PUNTO Y MARTILLO LOS TRAZOS EXTREMOS DE CADA CUERDA, PROLONGAR LAS MARCAS RADIALMENTE HACIA EL INTERIOR DE LA ENVOLVENTE UNOS 100 MM. Y HACIA EL EXTERIOR, 50 MM. Y PINTARLAS PARA LOCALIZARLAS RÁPIDAMENTE. ESTOS TRAZOS SON MUY IM--

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR : Ing. J. L.

FECHA

HOJA

APROBADO POR : Ing. J. H. B.

IV-86

5 DE 39

SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE

MANUAL DE MONTAJE N° 1

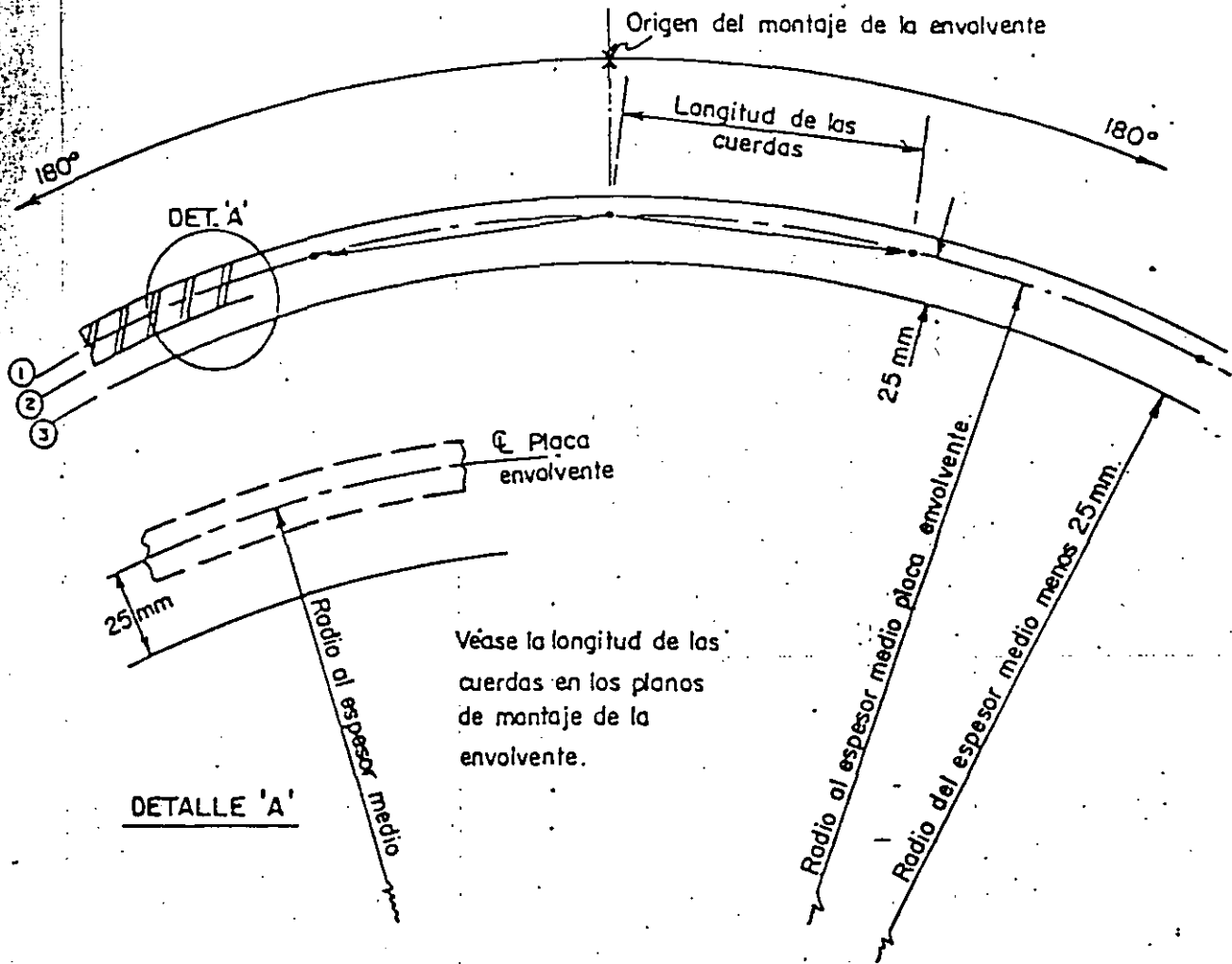


FIG. 3. 1.2B

PORTANTES PUÉS MARCAN EL EJE DE LAS JUNTAS VERTICALES Y SIRVEN POR LO TANTO, PARA LOCALIZAR EXACTAMENTE LOS EXTREMOS DE CADA PLACA DEL PRIMER ANILLO DE LA ENVOLVENTE.

UN MÉTODO PRÁCTICO Y RÁPIDO PARA LLEVAR A CABO EL TRABAJO DE TRAZOS DE CUERDAS DESCRITOS EN EL PÁRRAFO ANTERIOR, ES EL DESARROLLADO MEDIANTE EL EMPLEO DE DOS CINTAS DE MEDIR (VÉASE FIG. 3.1.2c). MIENTRAS QUE CON UNA SE ESTÁ MEDIANDO EL RADIO DEL MÉDIO ESPESOR SOBRE EL CÍRCULO CORRES

PONDIENTE, CON LA OTRA SE MIDE AL MISMO TIEMPO LA LONGI--
TUD DE LA CUERDA DESDE EL TRAZO ANTERIOR. LA INTERSECCIÓN

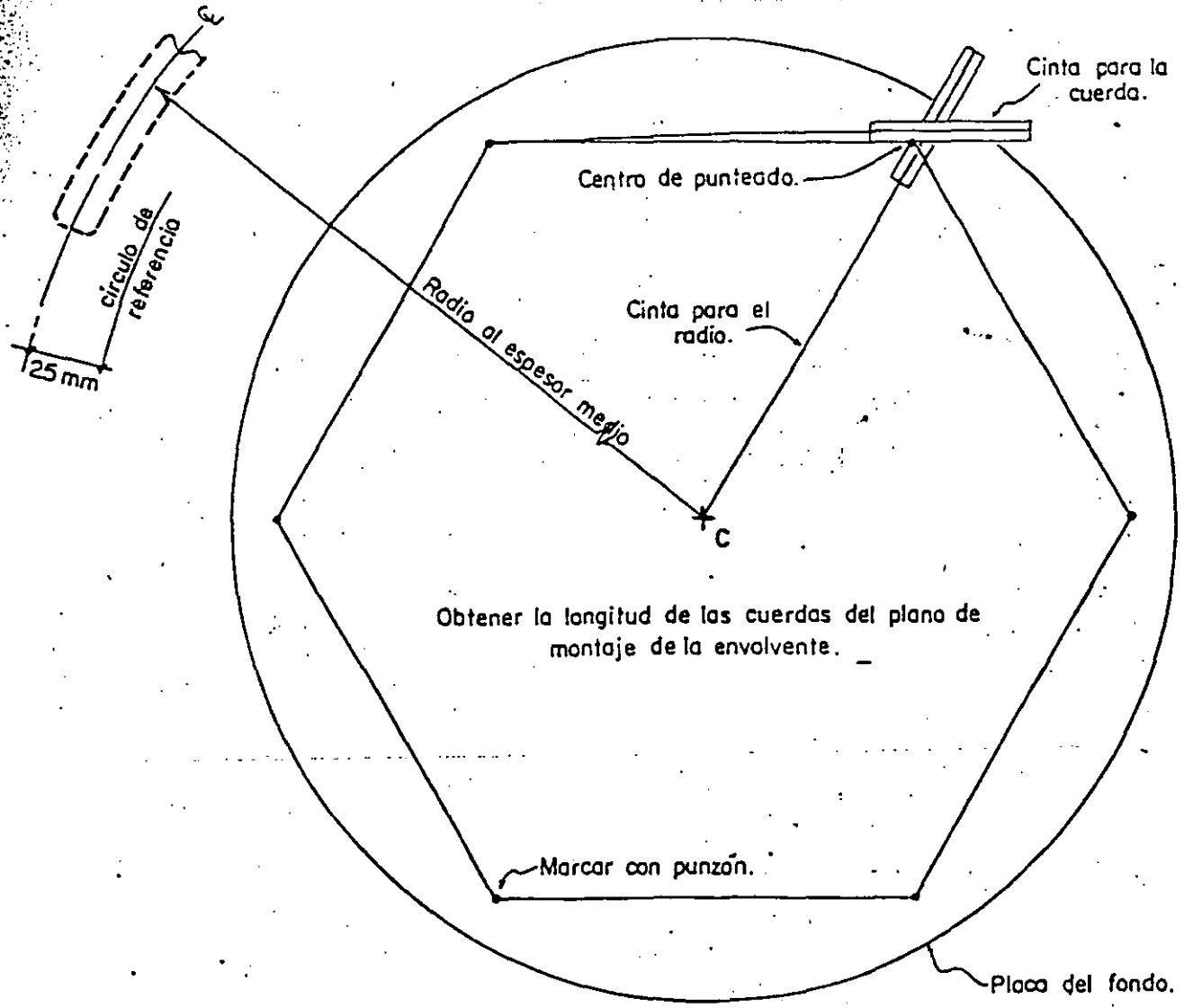


FIG. 3.1. 2c

DE LAS DOS CINTAS DÁ EL EJE DE LA JUNTA VERTICAL Y SE --
MARCA CON EL PUNTO, PROSIGUIENDO EN ESTA FORMA LA OPERA--
CIÓN HASTA COMPLETAR MEDIA CIRCUNFERENCIA. SE DEBE TRABA--
J.I.R SIMULTANEAMENTE Y EN LA MISMA FORMA LA OTRA MITAD.

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR : Ing. I. J. L.

FECHA

HOJA

APROBADO POR : Ing. J. H. B.

IV-86

7 DE 39

SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE

MANUAL DE MONTAJE N° 1

3. PUNTEAR POR PARES EN LAS PLACAS ANULARES O IRREGULARES -- DEL FONDO, UNA SERIE DE TUERCAS LISAS DE 50 X 50 X 25 MM. SEPARADAS DEL EJE DE LA ENVOLVENTE HACIA EL EXTERIOR Y EL INTERIOR, UN MEDIO ESPESOR DE LA PLACA DEL PRIMER ANILLO MÁS 13 MM. EN EL SENTIDO RADIAL (FIG. 3.1.2D) Y CIRCUNFERENCIALMENTE EN CADA ARCO DE CÍRCULO ENTRE DOS MARCAS CORRESPONDIENTES A LOS EJES DE LAS JUNTAS VERTICALES (LARGO DE CADA PLACA) LOCALIZAR PRIMERO DOS TUERCAS A 150 MM. DE CADA EJE POR EL LADO EXTERIOR Y A 600 MM. POR EL INTERIOR DEL CÍRCULO DE REFERENCIA Y DESPUÉS EL RESTO DE LA SERIE A INTERVALOS NO MENORES DE 1800 A 2500 MM. (MIENTRAS MÁS DELGADA ES LA PLACA DE LA ENVOLVENTE, MENOR SERÁ EL ESPACIAMIENTO).

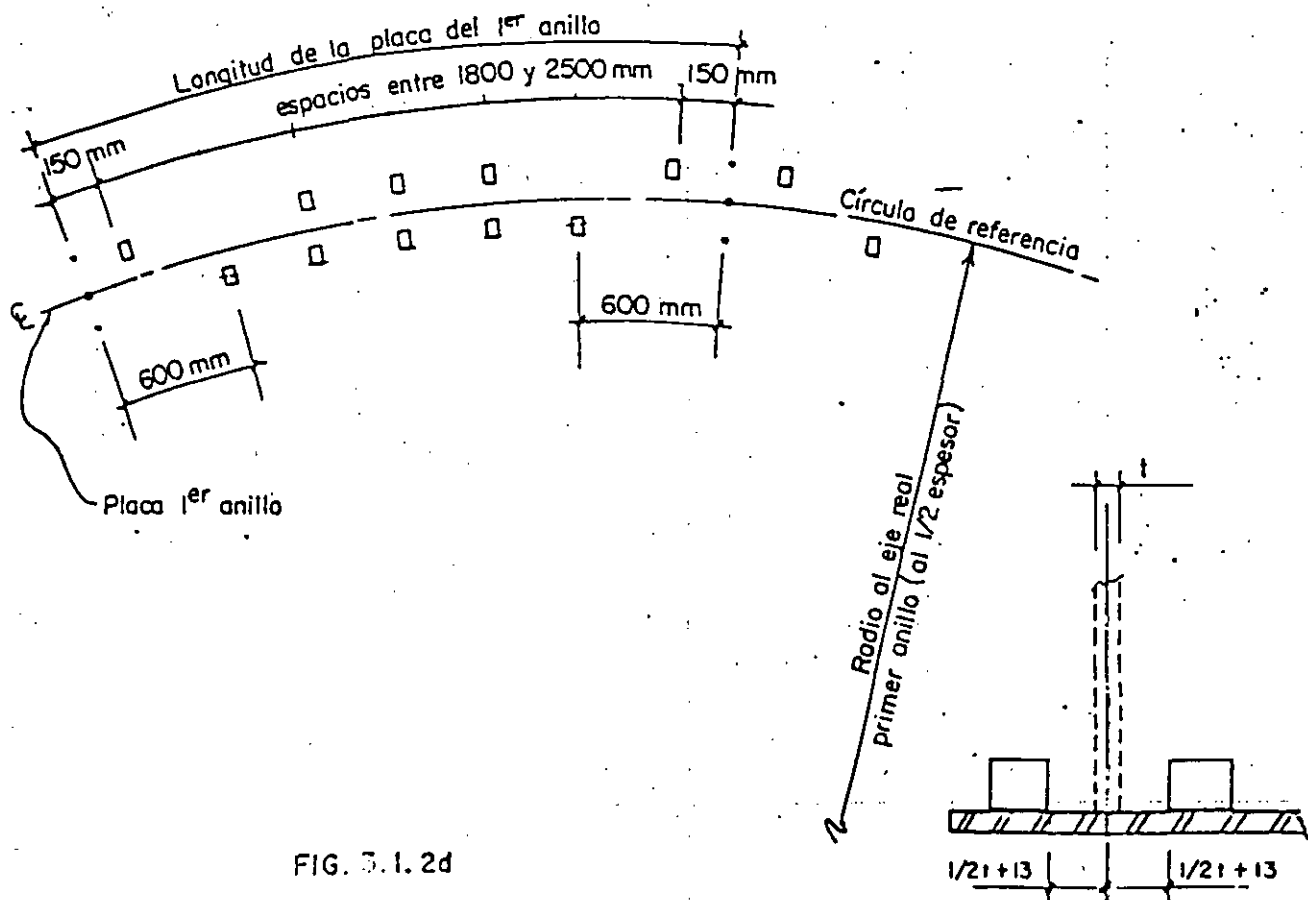


FIG. 3.1.2d

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA	-HOJA
		APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-86	8 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

EXISTE UNA VARIACIÓN EN LA LOCALIZACIÓN DE LA TUERCA INTERIOR; CONSISTE EN PUNTEARLA EN EL CÍRCULO TRAZADO CON EL RADIO INTERIOR DE LA ENVOLVENTE O SEA QUE QUEDA ADOSADA A LA CARA INTERIOR DEL ANILLO. ESTAS TUERCAS SON DESPRENDIDAS SI ES NECESARIO MOVER LA ENVOLVENTE HACIA ADENTRO.

3.2 ERECCIÓN DEL PRIMER ANILLO.

CUANDO LOS PLANOS DE MONTAJE INDICAN QUE VARIOS ANILLOS TIENEN LAS MISMAS DIMENSIONES PERO QUE LAS PLACAS ESTÁN MARCADAS CON EL NÚMERO DEL ANILLO CORRESPONDIENTE O TIENEN UNA MARCA ESPECIAL, DEBERÁN SER ORDENADAS POR GRUPOS Y MONTADAS CON LA MARCA DE MONTAJE INDICADA EN EL PLANO RESPECTIVO. AÚN SUPONIENDO QUE NO SE TIENE UN REPORTE DE DISCREPANCIAS, ES CONVENIENTE REVISAR DIMENSIONES PUESTO QUE PUEDE HABER UN ANILLO MÁS ANGOSTO QUE LOS OTROS O PUEDE HABER EN EL MISMO UNA PLACA MÁS LARGA O MÁS CORTA.

SOLDAR EN CADA PLACA DE LA ENVOLVENTE, LAS TUERCAS LISAS PARA LOS CANDADOS SUJETADORES CORRESPONDIENTES A LAS JUNTAS VERTICALES Y PARA LOS RIGIDIZANTES EN LAS JUNTAS HORIZONTALES, ASÍ COMO LAS SOLERAS PARA APOYAR LAS MÉNSULAS DEL ANDAMIAJE, TODO ÉSTO ANTES DE MONTARLAS (VÉASE LA FIG. 3.2A).

LA SOLDADURA DE LAS SOLERAS DE SOPORTE PARA LAS MÉNSULAS, DEBE ESTAR LIMPIA DE ESCORIA, INSPECCIONADA Y HECHA POR UN SOLDADOR CALIFICADO. DEBERÁ SER CALIFICADA Y CIRCULADA CON LAS INICIALES DEL INSPECTOR CALIFICADO QUE HIZO LA REVISIÓN.

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR : Ing. I. J. L.

FECHA

- HOJA

APROBADO POR : Ing. J. H. B.

IV-86

9 DE 39

SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE

MANUAL DE MONTAJE N° 1

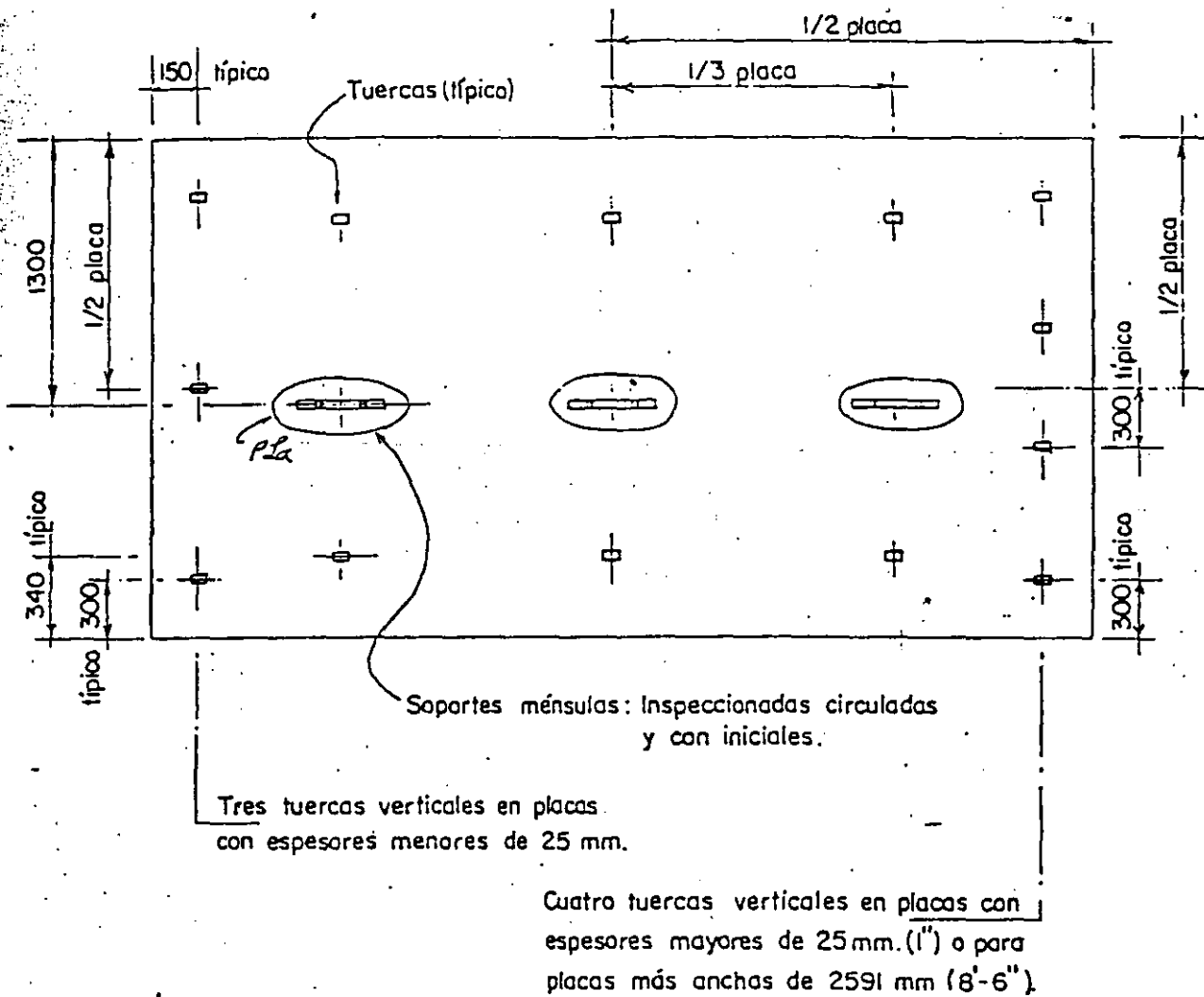


FIG. 3. 2a

MONTAR LAS PLACAS USANDO EL EQUIPO DE LEVANTAMIENTO APROPIADO GRÚA, MONTACARGA, BALANCÍN, PERMOS, ESTROBOS, ETC. (FIGURA -- 3.2B) Y LOS HERRAJES ESPECIFICADOS: CANDADOS, SEPARADORES, -- ETC. (FIG. 3.4.1B y c)

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR : Ing. I. J. L.

FECHA

- HOJA

APROBADO POR : Ing. J. H. B.

IV - 86

10 DE 39

SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE

MANUAL DE MONTAJE N° 1

NOTA: NO SE USEN PUNTOS DE SOLDADURA PARA FIJAR PLACAS DE LA ENVOLVENTE UNAS A LAS OTRAS, DURANTE EL MONTAJE DE LAS MISMAS.

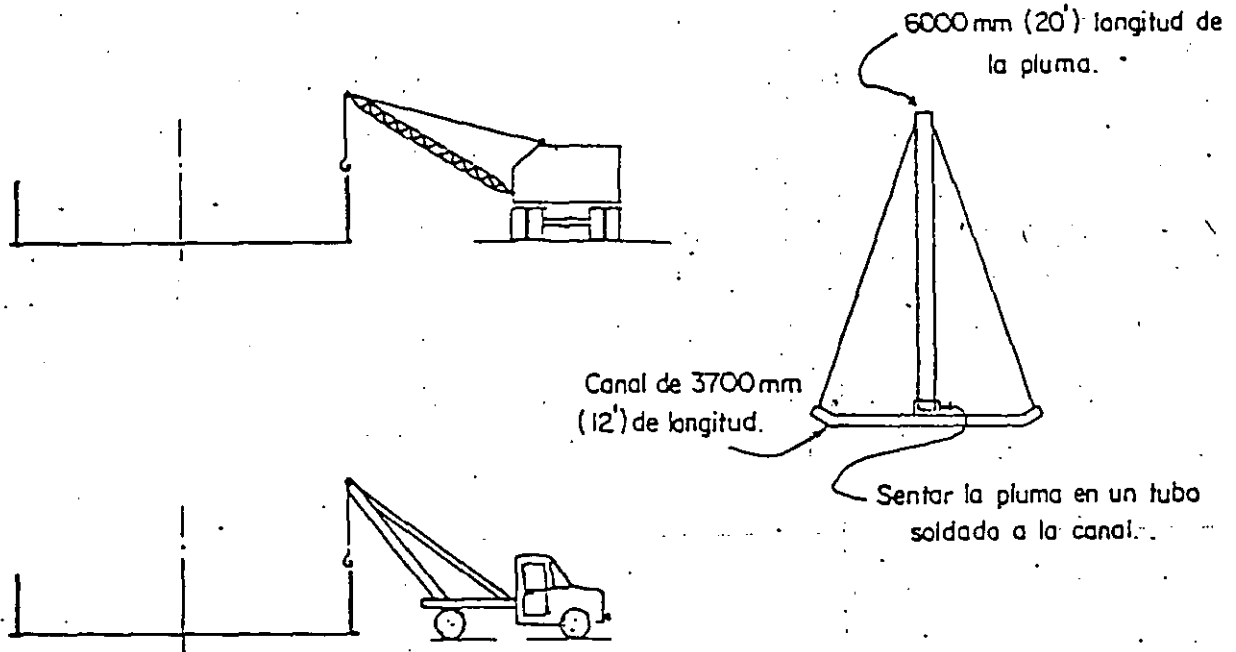


FIG. 3.2b Equipo para montar el primer anillo.

ENGANCHAR Y TRANSPORTAR A SU LUGAR LA PRIMERA PLACA DE MODO - QUE EL EXTREMO QUE VA A APOYARSE PRIMERO ESTÉ LIGERAMENTE MÁS ELEVADO QUE EL OTRO, PERO LLEVANDO LA PLACA CASI A NIVEL.

SENTAR EL EXTREMO DE LA PLACA EN LA MARCA HECHA PREVIAMENTE - EN EL FONDO QUE INDICA LA LOCALIZACIÓN DE LA JUNTA VERTICAL Y SOSTENERLA. APOYAR TODA LA PLACA EN LA CARA INTERIOR DE LAS - TUERCAS EXTERIORES. MOVER LA PLACA HACIA ADENTRO O HACIA AFUE - RA SI ES NECESARIO PARA SITUAR EL OTRO EXTREMO EN LA MARCA CORRES

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR : Ing. I. J. L.

FECHA

HOJA

APROBADO POR : Ing. J. H. B.

IV-86

II DE 39

SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE

MANUAL DE MONTAJE N° 1

PONDIENTE. LAS MARCAS SEÑALADAS CON PUNTOS EN EL FONDO SON --
MUY IMPORTANTES PARA LOCALIZAR PROBLEMAS DE MONTAJE SI HAY --
ERRORES DE FABRICACIÓN.

PLOMEAR LA PLACA CON UNA PLOMADA DE 1.80 M. Ó MÁS LARGA Y PUN
TEAR CON SOLDADURA TRES CANALES (DE LAS EMPLEADAS COMO RÍGID
ZANTES) ENTRE LA PLACA Y EL FONDO PARA SOSTENERLA EN SU LUGAR
(VER FIG. 3.2c).

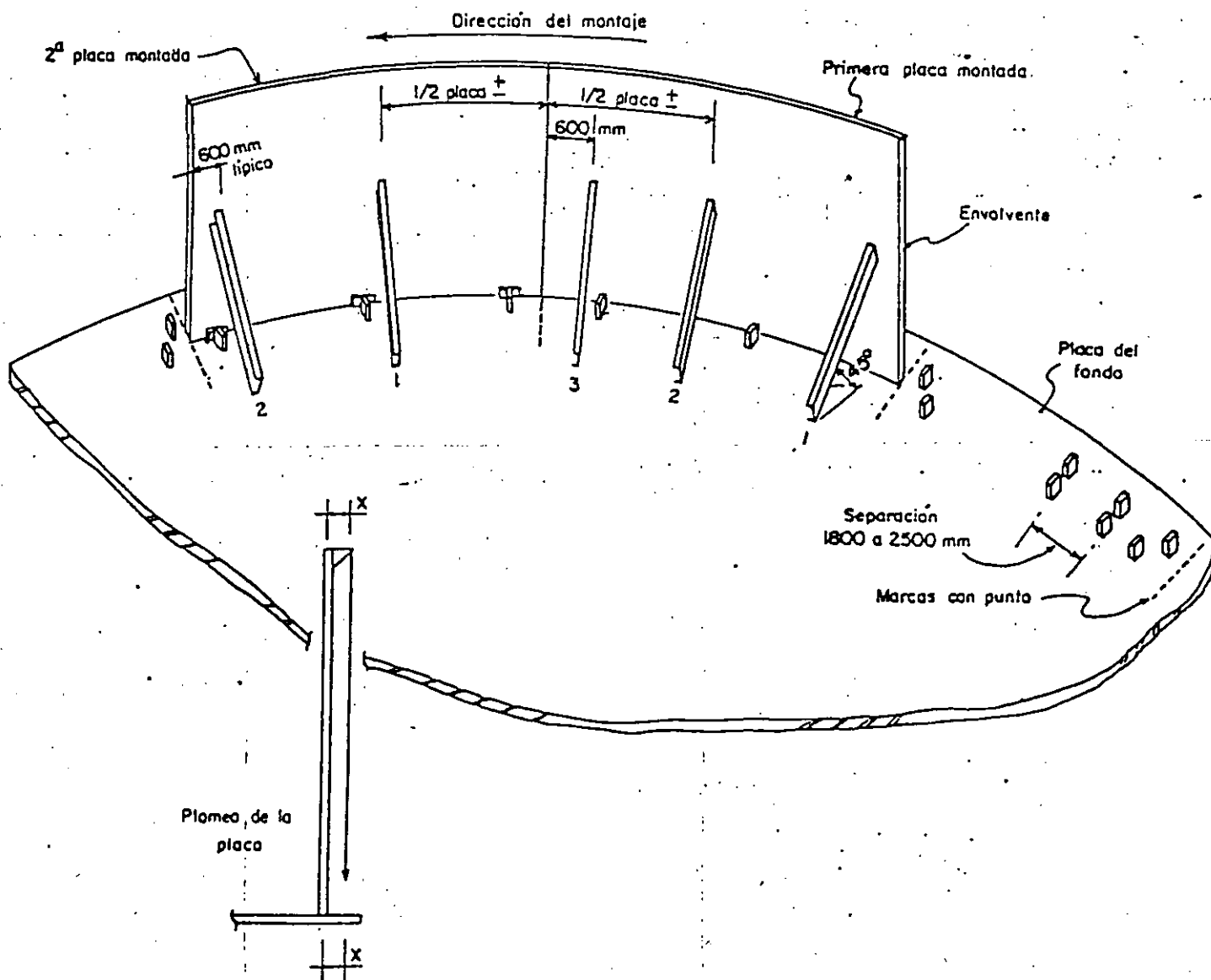


FIG. 3.2c Montaje del primer anillo.

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR : Ing. I. J. L.
APROBADO POR : Ing. J. H. B.

FECHA
IV-86

HOJA
12 DE 39

SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE

MANUAL DE MONTAJE N° 1

ENGANCHAR Y MONTAR SIN SOLTAR LA SEGUNDA PLACA. HÁGASE COINCIDIR SU ORILLA VERTICAL CON LA DE LA PLACA MONTADA Y FÍJELA A ÉSTA CON UN CANDADO. MOVER LA PLACA HACIA AFUERA O HACIA ADENTRO LO REQUERIDO PARA HACER COINCIDIR EL OTRO EXTREMO CON LA MARCA PUNTEADA EN EL FONDO. FIJAR AMBAS PLACAS CON LOS CANDADOS REQUERIDOS. PARA PLACAS DE 2.44 M. (8') DE ANCHO AFIANZAR LAS PLACAS DE MENOS DE 25 MM. (1") DE ESPESOR CON TRES (3) Ó CUATRO (4) CANDADOS POR JUNTA VERTICAL. PLACAS MÁS GRUESAS Ó CON 2.75 M. (9') O MÁS DE ANCHO, REQUIEREN CUATRO (4) Ó MÁS CANDADOS POR JUNTA VERTICAL. PLOMEAR LA PLACA Y PUNTEAR UNA CANAL A 600 MM. DEL EXTREMO LIBRE Y POR EL LADO INTERIOR Y OTRA A LA MITAD DE LA PLACA PARA SOSTENERLA PLOMEADA. CUANDO LAS PLACAS SE ESTÁN MONTANDO, USAR PUNZONES O CUÑAS (VER FIG. 2.1.1c) ENTRE LAS TUERCAS DEL FONDO Y LAS PLACAS PARA REDONDEAR ÉSTAS ÚLTIMAS Y FIJARLAS EN SU POSICIÓN EXACTA, AUXILIÁNDOSE CON LOS CÍRCULOS DE REFERENCIA 2 Y 3 PREVIAMENTE TRAZADOS (VER FIG. 3.1.2A. Y PÁRRAFO 3.1.2).

CONTINUAR MONTANDO PLACAS DEL PRIMER ANILLO DE LA MANERA DESCRITA HASTA CERRARLO. SI EL TANQUE TIENE UNA O MÁS PUERTAS DE LIMPIEZA, VÉASE EL PÁRRAFO SIGUIENTE 3.3 CON EL INSTRUCTIVO PARA LA ERECCIÓN DE LAS PLACAS QUE CONTIENEN ÉSTOS ACCESORIOS.

3.3

PLACAS CON PUERTAS DE LIMPIEZA.

ESTAS PLACAS ASÍ COMO SUS REFUERZOS Y LAS MISMAS PUERTAS DE LIMPIEZA, DEBEN SER DISEÑADAS Y DETALLADAS POR INGENIERÍA DE DISEÑO DE PEMEX PARA QUE POSTERIORMENTE SEAN FABRICADAS EN LOS TALLERES CONTRATADOS. NUNCA DEBERÁN CORTARSE EN EL CAMPO. ANTES DE INICIAR EL MONTAJE DE LA ENVOLVENTE, LA SUPERVISIÓN

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-86	13 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

REVISARÁ SI EL MATERIAL DE LAS PUERTAS ESTÁ COMPLETO PARA QUE EL MONTAJE DE ÉSTAS NO SE DEJE INCOMPLETO.

PRESENTAR LA, Ó LAS PLACAS EN SU UBICACIÓN CORRECTA COMO SE INDICA EN EL PLANO RESPECTIVO. MANÉJENSE EN LA MISMA FORMA QUE LAS DEMÁS PLACAS DE LOS ANILLOS. DESPUÉS DE HACER COINCIDIR LAS ORILLAS EXTREMAS VERTICALES CON LAS DE LAS PLACAS ADYACENTES, SUJÉTENSE CON CANDADOS Y PLACAS DE SUJECIÓN. NO USAR PLACAS SEPARADORAS. NO DESENGANCHAR EL EQUIPO DE LEVANTAMIENTO, HASTA QUE LOS CANDADOS ESTÉN APRETADOS (VÉASE LA FIG. 3.3A).

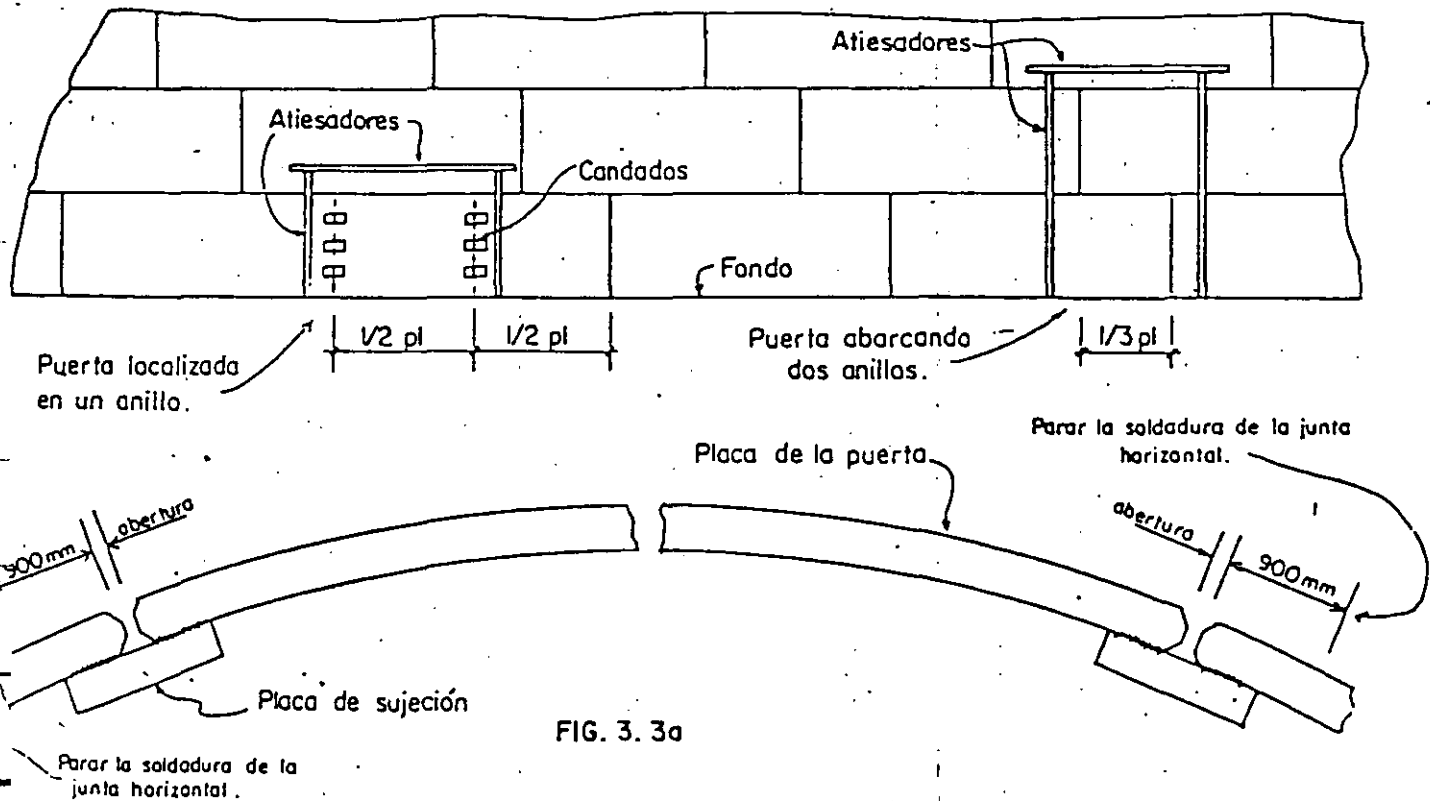


FIG. 3.3a

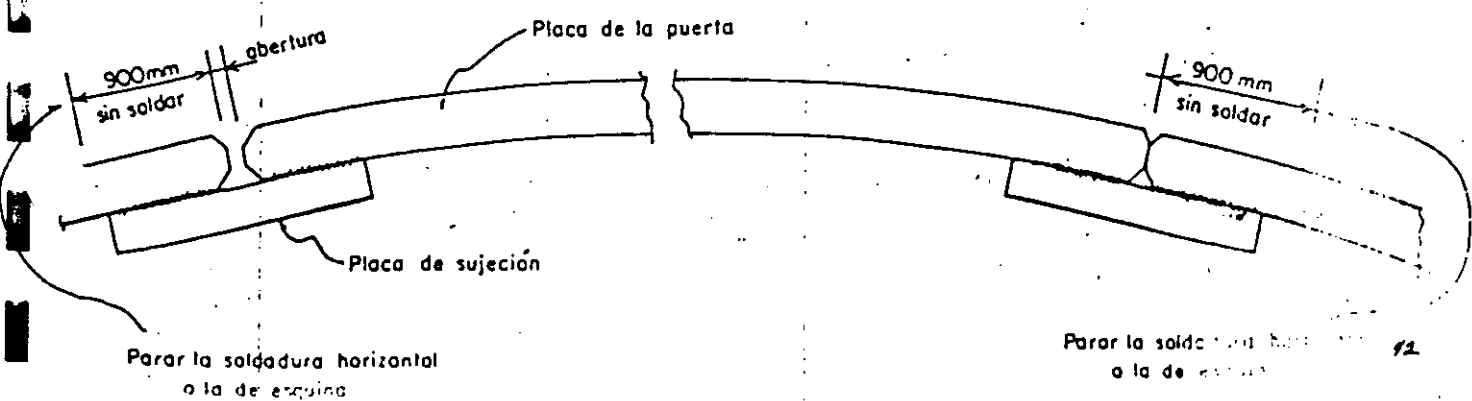
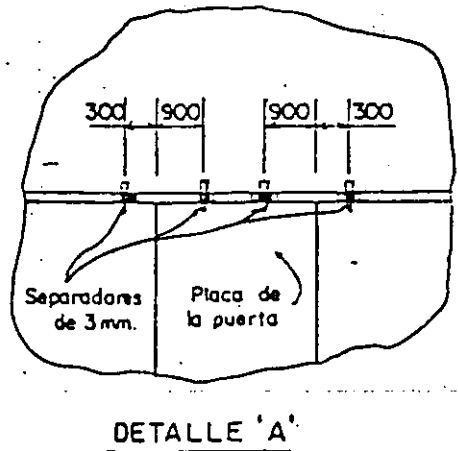
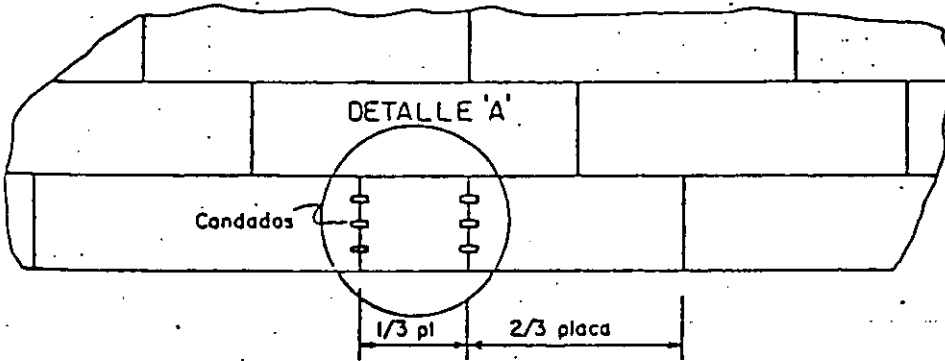
UNA VEZ PRESENTADAS, AJUSTADAS Y SUJETADAS LAS PLACAS DE LA PUERTA DE LIMPIEZA, REVISAR LA INSTALACIÓN Y LIBERESE EL EQUIPO DE MONTAJE.

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-86	14 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

PARA CONTAR CON UNO O MÁS ACCESOS HACIA EL INTERIOR DEL TANQUE, HAY NECESIDAD DE REMOVER LAS PLACAS DE LAS PUERTAS. ÉSTA REMOCIÓN SE HACE HASTA QUE SEA ABSOLUTAMENTE NECESARIO INTRODUCIR O SACAR DEL TANQUE MATERIALES, EQUIPO Y HERRAMIENTA.

LAS PLACAS DE LAS PUERTAS NO SE QUITARÁN HASTA QUE LAS OPERACIONES SIGUIENTES HAYAN SIDO EJECUTADAS:

1. DOS ANILLOS SUPERIORES, CUANDO MENOS, DEBERÁN ESTAR COMPLETAMENTE SOLDADOS.
2. LA JUNTA CIRCUNFERENCIAL FONDO-ENVOLVENTE Y LA PRIMERA JUNTA HORIZONTAL ENTRE EL PRIMERO Y EL SEGUNDO ANILLO ESTÉN SOLDADAS EXCEPTO 900 MM. MÍNIMOS POR CADA LADO DE LA PLACA (FIG. 3.3B).



TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR : Ing. I. J. L.

FECHA

HOJA

APROBADO POR : Ing. J. H. B.

IV-86

15 DE 39

SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE

MANUAL DE MONTAJE N° 1

3. LA ABERTURA QUE DEJA LA PLACA AL RETIRARLA HA SIDO PERFECTAMENTE ATIESADA CON CANALES DE 3.50 M. DE LONGITUD MÍNIMOS (EL PERFIL DE LA CANAL SERÁ FIJADO POR INGENIER(A) -- (VÉASE LA FIGURA 3.3c).

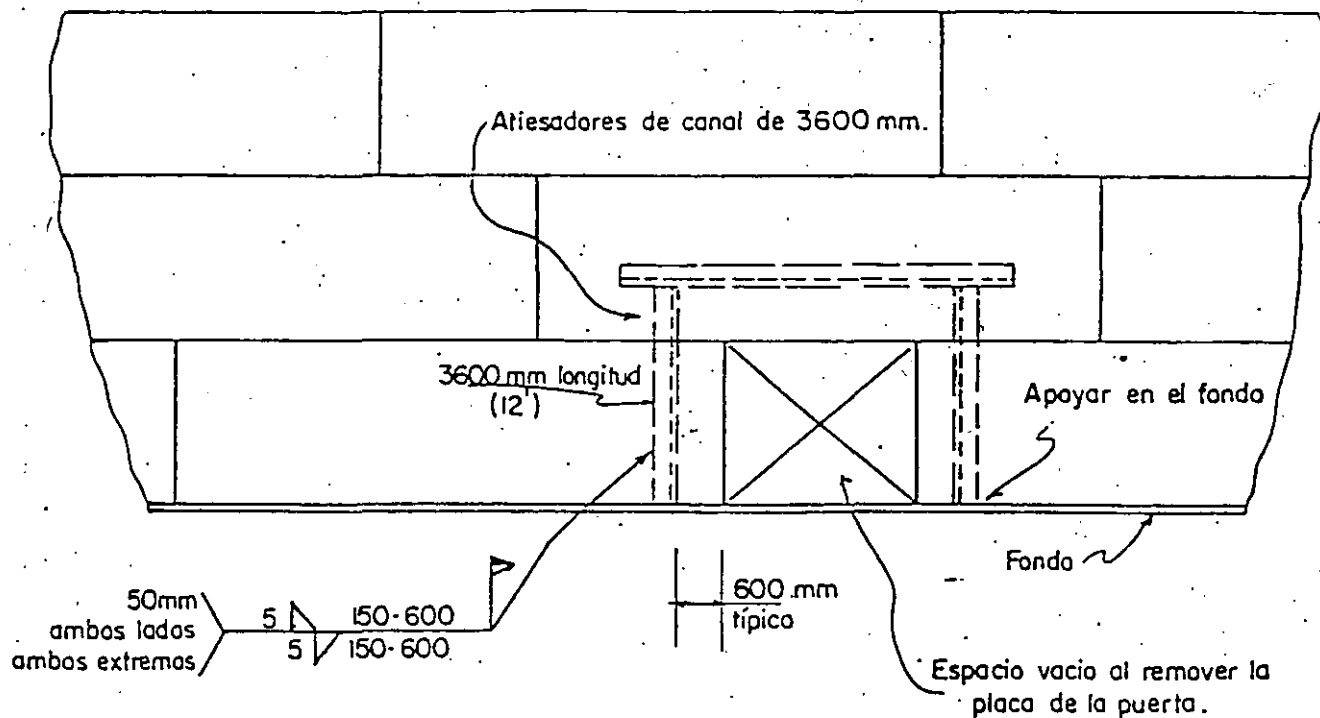


FIG. 3.3c

4. NO EMPEZAR A QUITAR CANDADOS NI PLACAS DE SUJECIÓN, HASTA QUE EL EQUIPO DE IZAJE ESTÉ ENGANCHADO.

CUANDO LAS PLACAS DE LAS PUERTAS SE COLOCAN EN FORMA DEFINITIVA EN SU LUGAR, UNA VEZ QUE SE TERMINÓ EL MONTAJE, FIJARLAS EN AMBAS JUNTAS VERTICALES EXTREMAS, MEDIANTE PLACAS SEPARADORAS. ESTO PODRÍA ORIGINAR QUE LA PLACA DE LA PUERTA SE PANDEE HACIA AFUERA Y QUE NO QUEDA EN LÍNEA CON LAS OTRAS PLACAS DE LA ENVOLVENTE EN LA JUNTA HORIZONTAL FIG. 3.3d.

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR : Ing. I. J. L.

FECHA

HOJA

APROBADO POR : Ing. J. H. B.

IV-86

16 DE 39

SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE

MANUAL DE MONTAJE N° 1

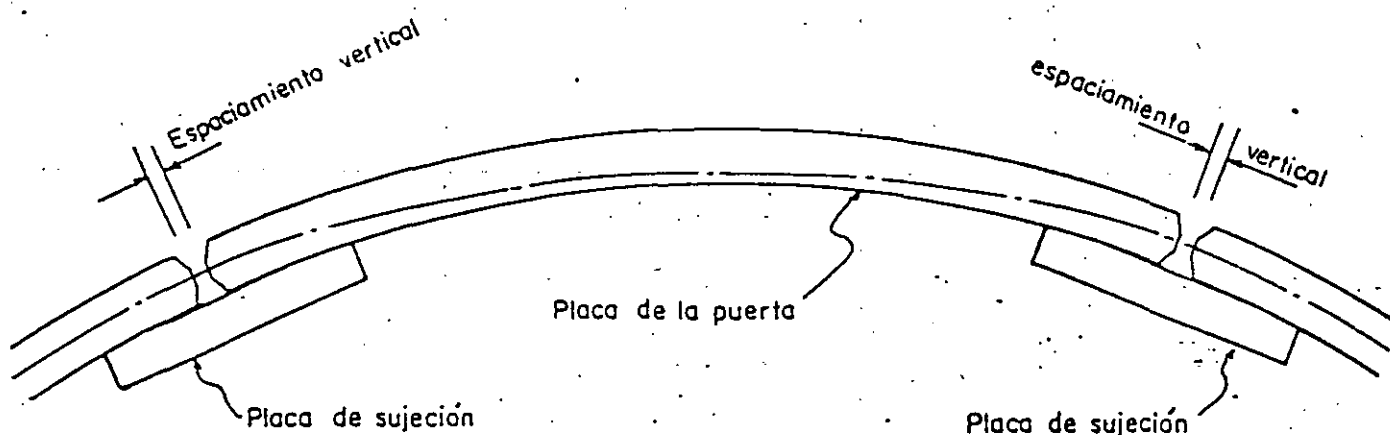


FIG. 3. 3d

CUANDO SE SUELDEN LAS JUNTAS VERTICALES, ÉSTE PANDEO DESAPARECERÁ DEBIDO A LA CONTRACCIÓN DEL METAL DE SOLDADURA. SUÉLDESE LA COSTURA HORIZONTAL DE LA PLACA DE LA PUERTA EN EL FORMA -- USUAL.

SI SE USA EL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA AUTOMÁTICA EN LAS COSTURAS HORIZONTALES, ARRIBA DE LA PLACA DE LA PUERTA DE LIMPIEZA, OBTENER LA ABERTURA Y EL BISEL DE LA JUNTA CON ARCO-AIRE EN LUGAR DE FORZAR LAS PLACAS CON HERRAJES PARA LOGRAR SU SEPARACIÓN.

LA SUPERVISIÓN DEBERÁ ESTAR SIEMPRE PENDIENTE DE PROTEGER AL TRABAJADOR DE OBJETOS QUE PUEDAN CAER CERCA; COLOCANDO TABLONES EN LAS MÉNSULAS ARRIBA DE CADA PUERTA DE LIMPIEZA Y DE -- LOS REGISTROS DE HOMBRE POR FUERA Y POR DENTRO DEL TANQUE.

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-66	17 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

3.4 UNIÓN Y SOLDEO DE JUNTAS VERTICALES.

EL USO DE HERRAJES EN LAS JUNTAS VERTICALES PUEDE INICIARSE - TAN PRONTO COMO DOS PLACAS DE LA ENVOLVENTE SON MONTADAS. CADA JUNTA DEBERÁ PERMANECER CENTRADA SOBRE LA MARCA DE LAS - - CUERDAS HECHAS EN EL FONDO. LOS HERRAJES PUEDEN COLOCARSE INTERIOR O EXTERIORMENTE PERO SIEMPRE SE COLOCARÁN EN EL LADO - OPUESTO AL PRIMER LADO SOLDADO.

NUNCA SE CORTE UNA PLACA DE ENVOLVENTE O SE SUELDE UNA ABERTURA DE RAÍZ MUY ANCHA SIN CONSEGUIR LA AUTORIZACIÓN DE LA - -- SUPTCIA. LOCAL DE CONSTRUCCIÓN.

3.4.1 AJUSTE DE JUNTAS VERTICALES: HÁGANSE LOS AJUSTES Y UNIÓN DE - LAS JUNTAS VERTICALES SIGUIENDO EL ORDEN INDICADO A CONTINUACIÓN:

1. EMPAREJAR LAS PLACAS EN EL EXTREMO SUPERIOR DE LA JUNTA - PARA QUE QUEDEN AL RAS.
2. REVISAR EL EXTREMO INFERIOR DE LAS JUNTAS. SI LOS ANCHOS DE LAS PLACAS VARÍAN EN MÁS DE 3 MM, INVESTIGAR SI HAY -- ERROR DE FABRICACIÓN ANTES DE FIJAR LA JUNTA. MEDIR EL ANCHO DE AMBAS PLACAS Y NOTIFICAR EL RESULTADO A LA SUPTCIA. LOCAL DE CONSTRUCCIÓN. DEPENDIENDO DE LA LOCALIZACIÓN DEL ERROR, O BIEN, FIJAR LA JUNTA AL RAS EN EL EXTREMO SUPE-- RIOR O INFERIOR, O DIVIDIR EL ERROR. ENTONCES AUMENTAR EL LADO CONVENIENTE DE LA PLACA CON SOLDADURA. CUALQUIER OPE-- RACIÓN DE AJUSTE EN LA PARTE SUPERIOR SE REQUIERE QUE SEA HECHA ANTES QUE LA MÁQUINA AUTOMÁTICA CRUCE EL DESNIVEL.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR : Ing. J.J.L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR : Ing. J.H.B.	IV-85	18 DE 35
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

3. AJUSTAR Y AMARRAR LA JUNTA EMPEZANDO DESDE ARRIBA HASTA LLEGAR A LA PARTE INFERIOR. INSTALAR SEPARADORES DE LÁMINA Y PUNZONES PARA ASEGURARSE QUE LA ABERTURA DE LA RAÍZ EN LOS BISFLES ES LA CORRECTA.

MIENTRAS SE AJUSTA UNA JUNTA, USAR UNA PLOMADA PARA DETERMINAR SI ESTÁ VERTICAL. CUANDO LOS EXTREMOS DE LAS PLACAS ESTÁN MAL FABRICADAS Y ELLAS SON FIJADAS ESTRICTAMENTE A LA SEPARACIÓN APROPIADA PUEDE RESULTAR UNA DE LAS DOS CONDICIONES SIGUIENTES:

- A. SI EL EXTREMO FUÉ CORTADO RECTO PERO EN ÁNGULO, LA PLACA SE INCLINA YA SEA HACIA ADENTRO O HACIA AFUERA DEPENDIENDO DE LA DIRECCIÓN DEL ERROR, LA PLOMADA DETECTA ÉSTO RÁPIDAMENTE.
- B. SI EL EXTREMO DE LA PLACA ES CORTADO CURVÁNDOLO, TOMARÁ LA FORMA DE BARRIL YA SEA, HACIA ADENTRO O HACIA AFUERA. NUEVAMENTE USANDO LA PLOMADA COMO REFERENCIA VERTICAL SE MOSTRARÁ ÉSTA CONDICIÓN.

ES IMPORTANTE QUE LA PLACA ESTÉ DERECHA Y A PLOMO DESPUÉS DE AJUSTADA Y FIJADA CON SUS CORRESPONDIENTES HERRAJES, LO CUAL SIGNIFICA QUE LA SEPARACIÓN DE LA JUNTA PUEDE VARIAR Y QUE EL BORDE DE LA PLACA DEBE SER AUMENTADO ANTES DE SOLDAR LA JUNTA.

LAS PLACAS CON JUNTAS VERTICALES RECTAS (SIN BISEL) SE MONTARÁN SIN SEPARADORES INTERMEDIOS EN LAS MISMAS Y PARA FIJARLAS EN SUS RESPECTIVAS POSICIONES DE TAL MODO QUE NO PUEDAN DESVIARSE. DEBERÁ SOLDARSELE UNA PLACA DE SUJECIÓN

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-86	19 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

SOBRE LA JUNTA HORIZONTAL A AMBOS LADOS DE LA VERTICAL Y A 900 MM. DE LA MISMA.

SUJETAR LAS DOS PLACAS DE UN ANILLO CON LAS MENCIONADAS - EN EL PÁRRAFO ANTERIOR PARA EVITAR CUALQUIER DESVIACIÓN, HACE QUE DICHAS PLACAS SEAN FORZADAS HACIA AFUERA DE MODO QUE SOBRESALEN HORIZONTALMENTE DE LAS PLACAS DEL ANILLO - INFERIOR. AL SOLDAR LA JUNTA VERTICAL, LAS PLACAS REGRE-- SAN A SU POSICIÓN ORIGINAL SIN TENER PARTES PLANAS EN UNO U OTRO LADO DE LA JUNTA.

USANDO CANDADOS CRUZANDO LAS JUNTAS VERTICALES, SE ABREN LAS MISMAS HASTA ASEGURAR LAS SEPARACIÓN ADECUADA.

4. REVISAR EL AJUSTE DE LAS JUNTAS VERTICALES CON UNA CERCHA DE MADERA DE UNA LONGITUD MÍNIMA DE 900 MM, CON UN LADO - CURVADO AL RADIO DEL TANQUE Y UNA MUESCA CIRCULAR EN EL CENTRO PARA LIBRAR EL CORDÓN DE SOLDADURA. LA CERCHA PUEDE USARSE PARA VERIFICAR EL AJUSTE ASÍ COMO PARA REVISAR LA REDONDEZ DEL TANQUE DURANTE EL SOLDEO.

CUANDO LAS VERTICALES SE ESTÁN AJUSTANDO, SOLDAR PLACAS - DE SUJECCIÓN SOBRE LAS JUNTAS A INTERVALOS DE 600 MM. SUÉL DESE ÚNICAMENTE UN LADO DE LAS PLACAS DE SUJECCIÓN A LA -- ENVOLVENTE. ÉSTAS PLACAS DEBERÁN ESTAR INCLINADAS LIGERA-- MENTE HACIA ABAJO PARA EVITAR SOCAVADOS (VÉASE FIGURA -- 3.4.1A).

5. VÉANSE LAS FIGURAS 3.4.1B Y 3.4.1.C PARA EL USO DEL EQUI-- PO RIGIDIZANTE EN EL AJUSTE DE LAS JUNTAS.

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR Ing. I. J. L.

FECHA

HOJA

APROBADO POR Ing. J. H. B.

IV-86

20 DE 33

SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE

MANUAL DE MONTAJE N° 1

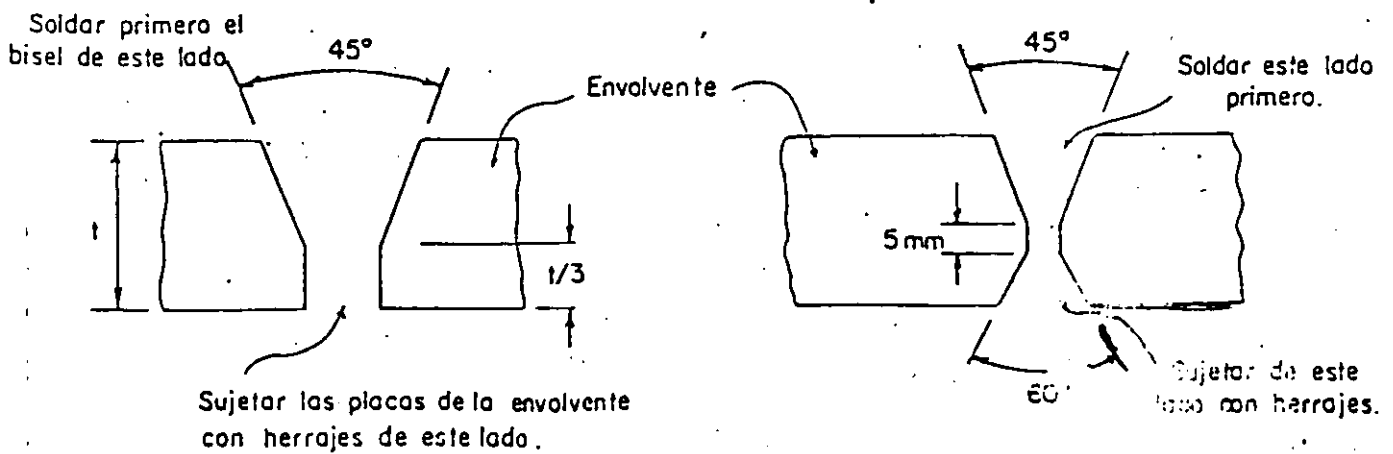
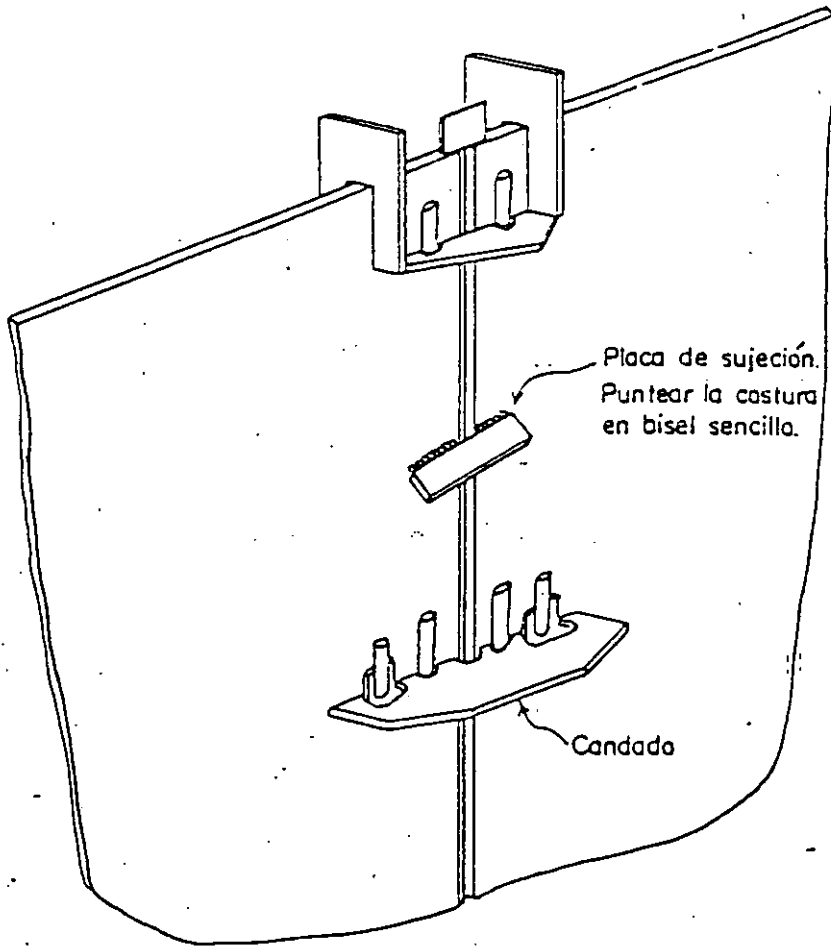
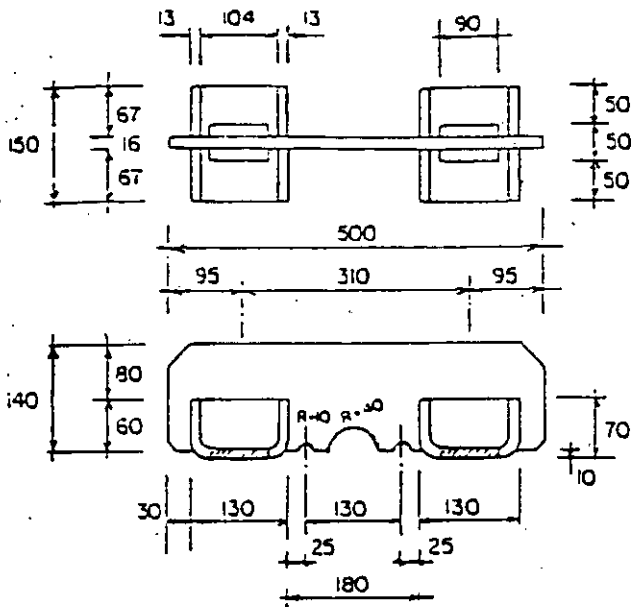
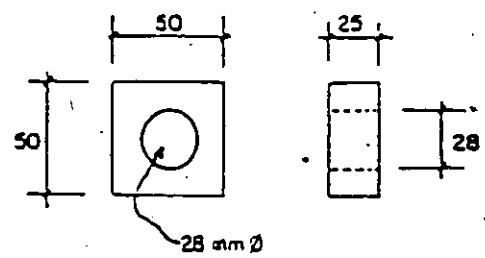
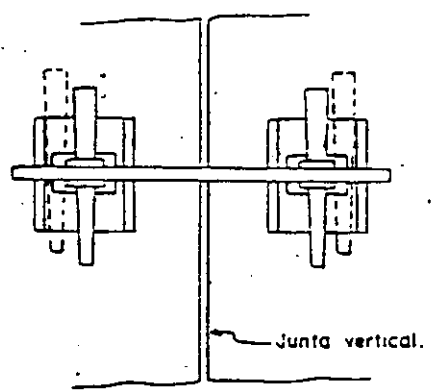


FIG. 3. 4. la

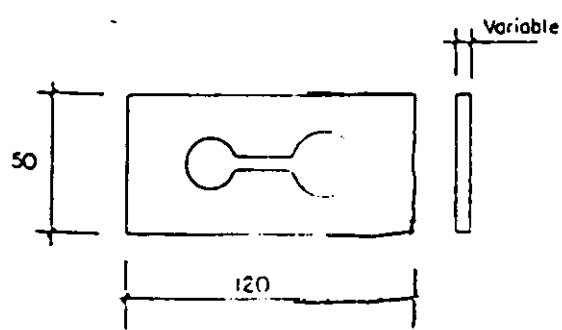
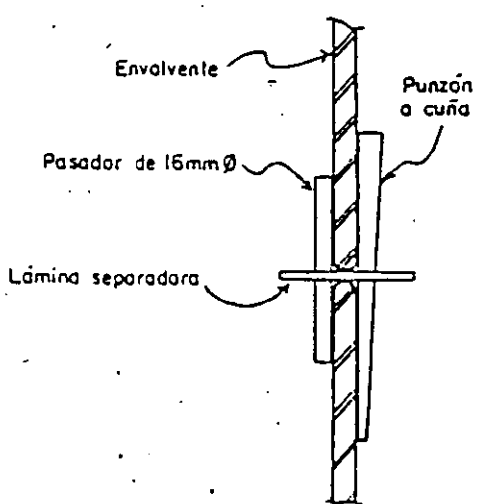


DETALLE DEL CANDADO

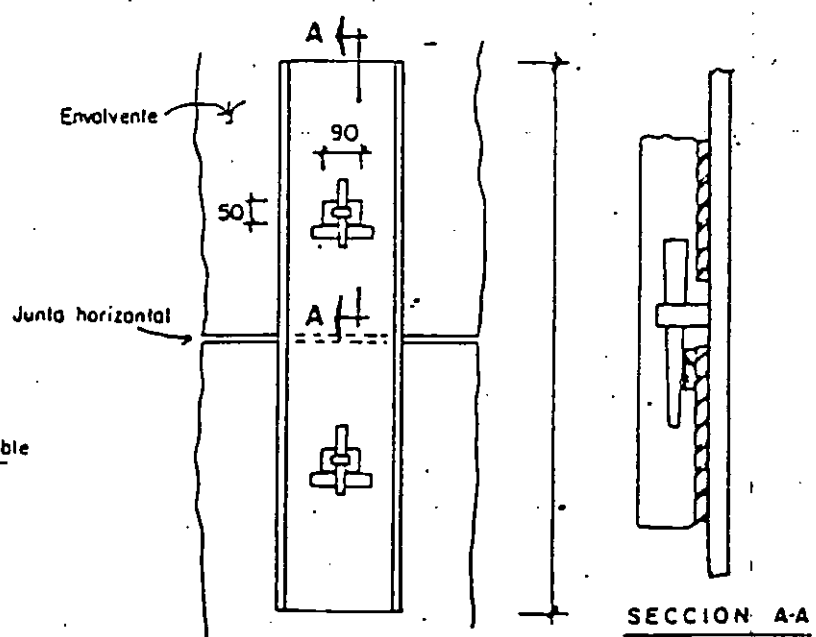
Asociaciones en mm.



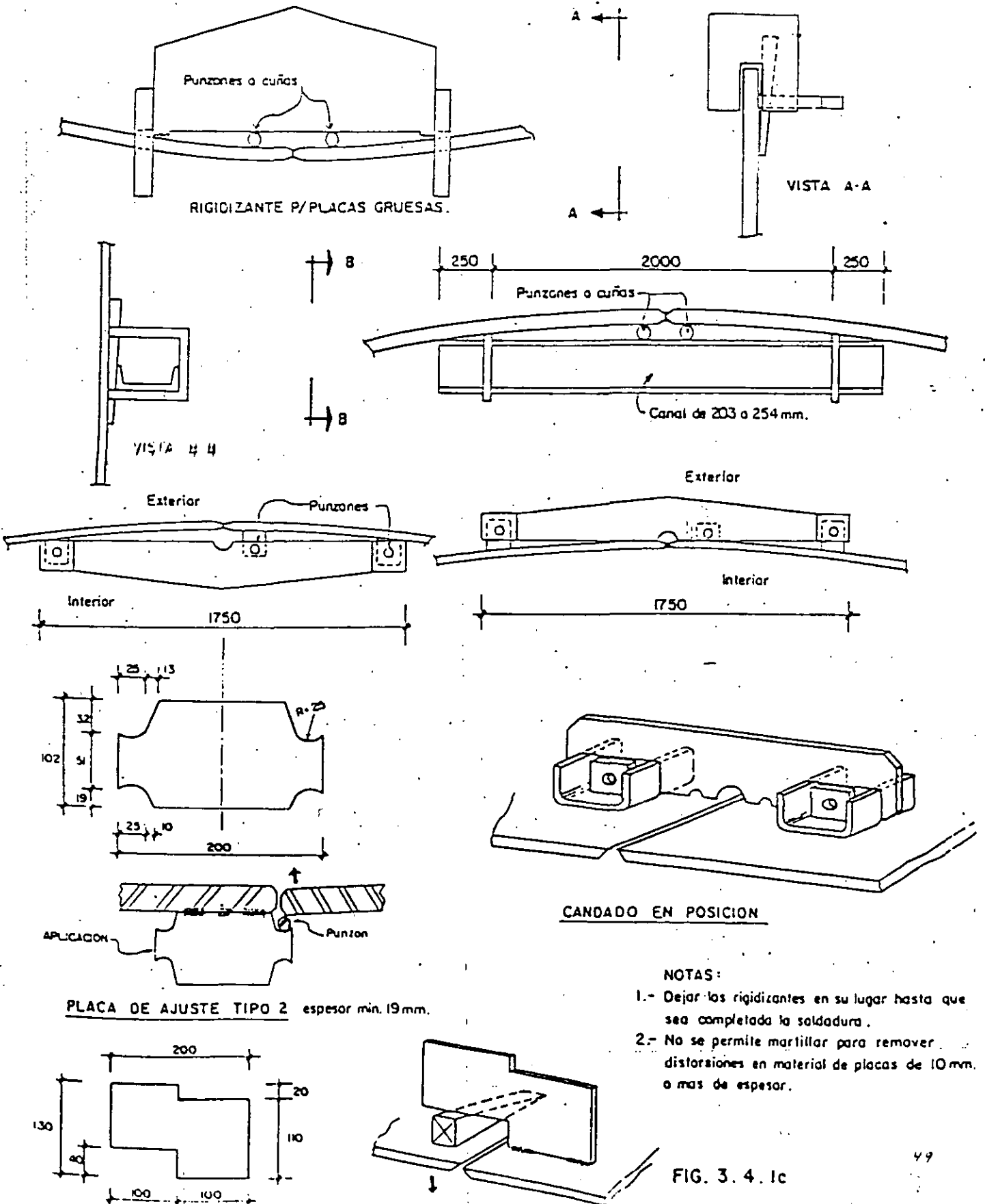
DETALLE DE TUERCA LISA



SEPARADOR PARA JUNTAS HORIZONTALES



CANDADO DE CANAL PARA JUNTAS HORIZONTALES



P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR : Ing. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-86	23 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

3.4.2 SOLDEO DE LAS JUNTAS VERTICALES.

SOLDAR LAS VERTICALES DE ACUERDO CON EL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA INDICADO (VER SECCIÓN "A") ASÍ COMO CON EL ELECTRODO SELECCIONADO TANTO PARA SOLDADURA MANUAL COMO PARA LA AUTOMÁTICA. PRIMERO, SOLDAR COMPLETO EL LADO DE LA JUNTA QUE NO TIENE HERRAJES SOBRE ELLA. SOLDANDO EL OTRO LADO PRIMERO Y SALTANDO SOBRE LOS HERRAJES, PUEDE ORIGINAR GRIETAS Y FUSIÓN INCOMPLETA CUANDO SE SUELDAN LAS ÁREAS OMITIDAS. LOS CANDADOS Y LOS DEMÁS HERRAJES PUEDEN SER REMOVIDOS DESPUÉS QUE SE HA SOLDADO COMPLETAMENTE EL LADO LIBRE. PUEDE DEJARSE SI ES NECESARIO EL RIGIDIZANTE EXTREMO PARA MANTENER UNA CURVATURA CORRECTA. SI ÉSTA NO SE ADQUIERE EN LA VERTICAL CUANDO SE HA TERMINADO EL SOLDEO, DEBERÁ CORREGIRSE LA JUNTA. UNA MODERADA CANTIDAD DE MARTILLO PUEDE DAR LA FORMA, PERO NO MARTILLAR EN PLACAS DE 10 MM. O MÁS DE ESPESOR. VACÍAR LA SOLDADURA CON ARCO-AIRE Y RESOLDAR, NO CORREGIR SOLAMENTE EL EXTREMO. LA VERTICAL ENTERA DEBE ESTAR CORRECTA.

3.5 SOLDADURA EN LA JUNTA CIRCUNFERENCIAL FONDO-ENVOLVENTE.

ESTA SOLDADURA PUEDE SER TRABAJADA EN EL MOMENTO QUE SE QUIERA DESPUÉS QUE EL PRIMER ANILLO DE LA ENVOLVENTE HA SIDO MONTADO Y TODAS LAS JUNTAS VERTICALES AJUSTADAS Y ENSAMBLADAS CON SUS HERRAJES COMPLETOS. EL AJUSTE Y EL SOLDEO DE LA JUNTA PUEDE INICIARSE ANTES QUE TODAS LAS VERTICALES SEAN SOLDADAS PERO NO HACER NINGUNA OPERACIÓN BAJO UNA VERTICAL QUE NO HA SIDO COMPLETAMENTE SOLDADA. PARAR A UN METRO APROXIMADAMENTE DE LA VERTICAL NO SOLDADA. EL PROCEDIMIENTO DESCRITO ES EL USADO POR CBI. SIN EMBARGO PARA EVITAR PROBLEMAS DE CONTRACCIONES MAYORES, ES ACONSEJABLE SOLDAR LA JUNTA FONDO ENVOLVENTE HASTA COMPLETAR LA SOLDADURA DE 3er ANILLO DE LA ENVOLVENTE (VÉASE LA FIG. 3.0)

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR Ing. J. L.

FECHA

HOJA

APROBADO POR Ing. J. H. B.

IV-86

24 DE 39

SEGUNDA SU DIRECCION DE LA ENVOLVENTE

MANUAL DE MONTAJE N° 1

LA SOLDADURA DE UN LADO DE LA JUNTA FONDO-ENVOLVENTE DEBERÁ HACERSE ANTES QUE LAS PLACAS IRREGULARES SEAN SOLDADAS UNA A LA OTRA. SOLDAR UN LADO PRIMERO Y HACER LA PRUEBA CON LÍQUIDOS PENETRANTES. SOLDAR EL OTRO LADO CUALQUIER TIEMPO DESPUÉS.

POR LA DIFERENCIA DE ESPESORES ENTRE LAS PLACAS DE LA ENVOLVENTE Y LAS ANULARES O IRREGULARES, ES CONVENIENTE PRECALENTAR LA JUNTA ANTES DE SOLDAR.

SI SE USA EQUIPO AUTOMÁTICO DE SOLDAR, AMBOS LADOS DEBEN SOLDARSE SIMULTÁNEAMENTE Y RADIOGRAFIAR LA SOLDADURA.

EN FONDOS CON PLACAS IRREGULARES PERIMETRALES, DEJAR ALGUNAS PLACAS SIN SOLDAR EN LAS ZONAS BAYONETeadas PARA FINES DE DRENAJE. NO FORZAR LOS PUNZONES O CUÑAS BAJO LA ENVOLVENTE PORQUE ÉSTO PUEDE FACILMENTE DESNIVELARLA Y CREAR PROBLEMAS DE PANDEO. NO HACER MEDIOS AGUJEROS U OTROS CORTES EN LA ENVOLVENTE PARA DRENAR O POR CUALQUIER OTRA RAZÓN. ÉSTOS AGUJEROS CREAN CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS QUE PUEDEN CAUSAR FALLAS.

3.6 MONTAJE DEL SEGUNDO Y DEMÁS ANILLOS DE LA ENVOLVENTE.

MONTAR LOS ANILLOS SUPERIORES CON EL EQUIPO DE LEVANTAMIENTO DISPONIBLE (VER FIG. 3.6A).

EN TANQUES CON DIÁMETRO DE 15.00 Ó MÁS METROS (50' Ó MÁS) LAS PLACAS DE LA ENVOLVENTE SON EMBARCADAS EN LOS TALLERES CON PUNTOS MARCADOS EN LOS TERCIOS DE SU LONGITUD EN EL LADO SUPERIOR Y POR EL INTERIOR. MONTAR LAS PLACAS DE MODO QUE AMBOS EXTREMOS COINCIDAN CON LOS PUNTOS MARCADOS EN EL PRIMER TERCIO

P E M E X	S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-86	25 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

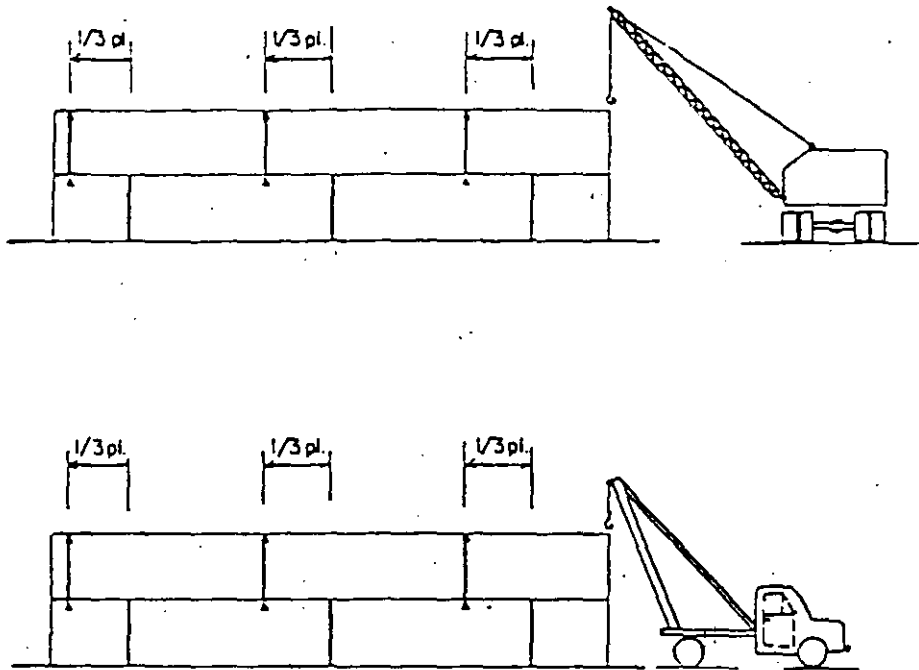


FIG. 3. 6a

DE LAS DOS PLACAS INFERIORES ADYACENTES. (VÉASE FIG. 3.6.A).

AMARRAR CADA PLACA AL ANILLO INFERIOR CON CANALES RIGIDIZANTES Y SEPARADORES COMO SE MUESTRA EN LA FIG. 3.6B.

LOS SEPARADORES SE USARÁN EN LA JUNTA HORIZONTAL AÚN CUANDO NO HAYA ABERTURA DE LA RAÍZ. ÉSTO ELIMINA LA NECESIDAD DE EMPLEAR LAS BARRAS EN U ANTIGUAMENTE USADAS PARA AJUSTAR LA COSTURA CIRCUNFERENCIAL. LOS SEPARADORES DEBERÁN ESPACIARSE ALREDEDOR DE 1.20 M. (4'). SIEMPRE ASEGURAR EL BORDE EXTREMO

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR: Ing. I. J. L.

FECHA

HOJA

APROBADO POR: Ing. J. H. B.

IV - 86

26 DE 39

SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE

MANUAL DE MONTAJE N° 1

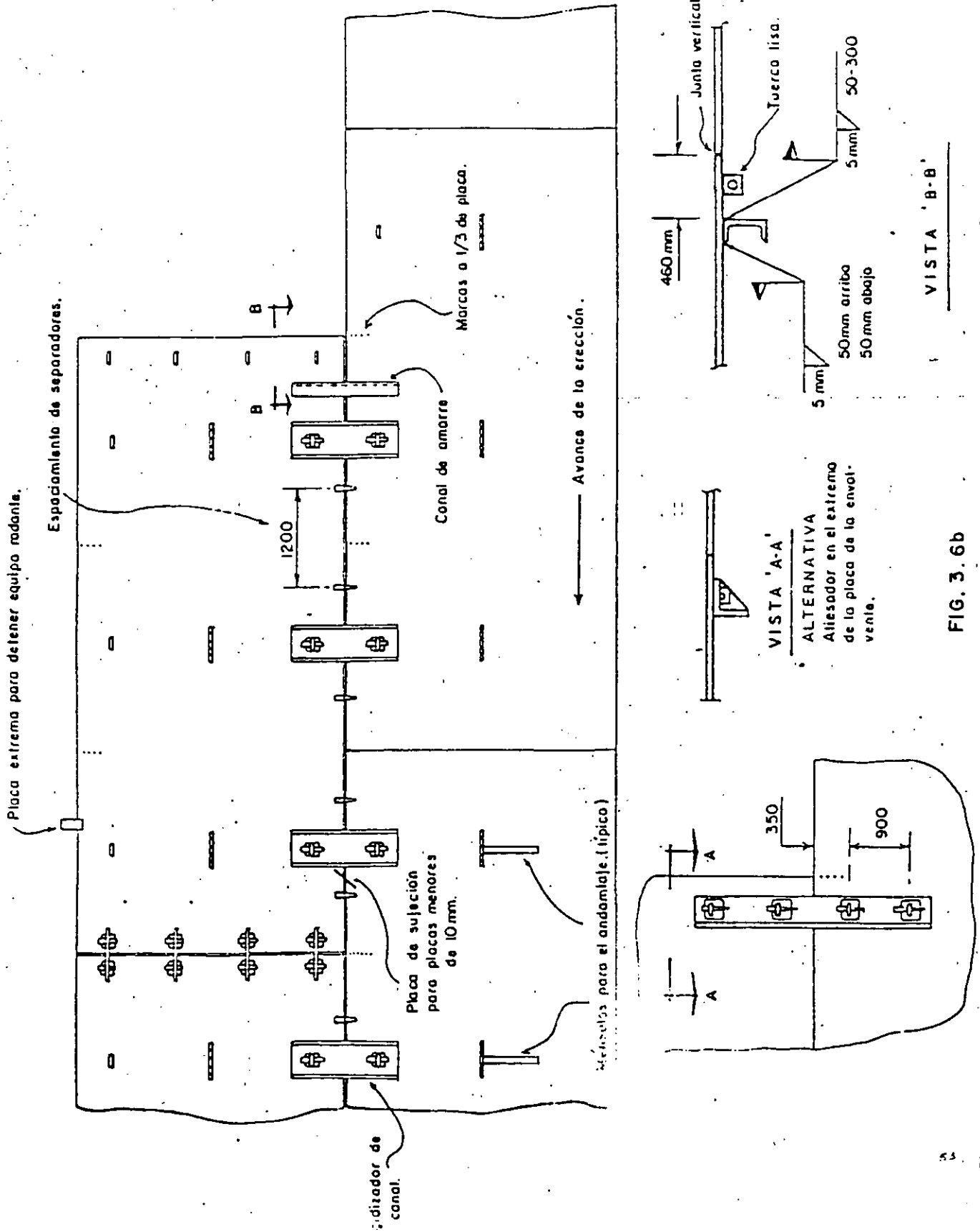


FIG. 3.6b

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR : Ing. J. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-86	27 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

DE LA PRIMERA PLACA MONTADA, CON UNO DE LOS MÉTODOS ILUSTRADOS EN LA SECCIÓN A-A DE LA FIG. 3.6B. USAR CUANDO MENOS TRES (3) CANALES RIGIDIZANTES POR PLACA. SI EL MONTAJE DE UN ANILLO SE INTERRUMPE POR CUALQUIER RAZÓN (ACABARSE EL MATERIAL DE PLACAS, LA HORA DE LA COMIDA, ETC.) ASEGURAR EL BORDE DE ATAQUE DE LA ÚLTIMA PLACA MONTADA COMO SE INDICA EN LA SECCIÓN A-A DE LA FIG. 3.6B. EVITAR DEJAR UN ANILLO INCOMPLETO DURANTE LA NOCHE, PERO CUANDO ES NECESARIO, VÉASE EL PÁRRAFO 3.9 PARA INSTRUCCIONES SOBRE EL USO DE RETENIDAS ADICIONALES.

LAS PLACAS DE MENOS DE 6 MM. (1/4") DE ESPESOR PRESENTAN PROBLEMAS ESPECIALES. DEBIDO A QUE ÉSTAS GENERALMENTE NO SON ROLADAS, DEBERÁ USARSE UN TAMAÑO APROPIADO DE SEPARADORES PARA CURVAR LAS PLACAS Y SUJETARLAS PARA EVITAR SE LLEGUEN A CAER. SOLDAR UNA PLACA DE SUJECCIÓN CRUZANDO LA JUNTA HORIZONTAL, -- MÁS O MENOS A 1.00 M. (3') DEL LADO DEL ATAQUE DE CADA PLACA DE MENOS DE 10 MM. (3/8") DE ESPESOR, CUANDO SE ESTÉN MONTANDO.

EVITAR AGRUPAR EQUIPO RODANTE (MÁQUINAS DE SOLDAR AUTOMÁTICAS) EN PLACAS DELGADAS Y EN EL EXTREMO DE PLACAS DE ANILLOS INCOMPLETOS. ESPECIALMENTE CUANDO SE USA ANDAMIAJE EXTERIOR, NO SE PERMITAN MANGUERAS PARA AIRE NI CABLES PARA LAS MÁQUINAS DE SOLDAR COLGADOS ENTRE EL EQUIPO RODANTE Y EL CENTRO DEL TANQUE. SUSPENDER ÉSTOS ADITAMENTOS VERTICALMENTE Y ADOSARLOS A LA PARED DE LA ENVOLVENTE.

AJUSTAR Y SOLDAR LAS JUNTAS VERTICALES COMO SE INDICA EN EL PÁRRAFO 3.4.

3.7

AJUSTE Y SOLDEO DE JUNTAS HORIZONTALES (CIRCUNFERENCIALES).

SI NO SE USA EL SISTEMA DE ERECCIÓN DEL PUNTO A UN TERCIO DE

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. J. J. L.	FECHA	. HOJA
		APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-86	28 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

LA LONGITUD DE UNA PLACA (VER FIG. 3.6) NO SOLDAR LA JUNTA HORIZONTAL HASTA QUE TODAS LAS VERTICALES ARRIBA Y ABAJO DE LA MISMA HAN SIDO PREVIAMENTE SOLDADAS EN SU TOTALIDAD. SI NO SE SIGUE ESTA REGLA, AL CERRAR EL ANILLO PUEDE FALTAR O SOBRAR PLACA DEBIDO A LA CONTRACCION DEL MATERIAL POR EL SOLDEO VERTICAL.

EL MÉTODO DE ERECCION DEL PUNTO A UN TERCIO ES ÚTIL SI SE USA CORRECTAMENTE. ESTO ES ESPECIALMENTE CIERTO CUANDO LA JUNTA HORIZONTAL ES SOLDADA AUTOMÁTICAMENTE. EN TANQUES SOLDADOS CON ÉSTE PROCEDIMIENTO, EL SOLDEO DE LA JUNTA, A MENUDO SE INICIA ANTES QUE TODAS LAS VERTICALES SEAN SOLDADAS Y ALGUNAS VECES ANTES QUE LA ÚLTIMA PLACA SEA MONTADA.

SIN EMBARGO, NO SUJETAR LA JUNTA HORIZONTAL SI SE PASA POR CUALQUIER VERTICAL QUE NO HAYA SIDO COMPLETAMENTE SOLDADA. LAS JUNTAS VERTICALES DEBEN TENER LIBERTAD PARA CONTRAERSE CUANDO SE ESTÁN SOLDANDO Y NO DEBEN ESTAR FRENADAS POR LAS JUNTAS HORIZONTALES PUNTEADAS O SOLDADAS.

CUANDO SE DISEÑA UNA ENVOLVENTE CUYOS ANILLOS ESTÁN FORMADOS POR UN NÚMERO DETERMINADO DE PLACAS EXACTAMENTE DE IGUAL LONGITUD, SI LAS PLACAS DE CADA ANILLO NO SON MONTADAS Y AJUSTADAS EN SU POSICION CORRECTA, PODRÍA HABER DIFICULTADES EN MONTAR Y AJUSTAR LA ÚLTIMA PLACA, PUES LA LONGITUD DEL CLARO DONDE DEBERÍA ALOJARSE DICHA PLACA, PODRÍA NO CORRESPONDER A LA LONGITUD DE LA PLACA. CON LA JUNTA HORIZONTAL YA PARCIALMENTE SOLDADA, LLEGARÍA A SER MUY DIFICULTOSO DISTRIBUIR EL EXCESO DE PLACA EN LA ENVOLVENTE YA MONTADA. EN MÉXICO SE ACOSTUMBRA DISEÑAR CON CIERTO NÚMERO DE PLACAS IGUALES Y UNA ÚLTIMA PLACA, DE MUCHO MENOS LONGITUD, LLAMADA "PLACA DE AJUSTE", LA

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-86	29 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

CUAL SE ENVÍA UN POCO MÁS LARGA Y SE CORTA Y ADAPTA EN EL CAMPO.

CON EL PUNTO MARCADO A UN TERCIO, CADA PLACA PUEDE SER COLOCADA EN SU UBICACIÓN CORRECTA. CADA PLACA ADICIONAL QUE SE MONTA DEBERÍA TENER SU EXTREMO CORRECTO, COINCIDIENDO SOBRE LA MARCA AL TERCIO. PODRÍAN MONTARSE JUNTAS PLACAS LARGAS Y CORTAS REGRESANDO A LOS PUNTOS AL TERCIO DE LA LONGITUD.

3.7.1 PROBLEMAS AL AJUSTAR JUNTAS HORIZONTALES.

AL AJUSTAR LAS JUNTAS HORIZONTALES SE PRESENTAN DOS PROBLEMAS: ALINEAMIENTO DE LAS PLACAS Y VARIACION DE LA ABERTURA DE LA RAIZ.

3.7.1.1 ANILLOS LARGOS O CORTOS.

CON LA TOLERANCIA ACEPTABLE PARA LA LONGITUD DE LAS PLACAS, PUEDE SUCEDER QUE EL DESARROLLO DEL ANILLO RESULTE LIGERAMENTE MUY LARGO O MÁS CORTO. CUANDO SE TRABAJA CON HERRAJES EN CUALQUIER TIPO DE JUNTA, EL AJUSTADOR DEBERÁ ESTAR CONSIENTE DE COMO SUS HERRAJES ESTÁN AFECTANDO OTRA PARTE DE LA ESTRUCTURA. MIENTRAS SE ESTÁ AJUSTANDO LA JUNTA HORIZONTAL, DEBERÍA OBSERVAR UNA Y MEDIA Ó DOS PLACAS MÁS ADELANTE Y TOMAR LAS MEDIDAS PERTINENTES SEGÚN EL CASO.

1. SI HAY UNA PLACA CORTA ADELANTE, EL AJUSTADOR PUEDE AFLOJAR ALGO LAS PLACAS DE ADELANTE Y HACER EL AJUSTE.
2. O, SI EL AJUSTADOR ESTÁ TRABAJANDO EN UNA PLACA CORTA, ÉL PUEDE CONSEGUIR EL AFLOJAMIENTO DE UNA PLACA LARGA DE ADELANTE.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-86	30 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

3. SI UN ANILLO RESULTA MÁS PEQUEÑO, EL AJUSTADOR DEBE MOVER EL EJE DE LAS PLACAS DEL MISMO HACIA ADENTRO.
4. SI UN ANILLO RESULTA MÁS GRANDE, SE DEBE MOVER EL EJE DE LAS PLACAS HACIA AFUERA.

LOS CÓDIGOS CUBREN LA TOLERANCIA ADMISIBLE EN EL DESALINEAMIENTO DE LA JUNTA HORIZONTAL. LA TOLERANCIA POR DESALINEAMIENTO SE REFIERE A LA CANTIDAD QUE LA PLACA SUPERIOR SOBRESALE HORIZONTALMENTE DE LA INFERIOR YA SEA HACIA ADENTRO O HACIA AFUERA. VÉASE API 650 STD SECCIÓN 5.2.3.

3.7.1.2 VARIACIONES EN LA ABERTURA DE LA RAIZ DE LA SOLDADURA.

LA VARIACIÓN DE LA ABERTURA DE LA RAÍZ EN LA JUNTA HORIZONTAL PUEDE SER ORIGINADA POR UNA ENVOLVENTE FUERA DE NIVEL Y/O MALA FABRICACIÓN.

NO USAR CANDADOS PARA JALAR LA ABERTURA DE LA JUNTA HORIZONTAL. ESTO PODRÍA ORIGINAR DOBLECES EN EL ANILLO SUPERIOR MÁS DELGADO. SI LA ENVOLVENTE ABAJO DE LA JUNTA ESTÉ FUERA DE PLOMO, DEBERÁ RE-NIVELARSE.

SEPARACIONES NO UNIFORMES EN LA JUNTA HORIZONTAL, PUEDE SER EL RESULTADO DE UNA MALA FABRICACIÓN. EN ESTOS CASOS LA ORILLA DE LA PLACA DEBERÁ RELLENARSE CON SOLDADURA PARA PRODUCIR UNA ABERTURA UNIFORME. REPORTAR A LA SUPTCIA. LOCAL DE CONSTRUCCIÓN SIEMPRE QUE OCURRA ÉSTA SITUACIÓN PARA QUE LA FABRICACIÓN PUEDE SER CORREGIDA. PUESTO QUE LA CONTRACCIÓN ES IGUAL EN CADA MITAD DE LA ABERTURA, HABRÁ PROBLEMAS SI NO ES RELLENADA APROPIADAMENTE. LA CONTRACCIÓN EN UNA ABERTURA IRREGULAR JALA EL ANILLO PONIENDOLO FUERA DE NIVEL CON EL RESULTADO DE ZANOS PLANAS Y/O ONDULACIONES O DOBLECES.

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-86	31 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

3.7.2 SOLDEO DE LAS COSTURAS HORIZONTALES. SOLDAR LA JUNTA DE ACUERDO CON EL PROCEDIMIENTO INDICADO EN LAS HOJAS RESPECTIVAS Y LAS TÉCNICAS DE SOLDEO MANUAL O AUTOMÁTICA (VÉASE LA SECCIÓN A.)

3.8 MONTAJE DE MIEMBROS ESTRUCTURALES EN LA ENVOLVENTE.

TERMINADA LA ERECCIÓN Y LA SOLDADURA DEL ÚLTIMO ANILLO SE PROCEDERÁ A MONTAR LOS MIEMBROS ESTRUCTURALES COMO ÁNGULOS DE CORONAMIENTO, TRABES DE REFUERZO CONTRA EL VIENTO Y ÁNGULOS ATIESADORES ADICIONALES. LA ERECCIÓN DE ÉSTOS MIEMBROS, ES UNA OPERACIÓN COMÚN Y SOLAMENTE SE DAN COMENTARIOS GENERALES.

3.8.1 ÁNGULOS DE CORONAMIENTO Y ATIESADORES. ANTES DE PROCEDER AL MONTAJE DE ÉSTOS ELEMENTOS DEBERÁN REVISARSE DE ACUERDO CON LOS PLANOS DE FABRICACIÓN, COMO SIGUE:

1. REVISAR LOS EXTREMOS DE CADA PIEZA PARA ASEGURARSE QUE LOS ÚLTIMOS 600 Ó 900 MM. ESTÉN ROLADOS APROPIADAMENTE.
2. SI LOS EXTREMOS NO VIENEN ROLADOS CORTAR LA PARTE RECTA; ASEGURARSE QUE HAY SUFICIENTE ÁNGULO PARA COMPLETAR EL ANILLO.
3. ANTES DE SOLDAR EL ÁNGULO DE CORONAMIENTO A LA ENVOLVENTE, PLOMEAR EL ALA VERTICAL DEL ÁNGULO.
4. ANTES DE SOLDAR CUALQUIER ATIESADOR, ASEGURARSE QUE EL ANILLO DE LA ENVOLVENTE AL CUAL SE CONECTA, ESTÁ CON LA REDONDEZ DENTRO DE LAS TOLERANCIAS MARCADAS EN LA SECCIÓN 1.0.

P. E. M. E. X.		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR : Ing. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR : Ing. J. H. B.	.IV-86	32 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

5. SOLDAR EL ÁNGULO DE CORONAMIENTO SIGUIENDO LAS INDICACIONES DE LOS PLANOS DE MONTAJE.

3.8.2

TRABES PERIMETRALES DE REFUERZO CONTRA EL VIENTO.

ANTES DE MONTAR ÉSTOS MIEMBROS, REVISAR LA REDONDEZ DE LA PARTE SUPERIOR DEL TANQUE. USESE EL DOBLE DE LA TOLERANCIA POR REDONDEZ DEL PRIMER ANILLO DADA EN LA SECCIÓN 1.0. TAMBIÉN REVISAR LA VERTICALIDAD DE LA ENVOLVENTE EN CADA JUNTA VERTICAL DEL ÚLTIMO ANILLO. VÉASE LA SECCIÓN 1.0 PARA TOLERANCIAS PERMISIBLES. SI EL TANQUE NO ESTÁ REDONDO O LA ENVOLVENTE NO ESTÁ A PLOMO, REVISAR LA HORIZONTALIDAD DEL ANILLO DE CIMENTACIÓN Y HACER LAS CORRECCIONES REQUERIDAS ANTES DE MONTAR LA TRABE DE REFUERZO.

1. TRAZAR LA LOCALIZACIÓN DE LA SECCIÓN CORRESPONDIENTE DE LA ESCALERA EXTERIOR EN LA ENVOLVENTE.
2. TRAZAR LA LOCALIZACIÓN DE LAS MÉNSULAS DE SOPORTE EN LA ENVOLVENTE.
3. MONTAR LAS MÉNSULAS.
4. LEVANTAR LAS SECCIONES DE LA TRABE Y APOYARLAS EN LAS MÉNSULAS. SUJETAR LAS JUNTAS A TOPE CON CANDADOS ENTRE UNA Y OTRA SECCIÓN.
5. COLOCAR LA PROTECCIÓN CON CABLES EN LA TRABE ALREDEDOR DEL TANQUE.

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION	
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. J. L.	FECHA
		APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-86
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		HOJA 33 DE 39	
		MANUAL DE MONTAJE N° 1	

6. AJUSTAR Y FIJAR TODAS LAS JUNTAS A TOPE DE LA TRABE EXCEPTO UNA. ASEGURARSE QUE ESTAS JUNTAS TENGAN LA ABERTURA -- APROPIADA A TODO SU LARGO. ÉSTO AYUDARÁ A MANTENER LA TRABE REDONDEADA AL RADIO DE DISEÑO. CON EL USO DE UNA CERCHA REVISAR QUE LA CURVATURA SEA LA CORRECTA.
7. SOLDAR TODAS LAS JUNTAS A TOPE DE LA TRABE EXCEPTO UNA.
8. EMPEZANDO EN LA PARTE OPUESTA A LA JUNTA NO SOLDADA, TRABAJAR EN AMBOS SENTIDOS ALREDEDOR DEL TANQUE FIJANDO LA TRABE A LA ENVOLVENTE.
9. AJUSTAR Y SOLDAR LA JUNTA A TOPE QUE QUEDÓ PENDIENTE.
10. SOLDAR LA TRABE A LA ENVOLVENTE.
11. AJUSTAR Y SOLDAR LA TRABE A LAS MENSULAS.
12. REVISAR EL DIÁMETRO DEL TANQUE NUEVAMENTE.

3 8.3 REVISIÓN DE LA REDONDEZ. ENVOLVENTE EN TANQUES ABIERTOS.

A CONTINUACIÓN SE SUGIERE UN MÉTODO PARA REVISAR LA REDONDEZ DE LA ENVOLVENTE DE TANQUES ABIERTOS EN SU PARTE SUPERIOR DONDE SE INSTALAN TECHOS FLOTANTES.

PARA REVISAR SI LA ENVOLVENTE DEL TANQUE EN SU PARTE MÁS ALTA ESTÁ FUERA DE REDONDEZ, SE PROCEDE COMO SIGUE:

1. SELECCIONAR UNA BARRA O UN ÁNGULO COMO ESCANTILLÓN DE CUANDO MENOS 100 MM. MÁS LARGO QUE LA PARTE MÁS ANCHA DE LA TRABE DE REFUERZO CONTRA EL VIENTO (TRABE DE RIGIDEZ).

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-86	34 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

2. FIJAR UN ALAMBRE RESISTENTE O UNA CUERDA DE PIANO CON -- UNA PLOMADA U OTRO CONTRAPESO DE MÁS O MENOS 5 KG. EN EL EXTREMO DEL ESCANTILLÓN.
3. USANDO EL DISPOSITIVO ANTERIOR, BIEN FIJO EL ESCANTILLÓN A LA ENVOLVENTE, APOYADO EN LA TRABE DE RIGIDEZ COMO SE ILUSTR A EN LA FIGURA 3.8.3, MEDIR Y REGISTRAR LA DIMENSIÓN "A" EN PULGADAS.
4. EN LA MISMA FORMA, HACER MEDICIONES Y REGISTRARLAS EN TO D A S LAS JUNTAS VERTICALES Y A LA MITAD DE TODAS LAS PLA- C A S DEL ÚLTIMO ANILLO.
5. CUANDO CADA MEDICIÓN ANTERIOR ES HECHA, REGISTRAR TODAS LAS DIMENSIONES "B" CORRESPONDIENTES, TAMBIÉN EN PULGADAS.
6. USESE LA SIGUIENTE EXPRESIÓN PARA DETERMINAR TOLERANCIAS: $0.01 (D+H)$ = TOLERANCIA DEL DIÁMETRO EN PULGADAS, DONDE D ES EL DIÁMETRO DEL TANQUE Y H SU ALTURA, AMBAS DIMENSI-- NES EN PIES. SI LA DIFERENCIA ENTRE LA MÁS GRANDE Y LA -- MÁS PEQUEÑA DIMENSIÓN "B" EN TODO EL PERÍMETRO DEL TANQUE ES IGUAL O MENOR QUE LA TOLERANCIA DEL DIÁMETRO CALCULA-- DA, LA REDONDEZ DE LA ENVOLVENTE SE CONSIDERA CORRECTA PA RA UN FUNCIONAMIENTO SATISFACTORIO DEL TECHO FLOTANTE.

LA DIFERENCIA B-A DE CADA MEDICIÓN DA, EN CADA PUNTO MEDIDO LA CANTIDAD FUERA DE PLOMO DE LA ENVOLVENTE.

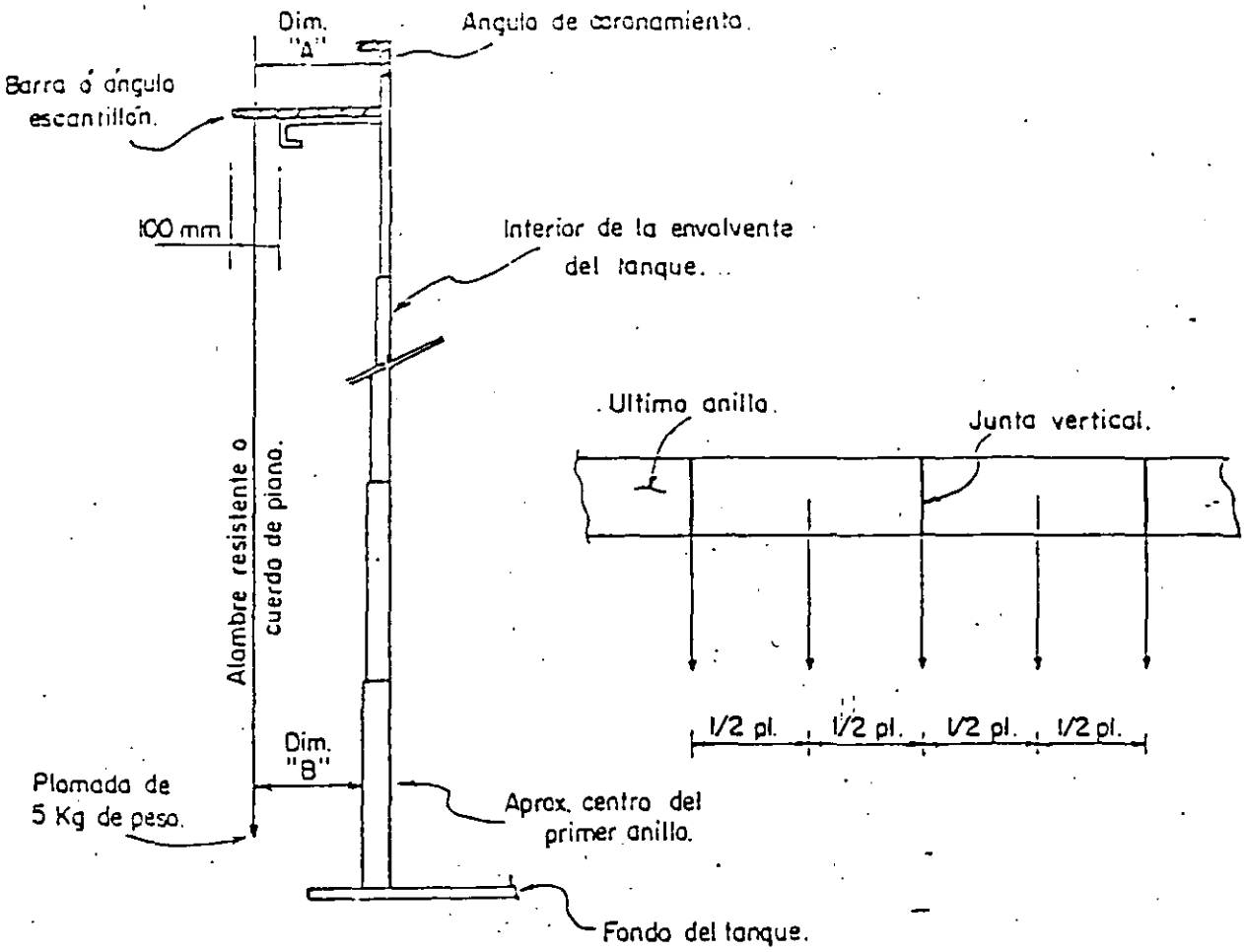


FIG. 3. 8. 3

3.9 PROTECCIÓN CONTRA EL VIENTO.

LOS PROCEDIMIENTOS PARA SUMINISTRAR PROTECCIÓN CONTRA DAÑOS ORIGINADOS POR EL VIENTO, VARÍAN CON LA LOCALIZACIÓN DEL TANQUE Y LA ÉPOCA DEL AÑO EN QUE SE HACE LA ERECCION. DEBERÁ USARSE LA EXPERIENCIA LOCAL PARA DETERMINAR LA PROTECCIÓN ADICIONAL QUE DEBERA SER PROPORCIONADA, ADEMÁS DE LOS REQUERIMIENTOS MÍNIMOS. EL PARRAFO 3.9.2 ENLISTA LAS MEDIDAS ADICIONALES QUE DEBERÁN TOMARSE EN EL CASO QUE HAYA FUERTES VIENTOS. EL CRITERIO ES LA ÚNICA GUÍA DISPONIBLE PARA DETERMINAR CUANTA PROTECCIÓN ES NECESARIA. EL RESIDENTE DE LA CONTRATISTA Y EL

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR Ing. J. L.

FECHA

HOJA

APROBADO POR Ing. J. M. B.

IV-35

36 DE 39

SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE

MANUAL DE MONTAJE N° 1

SUPERVISOR DE PEMEX DEBERÁN ESTAR SEGUROS QUE LA COMPAÑÍA -- TIENE Y USARÁ EL EQUIPO ADECUADO DURANTE LA ÉPOCA EN QUE SE ESPERAN FUERTES VIENTOS. LA CONTRATISTA DEBE ESTAR SUFICIENTEMENTE ENTERADA DE LA PREDICCIÓN DEL TIEMPO, DE MODO QUE -- PUEDA HACER COMPLETO USO DE TODO SU EQUIPO DISPONIBLE CUANDO SE ESPERAN VENDAVALS LOCALES.

3.9.1 REQUERIMIENTOS MÍNIMOS.

LOS SIGUIENTES SON LOS REQUERIMIENTOS MÍNIMOS QUE DEBERÁN -- PONERSE EN OPERACIÓN AL FINALIZAR CADA DÍA DE TRABAJO.

1. SE PUEDE USAR EL ANDAMIO HECHO A BASE DE MENSULAS Y TABLONES COMO TRABE DE REFUERZO CONTRA EL VIENTO. SE PUEDE INSTALAR EN EL TERCER ANILLO, CUANDO SE HA INICIADO EL MONTAJE DEL CUARTO. APRETAR LOS GANCHOS EN "J", PUNZONES Y TABLONES PORQUE UN ANDAMIO ES ÚNICAMENTE TAN RESISTENTE COMO SU PUNTO MÁS DÉBIL.
2. CUANDO SE ESTÁ MONTANDO UN ANILLO SIEMPRE ES CONVENIENTE COMPLETARLO ANTES QUE EL PERSONAL SE RETIRE DE LA OBRA -- AL LLEGAR LA NOCHE, PERO ÉSTO NO SIEMPRE ES POSIBLE. -- CUANDO NO PUEDE COMPLETARSE EL MONTAJE, LOS EXTREMOS -- ABIERTOS DEL ANILLO PARCIALMENTE MONTADO, DEBERÁN CONTRAVENTARSE CON RETENIDAS HACIA ADENTRO Y HACIA AFUERA CON CABLE DE 10 MM. (3/8") MÍNIMO DE DIÁMETRO.
3. CUANDO EN UN TANQUE SE DISEÑAN ATIESADORES PERMANENTES, ÉSTOS DEBERÁN MONTARSE Y SOLDARSE INMEDIATAMENTE DESPUÉS QUE LA JUNTA HORIZONTAL ARRIBA DE ELLOS HA SIDO SOLDADA. SI EL ATIESADOR NO INTERFIERE CON LA SOLDADURA DE LOS CORDONES HORIZONTALES, DEBERÁ MONTARSE TAN PRONTO COMO LA SOL

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES. TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. J.L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR Ing. J.H.B.	IV-85	37 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

DADURA DE LAS JUNTAS VERTICALES HA SIDO COMPLETADA. VÉASE EL PÁRRAFO 3.8.

4. EL EQUIPO AUTOMÁTICO DE SOLDAR U OTROS EQUIPOS PESADOS -- SUSPENDIDOS DE LA ENVOLVENTE DEBERÁN SUJETARSE CON CABLES DE RETENIDA DE 10 MM. (3/8") HACIA ADENTRO Y HACIA AFUERA, DURANTE LAS NOCHES. AMARRAR CUALQUIER OTRO EQUIPO RODANTE PARA IMPEDIR QUE SE MUEVA.
5. EN TANQUES DE TECHO FLOTANTE DE 38.00 M. (125') O MÁS DE DIÁMETRO ES RECOMENDABLE USAR LA TRABE PERMANENTE DE RE--FUERZO CONTRA EL VIENTO COMO ANDAMIAJE.

3.9.2 RECOMENDACIONES ADICIONALES.

LA EXPERIENCIA LOCAL PUEDE DETERMINAR QUE PROTECCIÓN ADICIO--NAL DEBERÁ SUMINISTRARSE A LA OBRA POR VIENTOS FUERTES OCURRIEN--DO NORMALMENTE. DEPENDIENDO DE LA SEVERIDAD DE ÉSTOS VIENTOS ESPERADOS Y DATOS ESTADÍSTICOS DE LA LOCALIDAD , PODRÍAN RE--QUERIRSE PRECAUCIONES ADICIONALES COMO LAS ENLISTADAS A CONTI--NUACIÓN:

1. LA ADICIÓN DE UN SEGUNDO ANDAMIO EJERCIENDO LA FUNCIÓN DE UNA TRABE DE RIGIDEZ O LA ADICIÓN DE DOS CONTRAVIENTOS -- (MÍNIMO DE 10 MM. DE DIÁMETRO DE CABLE) POR PLACA, O AMBAS COSAS A LA VEZ.
2. DESMONTAR LA MÁQUINA AUTOMÁTICA DE SOLDAR O CUALQUIER -- OTRO EQUIPO PESADO DE LA ENVOLVENTE. CUALQUIER EQUIPO RO--DANTE QUE NO SE DESMONTE, DEBERÁ SITUARSE SOBRE UNA MEN--SULA DE ANDAMIO O SOBRE UN JUEGO DE CONTRAVIENTOS. ADEMÁS DE--

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-36	18-DC-39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

BERÁ AMARRARSE PARA IMPEDIR QUE SE DESPLACE. SI HAY VARIOS EQUIPOS, DISTRIBUIRLOS EN DISTINTAS MÉNSULAS Y NO DEJARLOS JUNTOS.

3. SOLDAR UNA TUERCA LISA EN LA ENVOLVENTE COMO TOPE ARRIBA DE CADA MÉNSULA PARA IMPEDIR QUE ÉSTA SE SALGA DE LA ABRAZADERA.
4. APRETAR ANCLAJES SI HAY FORMANDO PARTE DE LA ESTRUCTURA.
- 5.- DEJAR LAS PUERTAS DE LIMPIEZA, REGISTROS Y BOQUILLAS - - ABIERTAS, PARA IMPEDIR SE HAGA UN VACÍO EN EL INTERIOR - DEL TANQUE.

3.10 LIMPIEZA DE LA ENVOLVENTE DEL TANQUE.

LA SUPERFICIE EXTERIOR E INTERIOR DE TODOS LOS TANQUES Y TODAS LAS QUE SE VAN A PINTAR SE LIMPIARÁN COMO SIGUE:

1. REMOVER LA ESCORIA Y LAS SALPICADURAS DE LAS SOLDADURAS.
2. CON CINCEL LIMPIAR LAS REBABAS DE LOS CORDONES.
3. CINCELAR, ALISAR Y PULIR ESMERILANDO DONDE SE REQUIERE - REMOVER SALIENTES PUNTIAGUDOS Y ÁSPEROS.
4. REMOVER ACUMULACIONES DE LODO, POLVO Y OTRAS SUBSTANCIAS EXTRAÑAS ANTES DE LEVANTAR Y MONTAR LAS PLACAS EN SU LUGAR.

ADEMÁS, NO ANESTRAR MATERIAL CON LA PRIMERA MANO DE PINTURA.

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR : Ing. J.L.L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR : Ing. J.H.B.	IV - 66	39 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

APLICADA EN EL TALLER. EN EL INTERIOR DE LOS TANQUES DE TECHO FLOTANTE, TODOS LOS SALIENTES PUNTIAGUDOS DE MÁS DE 1.5 MM. - (1/16") DE ALTURA, DEBERÁN SER CINCELADOS DE MODO QUE QUEDEN SUPERFICIES LISAS. CUALQUIER SALIENTE QUE PROYECTE FILOS O PUNTAS DEBE SER ESMERILADO.

3.11 ANDAMIAJE.

LA CÍA. CONTRATISTA DEBERÁ PROPORCIONAR A LA SUPCTCIA. LOCAL DE CONSTRUCCIÓN, A TRAVÉS DE SU RESIDENTE Y EL SUPERVISOR DE PEMEX, EL SISTEMA DE ANDAMIAJE EXTERIOR O INTERIOR, ESCALAS Y DEMÁS PROTECCIONES QUE SE VA A USAR PARA QUE EL PERSONAL DE MONTAJE, SOLDADORES, INSPECTORES, ETC. TRABAJEN CON TODA LA SEGURIDAD POSIBLE.

HAY MUCHOS TIPOS DE ANDAMIOS, DESDE LOS MÁS SENCILLOS EMPLEANDO MÉNSULAS ENCAJADAS EN SOLERAS EN "U" Y TABLONES EN EL PISO HASTA LOS MÁS SOFISTICADOS QUE SE DESLIZAN POR LA ORILLA SUPERIOR DE LOS ANILLOS DE LA ENVOLVENTE. LO IMPORTANTE ES QUE LOS QUE SE VAN A USAR SEAN SEGUROS PARA QUE EL PERSONAL LABORE CON TODA CONFIANZA.

EN ALGUNOS CASOS, LA TRABE DE REFUERZO CONTRA EL VIENTO QUE SE INSTALA DEFINITIVAMENTE EN EL EXTREMO SUPERIOR DEL ÚLTIMO ANILLO, SE ARMA Y SE MONTA PROVISIONALMENTE EN EL PRIMER ANILLO Y SE VA ELEVANDO A MEDIDA QUE AVANZA EL MONTAJE DE LOS SIGUIENTES ANILLOS, SIRVIENDO DE ANDAMIAJE EXTERIOR.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-86	2 DE 16
SECCION 4.0 MONTAJE DEL TECHO FLOTANTE	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

1. ENSAMBLE DEL PONTÓN Y SU MONTAJE.
2. ARMADO DE UNA OBRA PROVISIONAL DE APUNTALAMIENTO PARA APOYAR EL DIAFRAGMA.
3. ARREGLO Y TENDIDO DE LAS PLACAS DEL DIAFRAGMA DEL TECHO.
4. SECUENCIA DE SOLDEO DEL DIAFRAGMA.
5. INSTALACIÓN DE BOYAS Y DE LOS POSTES DE SOPORTE DEFINITIVOS DEL TECHO Y PONTÓN.
6. INSTALACIÓN DE ACCESORIOS COMO EL SISTEMA DE DRENAJE DEL TECHO, ESCALERAS INTERIOR Y EXTERIOR, GUÍA ANTIROTACIÓN, VÁLVULAS, ETC.

4.2.1 SUB-ENSAMBLE Y MONTAJE DEL PONTÓN.

LAS PARTES PRINCIPALES DEL PONTÓN SON: LA ENVOLVENTE EXTERIOR ① COMPUESTA DE DOS PLACAS, LA SUPERIOR ①A Y LA INFERIOR ①B - EN LOS TANQUES DE 500,000 BLS. (FIG. 4.2.1a) Y EN LOS DE MENOR CAPACIDAD SOLAMENTE LA PLACA ① DE UNA SOLA PIEZA (FIGURA 4.2.1b), LA ENVOLVENTE INTERIOR ②, EL SECTOR SUPERIOR ③ Y EL

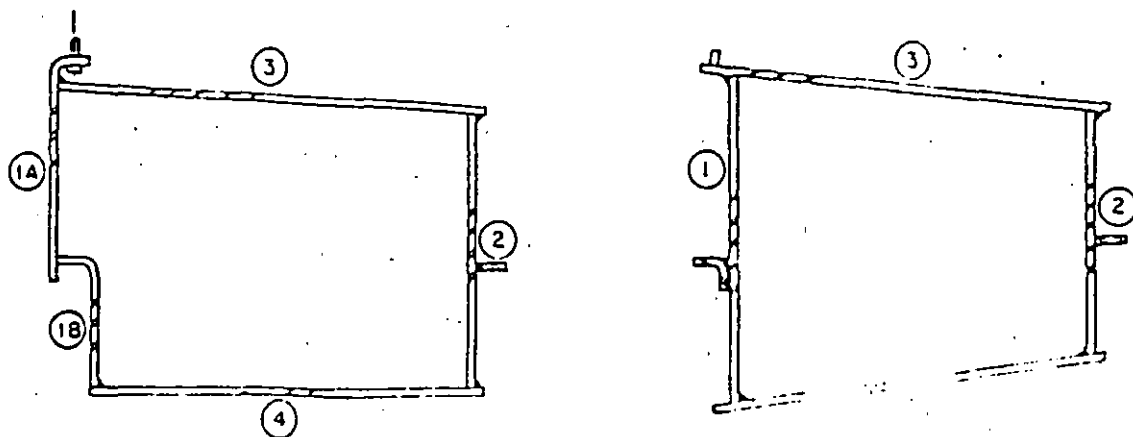


FIG. 4. 2. 1a

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-86	3 DE 16
SECCION 4.0 MONTAJE DEL TECHO FLOTANTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

INFERIOR (4). LLEVA ADEMÁS OTROS ELEMENTOS COMO REGISTROS DE --
HOMBRE, PLACAS SEPARADORAS DE COMPARTIMIENTOS, SOPORTE DEL --
PONTÓN EN EL FONDO, ETC.

NORMALMENTE, EL PONTÓN SE FABRICA EN SECCIONES DE LARGOS MANE-
JABLES. ESTAS SECCIONES SE TRANSPORTAN AL CAMPO CON TÓDOS SUS
ELEMENTOS SUELTOS PARA ENSAMBLARLOS EN LA OBRA MISMA. ESTO SE
PUEDE HACER FUERA DEL TANQUE SOBRE UNA CAMA BIEN NIVELADA O,
EN EL INTERIOR DEL MISMO DIRECTAMENTE SOBRE EL FONDO PERO TO-
MANDO EN CUENTA SU PENDIENTE, NIVELANDO EL SECTOR INFERIOR (4)
CON CALZAS. SÍGASE EL ORDEN DE ARMADO SIGUIENTE PERO CONSUL-
TANDO SIEMPRE LOS PLANOS DE MONTAJE RESPECTIVOS.

- A. INICIAR EL ENSAMBLE POR SECCIONES, TENDIENDO LAS PLACAS -
DEL SECTOR INFERIOR DE CADA SECCIÓN SOBRE LA CAMA NIVELA-
DA O DENTRO DEL TANQUE, DONDE SE PREFIERA, CALZARLAS PARA
PONERLAS A NIVEL. UNIRLAS ENTRE SÍ PUNTEANDO LAS JUNTAS -
RADIALES.
- B. LA ENVOLVENTE EXTERIOR DEL PONTÓN, COMO YA SE INDICÓ, CONS-
TA DE DOS PARTES EN LOS TANQUES DE 500,000 BARRILES; COLO-
CAR LA INFERIOR SOBRE LA CUBIERTA O SECTOR INFERIOR PUN-
TEÁNDOLA Y EN SEGUIDA LA SUPERIOR. EN LOS OTROS TANQUES,
LA ENVOLVENTE VIENE DE UNA PIEZA, PUNTEARLA AL SECTOR IN-
FERIOR.
- C. COLOCAR PLACAS DIVISORIAS DE LOS COMPARTIMIENTOS DEL PON-
TÓN PUNTEÁNDOLAS A LA ENVOLVENTE Y AL SECTOR INFERIOR.
- D. COLOCAR Y PUNTEAR EN LA MISMA FORMA QUE LA ENVOLVENTE EX-
TERIOR, LA INTERIOR, ASÍ COMO LAS PLACAS DE EXPANSIÓN.

P E M E X I S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR : Ing. J.J.L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR : Ing. J.H.B.	IV-36	4 DE 16
SECCION 4.0 MONTAJE DEL TECHO FLOTANTE	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

- E. MONTAR, AJUSTAR Y PUNTEAR EL SECTOR SUPERIOR A LAS ENVOLVENTES EXTERIOR E INTERIOR, PUNTEAR TAMBIÉN LAS PLACAS DIVISORIAS DE LOS COMPARTIMIENTOS CONFORME SE VAYA CERRANDO EL PONTÓN. CUIDAR QUE NO COINCIDAN LAS JUNTAS VERTICALES DE LAS ENVOLVENTES CON LAS UNIONES RADIALES DE AMBOS SECTORES.
- F. SEGUIR LA MISMA SECUENCIA DE ENSAMBLADO INDICADA PARA LA PRIMERA SECCIÓN DEL PONTÓN EN LAS RESTANTES, MONTANDOLAS A UNA ALTURA ADECUADA Y EN FORMA PROVISIONAL, TAL COMO SE INDICA EN LA FIG. 4.2.2B. PUEDEN EMPLEARSE SEPARADORES EN LAS JUNTAS VERTICALES DE LAS ENVOLVENTES, AJUSTANDO Y LIGANDO TODAS LAS SECCIONES HASTA CERRAR EL CÍRCULO DEL PONTÓN. SE PERMITE USAR PLACAS DE CIERRE EN EL AJUSTE FINAL.
- G. SOLDEO DEL PONTÓN. UNA VEZ ENSAMBLADA Y MONTADAS CON APOYOS PROVISIONALES, CADA UNA DE LAS SECCIONES, INICIAR EL SOLDEO DE LAS MISMAS, PRIMERO LAS ENVOLVENTES EXTERIOR E INTERIOR AL SECTOR INFERIOR, SOLDAR LUEGO LAS JUNTAS RADIALES Y LAS VERTICALES ENTRE LAS SECCIONES, AL MISMO TIEMPO SOLDAR LAS PLACAS DE LOS COMPARTIMIENTOS A LAS ENVOLVENTES Y AL FONDO DEL PONTÓN Y FINALMENTE EL SECTOR SUPERIOR O TAPA A LAS MISMAS ENVOLVENTES. ES NECESARIO DISPONER EN TODO MOMENTO DE UN JUEGO DE PLANOS DE MONTAJE DEL PONTÓN Y CONSULTARLO CONSTANTEMENTE PARA LOS EFECTOS DEL SOLDEO Y TRAZOS DE TODOS LOS ELEMENTOS ADICIONALES QUE LLEVA, COMO REGISTROS, GUÍA ANTIROTACIÓN, CAMISAS PARA LOS SOPORTES Y SUS REFUERZOS, ÁNGULOS DE SOSTÉN DEL SELLO Y SOLERA CIRCUNFERENCIAL DE APOYO DEL DIAFRAGMA.

4.2.2 OBRA FALSA PARA APOYO Y ARMADO DEL TECHO.

UNA VEZ SOLDADO EN SU TOTALIDAD EL PONTÓN PERO INSTALADO PRO- 69

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR: Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR: Ing. J. H. S.	IV - 86	5 DE 16
SECCION 40 MONTAJE DEL TECHO FLOTANTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

VISIONALMENTE, A FIN DE TENER UNA SUPERFICIE NIVELADA PARA EL MONTAJE DEL DIAFRAGMA, ES NECESARIO PROYECTAR UN SISTEMA DE OBRA FALSA PARA TENDER LAS PLACAS DEL TECHO EN UN PLANO HORIZONTAL CON RESPECTO AL FONDO CÓNICO DEL TANQUE.

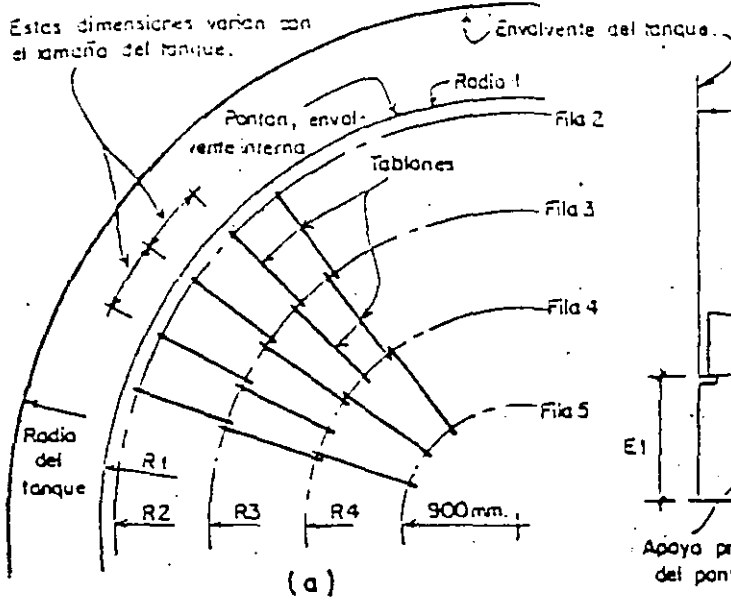
UN PROYECTO SENCILLO DE OBRA FALSA, ES UTILIZAR UN SISTEMA DE APOYOS AJUSTABLES DEL DIAFRAGMA, CON TABLONES COLOCADOS RADIALMENTE, DE LOS UTILIZADOS EN LOS ANDAMIAJES, DE 2" X 8" X 8' Y 10' (LO QUE HAYA DISPONIBLE) A FIN DE OBTENER LA HORIZONTALIDAD QUE SE NECESITA.

LA FIGURA 4.2.2A INDICA UN ARREGLO TÍPICO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE APUNTALAMIENTO. SE PUEDEN INTRODUCIR VARIANTES A ESTE ARREGLO, SIEMPRE QUE SE MANTENGA LA CONDICIÓN DE LOGRAR UNA SUPERFICIE A NIVEL.

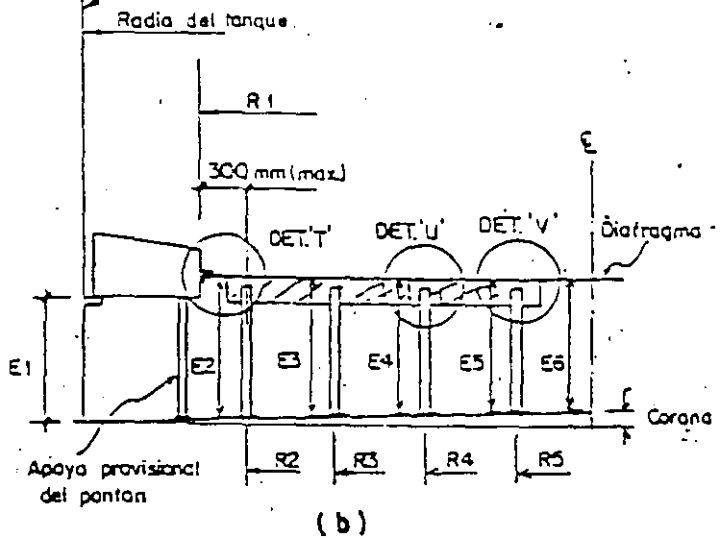
LOS APOYOS AJUSTABLES SON TUBOS CUYO EXTREMO INFERIOR, CON VARIAS PERFORACIONES LONGITUDINALES SE INTRODUCE EN UNA CAMISA TUBULAR CON LAS MISMAS PERFORACIONES Y UNA PLACA DE BASE SOLDADA A LA CAMISA, PERO INCLINADA A LA MISMA PENDIENTE DEL FONDO DEL TANQUE (FIG. 4.2.2.c). POR SU EXTREMO SUPERIOR, LLEVA SOLDADA UNA HORQUILLA HECHA CON PLACAS DE 13 MM DE ESPESOR -- DONDE SE APOYAN LOS TABLONES RADIALES. EN LOS SOPORTES DONDE HAY EMPALME DE TABLONES, LA HORQUILLA ES DE ANCHO DOBLE PARA ALOJAR DOS TABLONES. EN AMBOS CASOS LOS TABLONES SE FIJAN A LAS HORQUILLAS CON UN PAR DE PERNOS DE 15 Ó 19 MM DE DIÁMETRO. MEDIANTE LA SERIE DE AGUJEROS EN LA BASE DE LOS POSTES, SE LOGRA UNIFORMIZAR LAS ALTURAS PARA TENER LOS TABLONES EN POSICIÓN HORIZONTAL. SE SUGIERE QUE CADA POSTE SEA FIJADO AL FONDO DEL TANQUE CON PUNTOS DE SOLDADURA DEBIENDO ARRIOSTRARSE CONVENIENTEMENTE CON PERFILES ANGULARES EN ESTRELLA, CONECTADOS HORIZONTALMENTE MÁS O MENOS A LA MEDIA ALTURA DE LOS POSTES DE SOSTEN. PARA IMPEDIR QUE ÉSTOS SE MOUEVAN MIENTRAS SE

DISEÑO DE LA OBRA FALSA Y ESQUEMA DE SU INSTALACION

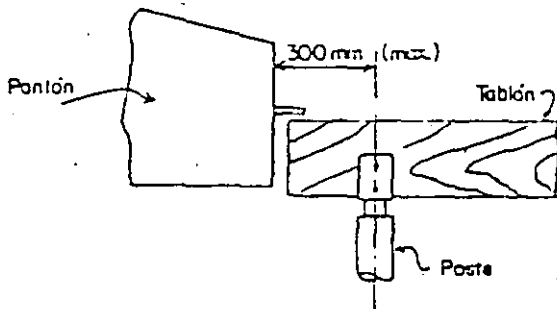
Estas dimensiones varían con el tamaño del tanque.



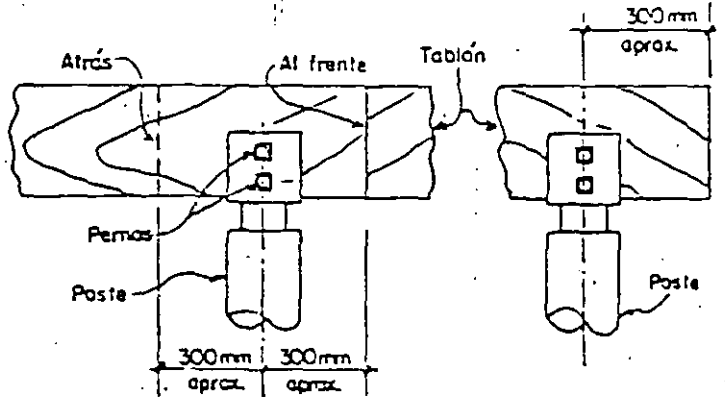
(a)
PLANTA PARCIAL
(Véase NOTA 2 para los radios)



(b)
ELEVACION PARCIAL DEL ARREGLO DE POSTES Ver NOTAS 1 y 2.



DETALLE "T"



DETALLE "U"

DETALLE "V"

NOTA 1

Las elevaciones de los postes de soporte son ajustadas de modo que el diatragma se tiende plano sin pendientes.

La elevación de los postes de soporte es elegida, de modo que el diatragma se elevará con gatas 15mm. cuando el techo está en su posición normal.

NOTA 2

Radios y número de radios son determinados tomando en cuenta la longitud de los tableros disponibles.

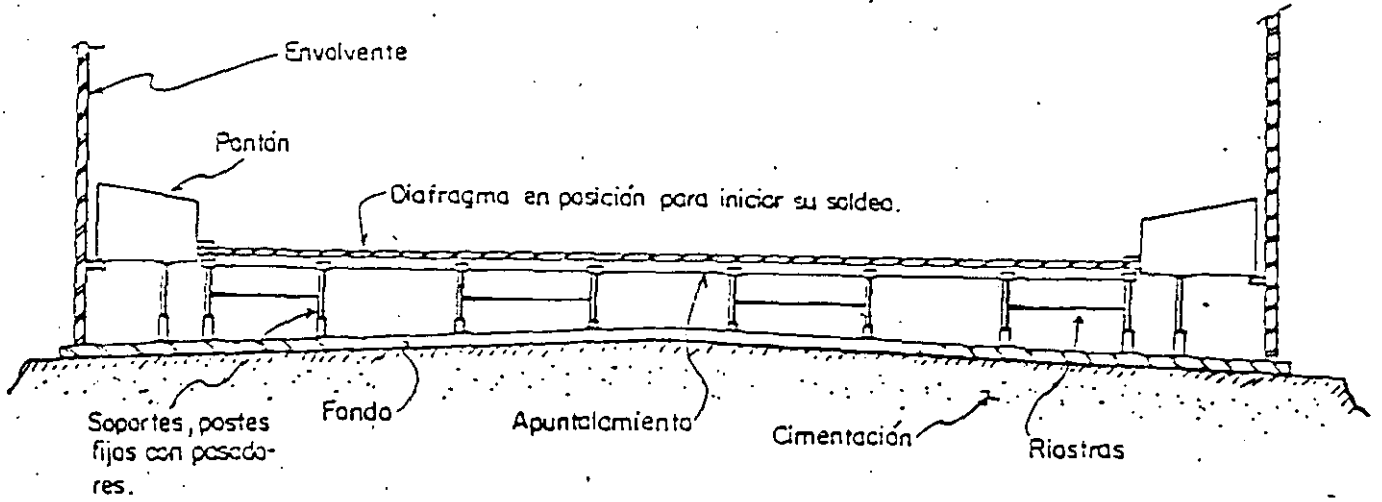


FIG. 4. 2. 2d

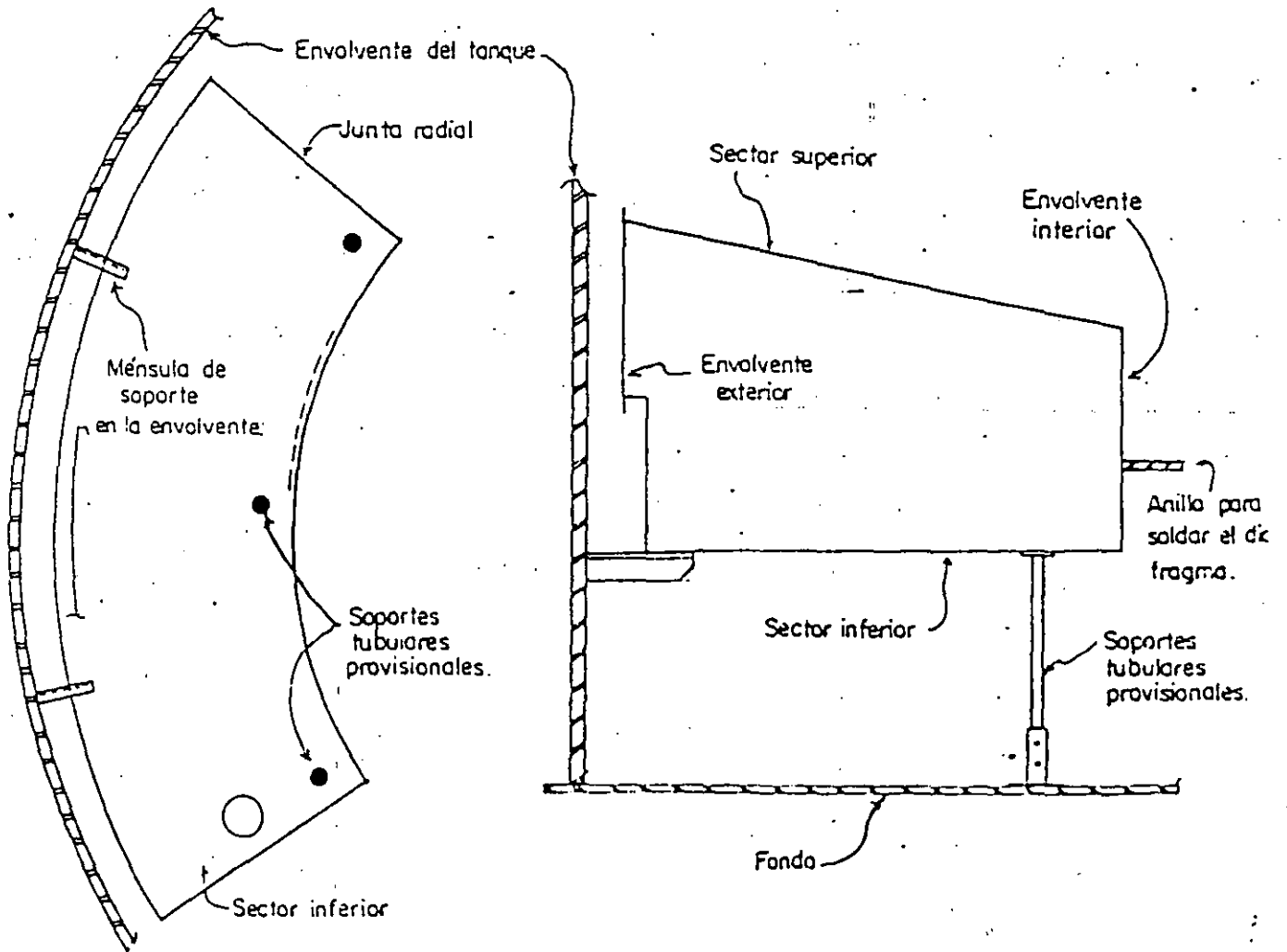
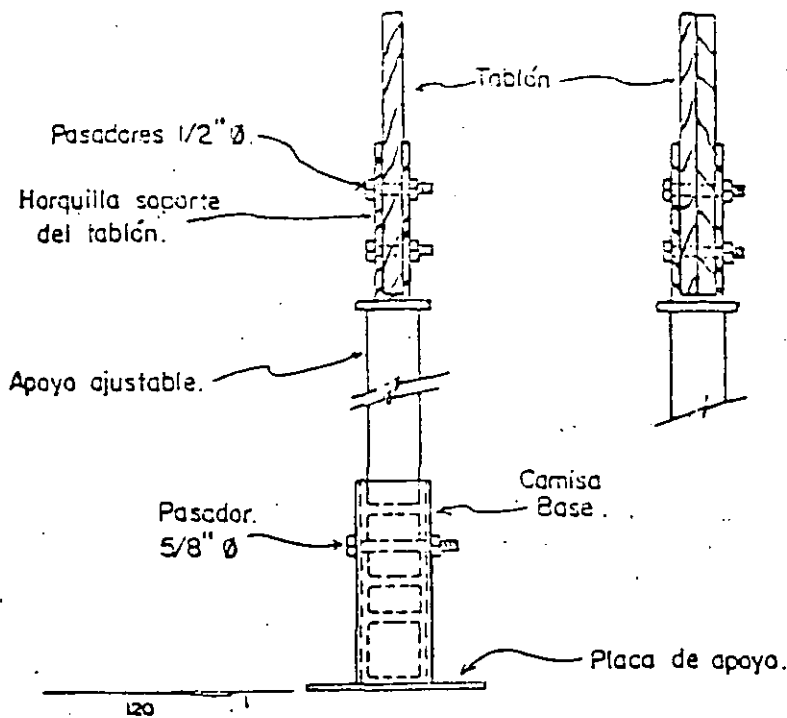


FIG. 4. 2. 2b



Detalle de un poste

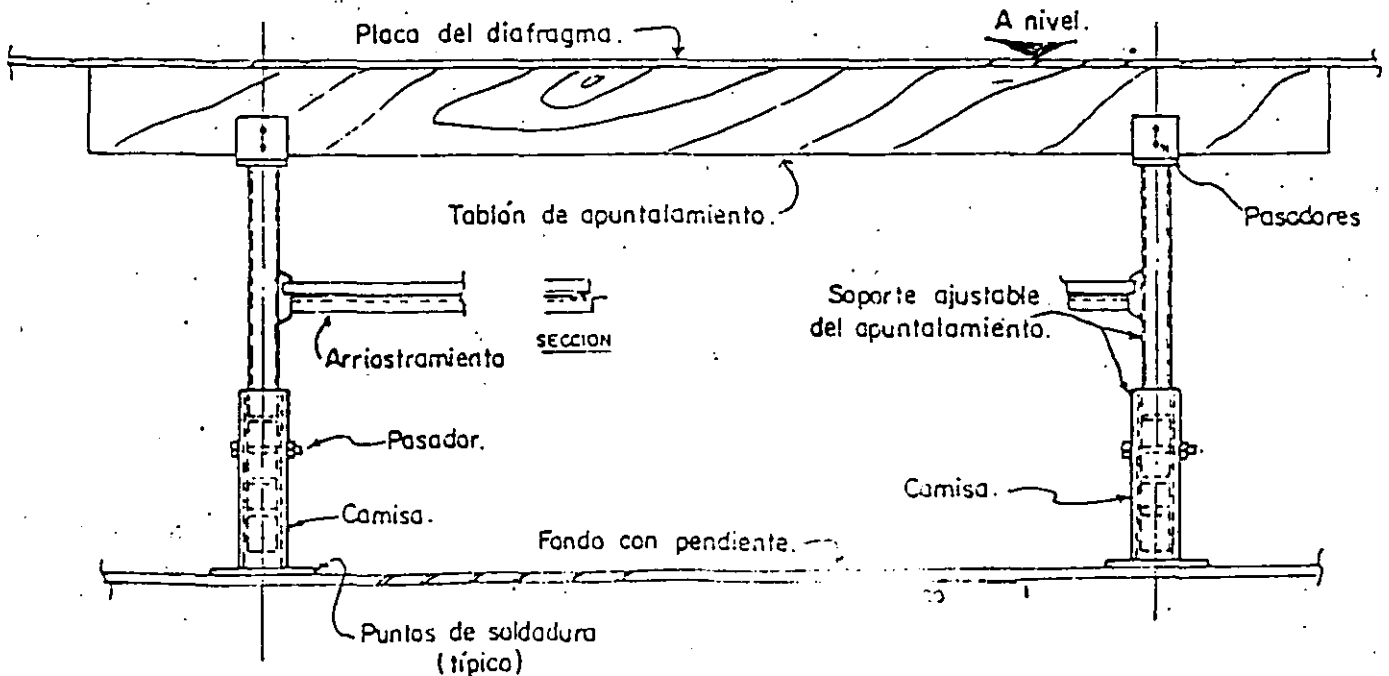


FIG. 4. 2. 2c

S. P. C. O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR: Ing. J. H. B.	IV-86	9 DE 15
SECCION 4.0 MONTAJE DEL TECHO FLOTANTE	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

ESTÁ TENDIENDO EL TECHO. EN LA FIGURA 4.2.2D SE MUESTRA EN --
FORMA ESQUEMÁTICA EL ARREGLO GENERAL DE LA OBRA FALSA CON --
SUS SOPORTES ARRIOSTRADOS Y LISTA PARA RECIBIR LAS PLACAS DEL
DIAFRAGMA.

4.2.3 ARREGLO Y TENDIDO DE LAS PLACAS DEL DIAFRAGMA DEL TECHO.

CON UN MÉTODO SEMEJANTE AL USADO PARA EL TENDIDO DE LAS PLA--
CAS DEL FONDO (SECCIÓN 2.0) SE TIENDEN Y SE AJUSTAN LAS PLA--
CAS DEL TECHO A BASE DE DIAFRAGMA SENCILLO, SOBRE LA OBRA PRO
VISIONAL DE APUNTALAMIENTO AVANZANDO DE LA PERIFÉRIA HACIA EL
CENTRO DEL TANQUE. LOS DISTINTOS CONCEPTOS TALES COMO LÍNEAS
DE DRENAJE, BOYAS, REGISTROS, ETC. DEBERÁN INTRODUCIRSE AL --
TANQUE ANTES DE COMPLETAR EL TENDIDO DEL DIAFRAGMA. LAS FIGU
RAS 4.2.3A Y 4.2.3.B EXHIBEN LOS DOS ARREGLOS USUALES DE TEN
DIDO DE PLACAS DE DIAFRAGMA.

4.2.4 SECUENCIA DE SOLDEO DEL DIAFRAGMA.

LAS FIGURAS MENCIONADAS EN EL PÁRRAFO ANTERIOR, INDICAN TAM--
BIÉN LA SECUENCIA DE LA SOLDADURA EN LAS PLACAS DEL DIAFRAGMA.
COMO EN EL FONDO, SOLDAR SIEMPRE DEL CENTRO HACIA LA PERIFÉ--
RIA. EL USO DE CANDADOS EN LAS JUNTAS ENTRE LAS PLACAS HORI--
ZONTALES Y LAS IRREGULARES ESTÁ PERMITIDO PUÉS EVITARÁN DEFOR
MACIONES MAYORES DEL DIAFRAGMA EN ESTAS PARTES. TODAS LAS RE
COMENDACIONES DADAS PARA EL SOLDEO DEL FONDO DEL TANQUE, SON
APLICADAS A LA SOLDADURA DEL DIAFRAGMA.

4.2.5 INSTALACIÓN DE BOYAS Y DE SOPORTES DEFINITIVOS DEL TECHO.

EN LA FIG. 4.2.5A SE SUGIERE UN ARREGLO DE BOYAS Y DE LOS --
SOPORTES DE SOPORTE. SE NOTARÁ QUE ALGUNOS DE LOS POSTES TUBU

SECUENCIA DE OPERACIONES

- ① Fijar y soldar los cordones de cada cuadrante en el orden numerico indicado.
- ② Las secuencias ③, ⑤ y ⑦ son solo operaciones de sujecion con candados de placa.
- ③ Emplacar la tecnica de retroceso.

Soldar estas juntas despues que se han hecho las soldaduras ① y ② para antes que se hagan de los extremos del cuadrante. Juntas ③, ⑤ y ⑦ marcadas con lineas mas gruesas.

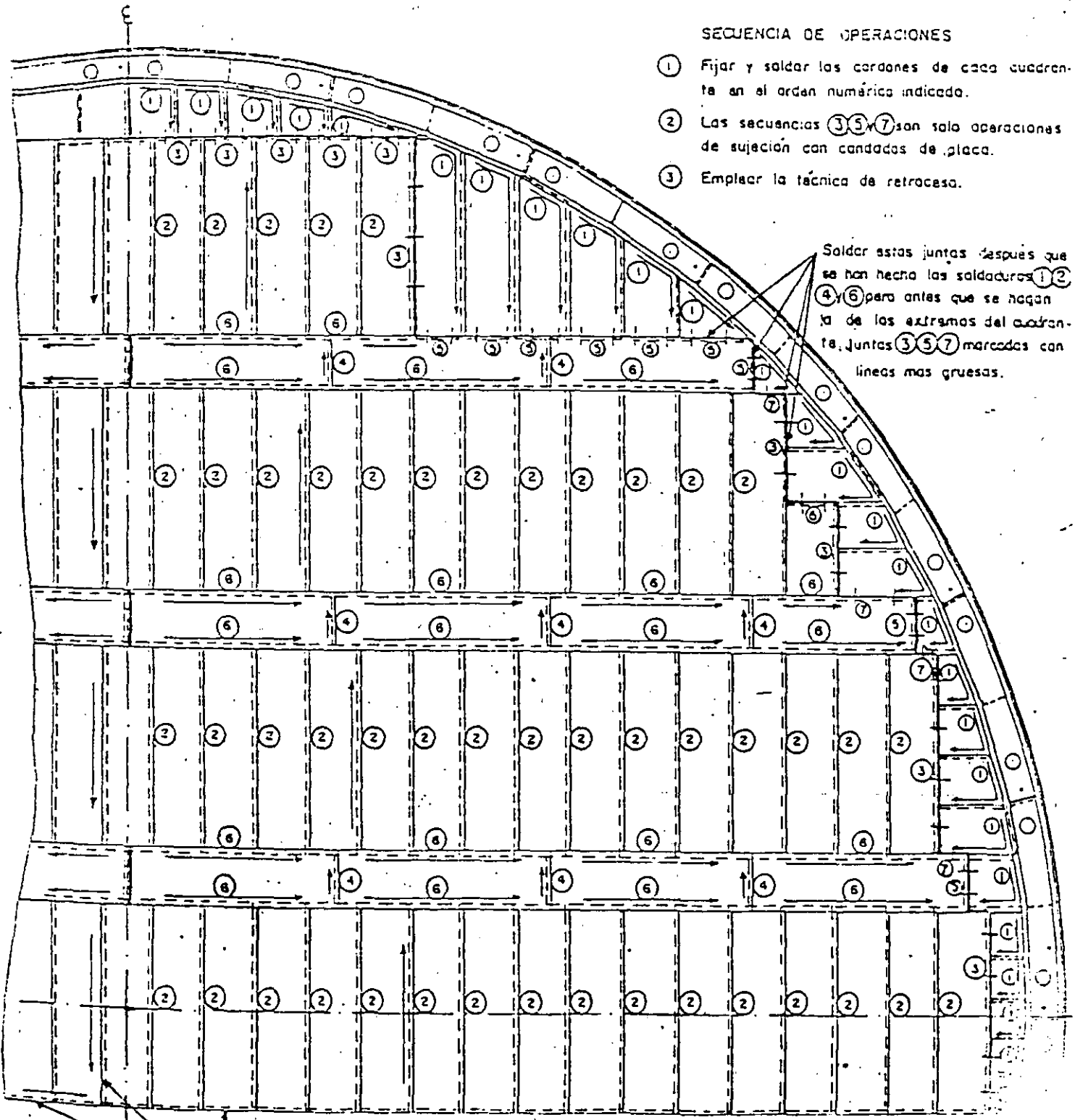


FIG. 4. 2. 3a

No puntear o soldar hasta que todas las soldaduras de los cuadrantes adyacentes del diafragma han sido terminadas. Cuando se haga, el avance del soldado se hara de la conexion al ponton hacia el centro del tanque.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		HECHO POR: Ing. J.J.L.	FECHA: IV-86	HOJA: 11 DE 16
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		APROBADO POR: Ing. J.H.B.		
SECCION 4.0 MONTAJE DE TECHO FLOTANTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

ARREGLO DEL TENDIDO DE PLACAS DEL DIAFRAGMA EN TANQUES DE TECHO FLOT.
Y SECUENCIA DE SOLDEO

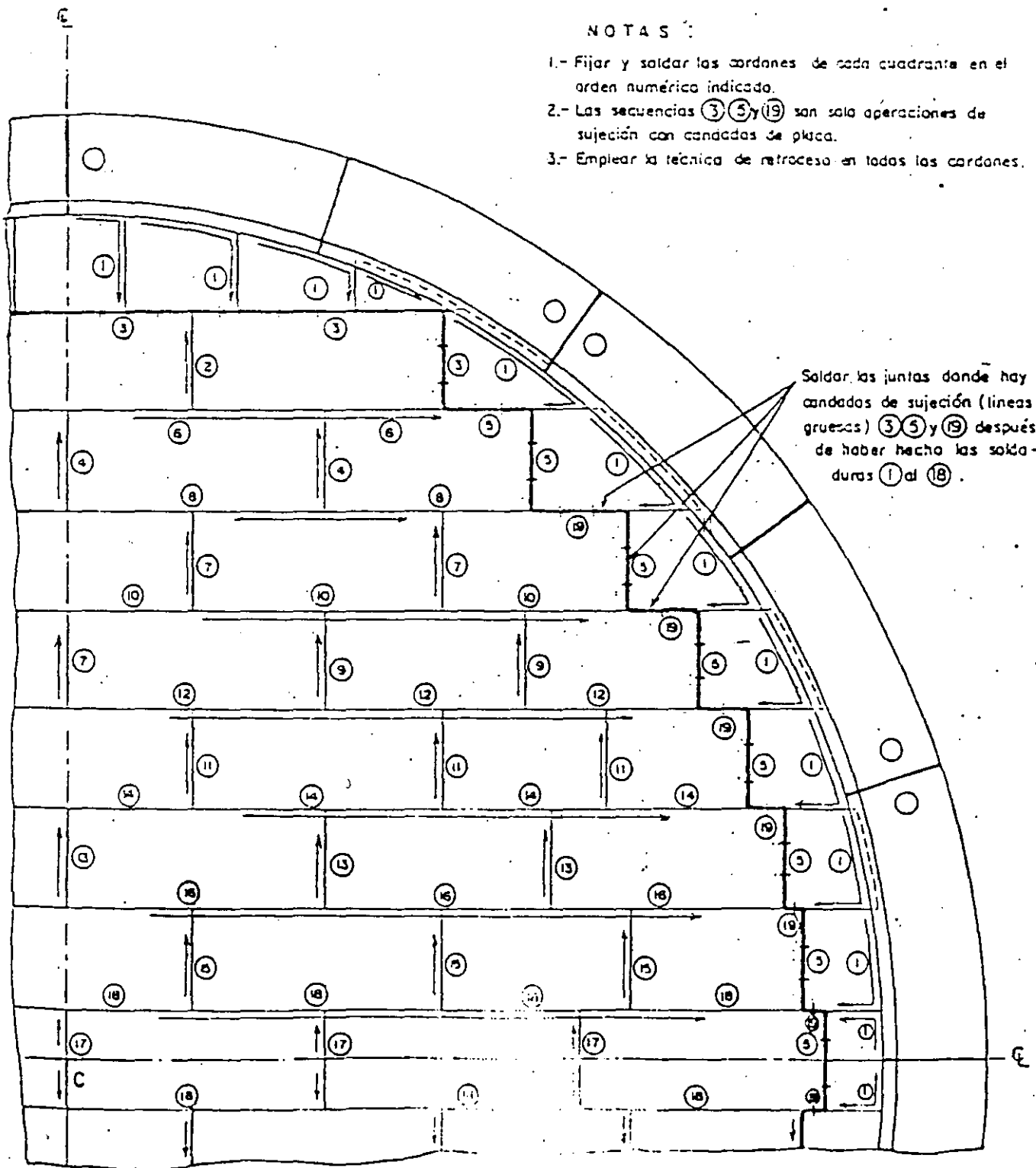


FIG. 4. 3

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES		HECHO POR Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
TECHO FLOTANTE		APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-66	13 DE 16
SECCION 4.0 MONTAJE DEL TECHO FLOTANTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

LARES CAEN DIRECTAMENTE EN COSTURAS DE SOLDADURA. SE RECOMIENDA, EN ÉSTOS CASOS, QUE ÉSTOS APOYOS SEAN RELOCALIZADOS EN EL CAMPO DE MODO QUE NO COINCIDAN CON LAS JUNTAS SOLDADAS DEL DIAFRAGMA. AGREGANDO A LO ANTERIOR, SERÁ NECESARIO DESVIAR BOYAS (DONDE SEA NECESARIO) UNA PEQUEÑA DISTANCIA A FIN DE SITUARLAS A UNOS 75 MM MÍNIMOS, O BIEN MOVERLAS A QUEDAR SOBRE LA COSTURA. SOLDARLAS AL DIAFRAGMA Y ABRIR AGUJEROS PARA EL PASO DE LAS CAMISAS DE SUS POSTES DE APOYO. INSERTARLAS EN EL AGUJERO DE LA PLACA DE REFUERZO Y SOLDARLAS.

DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN DE LA TOTALIDAD DE LAS BOYAS Y ALOJADOS LOS POSTES DE APOYO EN SUS CAMISAS EN EL DIAFRAGMA Y EL PONTÓN, ES NECESARIO ASEGURARLOS MEDIANTE PASADORES. VÉANSE LOS PLANOS DE MONTAJE CORRESPONDIENTES A CADA CAPACIDAD DE TANQUES, CONSULTANDOLOS CUANTAS VECES SEA NECESARIO. SE HARÁN LAS PRUEBAS CORRESPONDIENTES DE TODA LA INSTALACIÓN Y DE LAS SOLDADURAS FINALES.

PARA ASEGURAR LOS POSTES A SU CAMISA CORRESPONDIENTE COMO SE INDICA EN EL PLANO DE MONTAJE, ES NECESARIO ELEVAR EL DIAFRAGMA HASTA 15 MM PARA INSERTAR EL PERNO DE SUJECCIÓN. SE SUGIERE UNA TÉCNICA A BASE DE GATOS APOYADOS EN BASTIDORES HECHOS DE FIERRO PLANO. LA FIGURA 4.2.5B INDICA EL MÉTODO MENCIONADO Y LA TÉCNICA DESARROLLADA PARA EFECTUAR LA OPERACIÓN, ASÍ COMO EL DETALLE DE LOS ELEMENTOS DEL BASTIDOR PARA SU FABRICACIÓN.

DESPUÉS QUE SE HA TERMINADO LA INSTALACIÓN DEFINITIVA DE LA TOTALIDAD DE LOS POSTES, LA OBRA FALSA DE SOPORTE PUEDE SER DESMANTELADA Y SIGUIENDO A ÉSTO YA SE PUEDEN INSTALAR LOS DRENAJES DEL TECHO Y LOS REGISTROS.

FANJUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR Ing. J. J. L.

FECHA

HOJA

APROBADO POR Ing. J. H. B.

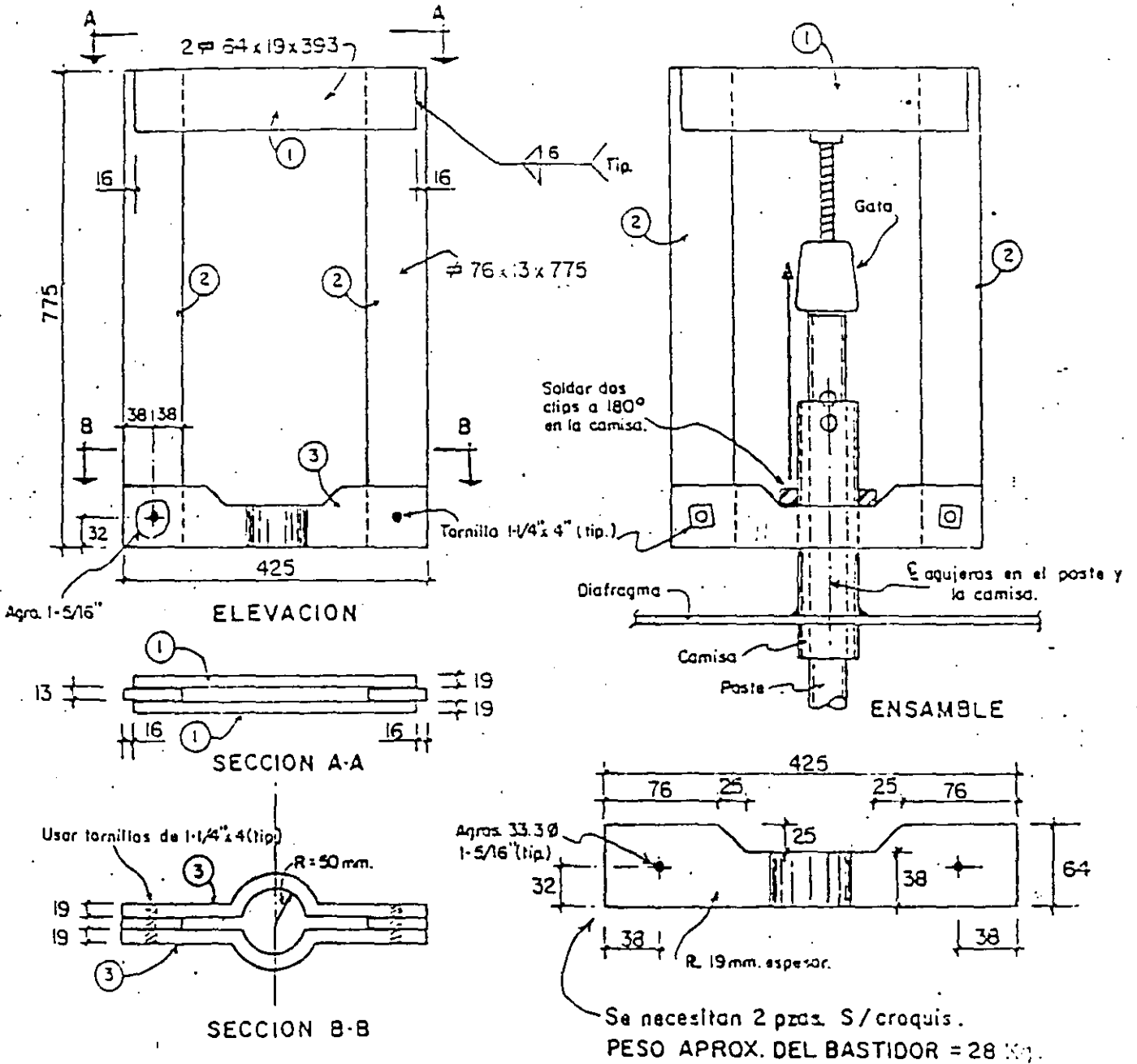
IV-56

14 DE 18

SECCION 4.0 MONTAJE DEL TECHO FLOTANTE

MANUAL DE MONTAJE N° 1

DETALLES Y USO DE BASTIDORES Y GATOS PARA ENSAMBLAR
LOS POSTES DE SOPORTE DEL DIAFRAGMA DEL TECHO FLOTANTE A SUS CAMISAS.



NOTAS :

1.- Soldar una abrazadera (3) a las soleras verticales (2) y dejar suelta la otra, atornillándola después de abrazar la camisa.

2.- Usar simultáneamente tres bastidores colocados en el poste de soporte. Con gatos poner los postes en posición pasadores a través de los agujeros de la camisa y el diaphragma. Continuar esta secuencia hasta que todos los postes hayan sido instalados.

FIG 4.2.5b

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV- 86	16 DE 16
SECCION 4.0 MONTAJE DEL TECHO FLOTANTE	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

4.2.6 INSTALACIÓN DE ACCESORIOS.

TERMINADO EL MONTAJE DEL DIAFRAGMA, PROCEDER A LA INSTALACIÓN DE LOS ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS REQUERIDOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL TECHO FLOTANTE, DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES SIGUIENTES:

1. LOCALIZAR Y ALINEAR LOS CARRILES DE LA ESCALERA RODANTE Y LAS OREJAS QUE VAN SOLDADAS A LA PLACA DE EXTENSIÓN DE LA ENVOLVENTE. TENER ESPECIAL CUIDADO EN LA INSTALACIÓN DE LOS CARRILES PARA EL DESPLAZAMIENTO DE LA ESCALERA.
2. ARMAR LAS SECCIONES DE LA ESCALERA SOBRE LOS CARRILES EN SU POSICIÓN EXTREMA HORIZONTAL. SOLDAR LAS SECCIONES ENTRE SÍ, Y LEVANTAR EL EXTREMO SUPERIOR HASTA ENSARTAR EL PERNO DE ARTICULACIÓN. HACER LA INSTALACIÓN COMPLETA ANTES DE LA PRUEBA DE LLENADO CON AGUA.
3. ESCALERA EXTERIOR EN ESPIRAL. EL MONTAJE DE ESTA ESCALERA SE LLEVA A CABO DESPUÉS DE TERMINADA LA ERECCIÓN Y SOLDEO DE LA ENVOLVENTE DEL TANQUE. SEGUIR EL ORDEN DEL MONTAJE DEL EXTREMO INFERIOR AL SUPERIOR.
4. LOCALIZAR EL INDICADOR DE NIVEL SOBRE LA EXTENSIÓN DE LA ENVOLVENTE Y CON PLOMADA LOCALIZAR SOBRE EL PONTÓN EL POZO DEL FLOTADOR. COLOCAR ÉSTE, SOLDARLO Y COMPROBAR SU HERMETICIDAD.
5. LOCALIZADA LA POSICIÓN DE LA GUÍA ANTIROTACIÓN, COLOCAR EL SOPORTE SUPERIOR Y CON PLOMADA TRANSPORTAR LA ABERTURA DE LA CAMISA GUÍA EN EL PONTÓN Y LA POSICIÓN DEL SOPORTE INFERIOR. ARMAR Y SOLDAR EL CONJUNTO Y VERIFICAR LA HERME

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR : Ing. J. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV - 36	16 DE 16
SECCION 4.0 MONTAJE DEL TECHO FLOTANTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

TICIDAD DE LA CAMISA-GUÍA. LA INSTALACIÓN SE HARÁ ANTES -
DEL LLENADO DEL TANQUE CON AGUA.

6. LOCALIZAR LAS VÁLVULAS AUTOMÁTICAS DE VEN--
TEO, ABRIR SUS AGUJEROS, MONTAR CAMISAS SOBRE EL DIAFRAGMA Y SOLDAR.
7. LOCALIZAR E INSTALAR POZOS Y REGISTROS DE MUESTREO, VEN--
TILAS MANUALES, BARRAS CENTRADORAS, GUARDA MANGUERAS, PA--
RRILLAS DE DRENAJE, ETC. TODA PERFORACIÓN HECHA AL DIA--
FRAGMA DEBERÁ VERIFICARSE CON LÍQUIDO PENETRANTE DESPUÉS
DE SOLDAR EL ACCESORIO.

NOTA: TODAS LAS LOCALIZACIONES INDICADAS, VIENEN BIEN DE--
FINIDAS EN LOS PLANOS DE MONTAJE DEL TECHO. CONSUL--
TARLOS PARA DISIPAR DUDAS. TAMBIÉN EN DICHS PLANOS
SE INDICAN LA SOLDADURA DE CAMISAS, REFUERZOS, ETC.

PEMEX	S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES	RECIBO POR - ING. J. L.	FECHA	HOJA
TECHO FLOTANTE	APROBADO POR ING. J. M. B.	IV-86	1 DE 10
SECCION 5.0 INSTALACION DEL TUBO-SELLO	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

5.0 INSTALACION DEL TUBO-SELLO

5.1 GENERALIDADES.

EL SISTEMA DE SELLADO PARA LOS TANQUES DE TECHO FLOTANTE EN USO EN PEMEX ES EL DENOMINADO TUBO-SELLO. SE TRATA DE UN DISPOSITIVO IDEADO PARA CERRAR HERMÉTICAMENTE EL ESPACIO ANULAR ENTRE EL PONTÓN PERIMETRAL DEL TECHO FLOTANTE Y LA ENVOLVENTE CILÍNDRICA O PARED DEL TANQUE. ES UN TIPO DE SELLO MUY EFECTIVO PARA REDUCIR A UN MÍNIMO LAS PÉRDIDAS POR EVAPORACIÓN DEL PRODUCTO ALMACENADO, MINIMIZANDO EL ESCAPE DE LOS VAPORES AL MEDIO AMBIENTE. LA ADOPCIÓN POR PARTE DE PEMEX DEL TIPO DE SELLO DESCRITO, SE BASÓ EN SU ALTA EFICACIA CON RELACIÓN A OTROS TIPOS DE DISEÑO MECÁNICO Y CON MATERIALES METÁLICOS.

EL TUBO-SELLO CONSTA ESCENCIALMENTE DE UN TUBO FLEXIBLE, BANDA DE DESGASTE Y PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN PRINCIPALMENTE CONTRA LA LLUVIA. EL TIPO EXPANSIBLE TIENE UN SOPORTE ADICIONAL DE APUNTALAMIENTO. EL TUBO SE LLENA GENERALMENTE CON PETRÓLEO DIAFANO PERO PUEDEN USARSE OTROS LÍQUIDOS SI SON COMPATIBLES CON EL MATERIAL DEL TUBO Y CON EL RANGO DE TEMPERATURA AMBIENTE ENTRE EL VERANO Y EL INVIERNO, EN ZONAS DE CLIMA EXTREMOSO. COMO EL TUBO QUE ES PROPIAMENTE EL SELLO, SE LLENA CON UN LÍQUIDO, SE ACOMODA ASIMISMO A LAS MENORES IRREGULARIDADES DE LA ENVOLVENTE TALES COMO LAS COSTURAS DE LAS SOLDADURAS. LAS FIGURAS 5.1A Y 5.1B REPRESENTAN INSTALACIÓN COMPLETA DEL TUBO-SELLO, ASÍ COMO SUS PARTES COMPONENTES.

EL TUBO Y LA BANDA DE DESGASTE, SE FABRICAN CON HULE SINTÉTICO RESISTENTE A LA ABRASIÓN Y A LOS ELEMENTOS QUÍMICOS DEL CRUDO Y DE LOS PRODUCTOS LIGEROS ALMACENADOS. EL RANGO DE TEM

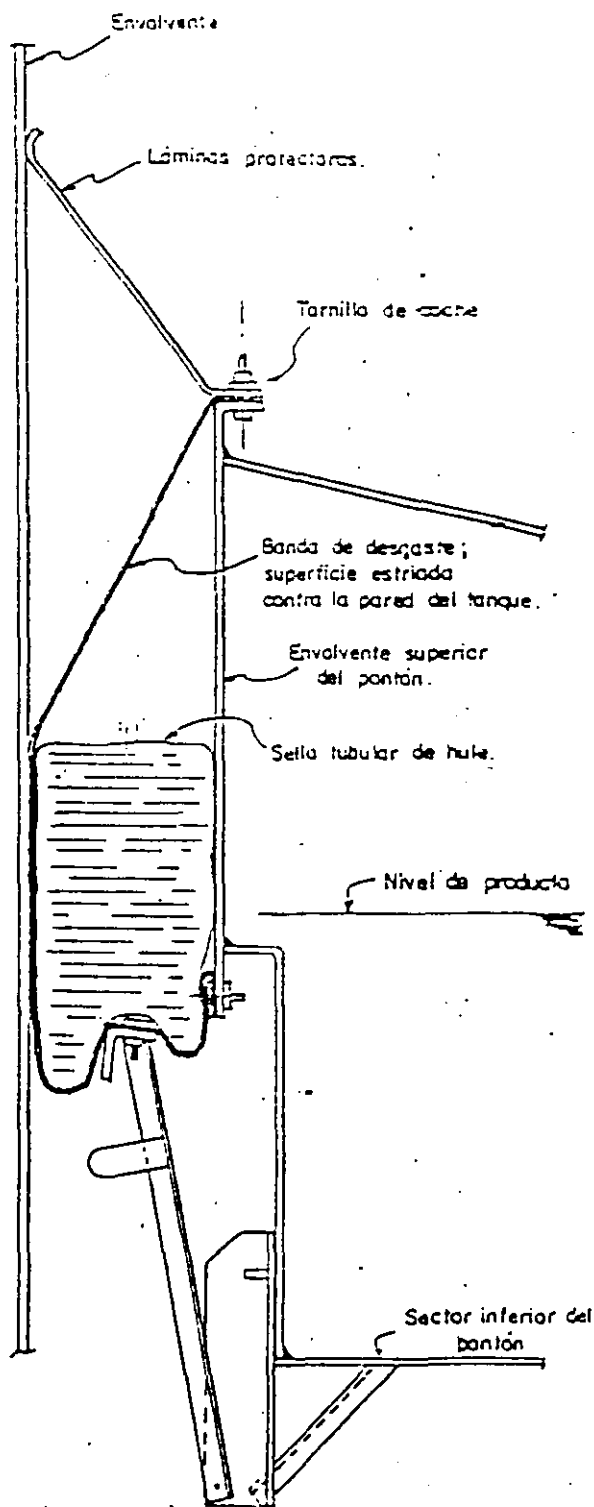
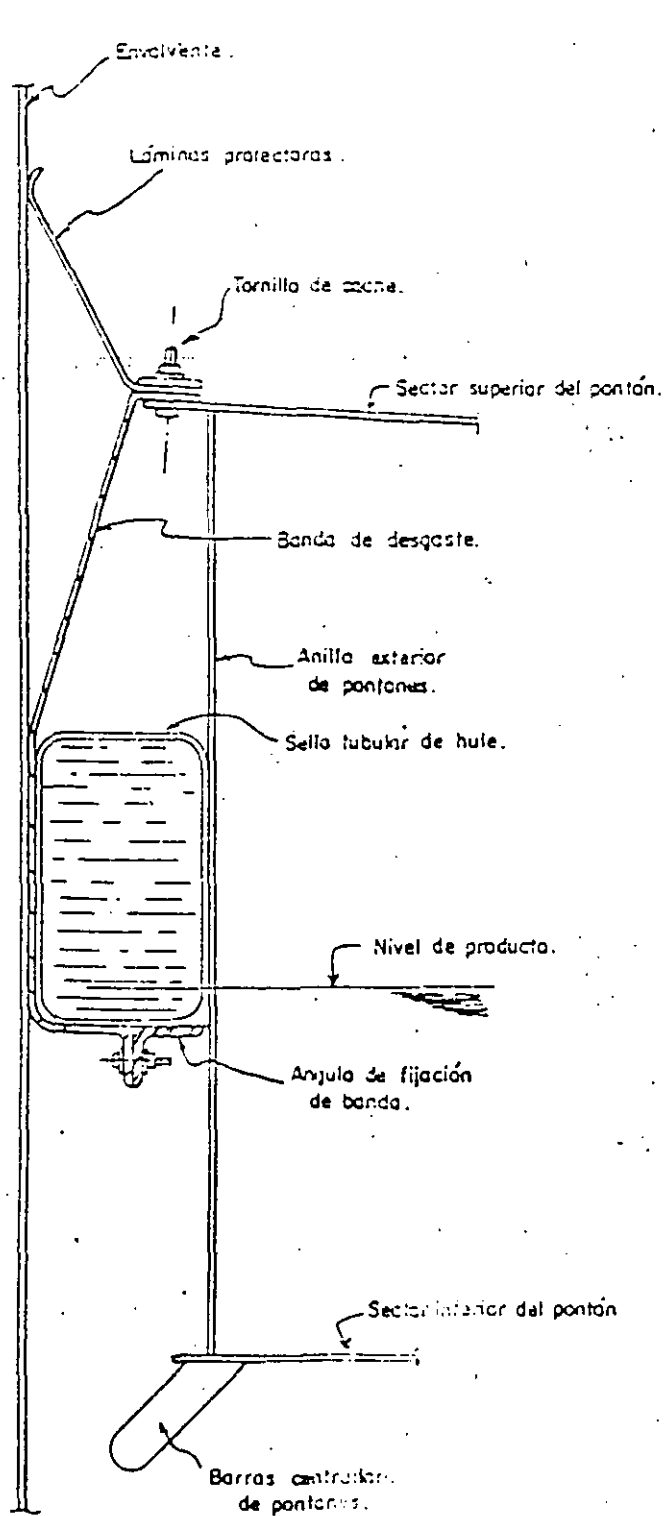


Fig. 5.1.a Instalacion del tubo-sello en tanques de 200, 100 y 55 M.B.

Fig. 5.1.b Instalacion del tubo-sello en tanques de 500 M.B.

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR	FECHA	HOJA
APROBADO POR	IV-85	3 DE 10

SECCION 503 INSTALACION DEL TUBO-SELLO

MANUAL DE MONTAJE N° 1

PERATURA PARA EL MATERIAL ESTANDAR ES DE - 29°C A + 93°C - - (-20°F A + 200°F). SE DISPONE, SIN EMBARGO DE FÓRMULAS ESPECIALES PARA LA FABRICACIÓN DE SELLOS PARA CONDICIONES MÁS SEVERAS DEL MEDIO AMBIENTE.

5.2

INSTRUCCIONES PARA LA INSTALACIÓN DEL SELLO.

A CONTINUACIÓN SE EXPONE LA SECUENCIA QUE SE SIGUE PARA LA -- INSTALACIÓN CORRECTA DEL TUBO-SELLO, APLICANDO LAS INSTRUCCIONES CONTENIDAS EN EL PLANO RESPECTIVO.

1. ANTES DE INICIAR LA INSTALACIÓN DEL TUBO, DEBERÁ ESTAR -- COMPLETAMENTE MONTADO Y SOLDADO EL FONDO, LA ENVOLVENTE Y EL TECHO FLOTANTE DEL TANQUE. EL TECHO, APOYADO EN EL FONDO CON SUS SOPORTES DEFINITIVOS Y CONCÉNTRICO CON LA ENVOLVENTE DEL TANQUE. REVISAR QUE LA SEPARACIÓN ENTRE LA ENVOLVENTE EXTERIOR DEL PONTÓN Y LA PARED DEL TANQUE, ESTÉ DE ACUERDO CON LAS DIMENSIONES DEL PLANO DE MONTAJE. LA ENVOLVENTE DEL PONTÓN DEBERÁ ESTAR COMPLETAMENTE VERTICAL SIN NINGUNA CURVATURA O COMBA EN SU PARTE SUPERIOR.
2. CADA DOS TORNILLOS UNO SI Y EL OTRO NO, LOCALIZADOS EN EL SECTOR SUPERIOR DEL PONTÓN, ESTÁN EN LÍNEA DIRECTAMENTE CON CADA AGUJERO DEL ÁNGULO INFERIOR DE SUJECCIÓN. ES SUFICIENTE VERIFICAR MÁS O MENOS CADA DIEZ PERNOS CON SUS CORRESPONDIENTES AGUJEROS DEL ÁNGULO, QUE ESTÉN EN LÍNEA Y COMPROBAR IGUALMENTE QUE SUS SEPARACIONES SEAN LAS MISMAS.
3. LOS TORNILLOS DEBERÁN SOLDARSE AL PONTÓN Y TODAS LAS DIVERSAS SOLDADURAS Y ESMERILADOS DEL SECTOR SUPERIOR DEL PONTÓN DEBERÁN COMPLETARSE ANTES DE INSTALAR LA BANDA DE DESGASTE.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-55	4 DE 10
SECCION 5.0 INSTALACION DEL TUBO-SELLO	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

4. LAS JUNTAS VERTICALES DEL ÁNGULO INFERIOR DE SUJECCIÓN, DEBERÁN ESTAR ALINEADAS Y AL RAS; SOLDARLAS Y ESMERILARLAS A DEJARLAS ALISADAS. CUALQUIER SALIENTE EN LAS ALAS DEL ÁNGULO, TAMBIÉN SERÁ REBAJADO.

- 5.- SALPICADURAS DE SOLDADURAS, REBASAS Y CUALQUIER OTRO SALIENTE CORTANTE QUE HAYA EN EL ESPACIO DONDE SE ALOJARÁ EL SELLO, DEBERÁN SER REMOVIDOS.

6. ANTES DE DESEMPACAR LA BANDA DE DESGASTE Y EL TUBO-SELLO LIMPIAR, BARRIENDO EL DIAGRAMA Y EL PONTÓN. LA BANDA Y EL TUBO VIENEN EN CAJAS SEPARADAS Y ÉSTAS SE ABRIRÁN HASTA QUE SE REQUIERA.

7. LA BANDA DE DESGASTE TIENE UNA CARA LISA Y LA OTRA ESTRIADA. SE INSTALA COMO UN ANILLO CONTINUO, PERO VIENE EN VARIOS TRAMOS. DESEMPACAR ÉSTOS CUIDADOSAMENTE, DESENNROLLAR LOS SOBRE EL PONTÓN Y EMPALMARLOS SIGUIENDO LAS INSTRUCCIONES DEL PLANO DE MONTAJE. TENDER LA BANDA CON SU CARA LISA HACIA ARRIBA Y CON LAS PERFORACIONES PARA INSERTAR LOS TORNILLOS DEL PONTÓN CADA 152 MM (6") HACIA EL INTERIOR DEL TANQUE,. FIJAR LA BANDA EN LOS TORNILLOS COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA 5.2A Y HACIENDO UN GIRO DE LA BANDA PARA QUE SU CARA ESTRIADA MIRE HACIA LA ENVOLVENTE DEL TANQUE, DESCOLGARLA EN EL ESPACIO ENTRE PONTÓN Y ENVOLVENTE Y APOYARLA EN EL ÁNGULO INFERIOR DE SUJECCIÓN. COLOCAR EN FORMA PROVISIONAL SOLERAS DE FIJACIÓN (LAS QUE TRAEN AGUJEROS OVALADOS) APROXIMADAMENTE A CADA METRO Y APRETAR LAS TUERCAS EN LOS TORNILLOS, HASTA DEJAR FIRME LA BANDA SIN DETERIORARLA POR EXCESO DE APRIETE. DESPUÉS SE ATORNILLARÁN EN FORMA DEFINITIVA, AL INSTALAR EL TUBO - - - -

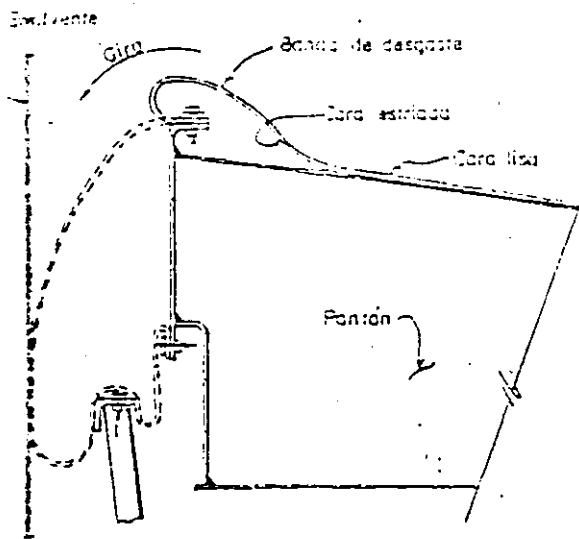
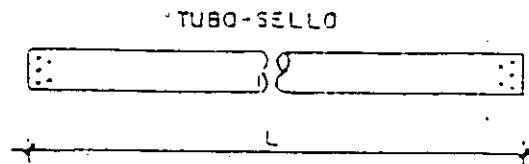


FIG. 5.2a



- L = 270,053 mm. en tanques de 500 MB.
- L = 172,974 mm. en tanques de 200 MB.
- L = 128,778 mm. en tanques de 100 MB.
- L = 96,317 mm. en tanques de 55 MB.

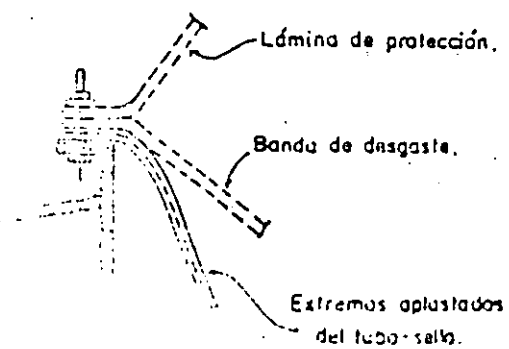
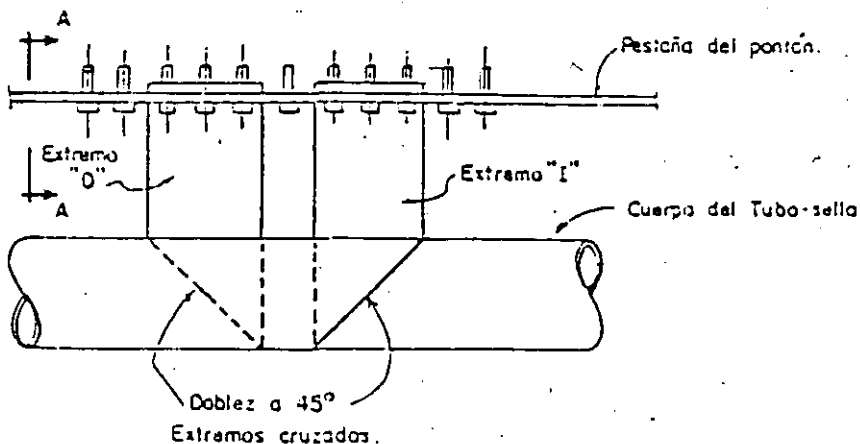
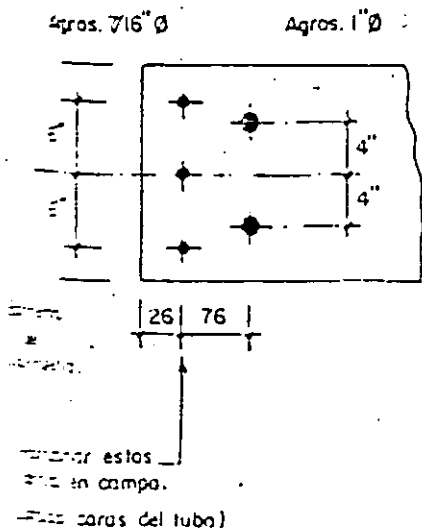
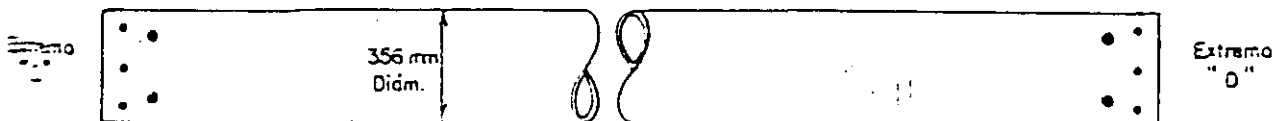


FIG. 5.2b

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-66	8 DE 10
SECCION 5.0 INSTALACION DEL TUBO-SELLO		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

SELLO Y LAS LÁMINAS DE PROTECCIÓN. ATORNILLAR LA BANDA AL ÁNGULO DE FIJACIÓN INFERIOR, USANDO TORNILLOS DE COCHE -- CON LA CABEZA ALISADA HACIA LA ENVOLVENTE. NO APRETAR LOS TORNILLOS. EN LOS TANQUES DE 500,000 BARRILES, LA BANDA - SE FIJA ABAJO EN DOS APOYOS: EN EL ÁNGULO INFERIOR SOBRE EL BRAZO ANGULAR Y DIRECTAMENTE EN LA PLACA INFERIOR 1b - DE LA ENVOLVENTE EXTERIOR DEL PONTÓN (FIG. 5.1b). EN LOS TANQUES DE 200,000 A 55,000 BLS. DE CAPACIDAD, SOLAMENTE SE FIJA LA BANDA EN UN ÁNGULO INFERIOR Y CON SU SOLERA - CORRESPONDIENTE DE SUJECIÓN (FIG. 5.1a). AL APRETAR LOS TORNILLOS DESPUÉS DE INSTALADO EL TUBO-SELLO, SE OBTEN-- DRÁ UN SELLO LÍQUIDO HERMÉTICO.

8. DESPUÉS DE COMPLETAR EL ATORNILLADO PROVISIONAL EN EL ÁN GULO INFERIOR, DESEMPACAR EL TUBO-SELLO INSPECCIONANDO - EL INTERIOR DE LA CAJA, POR SI HAY CLAVOS QUE HAYAN PICA DO EL TUBO. SACARLO CON MUCHO CUIDADO PARA EVITAR UNA PL CADURA. DESENNOLLARLO Y TENDERLO CERCA DEL PERÍMETRO EX TERIOR DE LA TAPA DEL PONTÓN. TODAS LAS TORCEDURAS Y - - ARRUGAS EN EL TUBO DEBERÁN SUPRIMIRSE, ALISANDOLO CUANDO SE ESTÁ EXTENDIENDO. PREPARAR SUS EXTREMOS (FIG. 5.2b) - APLASTANDO LAS PUNTAS Y PUNZONAR LOS TRES AGUJEROS DE 11 MM (7/16") A LAS DISTANCIAS INDICADAS. LOS DOS AGUJEROS DE 25.4 MM. (1") EN CADA EXTREMO YA VIENEN HECHOS DE FÁ BRICA Y SIRVEN DE RESPIRADERO Y PURGA.
9. VACIARLE AL TUBO POR UN EXTREMO APROXIMADAMENTE 40 LI-- TROS DE PETRÓLEO DIAFANO. SOSTENER EL EXTREMO LEVANTA DO Y A UNOS 2.00 METROS APROXIMADAMENTE ELEVAR EL TUBO A LA MISMA ALTURA PARA ACUMULAR EL LÍQUIDO EN EL COLUM PIO RESULTANTE E INSPECCIONAR EL TRAMO CUIDADOSAMENTE - PARA DESCUBRIR POSIBLES FUGAS. ENTRE DOS TRABAJADORES, REPETIR ÉSTA OPERACIÓN RECORRIENDO LA LONGITUD TOTAL --

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. J.L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR Ing. J.H.B.	IV- 86	7 DE 10
SECCION 5.0 INSTALACION DEL TUBO-SELLO		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

DEL TUBO Y CON EL LÍQUIDO RETENIDO EN SU PARTE BAJA, BUSCAR SEÑALES DE GOTEO O HUMEDAD. REPARAR EN CASO NECESARIO CON EL EQUIPO DE REPARACIÓN QUE SE SUMINISTRA. REVISADO EL ESTADO DEL TUBO-SELLO, PROCEDER A COLOCARLO EN SU LUGAR DESCOLGANDO DE LOS TORNILLOS DEL PONTÓN LA BANDA DE DESGASTE, EN UNA LONGITUD DE 2.50 A 3.00-METROS, DEJANDO CAER EL TUBO SOBRE LA BANDA. DÓBLENSE LOS EXTREMOS DEL TUBO CON EL DOBLEZ HACIA EL PONTÓN Y FÍJENSE EN LOS TORNILLOS SOLDADOS DEL DOBLEZ (FIG. 5.2B). SUBIR Y ENGANCHAR LA BANDA. DESCOLGAR OTRO TRAMO DE IGUAL LONGITUD DEJANDO CAER EL TUBO, INMEDIATAMENTE SUBIR LA BANDA Y ENGANCHARLA EN LOS TORNILLOS. REPETIR ESTA OPERACIÓN EN TODA LA LONGITUD DEL TUBO. AL COLOCARLO, ASEGURARSE QUE SU COSTURA LONGITUDINAL QUEDE DEL LADO DEL PONTÓN Y DEBERÁN TOMARSE TODAS LAS PRECAUCIONES PARA NO LASTIMARLO CON LAS CUERDAS DE LOS TORNILLOS O LAS ARISTAS METÁLICAS.

10. DESPUÉS DE COLOCADO TODO EL TUBO Y LA BANDA DE DESGASTE ENGANCHADA EN SU LUGAR (NO ATORNILLADA) PROCEDER A LLENAR EL TUBO-SELLO INSERTANDO LA PUNTA DE LA MANGUERA DE LLENADO EN EL EXTREMO DEL TUBO-SELLO MÁS ALLÁ DEL DOBLEZ A 45° CON EL OTRO EXTREMO ENSARTADO Y SIN APRETAR LAS TUERCAS. VACIAR LÍQUIDO HASTA COMPLETAR LA PRIMERA CUARTA PARTE DE LA CANTIDAD TOTAL ESPECIFICADA. PARAR EL LLENADO, DESPRENDER LA BANDA DE DESGASTE DE TRES EN TRES TORNILLOS Y EFECTUAR UNA MINUCIOSA INSPECCIÓN DEL SELLO CERCIORÁNDOSE QUE EL TUBO ESTÉ LISO SIN ARRUGAS NI TORCE DURAS. NO DESPRENDER LA BANDA DE TRES TORNILLOS SI NO SE HAN ENGANCHADO LOS TRES ANTERIORES. SEGUIR LLENANDO HASTA COMPLETAR LA SEGUNDA CUARTA PARTE, PARAR Y EFECTUAR UNA NUEVA REVISIÓN. CONTINUAR EN LA MISMA FORMA HASTA

PEMEX S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-36	8 DE 10
SECCION 5.0 INSTALACION DEL TUBO-SELLO	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

QUE EL TUBO ESTÉ COMPLETAMENTE LLENO CON LA CANTIDAD NORMAL QUE ES CASI SIEMPRE ALREDEDOR DEL 80% DE LA CANTIDAD TOTAL ESTIPULADA EN EL PLANO DE MONTAJE RESPECTIVO. ESTA CANTIDAD ES SUFICIENTE SI DESPUÉS DE APRETAR TODOS LOS -- TORNILLOS EXISTE UN CONTACTO HERMÉTICO CON LA ENVOLVENTE DEL TANQUE EN TODA LA PERIFÉRIA. ES PREFERIBLE USAR PETRÓLEO DIAFANO PARA LLENAR EL TUBO; PODRÍA USARSE AGUA EN -- CLIMAS NO FRÍOS Y AÚN EN REGIONES FRÍAS, PERO EN ESTE CASO DEBERÁ AGREGARSELE UNA SOLUCIÓN ANTICONGELANTE. NUNCA DEBERÁ EMPLEARSE AGUA SALADA.

11. LA PARTE INFERIOR DE LA BANDA DE DESGASTE SERÁ INSPECCIONADA DESPUÉS DE 24 HORAS DE EFECTUADA LA OPERACIÓN DE LLENADO, PARA BUSCAR FUGAS O DISMINUCIÓN DE LA PRESIÓN DEL TUBO-SELLO. SI ÉSTO OCURRE, ES INDICACIÓN DE UNA FUGA EN EL TUBO; REINSPECCIONARLO PARA DESCUBRIR PUNTOS DE HUMEDAD -- QUE PUDIERAN EXISTIR Y REPARAR EN SU CASO.
12. INSTALAR LAS LÁMINAS DE PROTECCIÓN CONTRA LA LLUVIA EN EL ORDEN INDICADO EN EL PLANO DE MONTAJE. FIJARLAS CON LAS -- SOLERAS DE RETENCIÓN QUE PRESIONARÁN TAMBIÉN LA BANDA DE DESGASTE Y EL TUBO-SELLO. VÉASE LA FIGURA 5.2.C.
13. PARA CUALQUIER PONCHADURA O PIQUETE, QUE PUDIERE DESARROLLARSE EN EL TUBO, SE PUEDEN HACER LAS REPARACIONES DE -- ACUERDO CON LAS INSTRUCCIONES QUE SE ADJUNTAN EN CADA -- EQUIPO DE REPARACIÓN.
14. VERIFICAR NUEVAMENTE QUE TODA REBABA, BORDE, CORDÓN DE -- SOLDERA, SALPICADURAS, ETC. EN LA PARTE INTERIOR DE LA ENVOLVENTE HAYA SIDO ALISADA TOTALMENTE TANTO ARRIBA DEL

DETALLE COLOCACION DE LAS LAMINAS DE PROTECCION

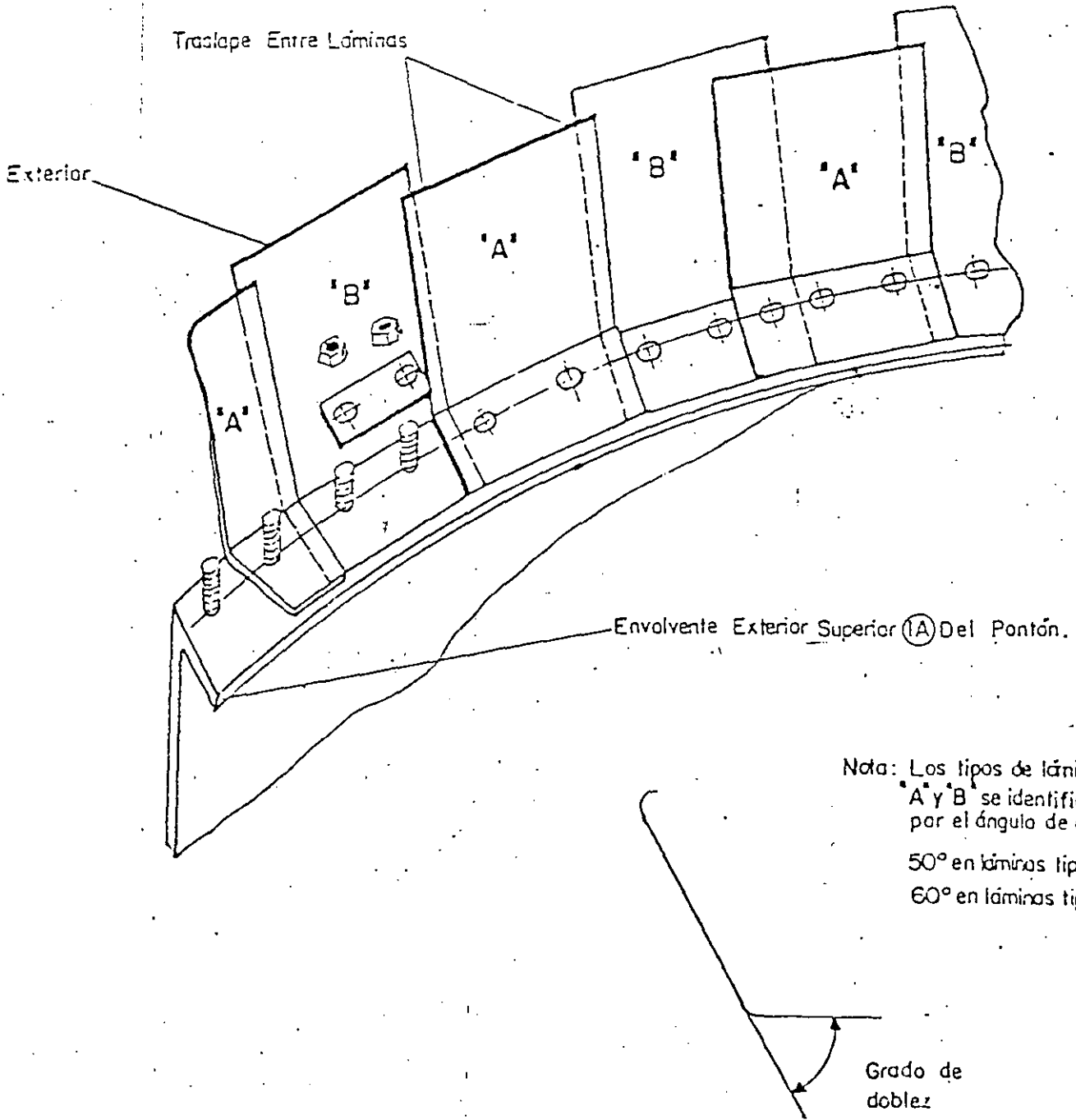


Fig. 5.2.C DETALLE DE COLOCACION DE LAMINAS DE PROTECCION TIPO 'A' y 'B'

S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		HECHO POR Ing. J.L.	FECHA	HOJA
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		APROBADO POR Ing. J.H.B.	IV-66	10 DE 10
SECCION 50 INSTALACION DEL TUBO-SELLO		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

SELLO COMO ABAJO DEL MISMO, YA QUE EN OPERACIÓN EL TECHO PUEDE ESTAR A SU ALTURA MÁXIMA COMO EN LA PARTE MÁS BAJA A SU NIVEL DE APOYO EN EL FONDO.

15. INSPECCIONAR CUIDADOSAMENTE QUE NO QUEDEN EN EL INTERIOR DEL TANQUE, HERRAMIENTA, ANDAMIOS, ETC. Y BARRER EL FONDO PARA DEJARLO LIMPIO.
16. CONECTAR Y PROBAR LA HERMETICIDAD DEL SISTEMA DE DRENAJE DEL DIAFRAGMA CON LA CUAL QUEDA TERMINADO EL MONTAJE DEL TECHO FLOTANTE.
17. SE PREPARA ENSEGUIDA LA PRUEBA DE FLOTACIÓN LLENANDO EL TANQUE CON AGUA HASTA DESBORDARSE. DURANTE EL PRIMER CICLO DE RECORRIDO DEL TECHO HASTA EL NIVEL SUPERIOR Y REGRESO AL FONDO, OBSERVAR CUIDADOSAMENTE LA CARA SUPERIOR DEL DIAFRAGMA Y EL INTERIOR DEL PONTÓN Y BOYAS PARA DETERMINAR SI HAY FUGAS. DURANTE LA TRAVESÍA HACIA ARRIBA PUEDE SUCEDER QUE SE LIBERE ALGO DEL LÍQUIDO DEL TUBO-SELLO PARA LO CUAL SE HAN DEJADO LOS EXTREMOS SIN PRENSAR. CONCLUIDO EL RECORRIDO, SE COLOCARÁN LAS PLACAS DE PROTECCIÓN FALTANTES Y LAS BARRAS DE FIJACIÓN DEL TUBO-SELLO.

6.0 ACCESORIOS.

6.1 INSTALACION DE ACCESORIOS.

REGISTROS DE HOMBRE, BOQUILLAS Y OTROS ACCESORIOS DEBERÁN INSTALARSE Y SOLDARSE APROPIADAMENTE PARA IMPEDIR LA FORMACIÓN DE GRIETAS. AÚN PEQUEÑAS GRIETAS, CUANDO ESTÁN SUJETAS A ESFUERZOS ALTOS, PUEDEN EXTENDERSE EN LA ENVOLVENTE DEL TANQUE CAUSANDO FALLAS DESASTROSAS.

LOS CORTES EN LA ENVOLVENTE PARA LA ENTRADA DE LAS BOQUILLAS DEBERÁN HACERSE CON EXACTITUD. LA PERIFERIA DE LA ABERTURA DEBE ESTAR LISA Y LIBRE DE CORTADURAS, DE BORDES O CANTOS ÁSPEROS Y ESQUINAS CON FILOS. TODA LA ESCORIA, REBABAS O RECORTES DEBERÁN REMOVERSE ANTES DE SOLDAR Y LAS ESQUINAS REDONDEADAS CON ESMERIL. SIEMPRE QUE SEA POSIBLE, NO DEBERÁN DISEÑARSE --

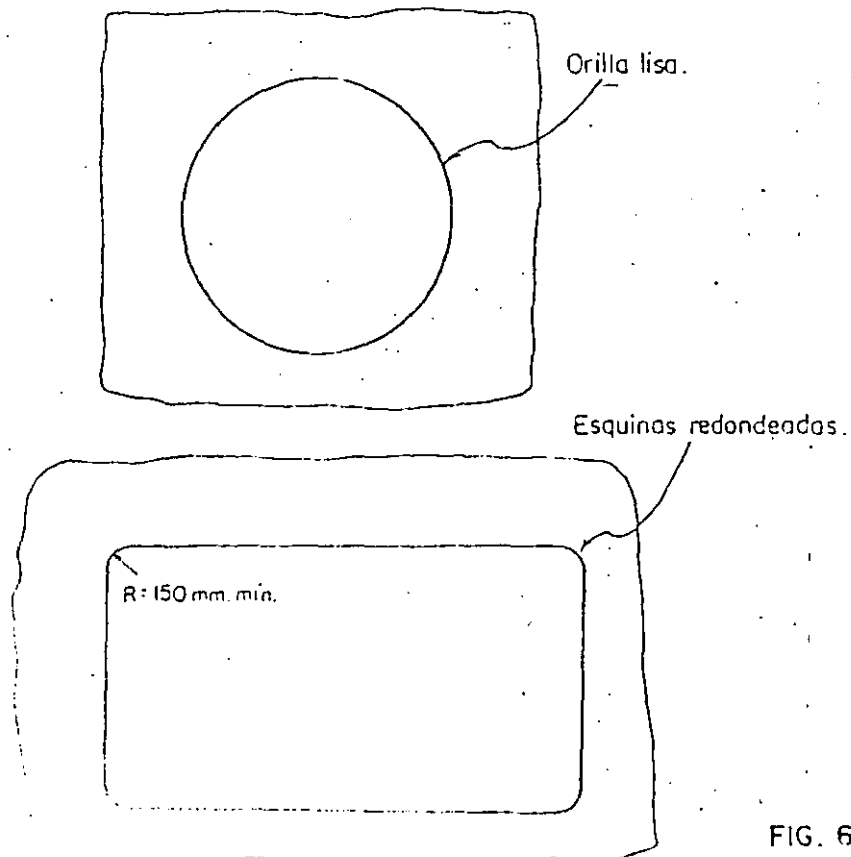


FIG. 6.1

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR : Ing. J. L.	FECHA IV-86	HOJA 2 DE 7
SECCION 6.0 INSTALACION DE ACCESORIOS		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

ENTRADAS RECTANGULARES O CUADRADAS. CUANDO SEA NECESARIO HACERLO, LAS ESQUINAS DEBERÁN REDONDEARSE CON UN RADIO NO MENOR DE 150 MM. VÉASE LA FIG. 6.1. LAS BOQUILLAS TAMBIÉN DEBEN ESTAR BIEN ACABADAS CON ESQUINAS ESMERILADAS, BIEN ALISADAS, LIBRES DE GRIETAS Y RECORTES. TODAS ÉSTAS PREPARACIONES DEBERÁN HACERSE ANTES DE INICIAR LA SOLDADURA DE LAS BOQUILLAS.

6.1.1 LOCALIZACIÓN DE ACCESORIOS. USAR EL ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN DE BOQUILLAS Y REGISTROS NORMALMENTE REFERIDO AL NORTE CONSTRUCTIVO. EN CASOS ESPECIALES PUEDE REQUERIRSE LOCALIZAR UNA BOQUILLA EN EL CAMPO A PETICIÓN DEL USUARIO Y POR UNA CONDICIÓN ESPECIAL. PARA CUMPLIR CON LOS REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE DISTANCIAS DE LOS CORDONES DE SOLDADURA ENTRE REFUERZOS Y DEL FONDO AL CORDÓN DE LA BOQUILLA MÁS BAJA CONSULTAR EL API 650 SECCIÓN 3.7.3 O VÉANSE LAS FIGURAS 6.1.1a, 6.1.1b, 6.1.1c Y 6.1.1d.

SIEMPRE HABRÁ QUE NOTIFICAR A INGENIERÍA DE DISEÑO A TRAVÉS DE LA SUPTCIA. LOCAL DE CONSTRUCCIÓN, CUANDO POR NECESIDAD DE SERVICIO, SE HAGAN MODIFICACIONES EN EL CAMPO AL DISEÑO ORIGINAL DEL TANQUE. INGENIERÍA DEBERÁ REVISAR LOS PLANOS ORIGINALES Y PONERLOS AL DÍA PARA INCLUIR LAS MODIFICACIONES O CAMBIOS HECHOS POR CONSTRUCCIÓN.

6.2 SOLDEO DE ACCESORIOS.

EL PROCESO DE SOLDEO EN LA PERIFÉRIA DE LAS ABERTURAS DE ENTRADA DE LAS BOQUILLAS CREA ESFUERZOS DE CONTRACCIÓN, LOS CUALES PUEDEN SER MEJOR CONTROLADOS USANDO EL PROCEDIMIENTO EN "CASCADA" EN UNA SECUENCIA APROPIADA.

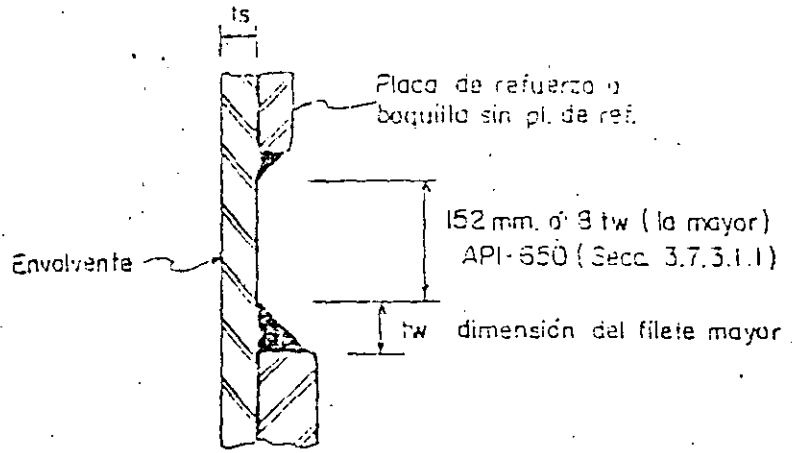


FIG. 6.1.1a.- Espaciamento mínimo entre accesorios en la envoltura.

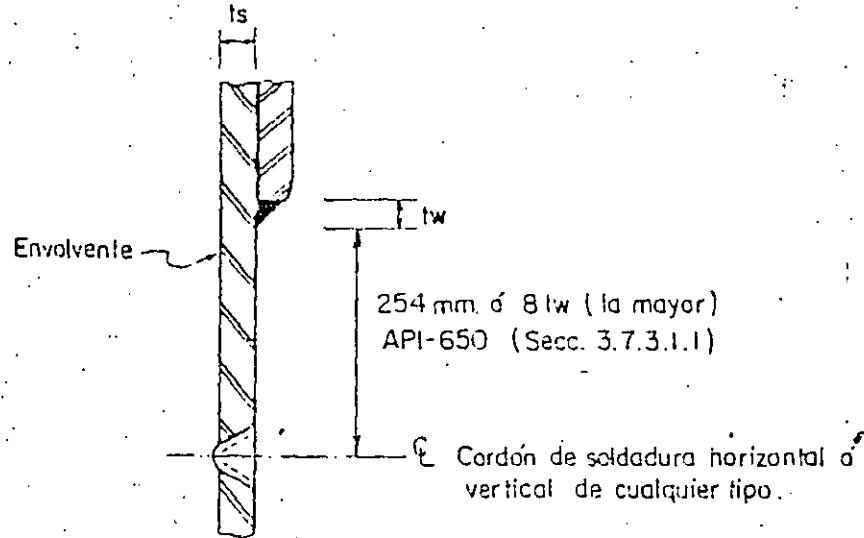


FIG. 6.1.1b.- Espaciamento mínimo entre accesorios de la envoltura y cordones de soldaduras a tope de cualquier tipo.

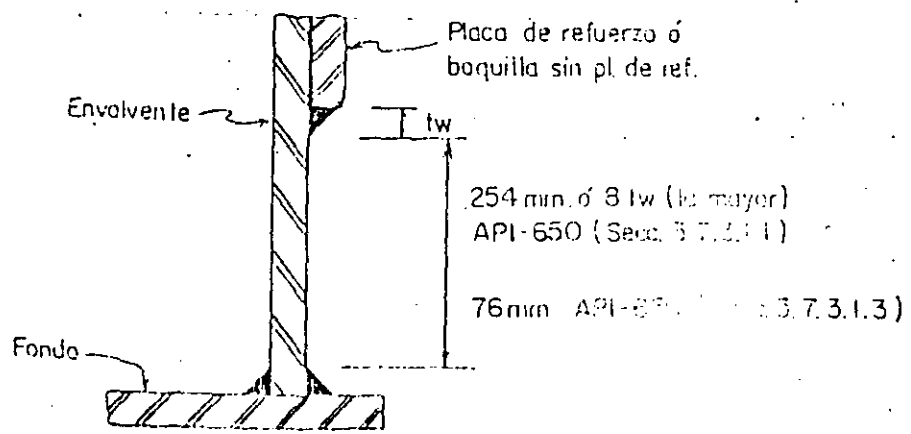


FIG. 6.1.1c.- Espaciamento mínimo entre accesorios en la envoltura y al fondo.

WALLS CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR Ing. J. L.
APROBADO POR Ing. J. H. B.

FECHA
IV-88

HOJA
4 DE 7

SECCION 50 INSTALACION DE ACCESORIOS

MANUAL DE MONTAJE N° 1

- 'A' es soldada primero
- 'B' es soldada despues
- 'C' es soldada al ultimo

use el metodo de cascada (6.2 b)

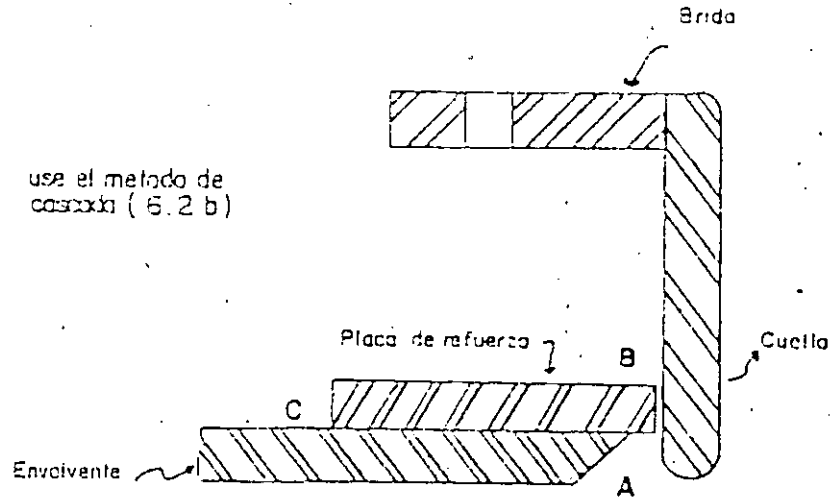


Fig. 6.2a Secuencia de solda en una boquilla

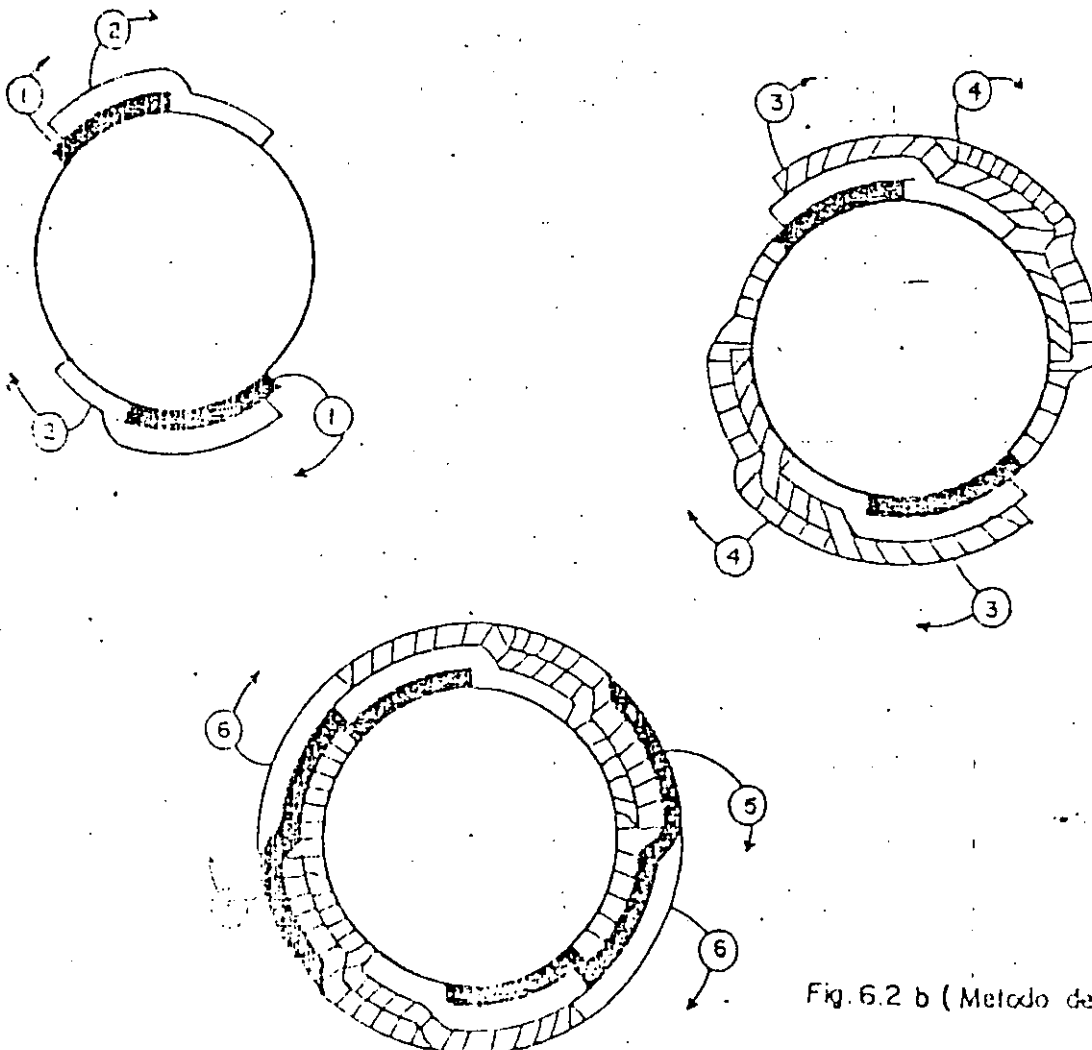


Fig. 6.2 b (Metodo de Cascada)

S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-85	5 DE 7
MONTAJE DE INSTALACION DE ACCESORIOS		MANUAL DE MONTAJE N° 1	

LA FIG. 6.2A MUESTRA UN DETALLE SECCIONAL DE UNA BOQUILLA CON LAS SOLDADURAS MARCADAS A, B Y C. SIEMPRE HÁGASE PRIMERO LA SOLDADURA A, LUEGO LA B Y FINALMENTE LA C.

LA FIG. 6.2.B ILUSTRA EL MÉTODO DE SOLDEO EN "CASCADA". SE PIENSA QUE AL APLICARLO SE SOSTIENE EL ACCESORIO CALIENTE DURANTE EL SOLDEO. NO MARTILLAR LA PRIMERA Y LA ÚLTIMA CAPA PERO SI SE PERMITE EN LAS CAPAS INTERMEDIAS PARA EVITAR GRIETAS Y DISTORSIONES. DESPUÉS DE INICIAR EL SOLDEO ALREDEDOR DE CUALQUIER ENTRADA, DEBE CONTINUARSE SIN INTERRUPCIÓN HASTA QUE TODA LA SOLDADURA ES COMPLETADA Y MIENTRAS EL ÁREA ESTÁ AÚN CALIENTE.

SIEMPRE QUE LAS CONDICIONES DE VIENTO Y LA TEMPERATURA DEL MEDIO AMBIENTE SON TAN SEVERAS QUE EL MÉTODO EN "CASCADA" NO MANTIENE LA BOQUILLA CALIENTE, LA PLACA DE LA ENVOLVENTE, LA DE REFUERZO Y EL CUELLO DE LA BOQUILLA DEBERÁN PRE-CALENTARSE A 40°C Y SOSTENER ÉSTA TEMPERATURA HASTA QUE LA BOQUILLA SE HA SOLDADO TOTALMENTE. NO DEPOSITAR CANTIDADES EXCESIVAS DE ELECTRODO FUNDIDO. LAS SOLDADURAS DE FILETE DEBERÁN SER DE LAS DIMENSIONES ESPECIFICADAS EN LOS PLANOS DE DISEÑO.

6.3 PRUEBAS EN LAS PLACAS DE REFUERZO.

HASTA COMPLETAR LA FABRICACIÓN Y ANTES DE LLENAR EL TANQUE CON EL AGUA DE LA PRUEBA HIDROSTÁTICA, LAS PLACAS DE REFUERZO EN CADA BOQUILLA SERÁN PROBADAS APLICANDO HASTA 15 LB/PULG² (1.1 KG/CM²) DE PRESIÓN MANOMÉTRICA CON AIRE ENTRE LA ENVOLVENTE DEL TANQUE Y LA PLACA DE REFUERZO USANDO UN AGUJERO DE PRUEBA DE 6 MM. (1/4") DE DIÁMETRO HECHO EN LA PLACA DE REFUERZO. AL MISMO TIEMPO QUE A CADA BOQUILLA SE LE APLICA TAL PRESIÓN, UNA PELÍCULA DE JABONADURA, ACEITE DE LINAZA U OTRA

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR: Ing. J. J. L.	FECHA: IV-85	HOJA: 6 DE 7
APROBADO POR: Ing. J. H. S.		

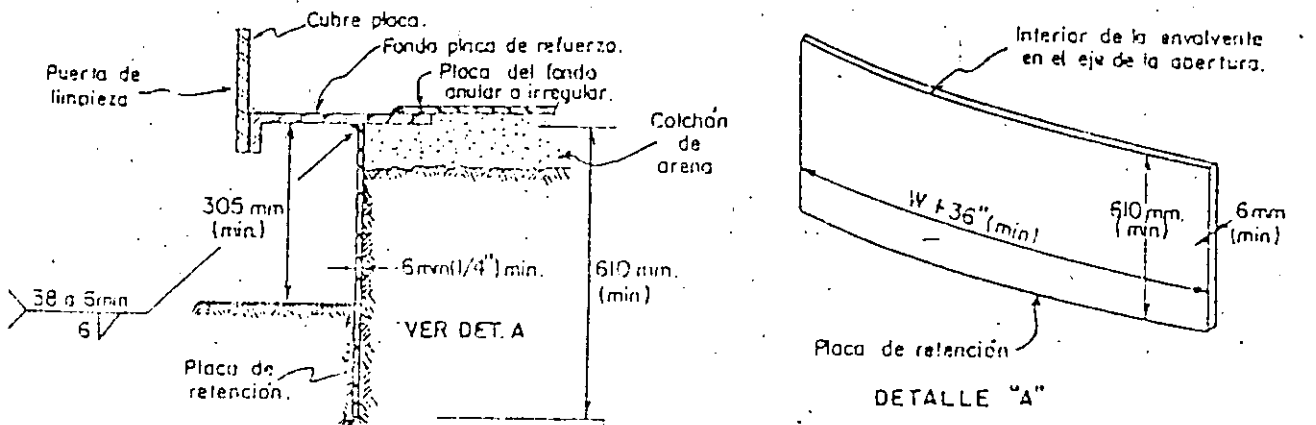
SECCION 6.0 INSTALACION DE ACCESORIOS

MANUAL DE MONTAJE N° 1

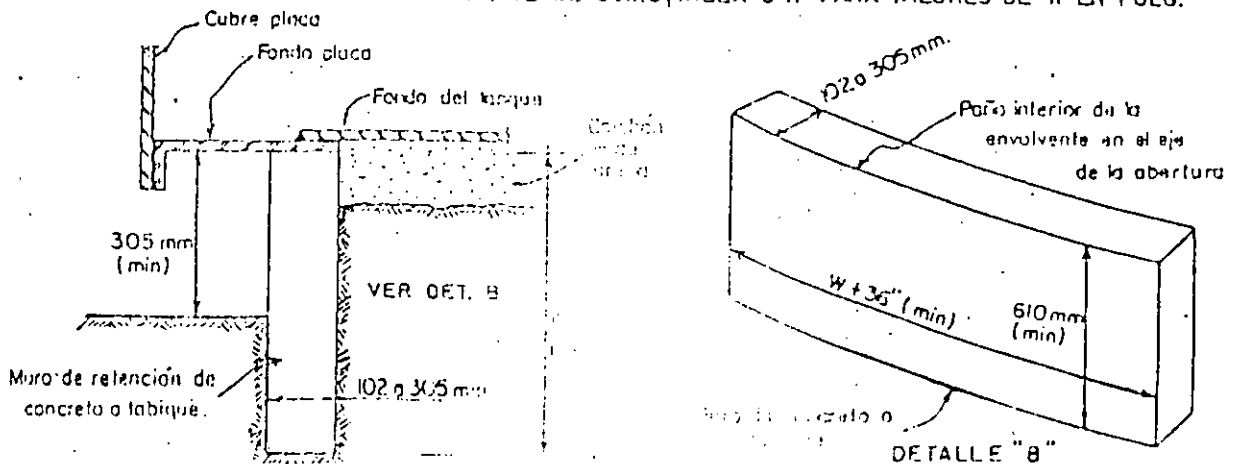
MATERIAL APROPIADO PARA DESCUBRIR FUGAS, SE APLICARÁ A TODA LA SOLDADURA ALREDEDOR DEL REFUERZO TANTO ADENTRO COMO AFUERA DEL TANQUE. SI SE DESCUBRE CUALQUIER FUGA, RELEVAR LA PRESIÓN DEL AIRE, REMOVER LA SOLDADURA DEFECTUOSA CON CINCEL O ARCO-AIRE, REPARARLA Y VOLVER A PROBAR. AL TERMINAR LA PRUEBA, RETIRAR EL EQUIPO Y DEJAR EL AGUJERO ABIERTO A LA ATMÓSFERA.

6.4 INSTALACIÓN DE LAS PUERTAS DE LIMPIEZA.

DE ACUERDO AL TIPO DE CIMENTACIÓN DEL TANQUE, SE HACEN LOS ARREGLOS PARA LA INSTALACIÓN CORRECTA DE LAS PUERTAS DE LIMPIEZA. EN MÉXICO, NORMALMENTE SE PROYECTA LA CIMENTACIÓN A



METODO A.-Placa de retención para tanques apoyados en cimentación de piedra o grava:
NOTA.-VEASE COL.3, TABLA 3-II PARA VALORES DE W EN PULG.



METODO B.-Muro de concreto o tabique

FIG 6.4 Arreglo en cimentaciones

F E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR: Ing. I.J.L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR: Ing. J.H.B.	IV-88	7 DE 7
SECCION 50 INSTALACION DE ACCESORIOS		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

BASE DE ANILLOS DE CONCRETO (SECCIÓN 1.0, PÁRRAFO 1.3 DEL MANUAL) AUNQUE TAMBIÉN DEBIERA USARSE EN TERRENOS RESISTENTES - LA CONSTRUIDA CON GRAVA O PIEDRA TRITURADA. EN EL PRIMER CASO, INGENIERÍA DE DISEÑO HA ELABORADO UN PLANO CON TODAS LAS INDICACIONES PARA LA INSTALACIÓN CORRECTA DE LAS PUERTAS Y - EN EL CASO DE CIMENTACIÓN A BASE DE PIEDRA O GRAVA TRITURADAS, EL API-650 SECCIÓN 3.7.7 FIGURA 3.9 DA LAS INDICACIONES NECESARIAS PARA LA INSTALACIÓN DE LAS PUERTAS. SIN EMBARGO PUEDE SEGUIRSE LA SIGUIENTE SECUENCIA DE MONTAJE, MÉTODOS A Ó B -- (FIGURA 5.4)

1. LOCALIZAR LA POSICIÓN DE LAS PUERTAS ANTES DE TENDER EL FONDO.
2. HACER LA EXCAVACIÓN PARA INSTALAR UNA PLACA DE RETENCIÓN (MÉTODO A) O CONSTRUIR UN MURO DE RETENCIÓN DE CONCRETO O TABIQUE (MÉTODO B).
3. COLOCAR LA PLACA DE RETENCIÓN O FABRICAR EL MURO A LA ALTURA, AL RADIO EXACTOS Y SIMÉTRICA CON RESPECTO A LA ENTRADA DE LA PUERTA (VÉASE LA FIG. 6.4).
4. REEMPLAZAR LA TIERRA POR LA PARTE INTERIOR DE LA PLACA O DEL MURO, RELLENANDO EL HUECO CON UN COLCHÓN DE ARENA AL RAZ DE LA PLACA DE BASE DE LA PUERTA. COMPACTAR CONCIENZUDAMENTE EL RELLENO DE TIERRA Y ARENA ANTES DE CUBRIRLO CON LAS PLACAS DEL FONDO DEL TANQUE.
5. TENDER LAS PLACAS DEL FONDO Y HACER EL CORTE PARA LA ENTRADA DE LAS PLACAS DE LAS PUERTAS. MONTAR EL PRIMER ANILLO DE LA ENVOLVENTE DEL TANQUE, EMPEZANDO CON LAS PLACAS DE LAS PUERTAS DE LIMPIEZA.

S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. I. J. L.	FECHA: IV-88
	APROBADO POR: Ing. J. H. B.	HOJA: 1 DE 13
PRUEBAS, INSPECC. FINAL, CONCLUSIONES		MANUAL DE MONTAJE N° 1

PRUEBAS, INSPECCIONES, LIMPIEZA, PINTURA Y CONCLUSIONES.

LAS PRUEBAS INDICADAS EN ÉSTA SECCIÓN SE HARÁN CONFORME SE VA YA TERMINANDO LA ERECCIÓN DE LAS DIFERENTES PARTES. PARA GARANTIZAR QUE SE ESTÁ DE ACUERDO CON LOS REQUERIMIENTOS DEL CÓDIGO API-650 SECCIÓN 5.3, LA CIA. CONTRATISTA DESARROLLARÁ -- LOS PROCEDIMIENTOS NECESARIOS PARA LLEVAR A CABO DICHAS PRUEBAS A MEDIDA QUE SE VAYA REQUIRIENDO Y HACERLAS DE ACUERDO -- CON LOS ESTANDARES DEL API.

7.1 INSPECCIÓN DE SOLDADURAS DEL FONDO Y TECHO DEL TANQUE.

UN PROCEDIMIENTO EFICAZ PARA INSPECCIONAR LOS CORDONES DE SOLDADURA DE FONDOS Y APROBADO POR API, ES MEDIANTE LA PRUEBA DE VACÍO HECHA POR MEDIO DE UNA CAJA DE METAL DE 150 MM. DE ANCHO Y 900 MM. DE LARGO (FIG. 7.1) CON UNA TAPA DE DOBLE CRISTAL Y EL FONDO ABIERTO EL CUAL ES SELLADO CONTRA LA SUPERFICIE DEL FONDO DEL TANQUE CON UN EMPAQUE DE NEOPRENO O DE HULE ESPUMA. LA CAJA TIENE ADEMÁS UNA CONEXIÓN DE TUBO APROPIADO, VÁLVULA Y UN TUBO SIFÓN PARA MEDIR EL VACÍO (FIG.7.1). APROXIMADAMENTE 900 MM. DE LA SOLDADURA POR PROBARSE ES MOJADA CON UNA SOLUCIÓN DE JABONADURA O ACEITE DE LINAZA. (EN TEMPERATURA AMBIENTAL MUY FRÍA ES NECESARIO AGREGAR UNA SOLUCIÓN ANTICONGELANTE). SE COLOCA LA CAJA SOBRE EL CORDÓN ENJABONADO Y SE ORIGINA UN VACÍO. LA PRESENCIA DE POROSIDAD O FUGAS EN LA COSTURA ES INDICADA POR BURBUJAS O ESPUMA PRODUCIDAS POR AIRE SUCCIONADO A TRAVÉS DEL CORDÓN DE SOLDADURA. EL VACÍO EN LA CAJA SE OBTIENE CONECTANDO UN COMPRESOR DE 7 KG. COMO MÁXIMO CON UNA MANGUERA DE LARGO SUFICIENTE PARA CUBRIR TODO EL FONDO, O CONECTANDO LA CAJA AL MÚLTIPLE DE ADMISIÓN DE UN MOTOR DE GASOLINA O DIESEL A UN EYECTOR DE AIRE O UNA BOMBA ESPERA DE VACÍO.

DE CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR: Ing. I. J. L.

FECHA

HOJA

APROBADO POR: Ing. J. H. B.

IV-85

3 DE 13

MANUAL DE MONTAJE N° 1

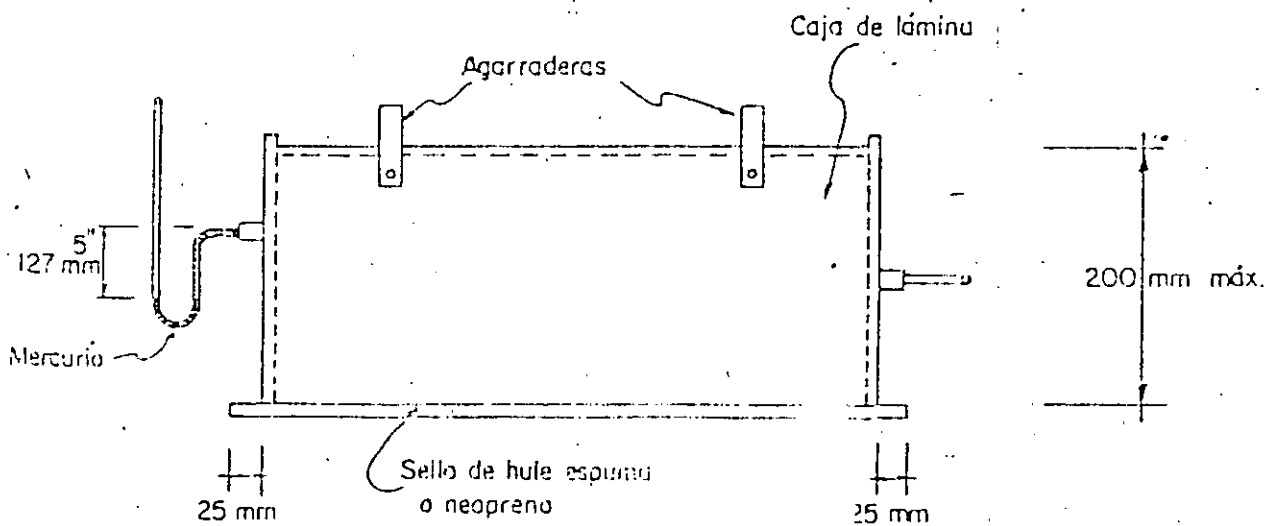
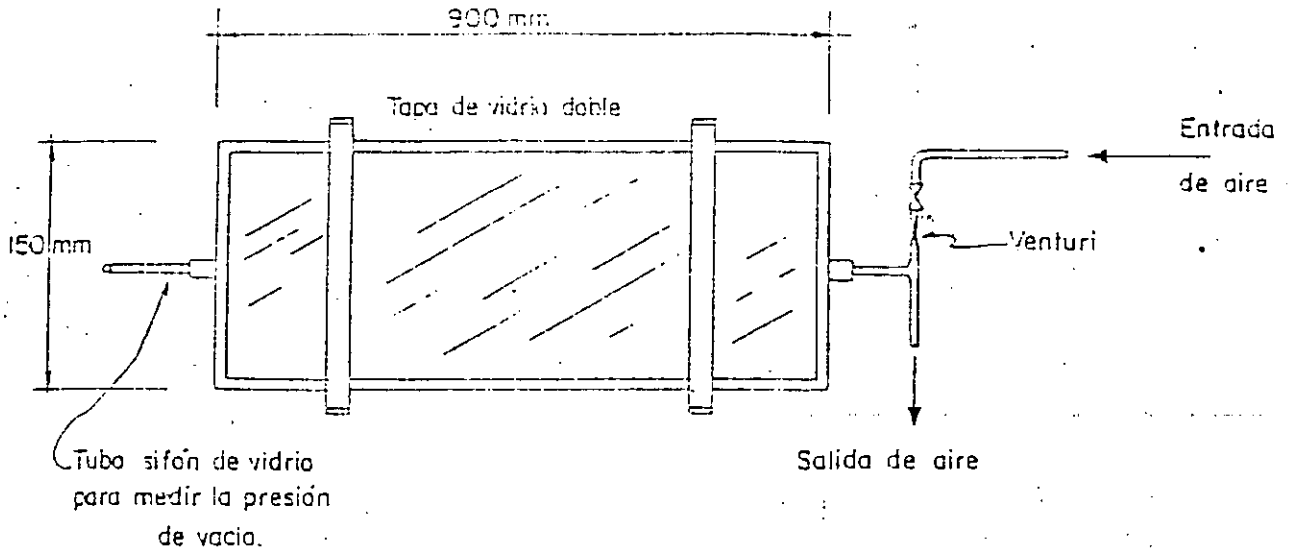
LA COLUMNA DE MERCURIO DEL TUBO CURVADO DEBE REGISTRAR 5 PULGAS PARA OBTENER UN VACÍO PARCIAL DE 2,5 LBS/PULG² (173 GR/CM²). SUFICIENTE PARA PROTEGER EL SELLO DE LA BASE. AL CERRAR LA VÁLVULA DE AIRE Y QUEDAR LA CAJA SIN VACÍO, SOLA VUELVE A SU POSICIÓN NORMAL Y ASÍ PODER SEGUIR CON LA PRUEBA HASTA COMPLETAR EL FONDO. SE HA VENIDO GENERALIZANDO EL USO DE LA CAJA DE VACÍO EN VIRTUD DE QUE EL RESULTADO DE LA PRUEBA ES MUY SEGURO Y CON RESPECTO A OTROS MEDIOS EMPLEADOS, RESULTA SUMAMENTE ECONÓMICO.

EN LA MISMA FORMA QUE SE PRUEBAN LAS COSTURAS TRASLAPADAS DEL FONDO, CON LA CAJA DE VACÍO, SE PROBARÁ LA SOLDADURA DEL DIAFRAGMA. SI SE DESCUBREN POROSIDADES O FUGAS, REPARAR DE INMEDIATO. ASIMISMO LA SOLDADURA EN EL FONDO/ENVOLVENTE EN EL PRIMER ANILLO, SERÁ PROBADA CON LÍQUIDO PENETRANTE DESPUÉS DE SOLDAR EL CORDÓN EXTERIOR. ROCIAR PETRÓLEO DIÁFANO (KEROSENE) POR LA JUNTA INTERIOR ANTES DE SOLDARLA. DESPUÉS QUE TODAS LAS FUGAS DE LA SOLDADURA EXTERNA HAN SIDO REPARADAS, PODRÁ SOLDARSE EL CORDÓN INTERIOR.

7.2

PRUEBAS EN EL FONDO Y BOYAS.

DESPUÉS DE TERMINADAS LAS SOLDADURAS EN TODO EL DIAFRAGMA, Y PONTONES Y LA DE LAS BOYAS AL DIAFRAGMA INCLUYENDO SUS PLACAS DE REFUERZO, SE LES HARÁ UNA INSPECCIÓN VISUAL Y LUEGO SERÁN PROBADAS CON LÍQUIDOS PENETRANTES ROCIANDO ABUNDANTE PETRÓLEO DIÁFANO POR EL INTERIOR DEL TECHO. DESPUÉS DE UN PERÍODO DE 24 HORAS, LAS SUPERFICIES SUPERIORES DE ESTAS ÁREAS SOLDADAS SERÁN REVISADAS PARA DESCUBRIR FUGAS. TODAS LAS CONEXIONES ASÍ COMO REGISTROS Y BOQUILLAS EN EL TECHO TAMBIÉN SERÁN PROBADAS CON LÍQUIDO DESDE LA PARTE INTERNA DEL DIAGRAMA.



5" de mercurio = 2.46 lb/pulg.² = 0.173 Kg/cm.²

FIG. 7.1 Caja metálica para p vacío.

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-65	4 DE 13
70 PRUEBAS, INSPECC. FINAL. CONCLUSIONES		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

7.5 ENVOLVENTE DEL TANQUE Y PRUEBA DE FLOTACION.

LA ENVOLVENTE SE PRUEBA LLENANDO EL TANQUE A SU CAPACIDAD NORMAL, CON AGUA. CUANDO SE EMPIEZA LA PRUEBA HIDROSTATICA, TAN PRONTO COMO EL TECHO EMPIEZA A FLOTAR, SE INTERRUMPE EL LLENADO Y SE HACE UNA REVISION EXHAUSTIVA DEL DIAFRAGMA Y PONTON. CONTINUAR CON EL LLENADO DEL TANQUE Y MIENTRAS EL TECHO ESTA SUBIENDO, REVISAR EL TUBO-SELLO, LA LAMINA DE PROTECCION Y LA ESCALERA RODANTE. CUANDO EL TANQUE SE VACIA Y EL TECHO BAJA, SE SEGUIRA LA INSPECCION EN LA MISMA FORMA QUE SE HIZO CUANDO EL TECHO IBA HACIA ARRIBA. TAMBIEN SE HARAN INSPECCIONES PERIODICAS DEL PONTON MIENTRAS EL DIAFRAGMA SUBE Y BAJA. ESTA INSPECCION ES MUY IMPORTANTE PORQUE MUCHAS VECES PUEDEN OCURRIR FUGAS DURANTE EL MOVIMIENTO DEL DIAFRAGMA.

UNA ATENCION ESPECIAL DEBERA DARSE TAMBIEN A LA ESCALERA RODANTE PORQUE CUALQUIER EXCESO DE LIGADURAS PUEDE CAUSAR MAS TARDE UN GRAN DAÑO O AVERIA.

CUANDO SE TIENE EL TANQUE LLENO DE AGUA SE DEBE HACER UNA REVISION OCULAR DE LAS SOLDADURAS POR SI SE DESCUBRE ALGUNA FUGA. ESTA PERMITIDO GOLPEAR CON UN MARTILLO DE BOLA LAS SOLDADURAS ESPECIALMENTE LOS CRUCES PARA EL MISMO OBJETO.

TAMBIEN ES MUY IMPORTANTE LA REVISION QUE SE HACE A LA CIMENTACION, MIENTRAS SE LLEVA A CABO LA PRUEBA HIDROSTATICA. SI HAY UN ASENTAMIENTO EXCESIVO EN CUALQUIER PUNTO, DEBERA TOMAR SE UNA ACCION CORRECTIVA ADECUADA.

4 INSPECCION FINAL.

ANTES DE ENTREGAR EL TANQUE TOTALMENTE TERMINADO AL USUARIO

S.P.E.C. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
ANILLOS CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. J.L.L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR: Ing. J.H.B.	IV-66	5 DE 13
PRUEBAS, INSPECC. FINAL, CONCLUSIONES		MANUAL DE MONTAJE N° 1	

EL MONTADOR JUNTAMENTE CON EL RESIDENTE DE LA CONTRATISTA Y EL SUPERVISOR DE PEMEX, HARÁN UNA AMPLIA REVISIÓN FINAL AL TRABAJO HECHO PARA CONFIRMAR QUE ESTÁ COMPLETO Y POR ENCIMA DE LA CALIDAD REQUERIDA. LA SIGUIENTE ES LA MÍNIMA INSPECCIÓN REQUERIDA:

1. FONDO:

- A. REVISAR, BUSCANDO JUNTAS SIN SOLDAR, SOLDADURAS DE MENOR DIMENSIÓN, SOLDADURAS DEFECTUOSAS Y SOCAVACIONES.
- B. BARRER TODO EL FONDO PARA DEJARLO LIMPIO Y REVISAR SI SE DESCUBREN SALIENTES, REBABAS Y MELLAS O MUÉSCAS DONDE CANALES O MÉNSULAS PUDIERAN HABERSE DESPRENDIDO.
- C. REMOVER TODOS LOS SALIENTES Y REBABAS.
- D. REMOVER LA ESCORIA DE TODAS LAS SOLDADURAS.
- E. REPARAR LOS SOCAVADOS Y MUESCAS.

2. FONDO AL PRIMER ANILLO:

- A. REMOVER LA ESCORIA DE TODA LA SOLDADURA DE FILETE INTERIOR Y EXTERIOR.
- B. REVISAR PARA LOCALIZAR SOLDADURAS DE MENOR DIMENSIÓN, SOCAVADOS Y JUNTAS NO SOLDADAS.
- C. TODAS LAS REBABAS SERÁN REMOVIDAS DE LA INTERSECCIÓN DE PLACAS

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR : Ing. J. J. L.	FECHA IV-65	HOJA 6-DE-13.
70 PRUEBAS, INSPECC. FINAL. CONCLUSIONES		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

3. ENVOLVENTES:

- A. TODOS LOS SALIENTES O CONEXIONES A ANDAMIAJES SERÁN --
REMOVIDOS Y RESANADOS.
- B. LAS REBABAS SE QUITARÁN CON CINCEL, LOS SOCAVADOS, RE--
LLENADOS Y LUEGO ESMERILADOS. DEBERÁ DARSE ESPECIAL --
ATENCIÓN A LAS ÁREAS ALREDEDOR DE LAS ESCALERAS.
- C. TODAS LAS SOLDADURAS VERTICALES Y HORIZONTALES SERÁN --
INSPECCIONADAS PARA DESCUBRIR SOCAVADOS Y QUE LOS REFUER
ZOS Y POROSIDADES ESTÉN DENTRO DE LAS TOLERANCIAS ESPE-
CIFICADAS.

4. TRABES DE REFUERZO Y ÁNGULOS DE CORONAMIENTO:

- A. EN LA MISMA FORMA QUE EN EL FONDO Y ENVOLVENTE, REVISAR
TODAS LAS SOLDADURAS LOCALIZANDO SOCAVADOS, POROSIDADES,
CORDONES DE MENOR DIMENSIÓN Y ÁREAS SIN SOLDAR.
- B. LAS SOLDADURAS A TOPE EN LA TRABE DE REFUERZO Y ÁNGULO
DE CORONAMIENTO SE REVISARÁN PARA QUE LA JUNTA TENGA PE-
NETRACIÓN COMPLETA Y SEA DE LA MISMA CALIDAD QUE LAS --
VERTICALES DE LA ENVOLVENTE.
- C. LAS SOLDADURAS HORIZONTALES SE REVISARÁN PARA CERCORAR
SE QUE SON DE LA MISMA CALIDAD QUE LAS HORIZONTALES DE
LA ENVOLVENTE.

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR Ing. J. J. L.

FECHA

HOJA

APROBADO POR Ing. J. H. B.

IV-56

7 DE 13

70 PRUEBAS, INSPECC. FINAL. CONCLUSIONES

MANUAL DE MONTAJE N° 1

5. ACCESORIOS:

- A. TODAS LAS SOLDADURAS SERÁN DEL TAMAÑO INDICADO EN PLANOS Y SIN SOCAVADOS.
- B. LOS AGUJEROS DE ENTRADA Y LAS CARAS DE TODAS LAS BRIDAS SE REVISARÁN PARA QUE ESTÉN DE ACUERDO A LOS PLANOS RESPECTIVOS.
- C. ASEGURARSE QUE TODOS LOS REFUERZOS HAN SIDO PROBADOS.
- D. LAS BRIDAS CIEGAS, TAPAS DE REGISTROS DE HOMBRE, PERNOS Y EMPAQUES DEBERÁN INSTALARLAS APROPIADAMENTE.
- E. LAS RESABAS ALREDEDOR DE LAS BOQUILLAS SERÁN REMOVIDAS.

6. ESCALERAS Y ESCALAS:

- A. LAS ESCALERAS SERÁN REVISADAS PARA UN CONTORNO APROPIADO, LAS HUELLAS A NIVEL, LOS BARANDALES A PLOMO Y TODAS LAS SOLDADURAS COMPLETAS SEGÚN DIBUJO.
- B. LAS SOLDADURAS EN LOS PASAMANOS SERÁN ALISADAS CON ESMERIL. REVISAR ÉSTO.
- C. LAS ESCALAS SE INSTALARÁN DERECHAS Y A PLOMO.
- D. LAS PROTECCIONES EN LAS ESCALAS SE INSTALAN DERECHAS.

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR: ING. J. J. L.

FECHA:

HOJA

APROBADO POR: ING. J. H. B.

IV-86

8 DE 13

PRUEBAS, INSPECC. FINAL, CONCLUSIONES

MANUAL DE MONTAJE N° 1

7.5

PINTURA INTERIOR Y EXTERIOR.

1. LA PINTURA EN LOS TANQUES SE APLICARÁ DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES DE PEMEX, NORMAS 2.132.01, 3.134.01, - 4.32.01 Y 5.132.01.
2. EL TRABAJO DE PINTURA INTERIOR SE INICIA CUANDO SE HA TERMINADO:
 - A) ARMADO Y SOLDADO DEL FONDO.
 - B) PRUEBA DEL FONDO.
 - C). ARMADO Y SOLDADO DEL DIAFRAGMA DEL TECHO.
 - D). ARMADO Y SOLDADO DE LA ENVOLVENTE.
 - E). LIMPIEZA Y RESANE GENERAL DEL INTERIOR DEL TANQUE.
3. PINTURA INFERIOR DEL DIAFRAGMA, PONTÓN Y FONDO, ENVOLVENTE POR EL LADO INTERIOR (TODAS LAS SUPERFICIES METÁLICAS EN CONTACTO CON EL CRUDO), BOYAS.
 - A). LA PINTURA SE APLICARÁ ANTES DE HACER LA PRUEBA DE -- FLOTABILIDAD E HIDROSTÁTICA DEL CUERPO DEL TANQUE;
 - B). NO ARMAR EL SELLO Y LA BANDA DE DESGASTE ANTES DE HABER TERMINADO LA PINTURA INFERIOR Y SUPERIOR DEL DIAFRAGMA.
 - C). LAS PLACAS DEL DIAFRAGMA, PREVIO AL TENDIDO LLEVARÁN APLICADA LA PINTURA QUE FIJA LA NORMA. LOS RESANES --

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. J. L. L.	FECHA IV-88	PAGINA 8 DE 13
7.0 PRUEBAS, INSPECC. FINAL CONCLUSIONES		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

ORIGINADOS POR LA APLICACIÓN DE LA SOLDADURA SE HARÁN COMO COMPLEMENTO DE TERMINACIÓN.

4. PINTURA EXTERIOR DE LA ENVOLVENTE:

- a). INICIAR ÉSTA ETAPA CUANDO SE HAYA TERMINADO DE APLICAR EN SU TOTALIDAD, LA PINTURA INTERIOR, LOS RESANES Y LA LIMPIEZA DE REBABAS DE SOLDADURA.
- b). EL MONTAJE DEL TUBO-SELLO SE HARÁ SIMULTÁNEAMENTE CON LA ETAPA DE PINTURA EXTERIOR SIEMPRE QUE NO HAYA PROBLEMAS CON LA ARENA QUE ARRASTRA EL VIENTO, YA QUE ÉSTO DIFICULTA E IMPIDE LA APLICACIÓN DE PINTURA POR EL EXTERIOR DEL TANQUE.

7.6- CONCLUSIÓN:

DESPUÉS DE TERMINAR LAS REVISIONES E INSPECCIONES INDICADAS - EN EL PÁRRAFO ANTERIOR, SE PROCEDE A ENTREGAR EL TANQUE TERMINADO Y PINTADO AL USUARIO, ES DECIR, AL PERSONAL AUTORIZADO - DE LA OPERATIVA, SIGUIENDO LOS PROCEDIMIENTOS APROBADOS EN ÉSTOS CASOS.

EN LA EXPOSICIÓN DE LOS MÉTODOS DE MONTAJE DE LAS DIFERENTES PARTES QUE INTEGRAN UN TANQUE DE TECHO FLOTANTE, NO SE HA SEGUIDO UNA SECUENCIA DETERMINADA, ES DECIR, EL ORDEN EN QUE SE PRESENTA CADA SECCIÓN DEL MANUAL NO CONCUERDA CON EL QUE SE SIGUE REALMENTE EN EL MONTAJE DE UN TANQUE. ÉSTO QUE PUDIERA

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES	HECHO POR : Ing. J.J.L.	FECHA	HOJA
TECHO FLOTANTE	APROBADO POR : Ing. J.H.B.	IV-85	10 DE 13
Z.O. PRUEBAS, INSPECC. FINAL. CONCLUSIONES	MANUAL DE MONTAJE, N° 1		

ORIGINAR ALGUNA CONFUSIÓN ENTRE LAS DISTINTAS ETAPAS DEL MONTAJE CONSIGNADAS EN EL MANUAL Y EL TRABAJO REAL DE LA ERECCION DE UN TANQUE, MÁXIME QUE ALGUNAS OPERACIONES SON EJECUTADAS SIMULTÁNEAMENTE, QUEDA SUBSANADO MEDIANTE EL USO DEL DIAGRAMA QUE SE PRESENTE AL FINAL DE ESTE PÁRRAFO Y DONDE SE EXPONE UNA SECUENCIA DEL MONTAJE DESDE SU INICIO HASTA LA TERMINACIÓN Y ENTREGA DEL TANQUE, MOSTRANDO ADEMÁS AQUELLAS OPERACIONES QUE SE TRABAJAN PARALELAMENTE. ES CONVENIENTE TENER SIEMPRE A LA MANO, EN LA OBRA ESTE DIAGRAMA Y CONSULTARLO CUANTAS VECES SEA NECESARIO PARA SEGUIR SUS INDICACIONES Y ESTAR DE ACUERDO CON LOS PROGRAMAS DE ERECCIÓN DE LOS TANQUES.

AL TERMINAR EN ESTE PÁRRAFO EL MANUAL NO. 1 DE ERECCIÓN DE TANQUES DE TECHO FLOTANTE, PUEDE APARECER COMO INCOMPLETO POR FALTAR LAS SECCIONES NO MENOS IMPORTANTES DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA Y PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN Y TOLERANCIAS ADMISIBLES. NO SE PUEDE USAR EL MANUAL SIN LA LECTURA DE ESTAS SECCIONES Y PARA TAL FIN, DADO QUE LOS CONCEPTOS VERTIDOS EN ELLAS, SON APLICABLES TANTO A TANQUES DE TECHO FLOTANTE COMO DE TECHO FIJO. (MANUAL DE ERECCIÓN NO. 2), SE TENDRÁN DOS SECCIONES COMPLEMENTARIAS: LA "A" CORRESPONDIENTE A LOS PROCEDIMIENTOS ESTÁNDAR DE SOLDADURA Y LA "B", PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN Y TOLERANCIAS ADMISIBLES. COMO SE ESPECIFICÓ YA, AMBAS SECCIONES PODRÁN USARSE EN TANQUES CON TECHO FLOTANTE O CON TECHO FIJO.

FINALMENTE, QUEDA ESTABLECIDO QUE EL USO DE ESTE MANUAL ES OBLIGATORIO EN LA ERECCIÓN DE TANQUES DE TECHO FLOTANTE Y PARA EVITAR CONFUSIONES QUE PUDIERAN PRESENTARSE SE CANCELAN -

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR: Ing. J. L. L.
APROBADO POR: Ing. J. H. B.

FECHA
IV-66

HOJA
1 DE 13

76 PRUEBAS, INSPECC. FINAL. CONCLUSIONES

MANUAL DE MONTAJE N° 1

TODOS LOS INSTRUCTIVOS DE MONTAJE Y RECOMENDACIONES AFINES QUE SE ENCUENTRAN EN USO A LA FECHA. SIN EMBARGO, SE TOMARÁN EN CUENTA TODAS AQUELLAS PROPOSICIONES QUE MODIFIQUEN MEJORANDO EN CIERTO GRADO UNO O VARIOS DE LOS PROCEDIMIENTOS DE MONTAJE EXPUESTOS EN EL MANUAL Y PREVIO ESTUDIO Y APROBACIÓN EN SU CASO POR LA COORDINACIÓN EJECUTIVA DE CONSTRUCCIÓN DE LA SPCO DE PEMEX, SE INCORPORARÁN AL MISMO.

HECHO POR:

ING. IGNACIO JARAMILLO LOPEZ
G CIA. DE PROYS. INDUSTRIALES
S.P.C.O.

APROBADO POR:

ING. JAIME HERNANDEZ BALBOA
COORD. EJECUTIVO DE CONST'N.
S.P.C.O.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. I.J.L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR: Ing. I.J.L.	IV-66	12 DE 13
20 PRUEBAS, INSPECC. FINAL. CONCLUSIONES		MANUAL DE MONTAJE N° 1	

FUENTES DE INFORMACION:

CHICAGO BRIDGE AND IRON Co. (CBI)

PITTSBURG-DES MOINES STEEL Co. (PDM)

KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES LTD. (KHI)

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE, API-650 STD.

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS, ASME V.

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS, ASME IX.

AMERICAN WELDING SOCIETY (AWS)

INSTRUCTIVO DE MONTAJE DE TANQUES DE T.F. DE 500 M. BLS. (PENEX)

PROCEDIMIENTO DE MONTAJE PARA TANQUES DE 500 M. BLS. (CISA)

NOTAS Y ESPECIFICACIONES DE MONTAJE DE TANQUES (I.J.L.)

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR Ing. J. J. L.
APROBADO POR Ing. J. M. B.

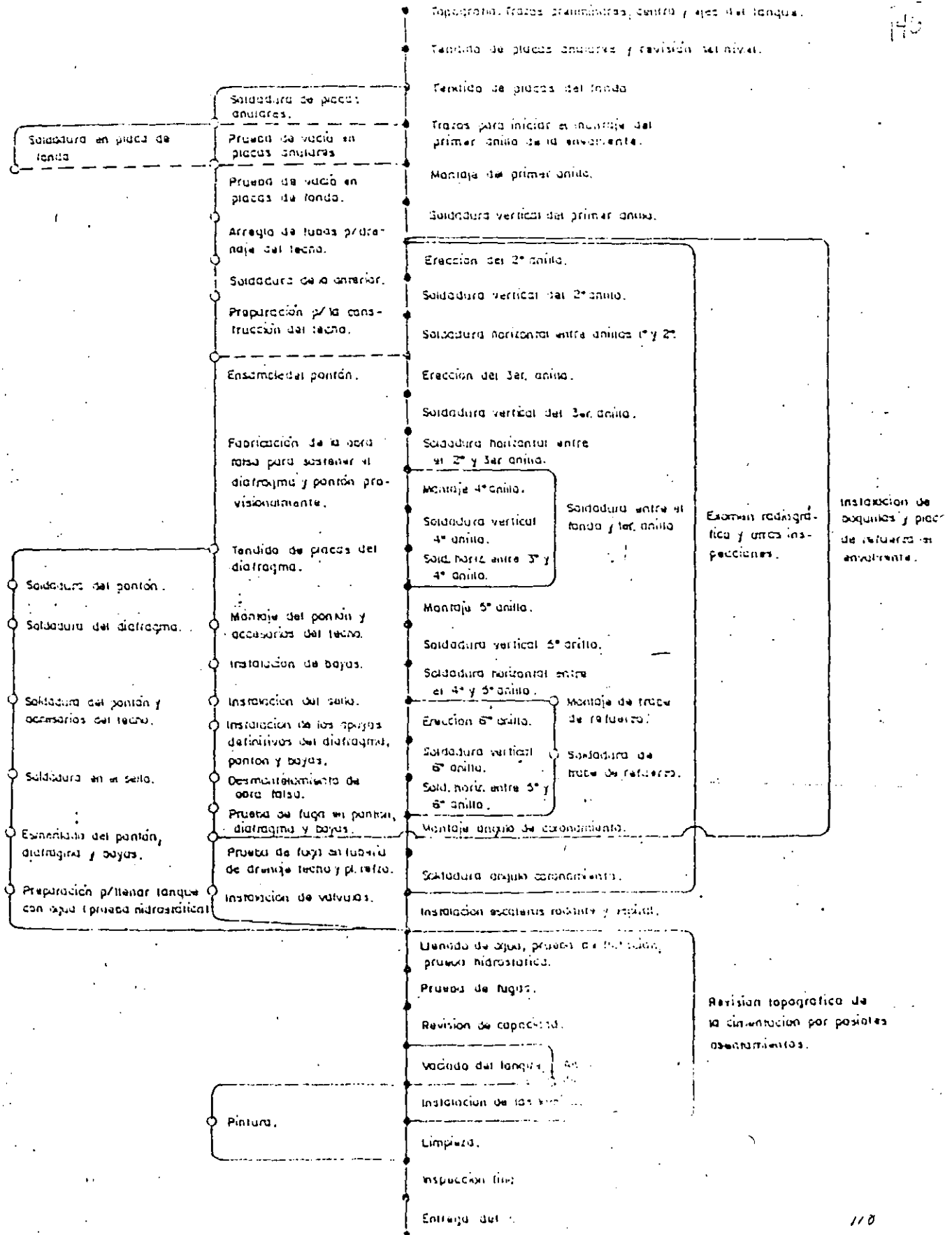
FECH
IV-66

HOJA
13 DE 13

70 PRUEBAS, INSPECC. FINAL, CONCLUSIONES

MANUAL DE MONTAJE N° 1

DIAGRAMA DE LA SECUENCIA DE LAS OPERACIONES DE MONTAJE DE UN TANQUE





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS
V CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION
MODULO III CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO**

COMPLEMENTO INSTALACION DE VIA

ARQ. EDUARDO LASSALA MOZO

TRANSPORTE URBANO AUTOMATIZADO

Orlyval, el último de los metros automatizados ligeros puesto en servicio en Francia, asegura la conexión entre la red exprés regional parisina (RER), en la estación de Antony, y las dos aeroportos de Orly. Solamente seis minutos para un trayecto de 7.2 km; incluso con el descenso de los pasajeros en Antony, la duración del trayecto entre el aeropuerto y el centro de París, tomando después el RER, no rebasa los 30 minutos. El aeropuerto de Roissy-Charles de Gaulle, al norte de París, está comunicado por la misma línea RER por lo que la interconexión se realiza, sin otra correspondencia, en exactamente una hora. El cambio de tren en Antony entre el sistema Orlyval y la RER se simplificó al máximo. En el sentido París-Orly, los pasajeros no deben caminar más de 16 metros para pasar de un andén a otro; en el sentido contrario deben

La ingeniería civil, en combinación con otras especialidades, está permanentemente aplicada al desarrollo de respuestas adecuadas a la problemática que se genera con el desarrollo de las zonas urbanas. El transporte de millones de personas al día por una ciudad congestionada es uno de los aspectos clave. Orlyval -el último metro automatizado ligero en Francia- presenta características de una alternativa de vanguardia

cambiar de nivel pero la distancia a recorrer no rebasa los 56 metros. Además, gracias al automatismo los tiempos de espera son extremadamente reducidos: los trenes de Orlyval salen en función de la llegada de las ramas RER a la estación de Antony. Gracias a esta sincronización, el viajero está seguro de no perder tiempo en Antony aun en horas de poca actividad cuando los transportes colectivos bajan la frecuencia de servicio.

Orlyval se beneficia de la experiencia en Lille, donde el primer Val fue puesto en servicio en 1983. Actualmente 50 millones de pasajeros por año utilizan las 36 estaciones instaladas sobre los 25.2 km de red, de los cuales 17.7 km son subterráneos. El Val también circula desde mayo de 1989, en Estados Unidos, en Jacksonville, en donde la red actual de 3 km, con tres estaciones, debe alcanzar progresivamente los 15 km con 13 estaciones. Se han em-▷



El Val de Jacksonville

prendido otros programas en Chicago (4.3 km de líneas para comunicar el aeropuerto) y en Taipei (11.5 km, de los cuales 10.7 km son aéreos). En ambos casos la puesta en servicio está prevista para este año. En Turín, Italia, también debe ser instalado el Val de acuerdo con el convenio firmado entre una firma francesa y otra italiana (creando juntas una filial, la Transfirma) surgido de una decisión tomada por la municipalidad en julio de 1991. Están previstas varias fases y la primera (8 km, 16 estaciones y 34 trenes) debería concluirse en 1996.

En Francia, otras tres ciudades eligieron el sistema automático. El Val será puesto en servicio en Toulouse en 1993 y comunicará 15 estaciones en una red casi totalmente subterránea de 10 km como en Rennes, en donde se construirán 8.5 km de líneas y otras 15 estaciones. En Burdeos, en donde la explotación podría empezar dentro de cinco años, el Val circulará sobre 22 km según un programa que consta de dos fases de realización. Para los proyectos en curso, los costos son variables y dependen ampliamente de la parte de la ingeniería civil. Las inversiones, material móvil incluido, son de 1,368 millones de nuevos pesos (con 16 trenes para Rennes, 1,881 millones de nuevos pesos (con 29 trenes) para Toulouse y para Burdeos únicamente para la primera fase (13

km, 19 estaciones y 30 trenes) 2,964 millones de nuevos pesos.

Para Orlyval, el proyecto fue menos ambicioso; considerando los 7.2 km de línea que separan la estación de Antony del aeropuerto de Orly, el costo está limitado a 684 millones de nuevos pesos. El sistema Orlyval incluye cuatro estaciones: una en Antony y tres en Orly para comunicar las zonas de llegada y salida de las dos aeroportaciones. La inversión para este programa proviene esencialmente de las facilidades para implantar la red: solamente 2.7 km de línea tuvieron que ser construidas en subterráneo, lo que permitió reducir la parte de ingeniería civil. Además, solamente ocho trenes están asignados a la conexión entre la estación de la RER y el aeropuerto, no obstante, son suficientes para asegurar el servicio cada tres minutos en las horas pico; en las horas de poca actividad, en función de la circulación de las ramas RER, la frecuencia está reducida pero nunca rebasa los 12 minutos de intervalo.

La explotación del sistema es totalmente privada, sin subvenciones públicas. La RATP, responsable de los transportes parisinos, encuentra así un terreno de experimentación para probar los automatismos de los transportes colectivos tanto técnica como administrativamente.

Además, el material que se eligió para el sistema que se está construyendo es de concepción muy parecida al material utilizado por Orlyval.

Los automatismos permiten explotar el sistema todos los días de la semana sin ninguna dificultad. Para el responsable, ofrecen un mayor margen de maniobra en la organización de las ramas. En efecto, con el Val, se puede asegurar un servicio a las estaciones con elevada frecuencia sin penalizar los costos de explotación, mientras que la presencia de un conductor de convoy aumentaría estos costos en las mismas proporciones.

Para los pasajeros que desean tiempos de espera reducidos en los transportes colectivos, el interés es evidente.

Tomando en cuenta la frecuencia de paso de los trenes, su capacidad puede limitarse a 100/150 pasajeros. Los trenes de dos vagones de Orlyval transportan así, en función de la hora del día, de 420 a 1,760 personas por hora en cada sentido. Este año, el metro automático debería transportar aproximadamente a cuatro de los 25 millones de personas que frecuentan el aeropuerto, es decir, 17%.

A largo plazo, la empresa piensa transportar el 20% de la clientela del aeropuerto.

Aunque cada vez más se habla del pilotaje automático, todavía es poco conocido. Aunque no hay motivo, una presencia humana muchas veces es considerada, sin fundamento, por el usuario como un factor de seguridad. Así, en Lille, durante ocho años de servicio, no ha habido ningún accidente que pueda ensombrecer el balance del Val. Además, tomando en cuenta los automatismos instalados actualmente en la mayoría de los metros, la presencia de un operador en los mandos está más ligada a la vigilancia que al manejo. El aspecto seguridad pasa también por la reglamentación de la interfase que existe entre los andenes y los trenes para impedir que un tren pueda arrancar si existe cualquier riesgo de perjudicar algún pasajero. Para solucionar este problema, se instalan en los andenes puertas a nivel del descansillo que se colocan enfrente de las puertas del Val cuando está parado. De esta forma se prevé un sistema de seguridad doble: el tren sólo puede arrancar cuando los dos sistemas de puertas están cerrados.

Intervalo de dos minutos 30 segundos entre dos trenes de metro pesado

Los metros pesados, como los

que existen en Francia en París, Lyon y Marsella también están sometidos a frecuencias rápidas para hacer frente a la densidad de los flujos de pasajeros en las horas de afluencia. Para la administración electrónica del tráfico se desarrolló el sistema SACEM, que permite reducir a dos minutos 30 segundos el intervalo entre dos ramas en periodo de afluencia, sin perjudicar las condiciones de seguridad. Las capacidades de transporte se encuentran, por lo tanto, incrementadas en un 20%.

Este sistema, ya en servicio en París y principalmente en la línea A de la RER, representa una importante etapa hacia la automatización. Dado que autoadministra la circulación de los trenes, el papel del conductor consiste únicamente en cerrar las puertas.

Es difícil concebir que el intervalo entre dos trenes pueda reducirse aún más, ya que en este caso se pueden presentar problemas en el dominio de los

automatismos como son el tiempo necesario para que los pasajeros bajen y suban a los trenes.

La elección del Val no fue por casualidad. La tecnología desarrollada en los metros automáticos (tanto en los ligeros como en el metro pesado de Lyon, en la red Maggaly) se deriva de sus investigaciones y aplicaciones en las telecomunicaciones y sistemas de armas teledirigidas.

Los tranvías de concepción totalmente nueva aparecieron en Nantes en 1985, y más recientemente en Grenoble (dos líneas entraron en servicio en 1987 y en 1990) y en Saint-Etienne. En estas dos ciudades, los trenes de tranvías son casi idénticos y sus nuevos modelos aparecieron en Saint-Etienne hasta diciembre de 1991. Otras ciudades también eligieron el tranvía de piso bajo del año 2000. Este mismo material debería ser explotado a partir de 1995 en el oeste de París, sobre 13 km a lo largo del río Sena,

desde el centro de La Défense hasta la correspondencia con la red RER en Issy-Plaine.

Ejes de rueda orientables para boa

La innovación tecnológica va a la par con el mejoramiento del confort de los pasajeros, como lo demuestra el prototipo de metro BOA experimentado en París.

Para los pasajeros, la principal innovación es el concepto de "intercirculación": pueden circular de un vagón a otro en todo el tren compuesto de cuatro vagones. Además, gracias a un mejor aprovechamiento del espacio al interior de los vagones, el ambiente es mucho menos encerrado que en los separados. Las novedades tecnológicas estudiadas son menos perceptibles, pero igualmente importantes para la comodidad. En el sistema BOA, los tradicionales carretones se reemplazaron por ejes de rueda orientables ▷

que se mueven más fácilmente en las curvas cerradas y que transmiten menos vibraciones en el interior de los vagones. Las ruedas son independientes y los ejes están equipados con diferenciales para que cada una gire a buena velocidad en las curvas, independientemente de la posición al interior o al exterior de la curva; el sistema de tracción es asincrónico.

Transville sobre cojines de aire

Entre el Val y el tranvía, puede existir un sistema intermedio. Se está estudiando un sistema modulable de metro ligero, el Transville, que consta de cabinas fabricadas con materiales compuestos y que puede transportar de 35 a 100 personas según el número de cabinas que componen el tren. Este sistema está guiado por un riel central de hormigón, gracias a llantas horizontales solidarias de las cabinas, descansa sobre cojines de aire. Un carro tractor de motor lineal, colocado abajo de la cabina, asegura la propulsión y alimenta los cojines de aire. Este material está todavía en fase de desarrollo; una vía de experimentación fue construida en Decazeville y, según el constructor, su velocidad máxima sería de 72 km/h y el intervalo de pasaje entre dos trenes podría reducirse a 90 segundos.

Subir la colina de Montmartre en 40 segundos

Existen otros materiales, menos comunes en los transportes colectivos urbanos, y que integran tecnologías de punta: los funiculares. En París, en la colina de Montmartre para comunicar el Sagrado Corazón, la RATP hizo funcionar un nuevo sistema. El dispositivo del antiguo funicular de 1900, con base en contrapesos de agua (el peso de las dos cabinas se equilibraba cuando la que bajaba estaba cargada de agua, misma que se vaciaba al llegar), había sido reemplazado unos treinta años más tarde por otro equipado con un sistema eléctrico. Desde junio de 1991, dos nuevas cabinas -esta vez independientes- suben los 36 metros de desnivel de la colina en un recorrido de 103 metros en 40 segundos: casi dos veces más rápido que con los sistemas anteriores, con una capacidad de dos mil pasajeros por hora en cada sentido.

La moderna distribución de boletos cambia la administración

La electrónica y la informática encuentran múltiples aplicaciones en el boleto para el cual los sistemas inteligentes están tecnológicamente cercanos a los sistemas bancarios para la distribución automática de billetes.

Los ejes de trabajo son múltiples pero no se limitan a la única entrega de boletos de transporte. Los distribuidores constituyen la parte final de un sistema mucho más integrado que comprende toda la información contable. Además de la evolución tecnológica, estos nuevos sistemas implican una reorganización del control de ingresos y una reflexión de conjunto del sistema de administración.

Para el usuario, la multiplicación de los distribuidores electrónicos evita los tiempos de espera, pero para ser eficaz, el software de distribución debe

permitir varias entradas para identificar la elección del pasajero.

La fórmula más eficaz para facilitar el diálogo entre la máquina y el viajero pasa por la utilización de una pantalla conversacional, como para la distribución de billetes en el banco. La diversidad de medios de pago es también un elemento de confort; va desde el pago con monedas o billetes hasta la utilización de tarjeta de crédito.

Una próxima etapa consistirá en permitir, a partir del mismo sistema, la distribución de boletos válidos para toda la red de la zona urbana. Por ejemplo para París, la red del metro RATP, la SNCF de la periferia y la RER.

Si bien la primera etapa está superada en París, todavía no permite seleccionar, a partir de cualquier punto, otra estación de las tres redes de la región.

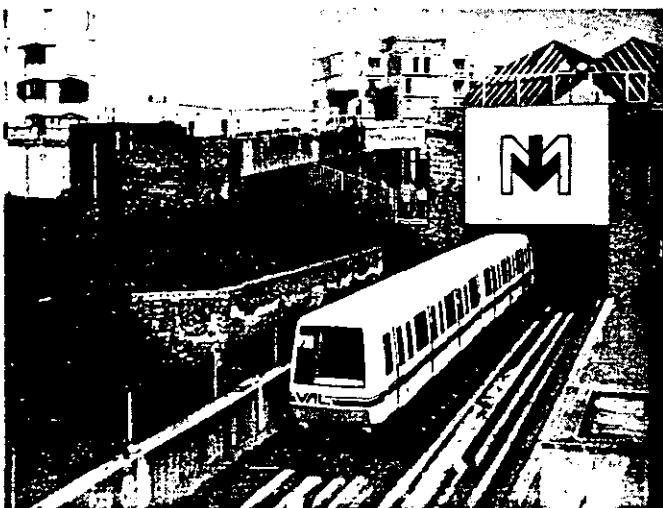
El "nuevo servicio en estación" (N2S) ilustra esta evolución y es de utilización más simple para los pasajeros. Distribuye boletos por unidad o por carnet, así como cupones semanales o mensuales.

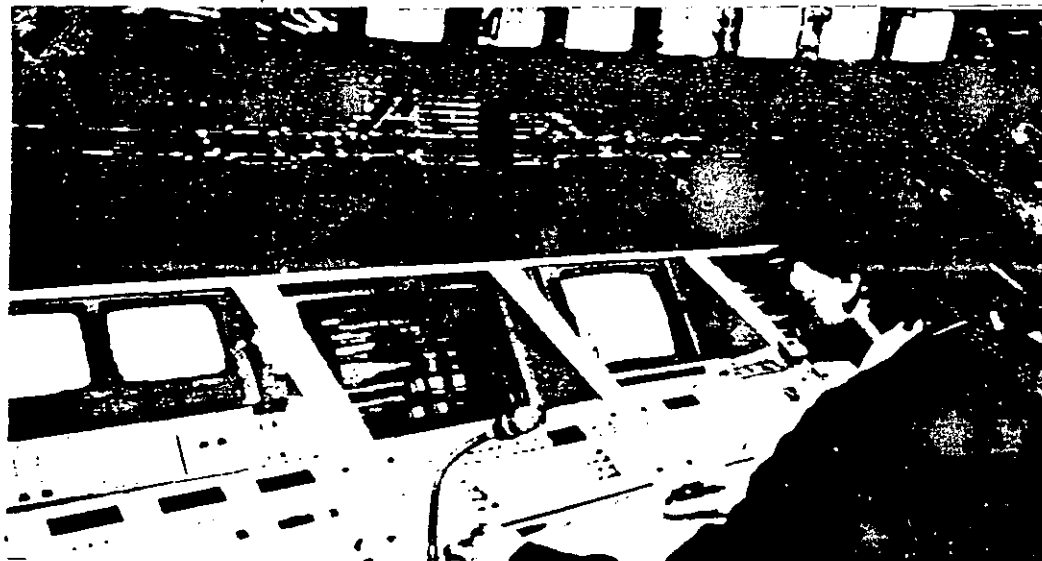
Dada la diversidad de funciones, la organización de todas las posibles informaciones en pantalla no es el problema más simple de resolver. Experimentado sobre una sola línea del metro de París desde junio de 1991, el N2S equipó una segunda línea antes de finalizar 1992. La RATP estudia actualmente el paso a la fase de generalización.

La tarjeta inteligente y las manos libres

La capacidad limitada de una pista magnética sobre los boletos de transporte (64 bytes) orientó la reflexión hacia el uso de las tarjetas inteligentes. De mayor capacidad, la utilización de este soporte permite variar las posibles fórmulas, introduciendo productos específicos (para los recorridos turísticos y las suscripciones particulares) así como la modulación de las tarifas en función de los periodos en que se divide el año

El Val de Jacksonville





Puesto Central de control del Val de Lille

Experiencias de este tipo se llevaron a cabo en Blois (en asociación con la RATP) y en la aglomeración de Lille (con la fórmula Transcarte); otras redes urbanas en Francia (principalmente en París y Marsella) están igualmente interesadas en este sistema.

Los responsables están confrontados al nivel de las inversiones: mientras más amplia sea la red, la inversión será más elevada, ya que este sistema modifica totalmente la filosofía de la oferta del transporte. Por lo tanto, la red que lo adopte, debe modificar todo su equipo de distribución automática de boletos.

La transición implica un cambio radical en cuanto a la instalación de un sistema de control "manos libres", basado en la lectura infrarroja de los boletos de transporte. Este sistema, derivado del peaje "manos libres" para los automóviles que asegura un reconocimiento a distancia de la validez del boleto, permite una aceleración de los flujos de viajeros al evitar la introducción de un boleto en una máquina.

La red de Marsella está muy interesada en este sistema, en

donde también la fórmula desemboca en una reflexión de conjunto de la nueva tarifa y de un sistema de control diferente para la lucha contra el fraude.

Localizar los autobuses cada 20 segundos

Los sistemas de información del pasajero también han progresado; las fórmulas más innovadoras consisten en ofrecer una información en tiempo real, son múltiples y entre las más sofisticadas se puede citar el sistema Alexis de la RATP para los autobuses, en donde cada veinte segundos se actualiza la posición de los vehículos, se evalúan los tiempos de espera y se repercuten en las paradas. De esta forma la información es la más pertinente posible. Sin embargo, la eficacia de este complejo sistema debe ser analizada en función de las ventajas que proporciona, principalmente en cuanto a la frecuencia de los autobuses en un medio urbano.

Otro sistema menos sofisticado, Chronobus, establece horarios de pasaje a partir de modelos teóricos de circulación y de la hora de salida de la cabeza de línea. Aunque es menos preciso que Alexis, este sistema brinda

satisfacciones en la periferia donde el tráfico es fluido.

La información sonora de zona en el metro

Para el metro, en el caso de redes densas como el de París, la información vocal alternada con mensajes video se revela como la más funcional. Para los servicios de investigaciones de la RATP, la reflexión consiste hoy en transmitir las informaciones a los usuarios ya no a partir de una línea sino de un sector que reagrupa varios tramos de líneas.

Este concepto pasa por la instalación de centros de enlace que cubren de ocho a diez estaciones y que, para la transmisión de informaciones, utiliza los sistemas de televigilancia. Los operadores que disponen de un seguimiento de los trenes en tiempo real para localizarlos en las estaciones o en las interestaciones pueden utilizar mensajes pregrabados que difunden en las estaciones o intervenir de modo individual. Este sistema que da el privilegio a la información sonora o video aparece hoy como el más adaptado a la información intermodal o interredes. Permite evitar uno de los peligros del proceso: el atascamiento de mensajes que opera en contra del objetivo deseado. □



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS
V CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION
MODULO III CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO**

PLATAFORMAS DE PERFORACION MARITIMA

ING. VITOR SAENZ DE OCARIZ

ESTOS APUNTES FUERON DESARROLLADOS POR EL
ING. FRANCISCO JAVIER DE LA TORRE, QUIEN
SIEMPRE CON GRAN DEDICACION HA COLABORADO
AL DESARROLLO DE NUEVOS TECNICOS Y PROFE-
SIONISTAS.

C O N T E N I D O

- I.- LA EXPLOTACION MARINA EN MEXICO.
- II.- DIFERENTES TIPOS DE PLATAFORMAS MARINAS
- III.- SELECCION DE ZONAS PROPICIAS PARA FABRICACION DE PLATAFORMAS MARINAS.
- IV.- INFRAESTRUCTURA DE UN PATIO PARA FABRICAR PLATAFORMAS (INSTALACIONES, EQUIPO Y PERSONAL).
- V.- INFORMACION BASICA PARA EL DISEÑO DE PLATAFORMAS MARINAS (BASE DE DISEÑO, ESPECIFICACIONES, CODIGOS Y NORMAS QUE RIGEN EL DISEÑO DE PLATAFORMAS MARINAS).
- VI.- ACCIONES A LA QUE ESTARA SUJETA UNA ESTRUCTURA DURANTE SU FABRICACION, TRANSPORTE, INSTALACION Y VIDA UTIL EN LA ZONDA CAMPECHE.
- VII.- ETAPAS DE LA PERFORACION, SEPARACION DE CRUDO, BOMBEO, COMPRESION Y EQUIPOS-UTILIZADOS.
- VIII.- INTRODUCCION A LA TECNOLOGIA DE LOS MATERIALES.
- IX.- PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA.
- X.- PROTECCION ANTICORROSIVA.
- XI.- DINAMICA EN LA FABRICACION, SUPERVISION, INSPECCION Y CONTROL DE OBRA.
- XII.- CARGA DE ESTRUCTURAS, FIJACION Y TRANSPORTE SOBRE CHALAN.
- XIII.- INSTALACION E INTERCONEXION DE PLATAFORMAS.
- XIV.- ESTADISTICA DE LA FABRICACION DE PLATAFORMAS MARINAS EN MEXICO.

I.- LA EXPLOTACION MARINA EN MEXICO.

ES DE ESPERARSE QUE DURANTE LOS PASADOS AÑOS HUBIERON QUE HABERSE EXPLORADO ZONAS DESERTICAS, MONTAÑOSAS, LACUSTRES, PANTANOSAS, ETC. DE NUESTRO TERRITORIO NACIONAL, UTILIZANDO NUESTROS TECNICOS - UN SINNUMERO DE EQUIPO TAN VARIADO EN SU FORMA, PESO Y FUNCIONAMIENTO, ALGUNOS PARA ESTUDIOS PRELIMINARES Y OTROS PARA PERFORAR DIRECTAMENTE EN UN SITIO PRECISO Y OBTENER FISICAMENTE LA INFORMACION NECESARIA PARA QUE POSTERIORMENTE SE LLEVARAN AL CABO LOS TRABAJOS DE PERFORACION Y DESARROLLO DE LOS CAMPOS PETROLIFEROS.

PARA EL CASO DE LAS ZONAS PANTANOSAS, COMO ES EL SURESTE DE MEXICO LOS EQUIPOS DE PERFORACION HAN SIDO MONTADOS EN PEQUEÑOS CHALANES, DRAGANDO EN OCASIONES O ABRIENDO CANALES SUPERFICIALES HASTA - LLEGAR A LA LOCALIZACION REQUERIDA. (FIG. 1-A)

EN LAS ZONAS LACUSTRES, COMO ES EL CASO DE LA LAGUNA DE TAMIAHUA -- POR CITAR ALGUNO, PETROLEOS MEXICANOS HA UTILIZADO UN TIPO DE PLATAFORMA SEMEJANTE A UN TAPANCO, CONSTRUIDO BASICAMENTE CON MATERIAL - TUBULAR Y EN SECCIONES, APOYANDOSE DIRECTAMENTE EN EL FONDO MARINO - DE LA LAGUNA CON TIRANTES DEL ORDEN DE 1.5 M. A 4.0 MTS.

EL CONJUNTO DE SECCIONES, DEBIDAMENTE COLOCADOS, Y NIVELADOS PROPORCIONAN BASICAMENTE LA SUPERFICIE DE SUSTENTACION PARA LOS EQUIPOS - QUE SE REQUIERAN DURANTE EL PROCESO DE PERFORACION. (FIG. 1-B)

LO ANTERIOR NOS LLEVA A PENSAR RESPECTO A LA PARTICIPACION QUE NUESTROS TECNICOS HAN TENIDO EN LOS ESTUDIOS PRELIMINARES PARA OBTENER INFORMACION TOPOGRAFICA, BATIMETRICA, MECANICA DE SUELOS Y LAS - CONDICIONES ATMOSFERICAS QUE PREVALECE EN DETERMINADAS ZONAS.

LA INFORMACION OBTENIDA A TRAVES DE ESTOS ESTUDIOS, TENDRIA -- QUE ESTAR MUY LIGADA A LOS CODIGOS Y NORMAS DE CONSTRUCCION PARA ESTRUCTURAS DE ACERO A INSTALARSE EN ZONAS MARINAS. SIN EMBARGO, NO - FUE HASTA LAS DECADAS DE LOS 60'S Y 70'S CUANDO PEMEX DECIDIO LANZARSE A LA EXPLORACION Y EXPLOTACION FUERA DE COSTA, LLEGANDO A INSTALAR PLATAFORMAS MARINAS EN LOS CAMPOS TIBURON, ATUN "A" Y "B", BA

GRE "A" Y "B", MORSA, MARSOPA, ESCUALO, ARENQUE "A", "B" Y "C". LOS RESULTADOS OBTENIDOS, HABLANDO ECONOMICAMENTE, FUERON PARCIALES, DERIVANDOSE CON ELLO UN SLUM O UN RECESO EN CUANTO A LA ACTIVIDAD DE NUESTROS TECNICOS, QUIENES ESTABAN ENCARGADOS DE ESTUDIAR LA TECNOLOGIA MARINA.

SOLO PARA UBICARLO EN EL TIEMPO, A ESTOS PRIMEROS TRABAJOS DE INSTALACION DE 10 PLATAFORMAS MARINAS, EN LOS CAMPOS ANTES CITADOS Y UBICADOS ENTRE LOS PUERTOS DE TAMPICO Y TUXPAN, SE LE HA DADO POR LLAMARSE PRIMERA ETAPA, ESTO EN CUANTO A LA FABRICACION E INSTALACION DE PLATAFORMAS MARINAS. (FIG. 2)

POSTERIORMENTE A ESTA PRIMERA ETAPA, PETROLEOS MEXICANOS PROSIGUIO ESTUDIANDO LA PLATAFORMA CONTINENTAL DEL GOLFO DE MEXICO, CON LA FINALIDAD DE ENCONTRAR ESTRUCTURAS GEOLOGICAS RICAS EN ACEITE -- CRUDO. ESTOS ESTUDIOS, COMO SON: METEREOLÓGICOS, OCEONOGRAFICOS, -- GEOLOGICOS Y DE PERFORACION MARINA DIRECTA EN EL SUELO MARINO, SE HAN DESARROLLADO CON EL AUXILIO DE BARCOS DE PERFORACION, ESTOS --- ADAPTADOS DE BUQUES MERCANTES DE CASCO PLANO, EN LOS CUALES SE LES INSTALA EL EQUIPO REQUERIDO SEGUN LA FUNCION QUE VAYA A DESEMPEÑAR.

LO ANTERIOR DIO COMO RESULTADO EL HALLAZGO DE GRANDES YACIMIENTOS DE CRUDO UBICADOS AL OCCIDENTE DE LA PENINSULA DE YUCATAN. A -- ESTA GRAN AREA PRODUCTORA DE CRUDO SE LE HA DENOMINADO SONDA DE CAMPECHE, LA CUAL COMPRENDE UNA SUPERFICIE KM². UBICADA ESTA EN LAS COORDENADAS GEOGRAFICAS

O EN LAS COORDENADAS EQUIVALENTES (U.T.M.)- UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR. (FIG. 3A Y 3B)

EL APROVECHAMIENTO DE LOS YACIMIENTOS DE PETROLEO LOCALIZADOS DEBAJO DEL FONDO MARINO, SIGUE EN LO FUNDAMENTAL, EL MISMO ESQUEMA UTILIZADO EN TIERRA FIRME. EL PRIMER PASO LO DAN LOS GEOLOGOS Y GEO FISICOS AL EMPRENDER LA BUSQUEDA DE NUEVOS YACIMIENTOS, VALIENDOSE PARA ELLO DE SUS CONOCIMIENTOS DE HISTORIA NATURAL.

LA MAYORIA DE LOS YACIMIENTOS DESCUBIERTOS HASTA LA FECHA TIE-

NEN SU ORIGEN EN EL PERIODO TERCIARIO, EN EL CRETACICO, EN EL PALEOZOICO PRIMARIO Y EN EL CAMBRICO, ES DECIR 10 A 600 MILLONES DE AÑOS ANTES DE NUESTRA ERA.

LA BUSQUEDA DE LOS YACIMIENTOS MARINOS SIGUE CONCENTRANDOSE TO DAVIA EN LAS PLATAFORMAS CONTINENTALES, O SEA, EN LAS REGIONES UBICADAS ENTRE LAS COSTAS Y EL QUIEBRE DE LOS CONTINENTES HACIA LAS REGIONES ABISMALES DE LOS OCEANOS. ESTAS REGIONES, CON UNA PROFUNDIDAD EN EL BORDE DE UNOS 200 METROS, ABARCAN EN SU CONJUNTO UNA SUPERFICIE DEL TAMAÑO DE AFRICA Y PROMETEN DAR UN GRAN RENDIMIENTO PETROLIFERO.

PERO TAMBIEN EN EL BORDE CONTINENTAL SE INCLUYE LA PRESENCIA DE GRANDES DEPOSITOS DE HIDROCARBUROS; SIN EMBARGO LAS CONCEPCIONES TECNICAS PARA SU EXPLOTACION NO REBANAN AUN LA FASE DE PLANEACION.

LA LOCALIZACION DE LOS YACIMIENTOS EN EL MAR, ES DECIR COSTA AFUERA, REQUIERE DE UN ESFUERZO CIENTIFICO Y TECNICO MUCHO MAYOR QUE EL QUE SE EXIJE PARA LAS EXPLOTACIONES EN TIERRA FIRME. NO IMPORTA CUAN OPTIMISTA SEAN LOS RESULTADOS DE LAS INVESTIGACIONES DE LOS GEOLOGOS; LA ULTIMA PALABRA EN CUANTO LA EXISTENCIA DENTRO DEL SUBSUELO DE YACIMIENTOS DE PETROLEO PUEDE DARLA UNICAMENTE UNA PERFORACION DE PRUEBA. A FIN DE PODER EFECTUAR ESTE TIPO DE PERFORACIONES EN EL MAR SE HAN DESARROLLADO EN LOS ULTIMOS AÑOS DIFERENTES TIPOS DE ESTRUCTURAS DE SOPORTE PARA LOS EQUIPOS DE PERFORACION, LAS QUE POSTERIORMENTE CITAREMOS.

LAS CANTIDADES, ASI COMO LAS POSIBILIDADES DE EXISTENCIA DE CRUDO QUE SE MANEJARON INICIALMENTE EN LA SONDA DE CAMPECHE NO FUERON REALMENTE LAS QUE ACTUALMENTE SE MANEJAN, SIN EMBARGO ERAN SUFICIENTES Y PROMETEDORAS QUE DE INMEDIATO SE PENSO EN IMPLEMENTAR TECNICAS ADECUADAS PARA LA EXPLOTACION DE ESTOS YACIMIENTOS, DANDO LUGAR A LA SEGUNDA ETAPA LA CUAL CONSISTIO EN UNA PLANEACION GLOBAL, OBVIAMENTE INTERVINIERON EN FORMA DIRECTA LAS SUBDIRECCIONES DE PRODUCCION PRIMARIA, DE CONSTRUCCION, DE FINANZAS Y ADMINISTRATIVA, ELABORANDO ANTEPROYECTOS DE FACTIBILIDAD EN LA EXPLORACION, PERFORA

CION, PRODUCCION, TRANSPORTE Y AUNADA A ESTA LA DE CONSTRUCCION DE PLATAFORMAS MARINAS, OLEOGASODUCTOS, BOYAS, TERMINALES, ETC.

EN ESTA PLANEACION SE REQUIRIO DE LA ASESORIA DE TECNICOS CAPACITADOS MUCHAS DE LAS VECES EXTRANJEROS PERO CADA DIA TENDIENTES A QUEDAR EN MANOS DE PERSONAL NACIONAL.

CADA UNO DE ESTOS FRENTES DE TRABAJO IMPONE POR SI SOLO LA NECESIDAD DE CORRER PROGRAMAS EN SISTEMAS COMPUTACIONALES QUE PERMITAN ACEPTAR LA INTRODUCCION DE NUEVAS INFORMACIONES, PRODUCTO DEL PROPIO CRECIMIENTO QUE CON CARACTER DE RETROALIMENTACION DE DATOS REQUIEREN ADECUAR LOS EVENTOS CONSECUENTES CON REPERCUSSION EN TODOS LOS DEMAS FRENTES DE TRABAJO, OBTENIENDOSE ASI EL ESTABLECIMIENTO DE FECHAS TENTATIVAS PROGRAMADAS DE PRODUCCION, QUE A SU VEZ REQUERIRIA DE FECHAS PREESTABLECIDAS PARA CONTAR CON LAS INSTALACIONES EN CONDICIONES DE OPERAR HASTA MANEJAR EL PRODUCTO TOTAL.

ES OPORTUNO ENFATIZAR QUE LO ANTERIOR CUBRE LAS OBRAS CIVILES Y LAS INSTALACIONES PARA MANEJO DE PRODUCCION EN SUELO CONTINENTAL, DUCTOS SUBMARINOS, PLATAFORMAS PARA DIFERENTES SERVICIOS, INVESTIGACION Y ESTUDIO DE LA INGENIERIA BASICA, INGENIERIA DE DISEÑO, PROYECTO Y CALCULO, ADQUISICIONES POR MATERIALES Y EQUIPOS, FABRICAS, TRANSPORTAR ESTRUCTURAS, INSTALAR E INTERCONECTAR EN EL MAR Y FINALMENTE PROBAR Y ARRANCAR TODAS LAS INSTALACIONES EN MAR Y TIERRA.

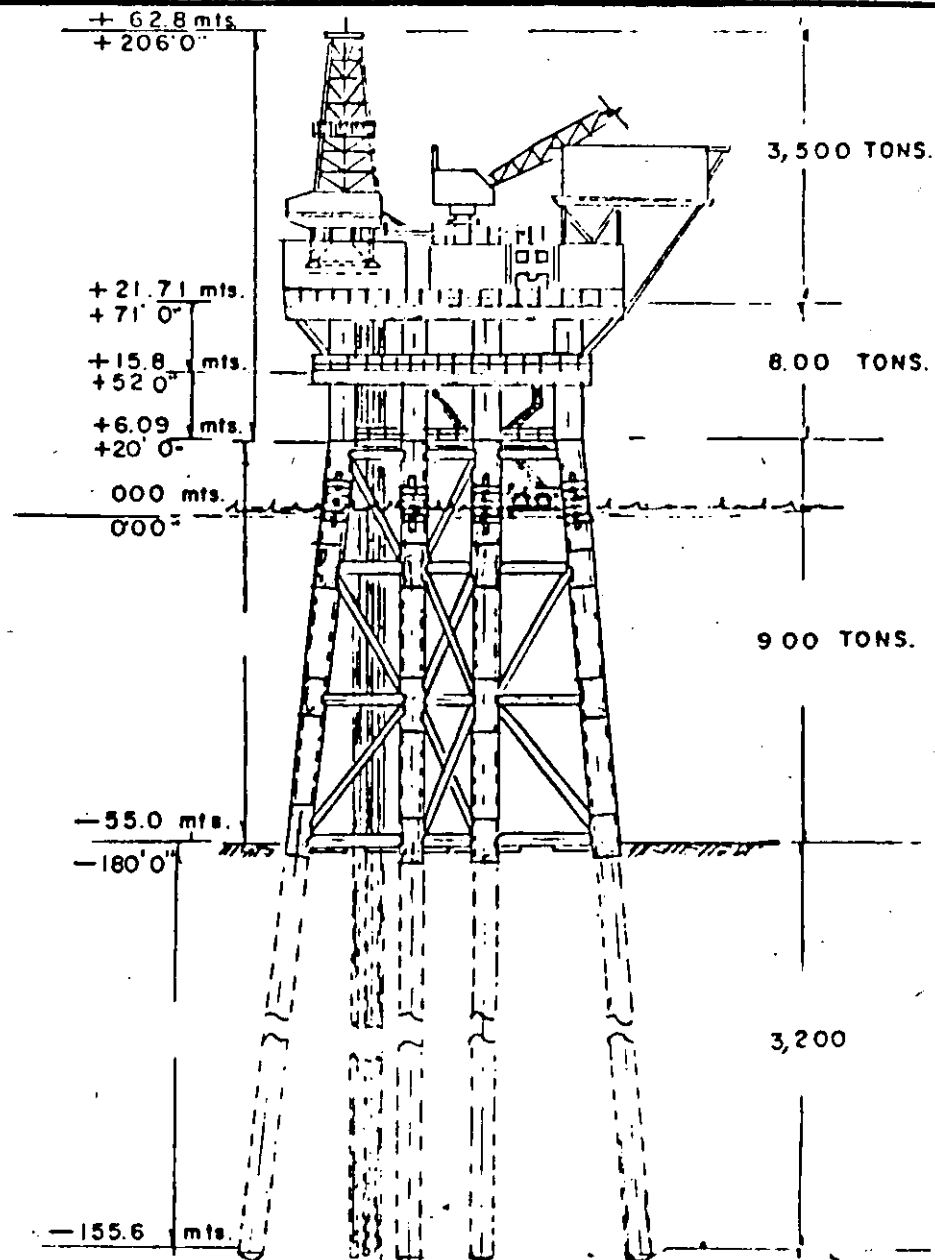
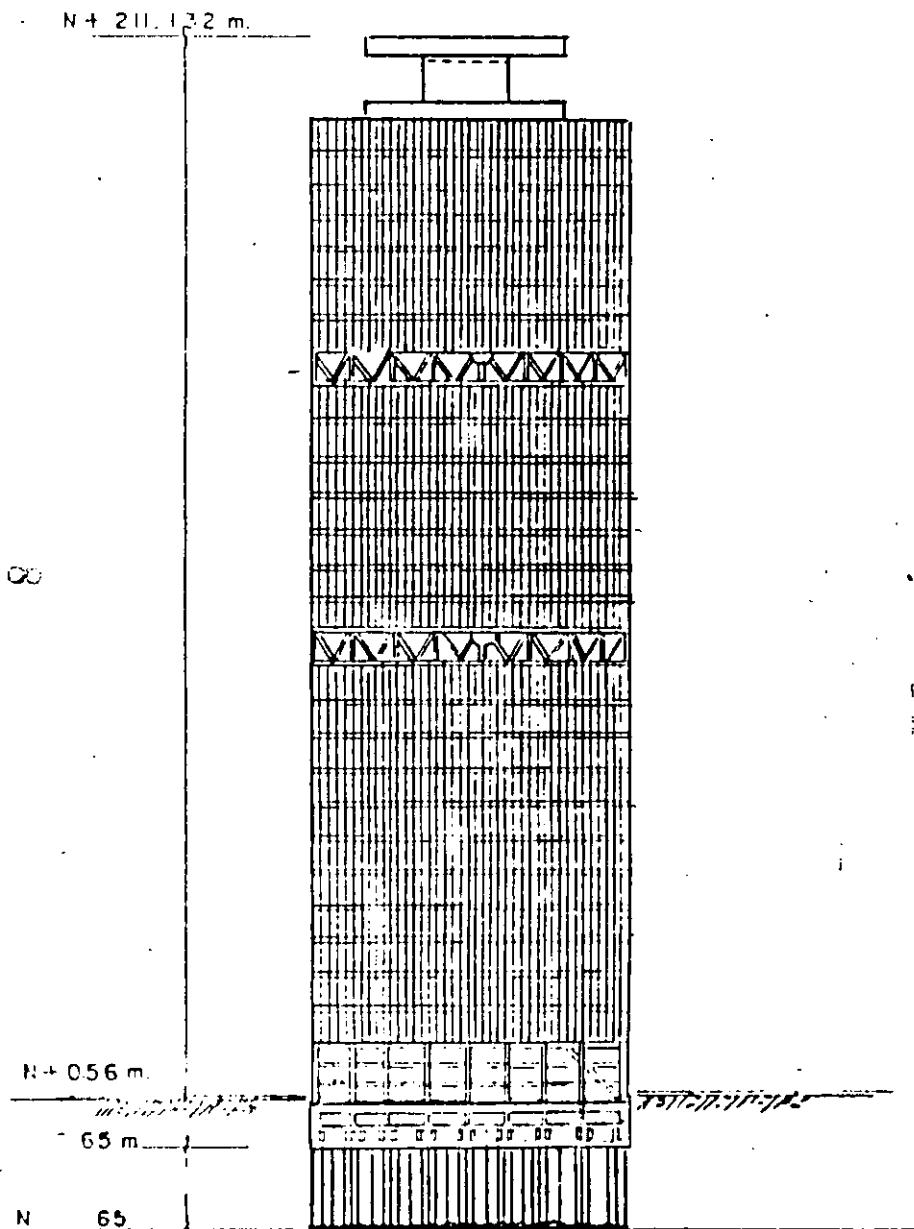
COMO PUEDE APRECIARSE CADA FRETE DE TRABAJO SE INICIO CON LIMITES DE TIEMPO BIEN DEFINIDOS, CONSIDERANDO HOLGURAS LIMITADAS POR LAS INCLEMENCIAS DEL TIEMPO, IMPREVISTOS Y UNA SERIE DE CAMBIOS QUE SOBRE LA MARCHA Y QUE COMO ADECUACION SE HAN HECHO.

EN CADA FRETE DE TRABAJO SE ELABORARON PROGRAMAS DE CAMINO CRITICO CON DIAGRAMAS DE FLECHAS, DANDO FECHAS DE INICIACION TEMPRANA Y TARDIA PARA CADA EVENTO Y CON HOLGURAS QUE LAS MISMAS REDES REQUERIAN SE FUERON ESTAS AJUSTANDO Y OBTENIENDO ASI LAS FECHAS DE TERMINACION QUE CON EL CRITERIO DE LA DISPONIBILIDAD OPORTUNA QUE EN EL SITIO REQUERIDO SE TIENE PARA CADA UNIDAD QUE SE TRATE.

PARA UNA MEJOR OBJETIVIDAD, SIENDO SOLO PARA CONSTRUCCION, SE-

PRESENTA UN CUADRO (FIG. 7) EN EL QUE SE APRECIAN LAS DIFERENTES AC
TIVIDADES Y SU INTERRELACION ENTRE ELLAS.

COMPARATIVA TORRE DE PEMEX VS PLATAFORMA MARINA



EQUIPO DE PERFORACION SOBRE CHALAN, EN UN CANAL DRAGADO EN ZONA PANTANOSA.

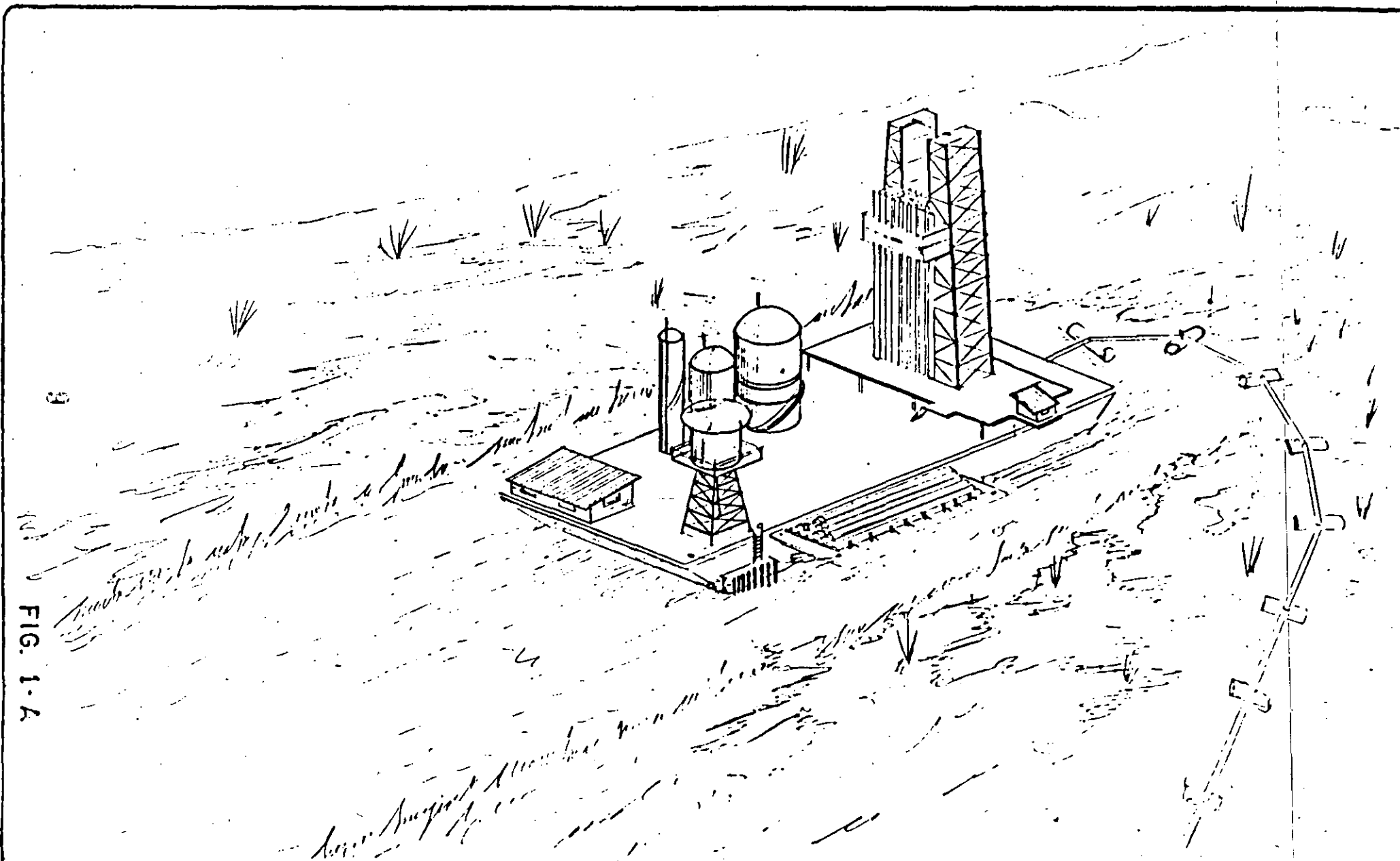
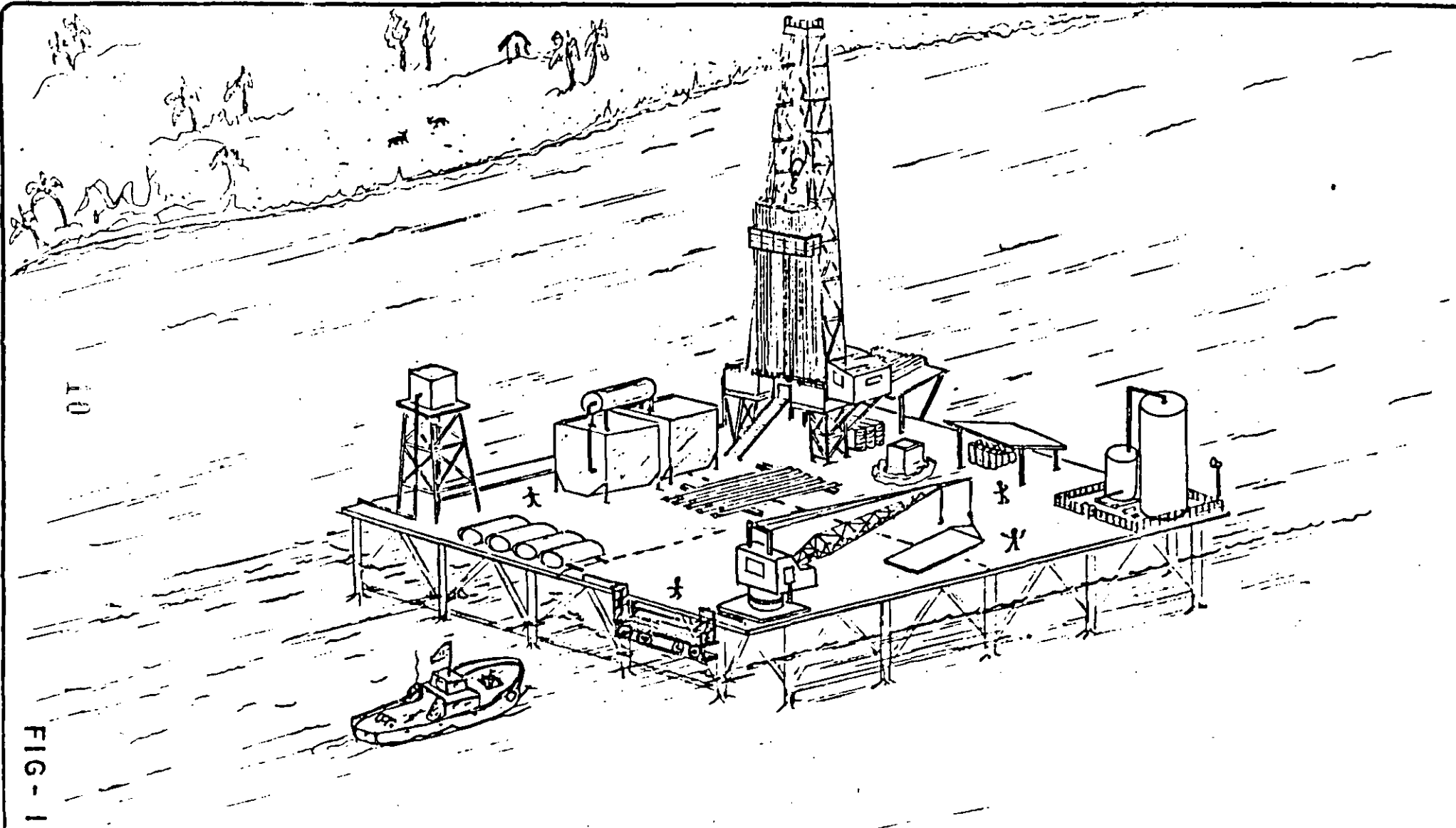


FIG. 1-A

EQUIPO DE PERFORACION SOBRE UNA ESTRUCTURA TIPO TAPANCO EN ZONA LACUSTRE



10

FIG-1-B

FAJA DE ORO EN EL GOLFO DE MEXICO

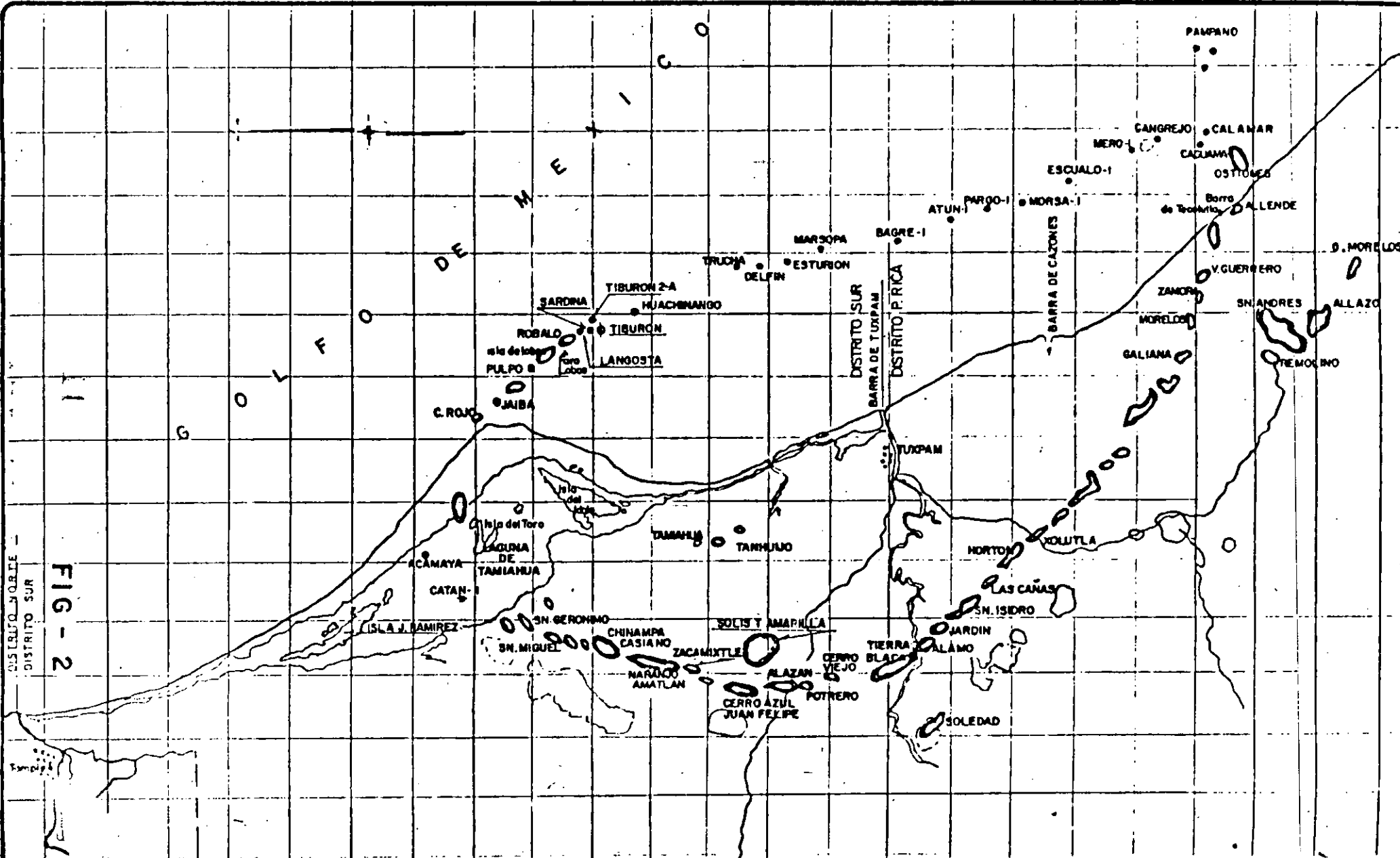


FIG - 2

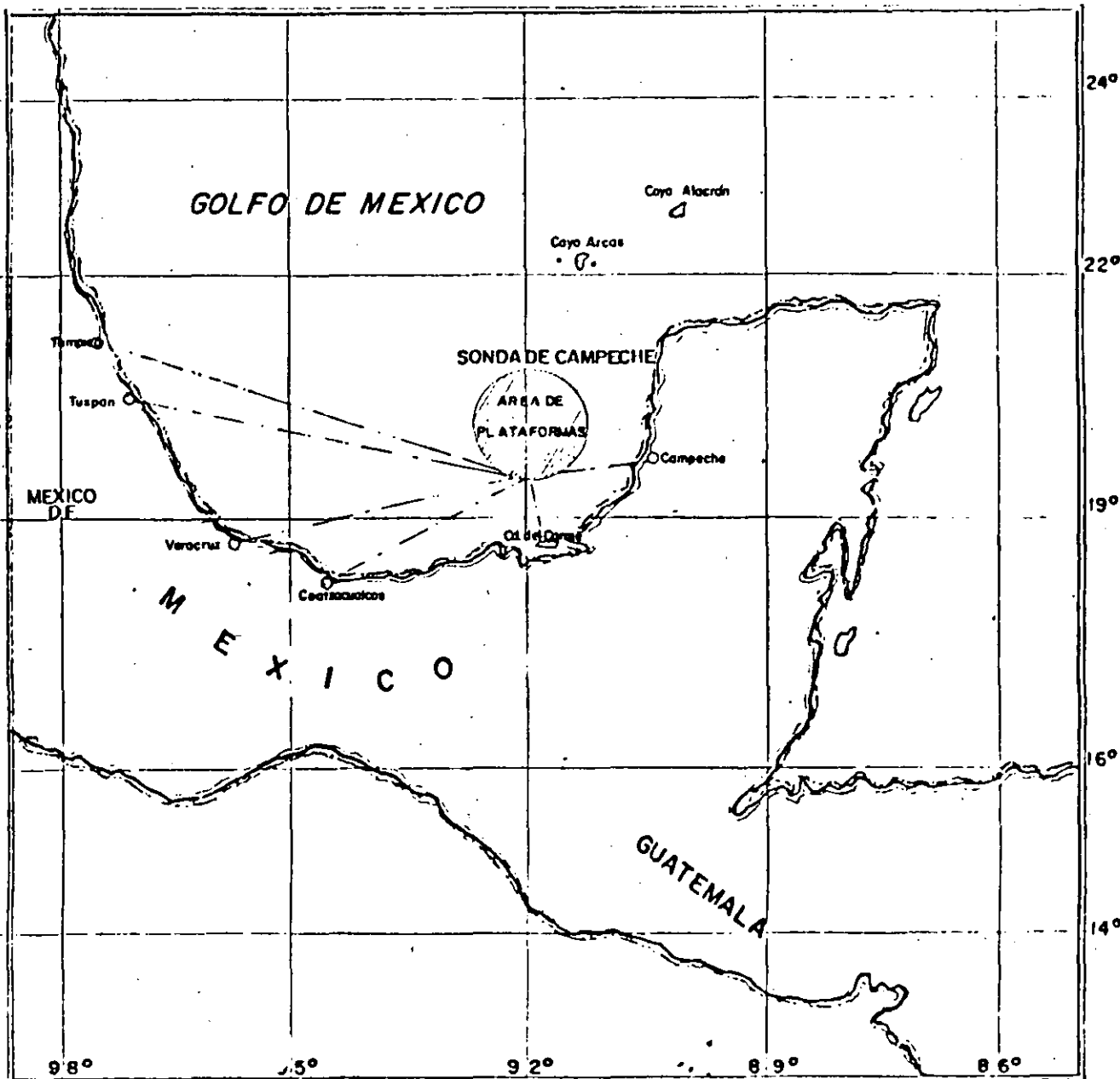
DISTRICTO SUR

SONDA DE CAMPECHE EN EL GOLFO DE MEXICO

NOTAS GENERALES

El sistema de coordenadas es Cuadrícula Universal Transversal de MERCATOR (U.T.M.), Esferoide de Clarke 1866, Meridiano Central $93^{\circ} 00' 00''$ W.G., y están referidas al NORTH AMERICAN DATUM de 1927

Las coordenadas definitivas de las plataformas fueron obtenidas mediante el Sistema de Translocación utilizando receptores GEOCEIVER MX-502 y Satélites Topográficos TRANSIT.



12

FIG-3-A

LOCALIZACION DE LOS PRINCIPALES YACIMIENTOS MARINOS

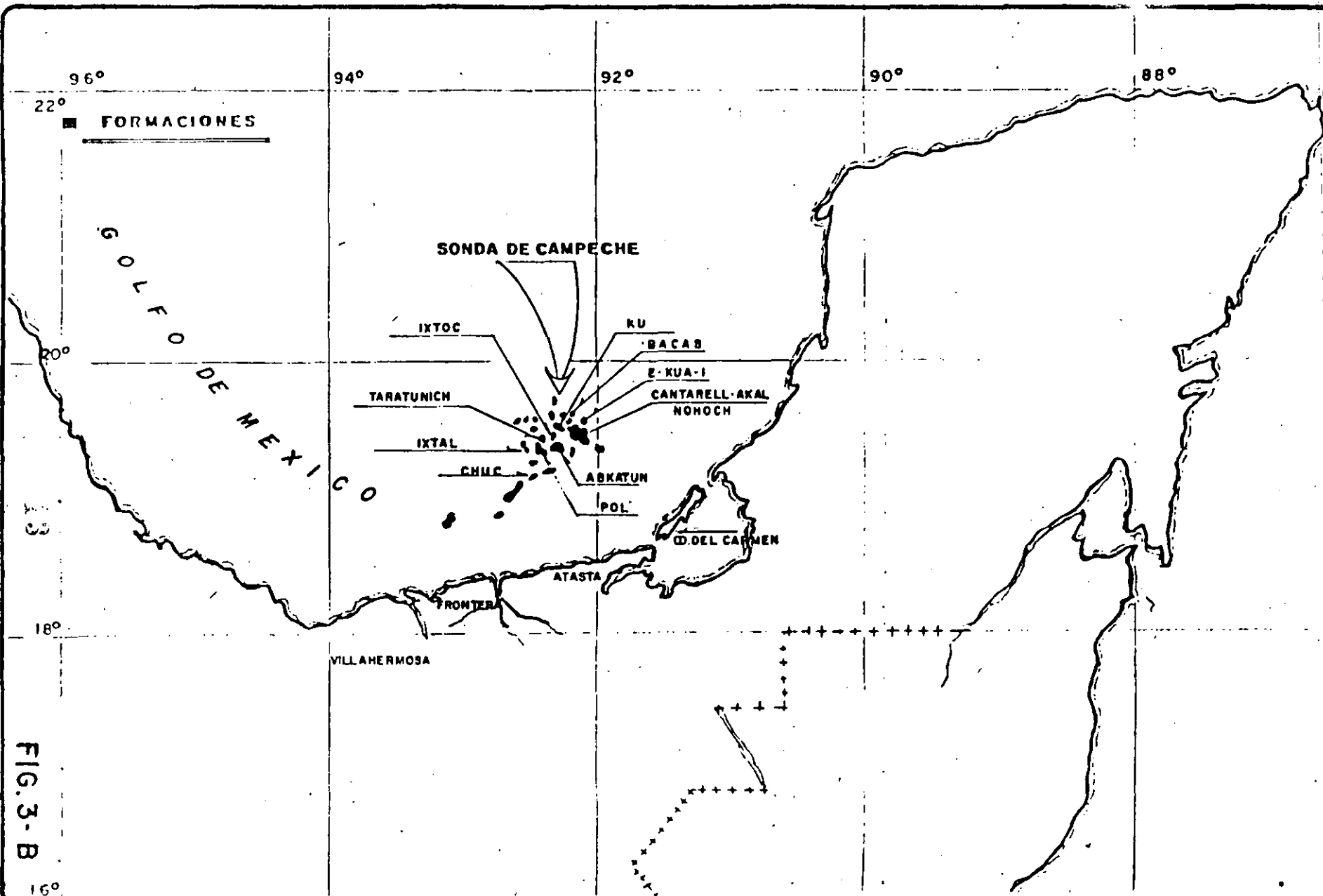
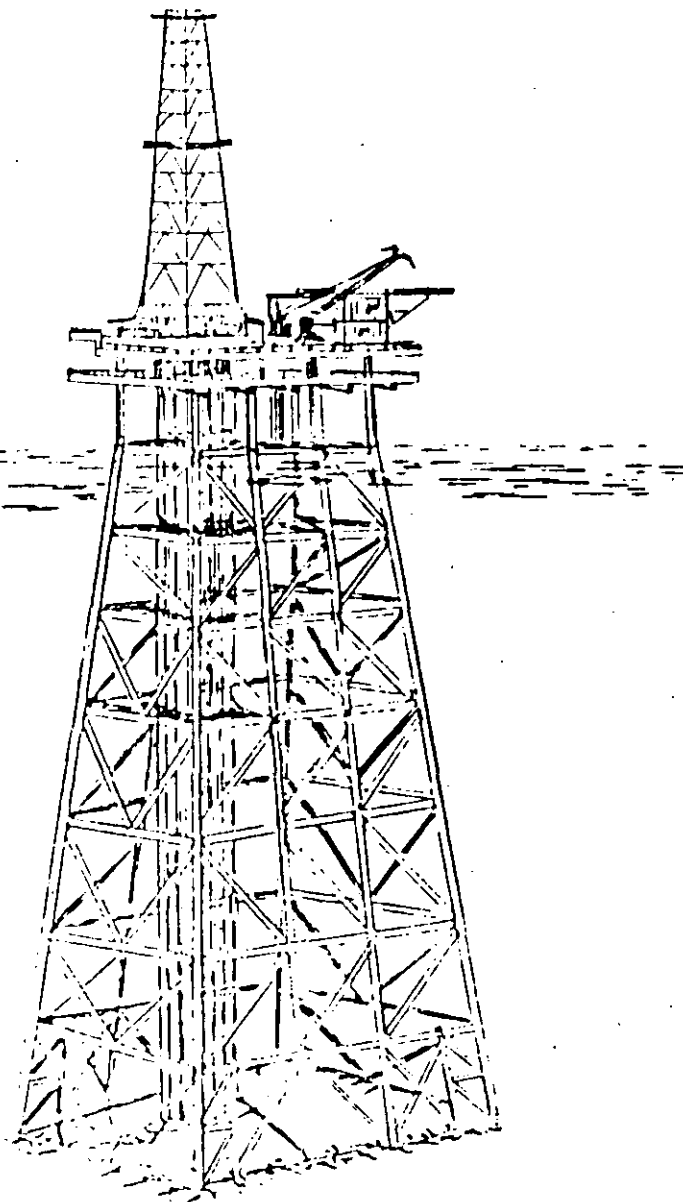
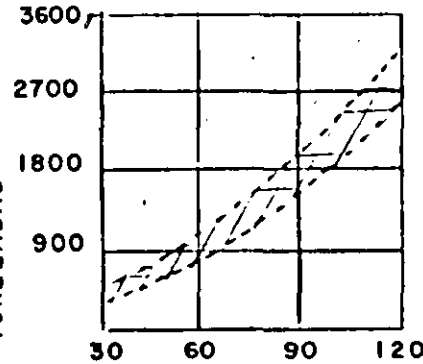


FIG. 3-B

PLATAFORMA MARINA



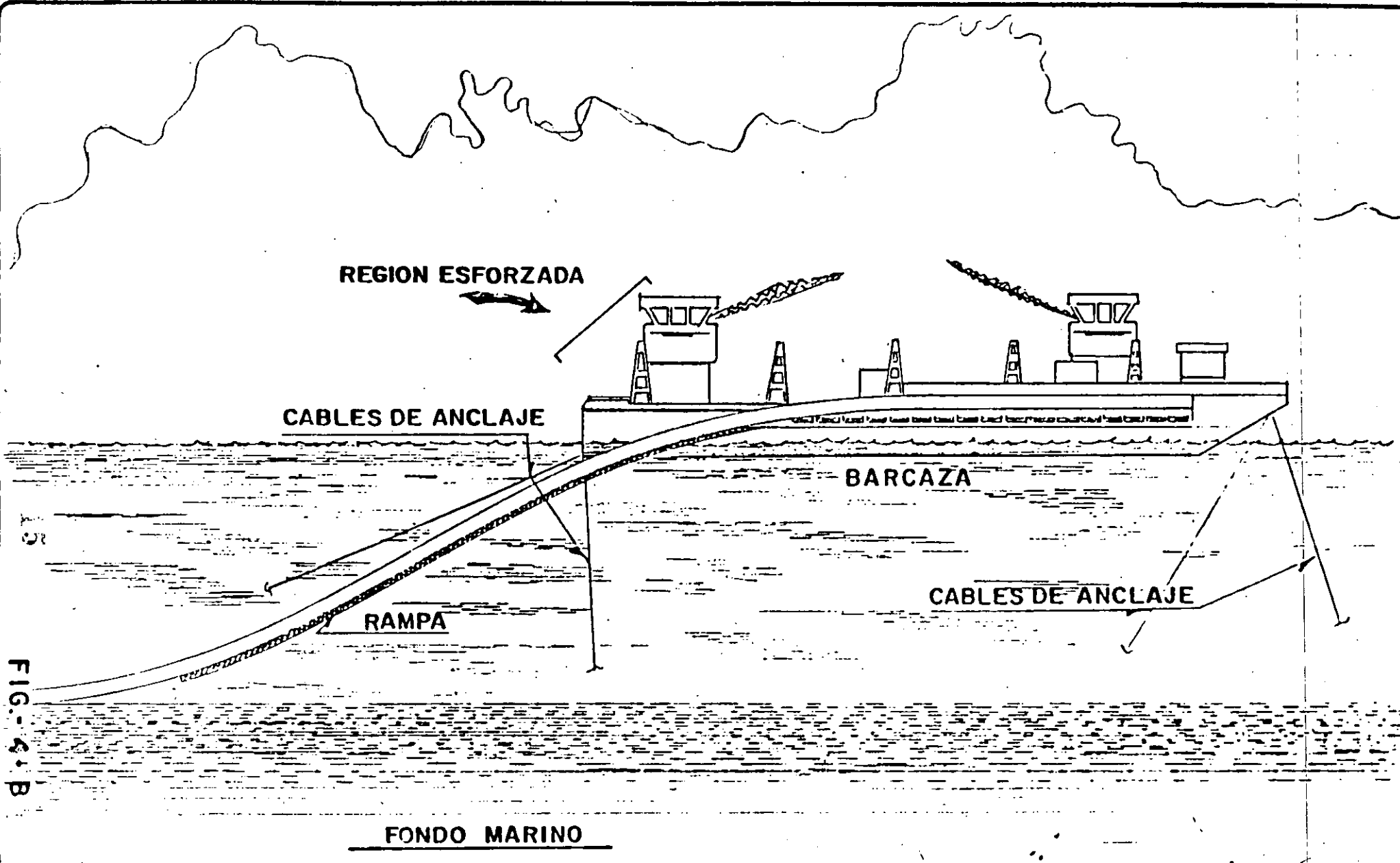
PESO DE LA SUBESTRUCTURA
TONELADAS



RESUMEN DE DATOS DE LA PLATAFORMA

CONDUCTORES	12 a 24 de 26 pulgadas de diametro
DIMENSIONES DE LA CUBIERTA	
PERFORACION	22 m. x 47 m.
PRODUCCION	22 m. x 50 m.
CONDICIONES DEL SITIO	
TIRANTE DE AGUA	120 m
ALTURA DE OLAS	18 m
VIENTO	266 KPH
CARGA DE PERFORACION	3000 a 3500 TONS.
TIEMPO REQUERIDOS PARA DESARROYO	
INGENIERIA	4 meses.
FABRICACION	9 meses
INSTALACION	1 mes.
PESOS ESTIMADOS	
CUBIERTA	680 a 940 TONS.
SUBESTRUCTURA	2750 a 3200 TONS
PILOTES	2200 a 2500 TONS.
COSTO ESTIMADO EN MILLONES DE PESOS	
INGENIERIA	2 a 7
MATERIALES Y FABRICACION	180 a 220
INSTALACION	35 a 50
TOTAL	217 a 277

BARCO EN TENDIDO DE TUBERIA



BOYA DE CARGA Y BUQUETANQUE

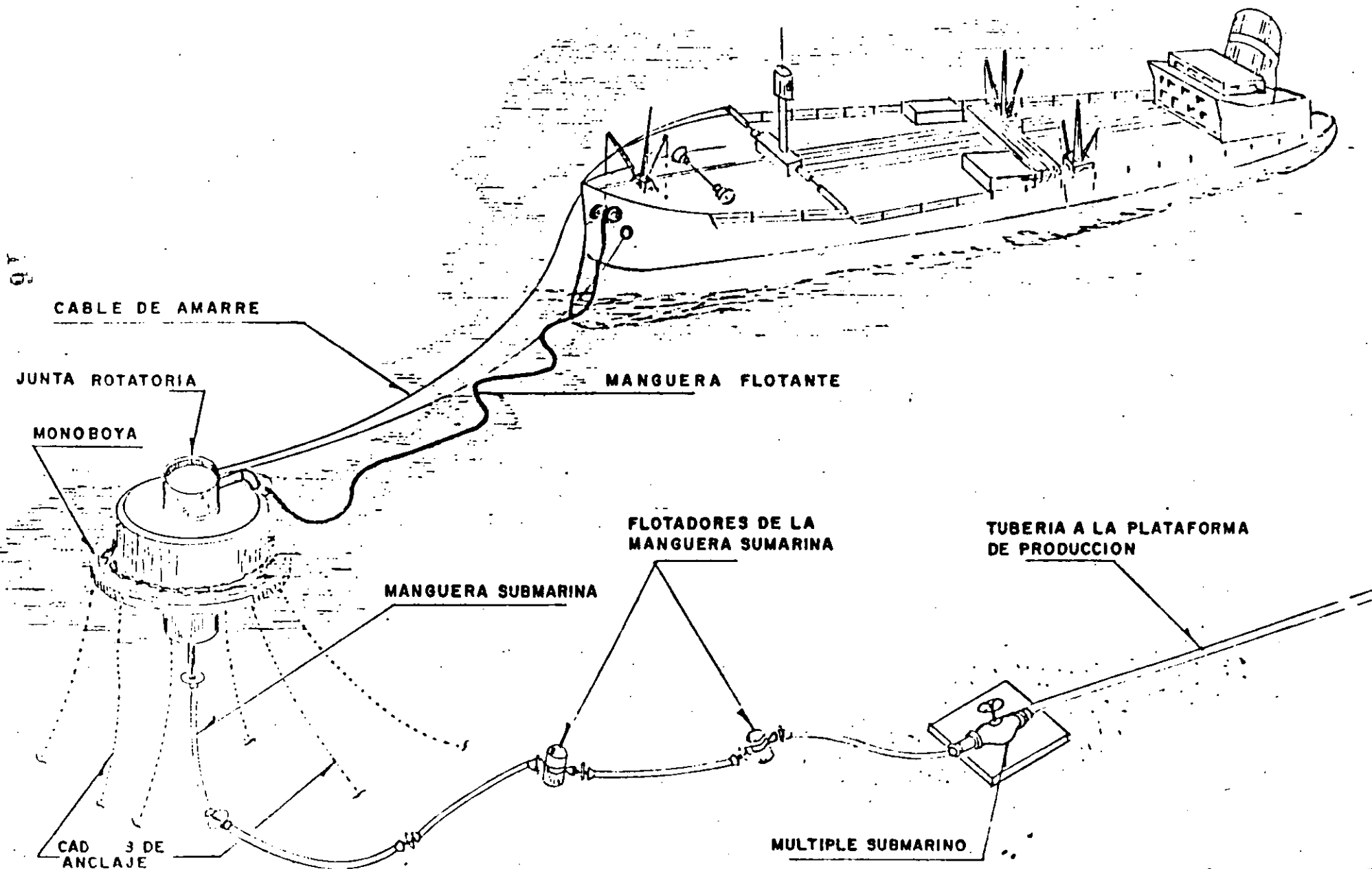


FIG.-5-A

OPERACION DE ENTERRADO DE TUBERIA

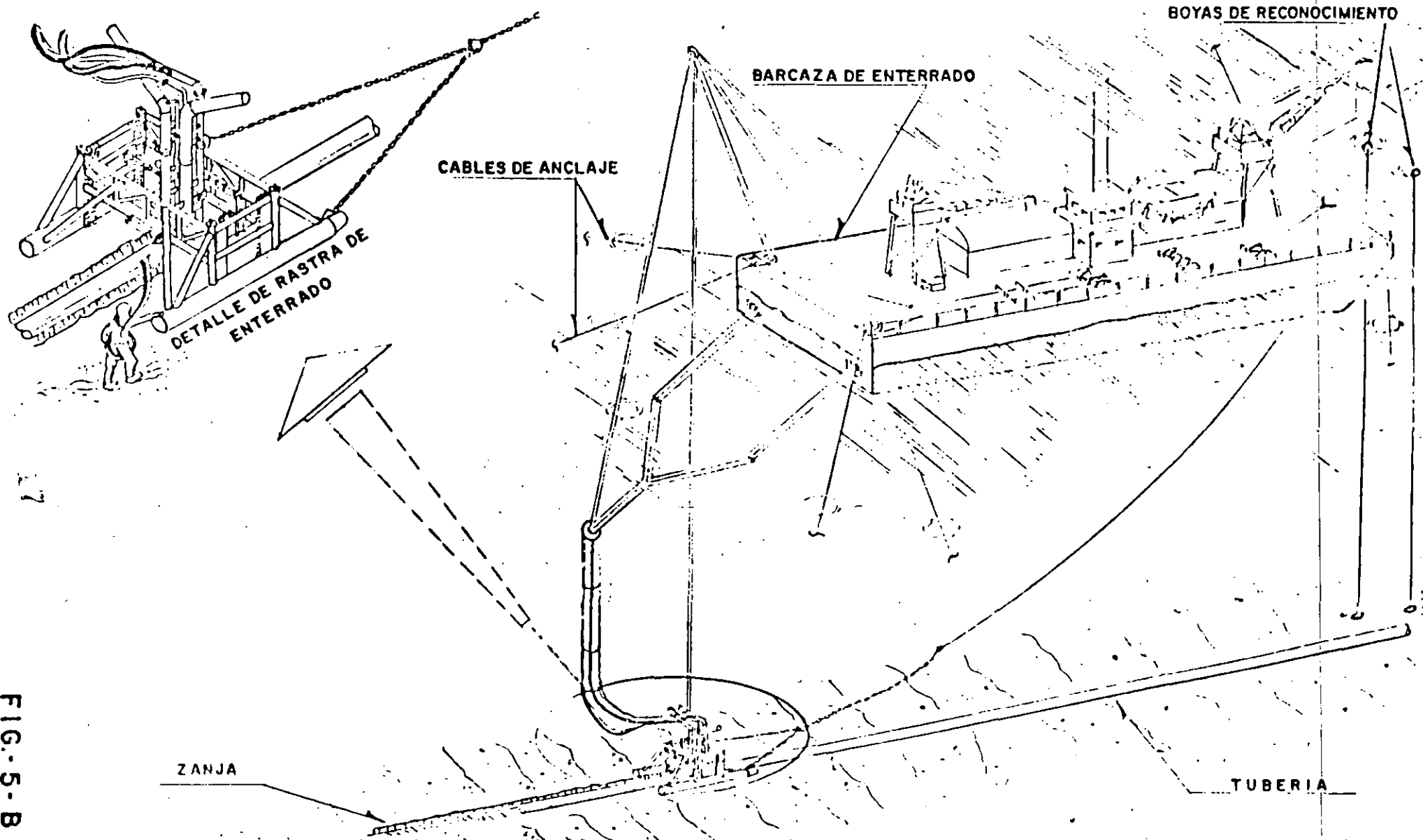
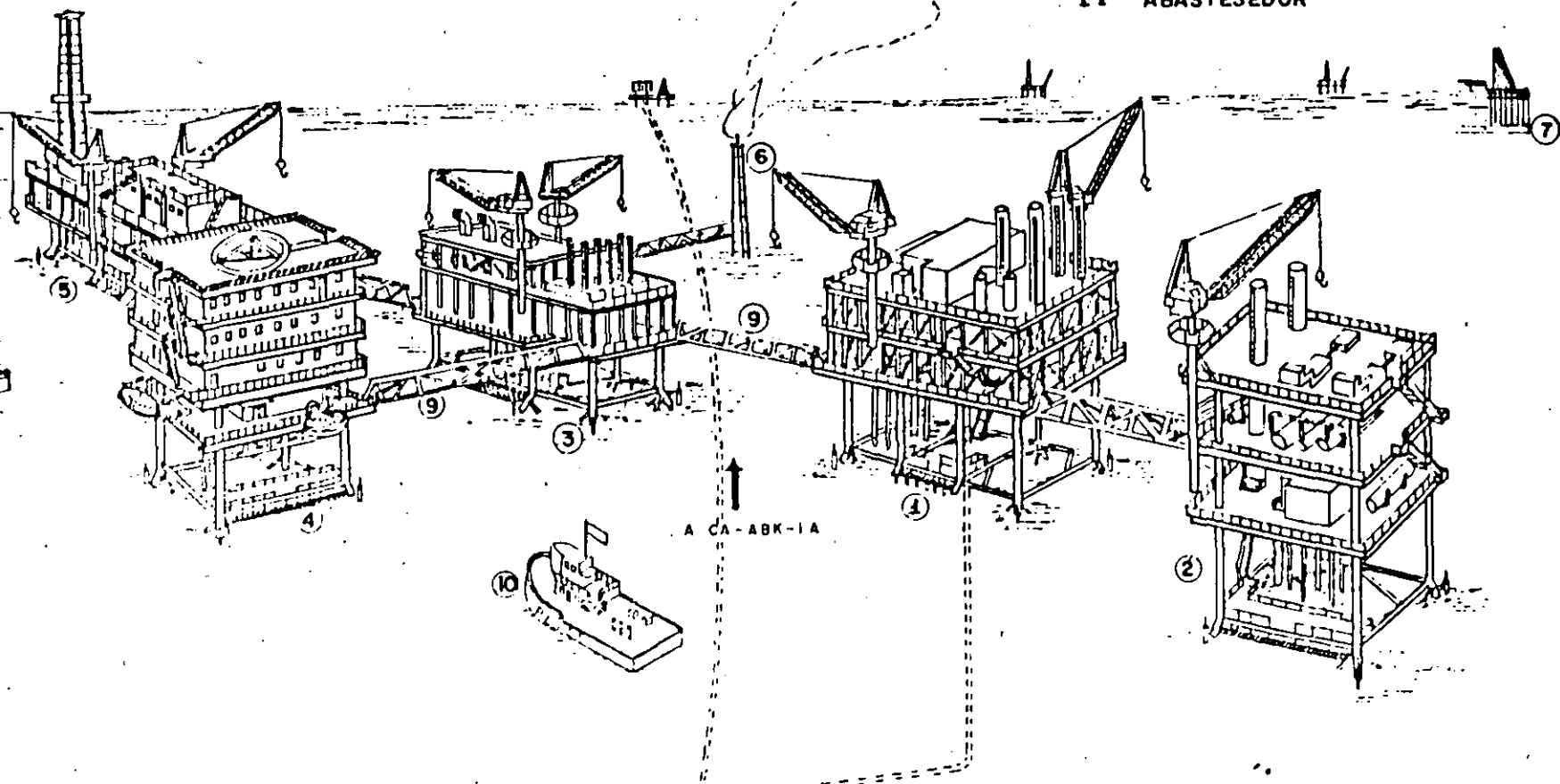


FIG.-5-B

VISTA GENERAL DE UN COMPLEJO DE PLATAFORMAS

- 1 = PLATAFORMA DE TRATAMIENTO Y BOMBEO
- 2 = TETRAPODO DE TRATAMIENTO
- 3 = PLATAFORMA DE CONTROL Y SERVICIOS
- 4 = TETRAPODO HABITACIONAL
- 5 = PLATAFORMA DE PERFORACION
- 6 = TRIPODE DEL QUEMADOR
- 7 = PLATAFORMA DE INYECCION DE AGUA
- 8 = HELICOPTERO
- 9 = PUENTES DE COMUNICACION
- 10 = REMOLCADOR
- 11 = ABASTESADOR



COORDINACION GENERAL EN LA FABRICACION DE PLATAFORMAS MARINAS

INGENIERIA BASICA

FABRICACION

OPERACIONES MARINAS

ESTUDIOS OCEANOGRAFICOS	OLEAJE CORRIENTES MARINAS MAREAS VIENTOS TORNMENTAS EVAPORACION PRECIPITACION HUMEDAD
ESTUDIOS GEOFISICOS	BATIMETRICOS TOPOGRAFICOS FOTOGRAFICOS
ESTUDIOS GEOTECNICOS	MECANICA DE SUELOS SONDEOS MUESTREOS RESISTENCIAS HUMEDAD CLASIFICACION PRUEBAS FISICAS
DESARROLLO DE INGENIERIA DE PROYECTO	PROYECTAR ANALIZAR DISEÑAR COORDINAR COMPRAS ASISTIR A CAMPO INVESTIGACION

PROGRAMACION OBRA
 INGENIERIA DE TALLER
 PROCURACION DE MATERIALES
 RECEPCION DE MATERIALES Y
 ALMACENAMIENTO
 HABILITADO
 MONTAJE
 SOLDADURA
 PINTURA
 INSPECCION Y CONTROL DE CALIDAD
 CARGA Y AMARRE
 REPARACION Y PINTURA
 CONTROL DE OBRA
 PAGOS
 ADMINISTRACION GENERAL

TRANSPORTE
 OPERACION DE LANZAMIENTO
 INSTALACION
 INTERCONEXION
 PRUEBAS Y ARRANQUES
 MANTENIMIENTO
 CONTROL DE CALIDAD
 CONTROL DE OBRA
 PAGOS
 ADMINISTRACION GENERAL

FIG - 7

II.- DIFERENTES TIPOS DE PLATAFORMAS

EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE PLATAFORMAS ES UNA PROBLEMATICA-RESUELTA EN ETAPAS CUYA ORIENTACION OBEDECE A VARIOS FACTORES, QUE-ORDENADOS PODEMOS RESUMIR EN:

- DEFINICION DE FUNCIONES DE LA ESTRUCTURA: ELECCION DEL TIPO DE -- PLATAFORMA EN ATENCION A SU OBJETIVO DE USO.
- MEDIO AMBIENTE DE LOCALIZACION: OLEAJE, CORRIENTES, MAREAS, VIENTOS, CICLONES, EVAPORACION, LLUVIAS, HUMEDAD, SISMOS, SUELOS Y -- SUBSUELOS MARINOS, CARACTERISTICAS GEOLOGICAS Y MECANICAS, TIRANTE DE AGUA, ETC.
- FUNCIONES DE OPERACION: CARGAS ESTATICAS, VIVAS Y ACCIDENTALES, -- RIESGOS POTENCIALES DE OPERACION, SU INTERRELACION CON OTRAS INSTALACIONES, OPERACION DE BARCOS, ETC.
- DISPONIBILIDAD DE TECNOLOGIA Y ECONOMIA NACIONAL: INFRAESTRUCTURA DE CONSTRUCCION, DISPONIBILIDAD DE MATERIALES EN LA ZONA, INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE, CAPACIDAD DE MANTENIMIENTO Y REPOSICION, -- ETC.

DEL ANALISIS DE LOS FACTORES ANTERIORES RESULTA LA DECISION -- DEL TIPO DE PLATAFORMA ASI COMO SU ESTRUCTURACION, DISTRIBUCION ARQUITECTONICA, DIMENSIONES, CAPACIDAD, PROTECCION, ETC., QUE CONSTITUYE EN SI EL PROYECTO DE LA PLATAFORMA.

LAS TECNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO DE PLATAFORMAS MARINAS HAN EVOLUCIONADO EN FUNCION A LAS NECESIDADES DE EXPLORACION Y EX--PLOTACION DE YACIMIENTOS EN AREAS FUERA DE COSTA Y A LAS CONDICIO--NES DINAMICAS Y ESTATICAS DEL MEDIO AMBIENTE. LA PRIMERA PLATAFORMA FUERA DE LA COSTA FUE CONSTRUIDA POR ESTADOS UNIDOS EN VERMILION, -- FLORIDA EN 1947. EN ESTA SE UTILIZARON POR PRIMERA VEZ MIEMBROS TUBULARES PARA LAS COLUMNAS DE SOPORTE; SU INSTALACION SE EFECTUO CON UNA BARCAZA, DE 75 TON. Y EL TIRANTE DE AGUA ERA DE 6 M.

LA EXPERIENCIA ANTERIOR DEFINIO UN SISTEMA DE DISEÑO QUE AUN --

SE MANIFIESTA EN PROYECTOS RECIENTES, EN LAS CUALES LAS PLATAFORMAS ESTAN CONSTRUIDAS POR SUPERESTRUCTURAS Y SUBESTRUCTURAS TUBULARES - EN LOS ULTIMOS QUINCE AÑOS LA TECNOLOGIA DE DESPLANTE DE PLATAFOR-- MAS EN AGUAS CADA VEZ MAS PROFUNDAS HA PROGRESADO EN FORMA IMPORTAN TE, SIENDO YA COMUNES LAS PLATAFORMAS CON TIRANTES DE AGUA DE 150 A 300 M., COMO LAS DE MURCHISON DE 156 M. Y MAGNUS DE 185 M. EN EL -- MAR DEL NORTE; LA DE HONDO EN CALIFORNIA DE 260 M. Y LA DE COGNAC, - EN EL GOLFO DE MEXICO DE 310 M. EN E.U.

ESTA TECNOLOGIA HA DADO LUGAR AL DISEÑO DE DIFERENTES TIPOS DE PLATAFORMAS, DEPENDIENDO DEL TIRANTE Y EL USO A QUE SE DESTINE, --- SIENDO LAS MAS COMUNES LAS QUE A CONTINUACION SE DESCRIBEN.

"PLATAFORMAS MOVILES PARA EXPLORACION"

PARA TRABAJOS DE EXPLORACION, EXISTEN VARIOS TIPOS DE "PLATA-- FORMAS MOVILES" ENTRE LAS QUE SE PUEDEN MENCIONAR LAS SIGUIENTES: PLATAFORMAS LASTRALES O SUMERGIBLES.- ESTE TIPO DE PLATAFORMA ES -- UTILIZADA PARA TIRANTES DE AGUA HASTA DE 50M., SE INSTALAN MEDIANTE LA INUNDACION DE SUS DEPOSITOS FLOTADORES O PONTONES, LOS CUALES -- QUEDAN APOYADAS DIRECTAMENTE SOBRE EL PISO MARINO. DE ESTA MANERA - SE CREAN CONDICIONES DE TRABAJO SEMEJANTES A LAS QUE SE TIENEN EN - TIERRA FIRME, ESTO ES, LA UNIDAD NO ALTERA SU POSICION CON RESPECTO AL POZO POR EFECTO DEL OLEAJE.

UNA VEZ TERMINADOS LOS TRABAJOS, LA PLATAFORMA ES PUESTA A FLO TE EVACUANDO EL AGUA DE LASTRE, CON LO QUE PUEDE SER TRASLADADA A - OTRO SITIO DE TRABAJO.

LAS UNIDADES TOTALMENTE SUMERGIBLES HAN DEMOSTRADO SER ADECUA- DAS PARA SU UTILIZACION EN AGUAS BAJAS Y ESPECIALMENTE EN ZONAS PAN TANOSAS. SIN EMBARGO, MUESTRAN ASPECTOS DESVENTAJOSOS EN CUANTO A - PROBLEMAS DE ESTABILIDAD DURANTE EL TRANSPORTE Y, ADEMAS, PORQUE -- LAS EROSIONES EN EL LECHO MARINO PRODUCEN DAÑOS EN LOS PUNTOS DE -- APOYO DE LOS FLOTADORES. NO OBSTANTE, COMPARADAS CON LOS OTROS ---

TIPOS, LAS UNIDADES TOTALMENTE SUMERGIBLES REGISTRAN MENOR CANTIDAD DE DAÑOS. (FIG. 8)

PLATAFORMAS AUTOELEVABLES

ESTAS PLATAFORMAS SON LAS MOVILES MAS COMUNMENTE USADAS PARA TRABAJAR EN TIRANTES DE AGUA HASTA DE 100 M. HOY EN DIA, DE LAS INSTALACIONES MOVILES DE PERFORACION EL MAYOR NUMERO CORRESPONDE A LAS UNIDADES AUTOELEVABLES. LA PLATAFORMA, SOBRE LA QUE SE ENCUENTRA MONTADA LA TORRE DE PERFORACION, ES CONSTRUIDA EN FORMA DE BALSA Y CONTIENE EN VARIAS CUBIERTAS, DISPUESTAS UNA ENCIMA DE OTRA TODO EL EQUIPO NECESARIO PARA LA PERFORACION, ASI COMO LA PLANTA DE FUERZA, ALMACENES, CAMPAMENTOS, ETC.

LAS PATAS SOBRE LAS QUE SE APOYA LA UNIDAD, Y CUYO NUMERO LLEGA A SER HASTA DE 12, ESTAN DISPUESTAS EN SU PERIMETRO. ESTAS PATAS ESTAN HECHAS A BASE DE CILINDROS HUECOS O ARMADURAS DE ACERO. SU LONGITUD DEPENDE DE LA PROFUNDIDAD DE OPERACION PREVISTA.

CUANDO LA UNIDAD SE ENCUENTRA SOBRE EL PUNTO DE OPERACION, LAS PATAS SON BAJADAS AL FONDO MARINO, INMEDIATAMENTE DESPUES LA PLATAFORMA ES LEVANTADA SOBRE SUS PATAS HASTA UNA ALTURA SUFICIENTE SOBRE EL NIVEL DEL MAR, PARA QUE EL OLEAJE NO PUEDA ALCANZAR LA SUPER ESTRUCTURA.

UNA VEZ QUE LA UNIDAD AUTO-ELEVABLE HA SIDO APOYADA, PUEDE SER OPERADA CON BASTANTE INDEPENDENCIA DE LAS CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS QUE IMPERAN EN EL SITIO Y EMPLEAR PRACTICAMENTE LA MISMA TÉCNICA DE PERFORACION QUE EN TIERRA FIRME. NO SE TIENE, COMO EN EL CASO DE LAS UNIDADES SEMISUMERGIBLES Y DE LOS BARCOS DE PERFORACION, LOS PROBLEMAS DE EMPLAZAMIENTO Y ESTABILIZACION. EL CABEZAL DEL POZO Y EL PREVENTOR PUEDEN SER INSTALADOS DIRECTAMENTE POR DEBAJO DE LA PLATAFORMA DE TRABAJO SOBRE EL AGUA. CON ESTO SE REDUCE EL PELIGRO DE CONTAMINACION DEL AGUA Y AUMENTA LA SEGURIDAD EN LA PERFORACION.

DADO QUE LAS UNIDADES AUTO-ELEVABLES COMBINAN LA MOVILIDAD -- CON LAS VENTAJAS DE OPERACION DE LAS ESTRUCTURAS FIJAS DE ACERO, -- SE PROCURA EMPLEARLAS SIEMPRE QUE LAS CONDICIONES DEL FONDO MARINO- LO PERMITAN. SU DESVENTAJA ES SU VULNERABILIDAD DURANTE EL REMOLQUE E INSTALACION. LA MAYOR PARTE DE LOS DAÑOS Y PERDIDAS TOTALES SE -- ORIGINAN CUANDO LAS PATAS SE ENCUENTRAN LEVANTADAS Y SOBRESALEN DE- LA SUPERFICIE DEL MAR. TAMBIEN CORREN GRAVES PELIGROS CUANDO SE PRE- SENTAN ERUPCIONES INCONTROLABLES DE GAS O PETROLEO. (FIG. 9)

"PLATAFORMAS SEMISUMERGIBLES"

DURANTE LOS ULTIMOS AÑOS HA SIDO ESTE EL TIPO FAVORITO DE --- CONSTRUCCION PARA SER OPERADO EN CONDICIONES ESPECIALMENTE ADVERSAS EL OBJETIVO QUE SE PERSIGUIO EN EL DISEÑO DE LAS UNIDADES SEMISUMER- GIBLES FUE EL DE REDUCIR A UN MINIMO POSIBLE LOS EFECTOS DE OLEAJE- EN LOS TRABAJOS DE PERFORACION. ACTUALMENTE GOZAN DE GRAN DEMANDA - ESTAS UNIDADES, ESPECIALMENTE LAS GRANDES DE 30,000 BARRILES DE --- 50,000 TONELADAS. LA PLATAFORMA DE TRABAJO Y DEMAS INSTALACIONES - REPARTIDAS EN VARIAS CUBIERTAS, SE ENCUENTRAN LIGADAS A LOS FLOTADO- RES, DE DIVERSAS FORMAS, SEGUN EL TIPO DE ESTAS, GENERALMENTE ME--- DIANTE COLUMNAS HUECAS DE ENTRE 30 Y 45 METROS DE LONGITUD.

ANTES DE INICIAR LA PERFORACION, LOS FLOTADORES SON ESTABILIZA- DOS A UNA PROFUNDIDAD DE ENTRE 15 Y 25 METROS INUNDANDO LOS TANQUES DE LASTRE. DE ESTA MANERA LOS FLOTADORES SE MANTIENEN EN UNA ZONA - RELATIVAMENTE TRANQUILA Y QUE NO ESTA SUJETA A LOS EFECTOS DEL OLEA- JE EN LA SUPERFICIE.

LAS GRANDES UNIDADES SEMISUMERGIBLES PUEDEN TRABAJAR A UN EN - PRESENCIA DE OLAS HASTA DE 10 METROS DE ALTURA. AL SER OPERADO EN - EL MAR DEL NORTE, PUDIERON EN ALGUNOS CASOS, REDUCIR A UN 5% LAS - INTERRUPCIONES POR MAL TIEMPO.

EXISTE PUES UNA TENDENCIA A EMPLEAR CADA VEZ MAS UNIDADES SE - MISUMERGIBLES EN ZONAS CON PELIGRO DE MAL TIEMPO, YA SEA PARA EL -- TENDIDO DE TUBERIAS, COMO GRUAS FLOTANTES, HABITACIONALES, O BIEN -

COMO PLATAFORMAS DE PERFORACION Y PRODUCCION. LAS UNIDADES FLOTAN --
TES MODERNAS SE ENCUENTRAN EQUIPADAS CON MOTORES DIESEL-ELECTRICOS--
PARA SU AUTOPROPULSION, HACIENDOSE ASI INNECESARIO SU REMOLQUE. EN--
POSICION EMERGIDA LA UNIDAD ALCANZA UNA VELOCIDAD DE CRUCERO SUPE--
RIOR A 15 KM/H.

LA OPERACION DE LAS UNIDADES SEMISUMERGIBLES DE PERFORACION, --
REQUIERE EN COMPARACION CON LAS TORRES DE PERFORACION FIJAS, UNA --
TECNICA DE PERFORACION DIFERENTE Y MAS COMPLICADA PORQUE EL CABEZAL
DEL POZO Y EL PREVENTOR DEBEN DE SER INSTALADOS EN EL FONDO DEL MAR,
YA QUE LA LARGA TUBERIA DE ASCENCION NO PODRIA SOPORTAR LAS GRANDES
PRESIONES QUE EVENTUALMENTE PROVINIERAN DEL YACIMIENTO. ASIMISMO, --
SU SUSPENSION DEBERA SER MUY FLEXIBLE Y A BASE DE CONEXIONES UNIVER
SALES A FIN DE PODER ABSORBER LOS INEVITABLES CAMBIOS DE POSICION --
ENTRE EL POZO Y LA PLATAFORMA DE PERFORACION. ESPECIALMENTE POR LO--
QUE SE REFIERE A MOVIMIENTOS VERTICALES, LA TUBERIA DE BARRENACION--
Y LA TUBERIA DE ASCENCION DEBERAN SER CAPACES DE ABSORVER DESPLAZA--
MIENTOS EN DICHA DIRECCION PARA COMPENSAR LOS MOVIMIENTOS DE LA PLA
TAFORMA (FIG. 10)

"BARCOS DE PERFORACION"

ESTOS BARCOS ENTRAN DENTRO DEL TIPO DE UNIDADES MOVILES, SIEN--
DO LOS PRIMEROS ADPATADOS DE BUQUES MERCANTES O DE BARCOS SOBANTES
DE LAMARINA DE GUERRA DE LOS ESTADOS UNIDOS. A PESAR DE QUE SU GRAN
SUPERFICIE DE CONTACTO CON EL AGUA HACE A ESTOS BUQUES SUMAMENTE --
SENSIBLES AL OLEAJE, RESULTAN APROVECHABLES Y BARATOS EN SU ADQUI
SION.

ALGUNOS DE ESTOS EQUIPOS SIGUEN OPERANDOSE HASTA LA FECHA. LA--
INSTALACION SOBRE EL BUQUE DE LA TORRE DE PERFORACION, LA MESA ROTA
RIA Y LA ABERTURA DE PERFORACION NO PRESENTAN MAYORES DIFICULTADES.

DEBIDO A SU CONDICION DE NAVES PUEDEN SOPORTAR EL MAS FUERTE --
OLEAJE. DE ACUERDO CON INFORMACIONES COINCIDENTES DE LOS ASEGURADO--
RES DE TRANSPORTE, LOS BARCOS DE PERFORACION GOZAN DEL MAS BAJO ---

PORCENTAJE DE DAÑOS TOTALES ENTRE TODAS LAS INSTALACIONES MOVILES.

LA MAYOR DESVENTAJA DE LOS BARCOS DE PERFORACION SIGUE SIENDO SU INMEDIATA REACCION ANTE EL VIENTO Y EL OLEAJE, A PESAR QUE SE INTRODUJO UN SISTEMA DE ANCLAJE QUE PERMITE AL BUQUE COLOCARSE EN EL ANGULO MAS FAVORABLE CON RESPECTO AL VIENTO Y AL OLEAJE, ES DECIR, ROTAR ALREDEDOR DEL EJE DE BARRENACION Y AUN ASI NO LES ES POSIBLE EFECTUAR TRABAJOS DE PERFORACION EN PRESENCIA DE OLAS CON ALTURAS SUPERIORES A 4 O 5 METROS, DEBIDO A QUE NO HA SIDO POSIBLE REDUCIR APRECIABLEMENTE LOS DESPLAZAMIENTOS VERTICALES DEL BUQUE.

ESTE PROBLEMA PUDO ELIMINARSE MEDIANTE EL DESARROLLO COMPUTARIZADO DEL SISTEMA, ACTUALMENTE CASI PERFECTO DE MARCACION DINAMICA, QUE PERMITE ELIMINAR TOTALMENTE EL ANCLAJE PERO QUE AUN RESULTA EXCESIVAMENTE CARO. (FIG. 11)

"PLATAFORMAS FIJAS DE PERFORACION Y PRODUCCION"

DENTRO DEL GRUPO DE LAS PLATAFORMAS FIJAS DE PERFORACION Y PRODUCCION SE ENCUENTRA LA DE GRAVEDAD, LA DE TORRE DE DESPLANTE, LA DE COLUMNAS A TENSION POR MEDIO DE CABLES Y LA DE EMPOTRAMIENTO PLATAFORMAS QUE A CONTINUACION SE DESCRIBEN EN FORMA RESUMIDA.

"PLATAFORMAS DE GRAVEDAD DE CONCRETO"

LA CARACTERISTICA PRINCIPAL DE ESTAS PLATAFORMAS ES SU ENORME PESO, QUE POR SI SOLAS SON SUFICIENTES PARA RESISTIR EL ATAQUE DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO. LAS FUERZAS ASCENCIONALES PRODUCIDAS POR SU VOLUMEN SON REDUCIDAS MEDIANTE LASTRADO. A LA FECHA EXISTE GRAN VARIEDAD DE ESTAS, PRINCIPALMENTE EN EL MAR DEL NORTE. DE ACUERDO CON EL TIPO ELEGIDO SE COMPONEN DE ENTRE 5 HASTA 100 CELDAS CILINDRICAS O RECTANGULARES, OCUPANDO UN AREA DE APOYO QUE POR LO GENERAL ABARCA UNOS $10,000 \text{ m}^2$. DE FORMA CIRCULAR O POLIGONAL. LA ALTURA DE LA SECCION DE FONDO ES DE 40 A 65 M. SOBRE ESTA BASE SE LEVANTAN, COMO PROLONGACION DE LAS CELDAS, DE 2 A 4 TORRES O COLUM--

NAS CUYA SECCION SE REDUCE HACIA LA PUNTA SUPERIOR, CON UNA ALTURA DE 100 A 140 M. Y SOBRE LAS CUALES DESCANSA LA CUBIERTA.

POR CONSIDERAR ESTE TEMA DE SUMA IMPORTANCIA PARA EL SUPERVISOR A CAPACITARSE, SE DESCRIBIRA A CONTINUACION EL PROCEDIMIENTO DE FABRICACION, ASI COMO LOS COMPONENTES PRINCIPALES DE UNA ESTRUCTURA "CONDEEP", EN ESTE CASO LA STATFJORD "A", PLATAFORMA DE CONCRETO LOCALIZADA ACTUALMENTE EN LA ZONA DEL MISMO NOMBRE EN EL MAR DEL NORTE.

A CONTINUACION Y A TRAVES DE LA FIG. 12 Y 12A SE ILUSTRAN LA FABRICACION, EL TRANSPORTE Y LA COLOCACION DE UNA PLATAFORMA DE GRAVEDAD DE CONCRETO.

AL IGUAL QUE LO QUE OCURRE EN LA CONSTRUCCION DE UNA SUPERPLATAFORMA DE ACERO, LOS TRABAJOS COMIENZAN EN UN DIQUE SECO. SE EMPIEZA POR COLAR EL CONCRETO DE LA SECCION INFERIOR DE LAS CELDAS. UNA VEZ QUE LAS PAREDES HAN ALCANZADO LA ALTURA NECESARIA PARA PODER FLOTAR, SE ABREN LAS COMPUERTAS, LLENANDOSE EL DIQUE DE AGUA PARA QUE POSTERIORMENTE ESTA PRIMERA SECCION SE PONGA A FLOTE Y SE REMOLQUE A AGUAS MAS PROFUNDAS PARA PROSEGUIR SU CONSTRUCCION. DE LAS 19 CELDAS, 16 SON TAPADAS POR LA PARTE SUPERIOR, UNA VEZ QUE HAN ALCANZADO APROXIMADAMENTE 65 METROS DE ALTURA.

SE FORMA ASI UNA BATERIA DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO CON UNA CAPACIDAD DE APROXIMADAMENTE $160,000 \text{ M}^3$. LOS 3 CILINDROS RESTANTES SON PROLONGADOS HACIA ARRIBA, ESTOS REPRESENTAN LOS APOYOS PARA LA CUBIERTA DE TRABAJO. DURANTE EL DESARROLLO DEL TRABAJO, LA BATERIA DE RECIPIENTES ES SUMERGIDA PAULATINAMENTE MEDIANTE LA INTRODUCCION DE AGUA Y ARENA DE LASTRE, A FIN DE EVITAR EL TENER QUE TRABAJAR A UNA ALTURA DEMASIADO GRANDE SOBRE LA SUPERFICIE DEL AGUA UNA VEZ QUE LAS ULTIMAS CELDAS, QUE POSTERIORMENTE HABRAN DE SOPORTAR LA CUBIERTA DE TRABAJO, HAN ALCANZADO LA ALTURA PREVISTA, EL GRUPO DE FONDO SE DESLASTRA PARCIALMENTE. LA ESTRUCTURA VUELVE A FLOTAR Y ES REMOLCADA NUEVAMENTE HACIA ZONAS MAS PROFUNDAS. AHÍ VUELVE A SUMERGIRSE LA BATERIA DE RECIPIENTES, LLENANDO LAS DIFE-

RENTES CELDAS CON AGUA HASTA UNA PROFUNDIDAD TAL QUE SEA POSIBLE COLOCAR LA CUBIERTA DE TRABAJO. UNA VEZ TERMINADAS ESTAS OPERACIONES -- SE VACIA PARCIALMENTE LA BATERIA DE RECIPIENTES, DE TAL FORMA QUE -- SOLO EMERJA SOBRE EL AGUA LA PARTE SUPERIOR DE LA MISMA. ENTONCES TO DA LA UNIDAD ES REMOLCADA HASTA EL SITIO EN DONDE SE COLOCARA DEFINI TIVAMENTE LA CUBIERTA O SUPERESTRUCTURA. NUEVAMENTE AHI VUELVEN A -- LLENARSE LOS RECIPIENTES CON AGUA A FIN DE QUE LA PLATAFORMA QUEDE -- APOYADA EN EL SUELO MARINO.

EL SUELO EN DICHA ZONA DEBERA SER ABSOLUTAMENTE LISO Y NO PRE-- SENTAR NINGUNA DEPRESION O PROMINENCIA, YA QUE DE OTRA MANERA PODRAN DESARROLLARSE SOBRECARGAS Y ESFUERZOS LOCALES EN LA SECCION DE FONDO DE LA PLATAFORMA, QUE A SU VEZ PODRIA PRODUCIR FISURAMIENTO.

LA ESCASEZ DE SITIOS PARA LA CONSTRUCCION DE PLATAFORMAS DE GRA VEDAD A BASE DE CONCRETO, QUE SE ENCUENTREN EN LUGARES PROTEGIDOS Y-- QUE ADEMAS TENGAN LA PROFUNDIDAD NECESARIA PARA LA CONSTRUCCION; RE-- PRESENTA UNA GRAVE DESVENTAJA. ESTE ES EL CASO EN LA REGION COSTERA-- DEL MAR DEL NORTE. PRECISAMENTE CUANDO SE TRATA DE PLATAFORMAS DE -- GRAVEDAD, LA IMPORTANCIA DE UN CORTO TRAYECTO ENTRE EL SITIO DE CONS TRUCCION Y EL DE INSTALACION ES DECISIVA, YA QUE EL REMOLQUE, QUE -- DE POR SI REPRESENTA UNA OPERACION NAUTICA DE PRIMER GRADO, SE EFEC TUA A MUY BAJA VELOCIDAD, APROXIMADAMENTE 1 KM/HORA Y EL PELIGRO DE-- QUE SE VEA SORPRENDIDO POR MAL TIEMPO ES SUMAMENTE GRANDE.

COMPONENTES PRINCIPALES DE LA ESTRUCTURA "CONDEEP": LOS PRINCIPALES-- COMPONENTES Y LAS DIMENSIONES APROXIMADAS DE LA ESTRUCTURA "CONDEEP" SON COMO SIGUE:

LA BASE CONSTA DE DIECISEIS CELULAS CILINDRICAS DE 66 PIES DE -- DIAMETRO POR 213 PIES DE ALTO CADA UNA. TRES CELULAS ADICIONALES SE-- LEVANTAN SOBRE EL NIVEL DEL MAR A MODO DE COLUMNAS DE APOYO PARA LA-- CUBIERTA Y EL EQUIPO. TODAS LAS CELULAS Y COLUMNAS DE APOYO SON HE-- CHAS DE HORMIGON Y CONSTITUYEN UNA ESTRUCTURA DE GRAVEDAD. EL HORMI-- GON TIENE UN ESPESOR DE 31.5 PULGADAS EN LAS PAREDES DE LAS CELULAS--

Y 24 PULGADAS EN LAS COLUMNAS DE APOYO AL NIVEL DEL MAR.

LAS TRES COLUMNAS DE APOYO SON DE CONSTRUCCION CONICA, DISMI -
NUYENDO DE DIAMETRO DESDE 66 PIES EN LA BASE HASTA 42 PIES A UNA AL
TURA DE 420 PIES SOBRE EL FONDO MARINO. A PARTIR DE ESTE NIVEL, LAS
COLUMNAS SON CILINDRICAS Y EN SU PARTE SUPERIOR SOSTIENEN LA ESTRUC
TURA DE CUBIERTA A 95 PIES SOBRE EL NIVEL DEL MAR. LA PROFUNDIDAD -
DE AGUA EN EL LUGAR DE EMPLAZAMIENTO DE LA PLATAFORMA STATF JORD --
"A" ES DE 476 PIES APROXIMADAMENTE.

EL PESO DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGON Y ACERO ES DE 225,000 TO-
NELADAS. LA PLATAFORMA HA SIDO DISEÑADA PARA UNA PRODUCCION DE ----
300,000 BARRILES DIARIOS, CON UNA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE --
1'300,000 BARRILES DE PETROLEO.

CUBIERTA O SUPERESTRUCTURA

LA PLATAFORMA CONSISTE EN UNA ESTRUCTURA DE ACERO CON TRES --
NIVELES DE CUBIERTA, ESTANDO LA PLANTA SUPERIOR A 72 PIES DE LA CU-
BIERTA INFERIOR. LA CUBIERTA INFERIOR ESTA A 580 PIES SOBRE EL FON-
DO DEL MAR Y DESDE LA CUBIERTA INFERIOR HASTA LA PARTE SUPERIOR DE-
LA CUBIERTA DE HELICOPTEROS HAY UNA ALTURA DE 141 PIES.

LA CUBIERTA TIENE 286 PIES DE LARGO Y 178 PIES DE ANCHO.

EN LA CUBIERTA DEL SOTANO Y EL MODULO CONTIENE LA MAYORIA DEL-
EQUIPO DE PROCESO LLEVANDO LA CUBIERTA SUPERIOR EL EQUIPO DE PERFO-
RACION, TALLERES, SALA DE CONTROL, VIVIENDAS Y LA PISTA DE HELICOP-
TEROS. LA ESTRUCTURA DE LA CUBIERTA ESTA FABRICADA CON 9714 TONELA-
DAS DE ACERO EN PLANCHAS.

EQUIPO DE PRODUCCION

CAPACIDAD DE 300,000 BARRILES DIARIOS DE PETROLEO. DIARIAMENTE
COMPRIMEN 340 MILLONES DE PIES CUBICOS DE GAS PRODUCIDO A 3100 lbs/
pulg² , DURANTE CUATRO FASES DE SEPARACION MEDIANTE TRES COMPRESO--

RES CENTRIFUGOS ELLIOT DE ACOPLAMIENTO DIRECTO IMPULSADOS POR TRES TURBINAS DE COMBUSTION GENERAL ELECTRIC LM-2500 DE 32,500 C.V.. -- INICIALMENTE, ESTE GAS SERA COMPRIMIDO AUN MAS, O SEA A 600 Lbs/--pulg², MEDIANTE CINCO COMPRESORES DE PISTON INGERSOLL RAND IMPULSADOS CADA UNO POR MOTORES DE 400 C.V.

EL DISEÑO INCLUYE INSTALACIONES PARA INYECCION DE AGUA CON CAPACIDAD DE 300,000 BARRILES DIARIOS.

TAMBIEN HAY INSTALACIONES PARA TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, - AGUA DE LASTRE ALMACENADA, ASI COMO DEL AGUA SEPARADA DEL PROPIO - CRUDO, ETC.

LA CAPACIDAD DE BOMBEO DEL CRUDO PARA CARGAR LOS BUQUES TANQUES PETROLEROS ES DE 60,000 BARRILES POR HORA. EL PESO TOTAL DE LA SUPERESTRUCTURA INCLUYENDO TODOS LOS EQUIPOS, ES DE 50,000 TONELADAS APROXIMADAMENTE.

GRUPO ELECTROGENO

CUENTA CON 3 GENERADORES DE TURBINA DE COMBUSTION G.E. LM-2500 DE 19 MW CADA UNO.

3 GENERADORES DE TURBINA DE COMBUSTION "KANGSBERT VIKING" DE 1.18 MW CADA UNO.

2 GENERADORES PROPULSADOS POR MOTORES DIESEL "MERCEDES" DE 0.5 MW CADA UNO.

POTENCIA DE CONSTRUCCION: 4 GENERADORES PROPULSADOS POR MOTORES DIESEL CATERPILLAR DE 0.9 MW CADA UNO.

POTENCIA DE PERFORACION: 4 GENERADORES PROPULSADOS POR MOTORES DIESEL CATERPILLAR DE 1.5 MW CADA UNO.

CAPACIDAD ELECTRICA TOTAL: 68 MW.

SISTEMA DE CALEFACCION Y VENTILACION

LA SEXTA PARTE APROXIMADAMENTE DE LA CUBIERTA DEL SOTANO ESTA

OCUPADA POR EL EQUIPO DE CALEFACCION Y VENTILACION CENTRAL. HAY 22-
VENTILADORES CENTRIFUGOS QUE PROPORCIONAN VENTILACION A TODAS LAS -
AREAS DE LA CUBIERTA Y POZO DE SERVICIO. ESTAS AREAS ESTAN CONECTA-
DAS CON LAS SALAS DE VENTILADORES CENTRALES MEDIANTE UN SISTEMA DE-
CANALIZACION DE 450 TONELADAS APROXIMADAMENTE.

PROTECCION CONTRA INCENDIO

EN EL DISEÑO DE LA PLATAFORMA STATFJORD "A" SE INCLUYERON CIN-
CO TIPOS DIFERENTES DE SISTEMAS AUTOMATICOS DE PROTECCION CONTRA IN-
CENDIOS.

- 1.- ROCIADO DE AGUA
- 2.- ROCIADO DE AGUA DE ESPUMA
- 3.- SISTEMAS DE ROCIADORES DE TUBERIA HUMEDA
- 4.- SISTEMA DE GAS HALON
- 5.- SISTEMA DE POLVO SECO

PARA ACTIVAR ESTOS SISTEMAS Y AVISAR DE LA PRESENCIA DE FUEGO O ACU-
MULACION EXCESIVA DE GASES SE INCLUYE UN EXTENSO SISTEMA DE DETEC--
CION DE INCENDIO, HUMOS Y GASES CON SENSORES DISTRIBUIDOS ESTRATEGI-
CAMENTE POR TODAS LAS ZONAS MODULARES.

IGNIFUGACION

ADEMAS DE LOS SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA INCENDIO ANTERIOR-
MENTE MENCIONADOS, LA ESTRUCTURA CONTIENE PROTECCION PASIVA EN FOR-
MA DE UNAS 1300 TONELADAS DE MATERIAL IGNIFUGO APLICADO AL ACERO --
UTILIZADO EN LA PLATAFORMA. EL MATERIAL USADO ES COMPUESTO VERMICU-
LITICO DENOMINADO MARINE MANDOLITE TIPO 40.

VIVIENDAS

EN LA FASE DE CONTRUCCION INICIAL SE PROPORCIONAN INSTALACIO--

NES COMPLETAS PARA ALOJAR HASTA 400 PERSONAS. LA ESTRUCTURA DE VIVIENDAS ESTA DISTRIBUIDA EN SEIS PISOS Y COMPRENDE 100 DORMITORIOS-COMEDOR Y COCINA. TAMBIEN HAY UN SALON DE RECREO, LAVANDERIA Y UNACLINICA CON SERVICIOS COMPLETOS.

COMO PODRA OBSERVARSE LA PLATAFORMA DE GRAVEDAD HACE LAS FUNCIONES DE PERFORACION, ENLACE, SEPARACION, BOMBEO, COMPRESION, ALMACENAMIENTO Y VIVIENDA, QUERIENDO DECIR CON ESTO QUE EN ELLA SE FORMA UN COMPLEJO DE SERVICIOS Y FUNCIONES. (FIG. 13)

PLATAFORMAS DE COLUMNAS TENSADAS

ESTE TIPO DE PLATAFORMAS ESTAN CONSTITUIDAS ESENCIALMENTE POR UNA Balsa SEMISUMERGIDA CON NIVEL DE FLOTACION CONSTANTE Y SOPORTADA MEDIANTE COLUMNAS TUBULARES A TENSION CIMENTADAS EN EL FONDO MARINO MEDIANTE PILOTES.

MUY SEMEJANTE A ESTA, SE HA CONSTRUIDO UNA PLATAFORMA DEL TIPO SEMISUMERGIBLE, CONSTITUIDA TAMBIEN POR UN BARCO O Balsa ASEGURADA-MEDIANTE UN SISTEMA DE TENSORES ANCLADOS EN EL PISO MARINO.

EL SISTEMA DE PERFORACION PARA ESTOS DOS TIPOS DE PLATAFORMAS-IMPLICA MUCHOS RIESGOS, YA QUE EL CABEZAL DEL POZO O LOS POZOS QUE SE VAYAN A PERFORAR, DEBERA INSTALARSE EN EL FONDO MARINO, INCLUYENDO LOS PREVENTORES. TODO EL EQUIPO BAJO EL AGUA SE OPERA A CONTROL-REMOTO POR UN SISTEMA HIDRAULICO.

TORRE MARITIMA ESTABILIZADA CON CUERDAS

ESTA PLATAFORMA HA SIDO DESARROLLADA ESPECIFICAMENTE PARA LA PERFORACION Y PRODUCCION PETROLERA A GRANDES PROFUNDIDADES. LA PRIMERA PLATAFORMA DE ESTE TIPO FUE INSTALADA A 105KM. AL SURESTE DEL GRAND ISLE, ESTADO DE LOUISIANA. EL TIRANTE DE AGUA ES DE 305 M. LA ALTURA TOTAL, INCLUYENDO EL EQUIPO DE PERFORACION ES DE 397M. CUENTA CON TRES CUBIERTAS DONDE SE ALOJAN LOS EQUIPOS DE PERFORACION Y-

PRODUCCION, OPERANDO AMBOS EN FORMA SIMULTANEA. EL PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA, INCLUYENDO EL SISTEMA DE ESTABILIZACION Y LOS PILOTES - PARA ANCLAR LA TORRE, SE ESTIMA EN 43,000 TONELADAS.

VEINTE CUERDAS DE ESTABILIZACION DE TRECE CENTIMETROS DE DIAMETRO, DISPUESTAS SIMETRICAMENTE ALREDEDOR DE LA TORRE, AÑADE ESTABILIDAD Y LE PERMITE UN LEVE MOVIMIENTO, CON EL VIENTO Y LA FUERZA DE LAS OLAS. (FIG. 14)

PLATAFORMAS TUBULARES FIJAS

COMO UN DISEÑO MAS DE PLATAFORMAS MARINAS FIJAS SE TIENE LA PLATAFORMA FABRICADA CON ELEMENTOS TUBULARES, LA CUAL CONSTA BASICAMENTE DE 4 PARTES, SIENDO ESTAS LAS SIGUIENTES. (FIG. 15)

- PILOTES DE SUSTENTACION
- SUBESTRUCTURA
- SUPERESTRUCTURA
- EQUIPOS O MODULOS

ESTE TIPO DE PLATAFORMAS FIJAS SON LAS MAS USUALES EN EL MUNDO, PUDIENDO SER DE 4, 6 Y 8 COLUMNAS, DEPENDIENDO EL SERVICIO PARA LO QUE SE DESTINE. ADEMÁS ESTAS PLATAFORMAS SON DISEÑADAS PARA TIRANTES DE AGUA DESDE 20 M. HASTA DEL ORDEN DE 310M., COMO ES EL CASO DE LA PLATAFORMA "COGNAC", LOCALIZADA A 160 KM. AL SURESTE DE NEW ORLEANS, E.U.

PILOTES

LOS PILOTES ESTAN FORMADOS POR ELEMENTOS TUBULARES Y BASICAMENTE ES LA CIMENTACION DE LA PLATAFORMA. ESTOS SE ALOJAN EN CADA UNA DE LAS PIERNAS O COLUMNAS DE LA SUBESTRUCTURA, FIJANDOSE A ESTA EN LA PARTE SUPERIOR DE LAS MISMAS, EN DONDE RECIBEN LA DESCARGA DE LA SUPERESTRUCTURA Y EQUIPOS, DETERMINANDO LA LONGITUD DE PENETRACION A PARTIR DEL LECHO MARINO EN FUNCION DE LA CAPACIDAD DEL SUELO.

PARA PLATAFORMAS CON PROFUNDIDADES HASTA DE 150M ES POSIBLE -- DISEÑAR LA CIMENTACION POR MEDIO DE PILOTES ALOJADOS EN LAS PIERNAS Y ADICIONALMENTE ALGUNOS PILOTES LLAMADOS DE FALDON, Y PARA PROFUNDIDADES SUPERIORES A 150M. SE REQUERIRA DE GRUPOS DE PILOTES EN CADA PIERNA.

SUBESTRUCTURA

LA SUBESTRUCTURA EN ESTE TIPO DE PLATAFORMA ES DE FORMA PIRAMIDAL,-

CONSTRUIDA TOTALMENTE A BASE DE ELEMENTOS TUBULARES. SE FORMA POR CUATRO MARCOS TRAPEZOIDALES EN EL SENTIDO TRANSVERSAL Y POR DOS EJES LONGITUDINALES. LA SEPARACION DE SUS EJES Y MARCOS VA DESDE 7.5 M. HASTA 20M. ADEMAS, CUENTA CON DIFERENTES NIVELES DE ARRIOSTRAMIENTO HORIZONTAL, DEPENDIENDO DE SU TIRANTE, UNIDOS ESTOS A LAS COLUMNAS CON DIAGONALES O CRUZETAS TUBULARES.

LA SUBESTRUCTURA SE FIJA AL LECHO MARINO POR MEDIO DE PILOTES QUE SERAN INSERTADOS A TRAVES DE LAS COLUMNAS Y SE SOLDARAN EN SU EXTREMO SUPERIOR A LA COLUMNA CORRESPONDIENTE.

UNIDOS A LA SUBESTRUCTURA SE TIENEN DOS EMBARCADEROS DE EMERGENCIA, LOS CUALES AUXILIARAN EN EL EMBARCO Y DESEMBARCO DE PERSONAL. A SU VEZ, ESTOS ATRACADEROS ESTAN PROTEGIDOS CON CUATRO U OCHO DEFENSAS PARA BARCAZAS.

SUPERESTRUCTURA

LA SUPERESTRUCTURA CUENTA BASICAMENTE CON 2 CUBIERTAS, LAS CUALES SON SOPORTADAS POR COLUMNAS Y QUE A SU VEZ SE APOYAN SOBRE LOS PILOTES.

LA ESTRUCTURACION DE LAS CUBIERTAS ES A BASE DE VIGAS LONGITUDINALES, APOYADAS ESTAS EN TRABES DE ACERO LAS CUALES CON LAS COLUMNAS FORMAN MARCOS PRINCIPALES TRANSVERSALES. EN LA CUBIERTA INFERIOR SE ALOJAN LOS EQUIPOS Y TUBERIAS DE SERVICIO Y PROCESO DE LA PLATAFORMA SEGUN EL TIPO. SOBRE LA CUBIERTA SUPERIOR, SE INSTALAN LOS EQUIPOS PRINCIPALES DE PRODUCCION O MODULOS DE PERFORACION, SEGUN SE TRATE EL USO DE LA PLATAFORMA.

EQUIPOS DE PERFORACION O PRODUCCION

DEPENDIENDO DEL USO DE LA PLATAFORMA, SOBRE LA CUBIERTA SE PUEDE INSTALAR UN EQUIPO DE PERFORACION EN FORMA MODULAR O EQUIPOS TIPO PAQUETE DE PRODUCCION, GENERACION ELECTRICA, HABITACIONALES, ETC.

PARA OBJETIVIZAR LAS PARTES PRINCIPALES QUE INTEGRAN UNA PLA-

PLATAFORMA, SE RELACIONAN EN FORMA TABULAR LA PARTE, SU USO, DIMENSION, PESO, CAPACIDAD, ETC. (FIG. 16)

ES COMUN INSTALAR UNA PLATAFORMA DE ESTE TIPO SEGUN EL USO QUE SE LE DESTINE. EN EL CASO DE LA SONDA DE CAMPECHE LA MAYORIA DE LOS CAMPOS QUE SE ESTAN DESARROLLANDO ACTUALMENTE, HAN DADO LUGAR A LA INSTALACION DE UN COMPLEJO DE ESTAS ESTRUCTURAS. TAL ES EL CASO DE LOS CAMPOS AKAL, NOHOCH, ABKATUN, POL, KU, ETC. EN LOS CUALES YA -- CUENTAN CON EL SIGUIENTE TIPO DE PLATAFORMAS.

- PERFORACION
- PRODUCCION
- ENLACE
- COMPRESION
- TRIPODES A QUEMADOR

HABITACIONALES

TODAS ELLAS ESTAN UNIDAS ENTRE SI POR MEDIO DE PUENTES DE 100M. DE LONGITUD. (FIG. 6)

ADEMAS, LOS COMPLEJOS ANTERIORES HAN DADO LUGAR A LAS SIGUIENTES -- PLATAFORMAS, LAS CUALES SE ENCUENTRAN RETIRADAS A ESTOS COMPLEJOS -- EN LUGARES ESTRATEGICOS COMO SON:

- REBOMBEO
- ALMACENAMIENTO DIESEL
- TELECOMUNICACIONES
- CONTROL Y SERVICIOS
- TRATAMIENTO Y BOMBEO DE AGUA PARA INYECCION
- ESTABILIZADORA DE CRUDO
- TRIPODES
- PLATAFORMAS DE PERFORACION PARA INYECCION DE AGUA

PROTECCION ANTICORROSIVA

LA PROTECCION ANTICORROSIVA JUEGA UN PAPEL IMPORTANTISIMO EN --

LA FABRICACION DE PLATAFORMAS MARINAS, YA QUE ES BIEN SABIDO QUE EL LUGAR DONDE FINALMENTE SE INSTALAN ES UN AMBIENTE HUMEDO SALINO ALTAMENTE CORROSIVO.

EXISTEN BASICAMENTE TRES ZONAS EN UNA PLATAFORMA DONDE LA CORRUSION SE PRESENTA SOBRE LAS SUPERFICIES DE ACERO EN FORMA DIFERENTE.

- ZONA SUMERGIDA
- ZONA DE MAREA Y OLEAJES
- ZONA ATMOSFERICA

EN LA ZONA SUMERGIDA SE ENCUENTRA LA MAYOR PARTE DE LA SUBESTRUCTURA, LA CUAL ES ATACADA POR EL OXIGENO QUE SE ENCUENTRA EN SUSPENSION BAJO EL AGUA. DEBIDO A QUE EL ATAQUE ES UN EFECTO ELECTROQUIMICO, SE HAN DISEÑADO UNOS ELEMENTOS DE ALUMINIO-ZINC DENOMINADOS ANODOS, LOS CUALES, POR SU DIFERENCIA DE POTENCIAL PARA DRENAR CORRIENTE COMPARADO CON EL ACERO, ESTOS PROTEGEN CATODICAMENTE A LA SUPERFICIE DEL ACERO, SACRIFICANDOSE A SU VEZ POR EL EFECTO ELECTROQUIMICO QUE LE IMPRIME EL OXIGENO. EN OTRAS PALABRAS, LA ESTRUCTURA DE ACERO (CATODO), EL AGUA SALADA (ELECTROLITO) Y EL ANODO DE ALUMINIO, FORMAN UNA CELDA GALVANICA.

LOS ANODOS EN UNA PLATAFORMA SON INSTALADOS EN BASE AL RESULTADO QUE EL DISEÑO NOS RESULTE, DEPENDIENDO BASICAMENTE DE LA SUPERFICIE A PROTEGER, LA CONCENTRACION DE SALES EN EL AGUA MARINA, LA TEMPERATURA DEL AGUA Y FINALMENTE LA CORRIENTE REQUERIDA Y EL EQUIVALENTE ELECTROQUIMICO DE MATERIAL SELECCIONADO ASI COMO LA CANTIDAD REQUERIDA DE ESTE PARA LA PROTECCION EN AÑOS DESEADA.

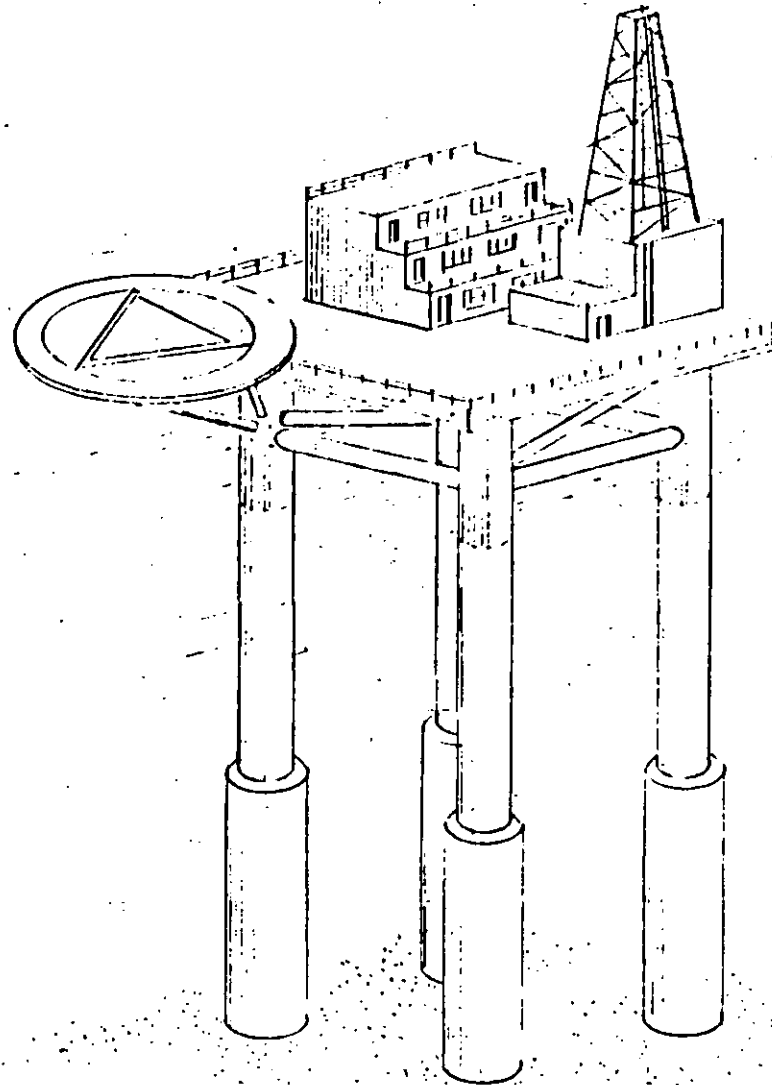
LA ZONA DE MAREAS Y OLEAJES COMUNMENTE ES DONDE SE PRESENTA LA MAYOR CORRUSION, POR TAL MOTIVO ESTA SE PROTEGE CON UNA RESINA EPOXI DE 100% SOLIDOS. ESTA RESINA SE APLICA A UN ESPESOR DE 6MM ($\frac{1}{4}$ ") EN TODA LA SUPERFICIE DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES QUE SE ENCUENTRAN EXPUESTOS AL BAÑO DE AGUA Y DEL AIRE, EVITANDO ASI LA AGRESION DEL OXIGENO SOBRE ESTAS SUPERFICIES.

EN LA ZONA ATMOSFERICA SE ENCUENTRA UN PORCENTAJE DE HUMEDAD - MUY ALTO DE ORIGEN SALINO, QUE AUNADO A LA INTEMPERISMO, EL AIRE, - SOL Y EN OCASIONES GASES, PROVOCA UNA CORROSION EN LOS MATERIALES - EXPUESTOS EN LAS INSTALACIONES DE LAS MENCIONADAS PLATAFORMAS. DERI VADO DE LO ANTERIOR, ES NECESARIO QUE TODAS LAS PARTES DE LOS EQUI POS, TUBERIAS, ACERO ESTRUCTURAL SE PROTEJAN CON ALGUN RECUBRIMIEN TO PROTECTOR A TALES ATAQUES.

COMUNMENTE PARA ESTE TIPO DE PROTECCION EL MATERIAL SE LIMPIA POR MEDIO DE CHORRO DE ARENA A PRESION (SAND-BLAST) HASTA DEJAR EL MATERIAL COMPLETAMENTE LIBRE DE OXIDO A UN COLOR BLANCO METALICO, - PARA DESPUES APLICARLE UNA PINTURA PRIMARIA DEL TIPO INORGANICO DE ZINC A UN ESPESOR DE 0.003" Y SOBRE DE ESTE SE APLICA UN RECUBRI MIENTO EPOXI DE ALTOS SOLIDOS CON UN ESPESOR DE 0.010" A 0.012" DE PULGADA.

LAS TRES ZONAS DE CORROSION EN UNA PLATAFORMA ANTERIORMENTE -- DESCRITAS, ASI COMO EL TIPO DE PROTECCION UTILIZADA, TIENE UNA DURA BILIDAD DEL ORDEN DE 20 AÑOS, DEPENDIENDO NECESARIAMENTE DEL MANTE NIMIENTO QUE SE TENGA.

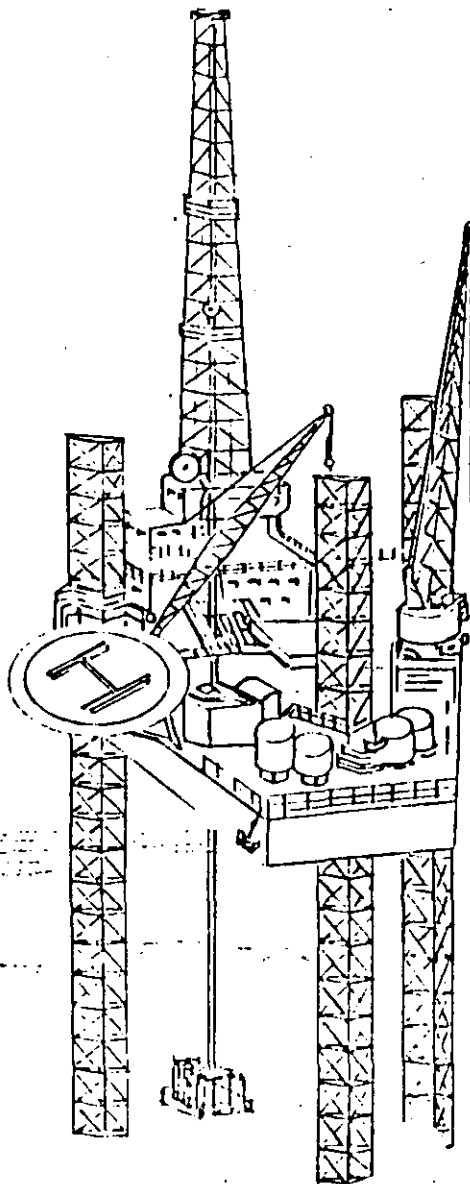
PLATAFORMA LASTRABLE O SUMERGIBLE



88

FIG. 8

PLATAFORMA AUTOELEVABLE (JACK - UP)



**UNIDAD AUTO-ELEVABLE SOBRE TRES PATAS
DE SUSTENTACION A BASE DE ESTRUCTURA
TUBULAR Y PLATAFORMA NAVIFORME**

39

FIG. - 9

PLATAFORMA SEMISUMERGIBLE

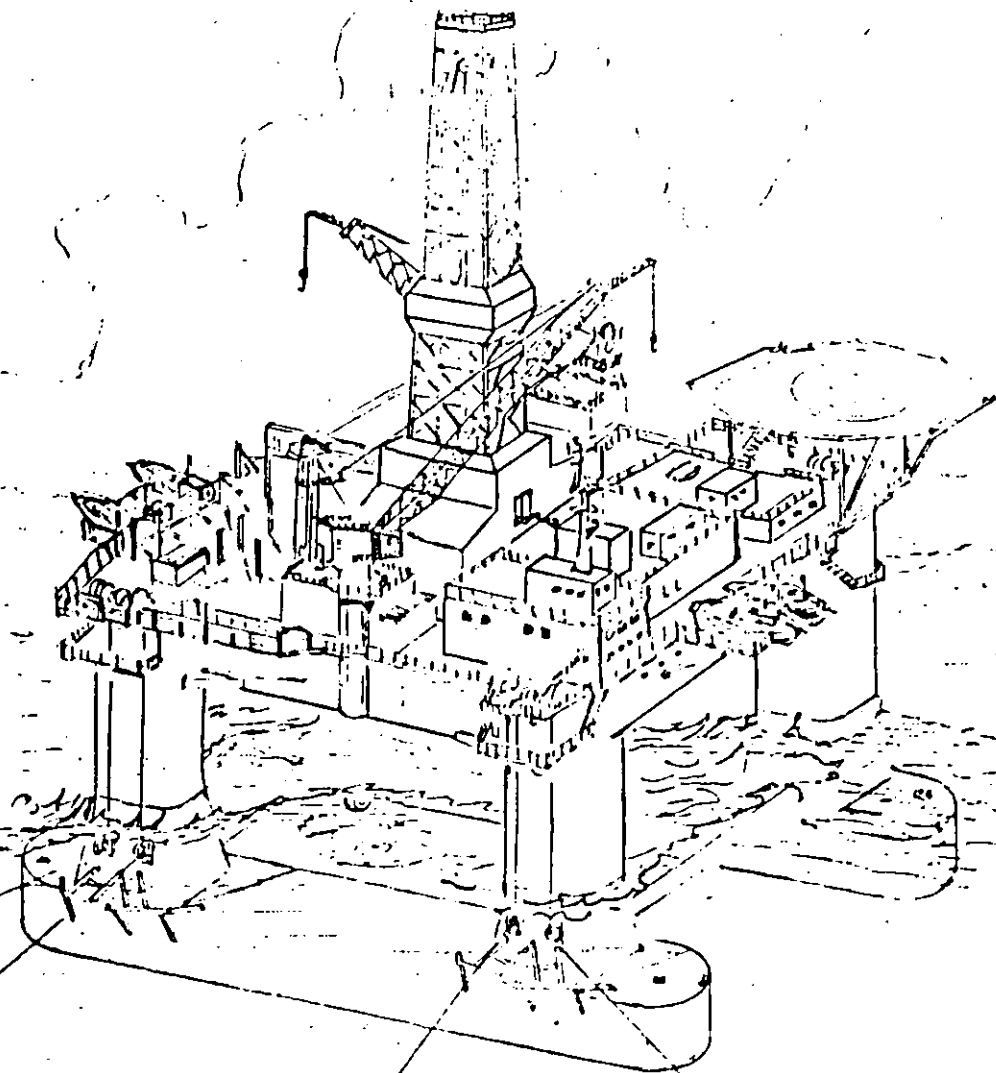


FIG-10

BARCO DE PERFORACION

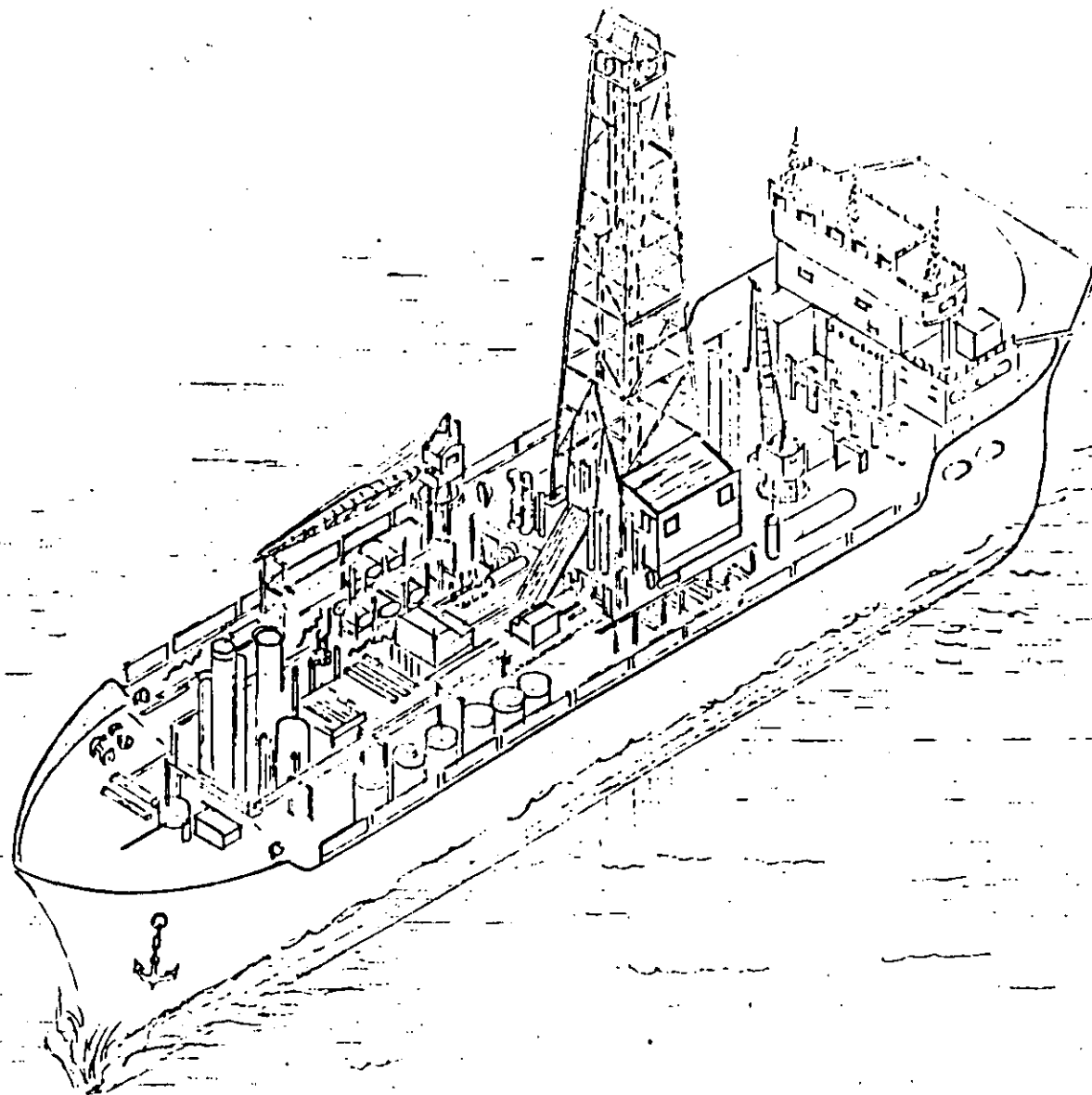


FIG-11

FABRICACION, TRANSPORTE E INSTALACION DE UNA PLATAFORMA DE GRAVEDAD

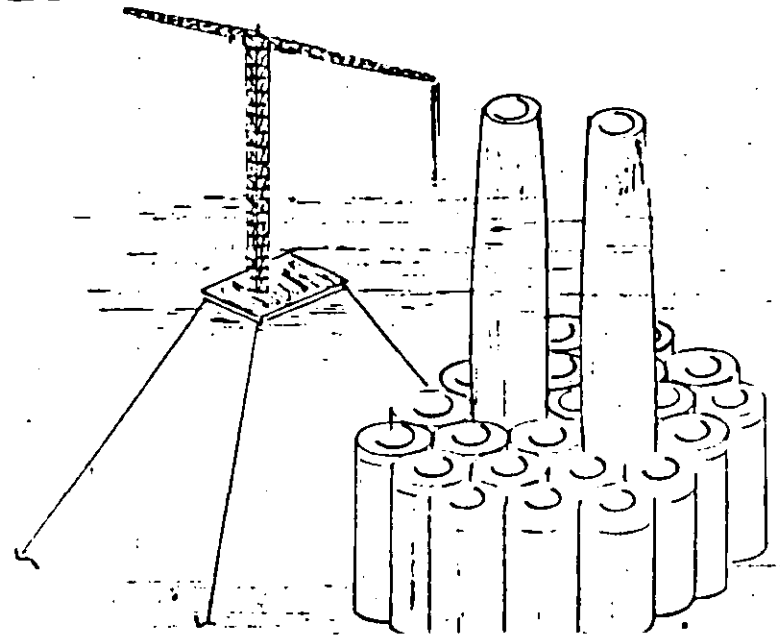
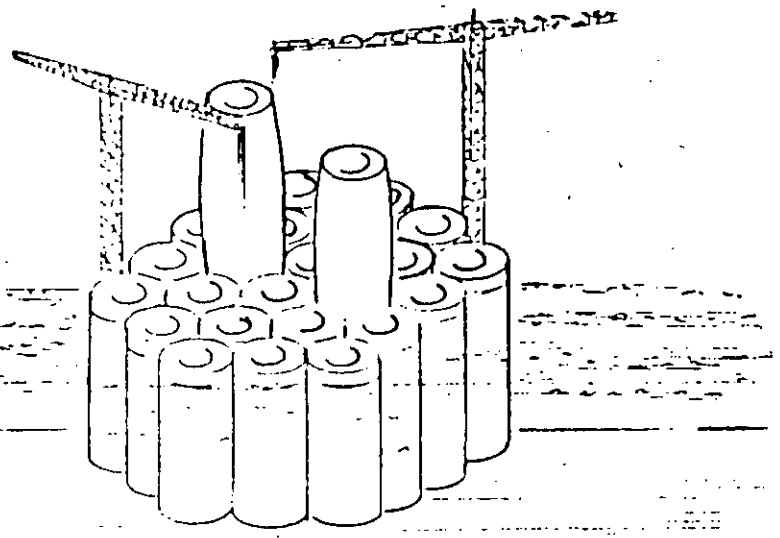
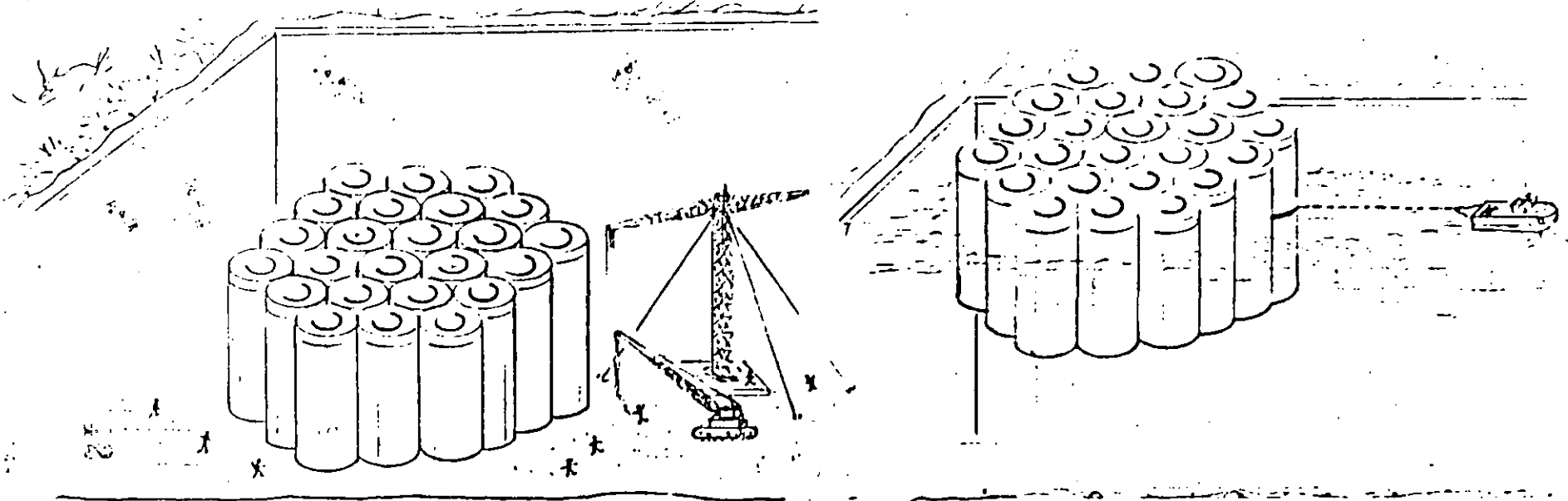


FIG. 12

FABRICACION, TRANSPORTE E INSTALACION DE UNA PLATAFORMA DE GRAVEDAD

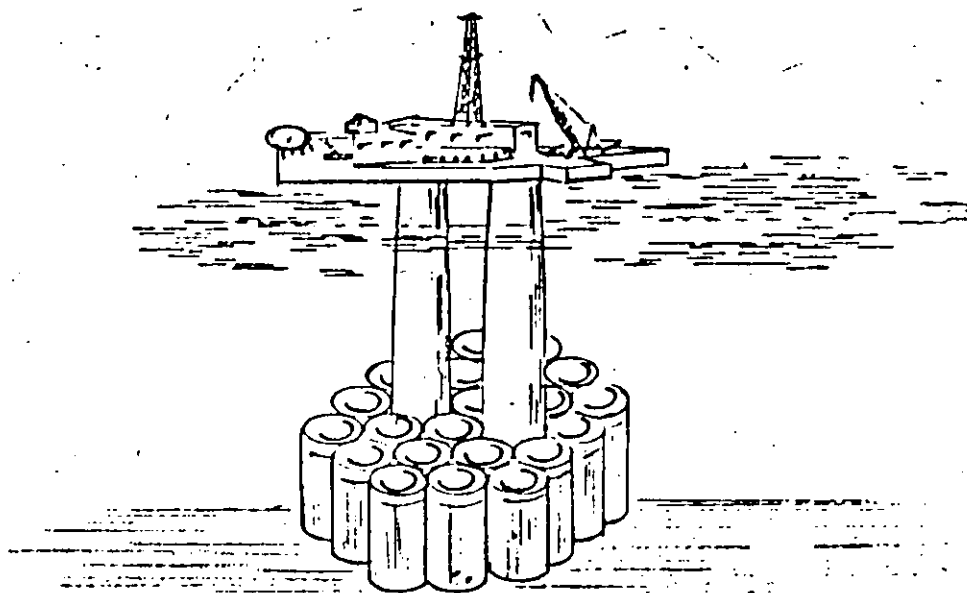
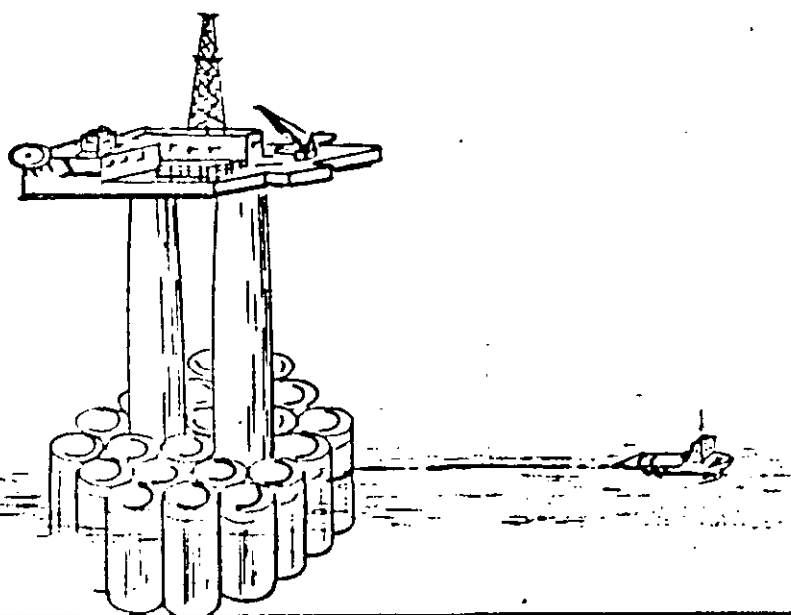
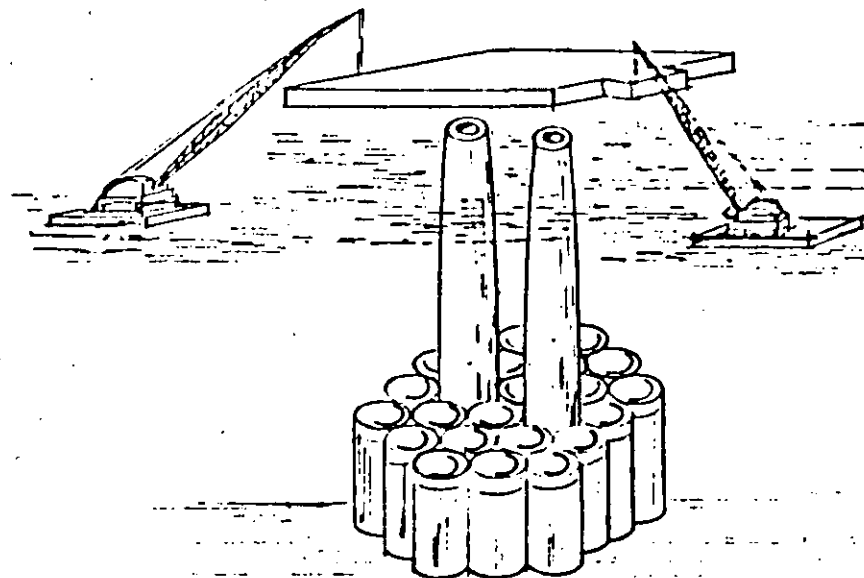
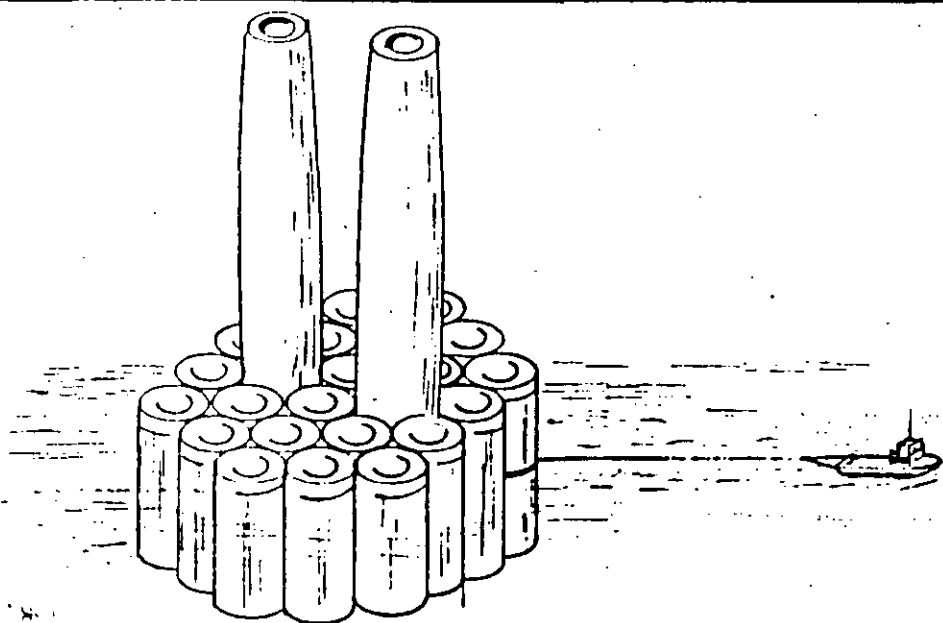
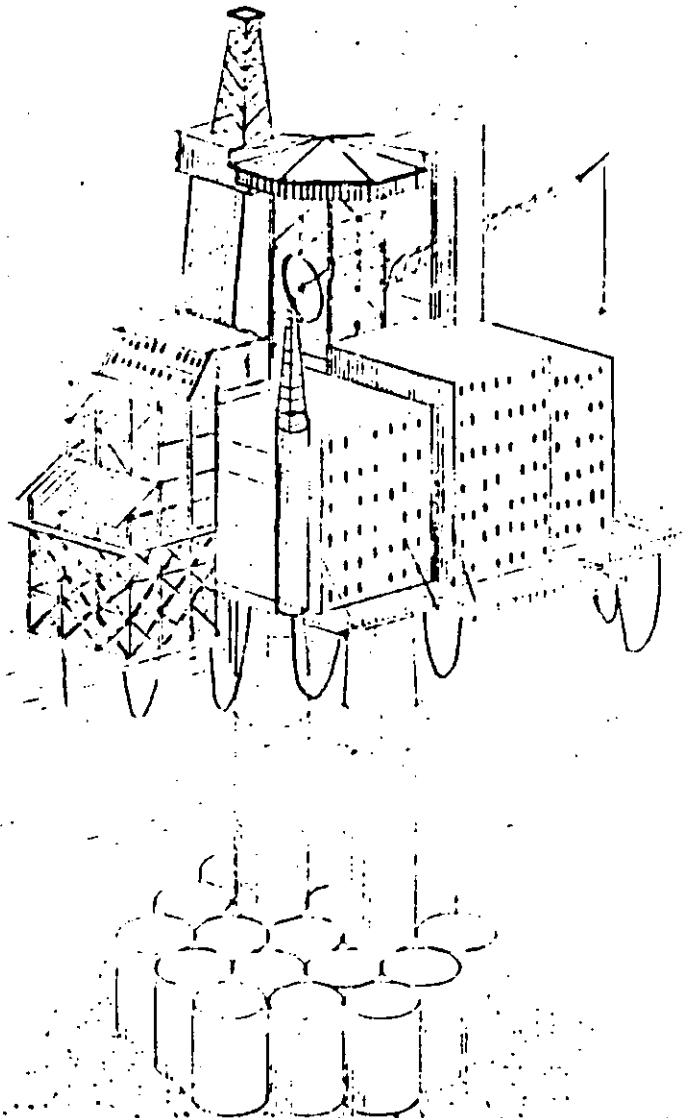


FIG. - 12

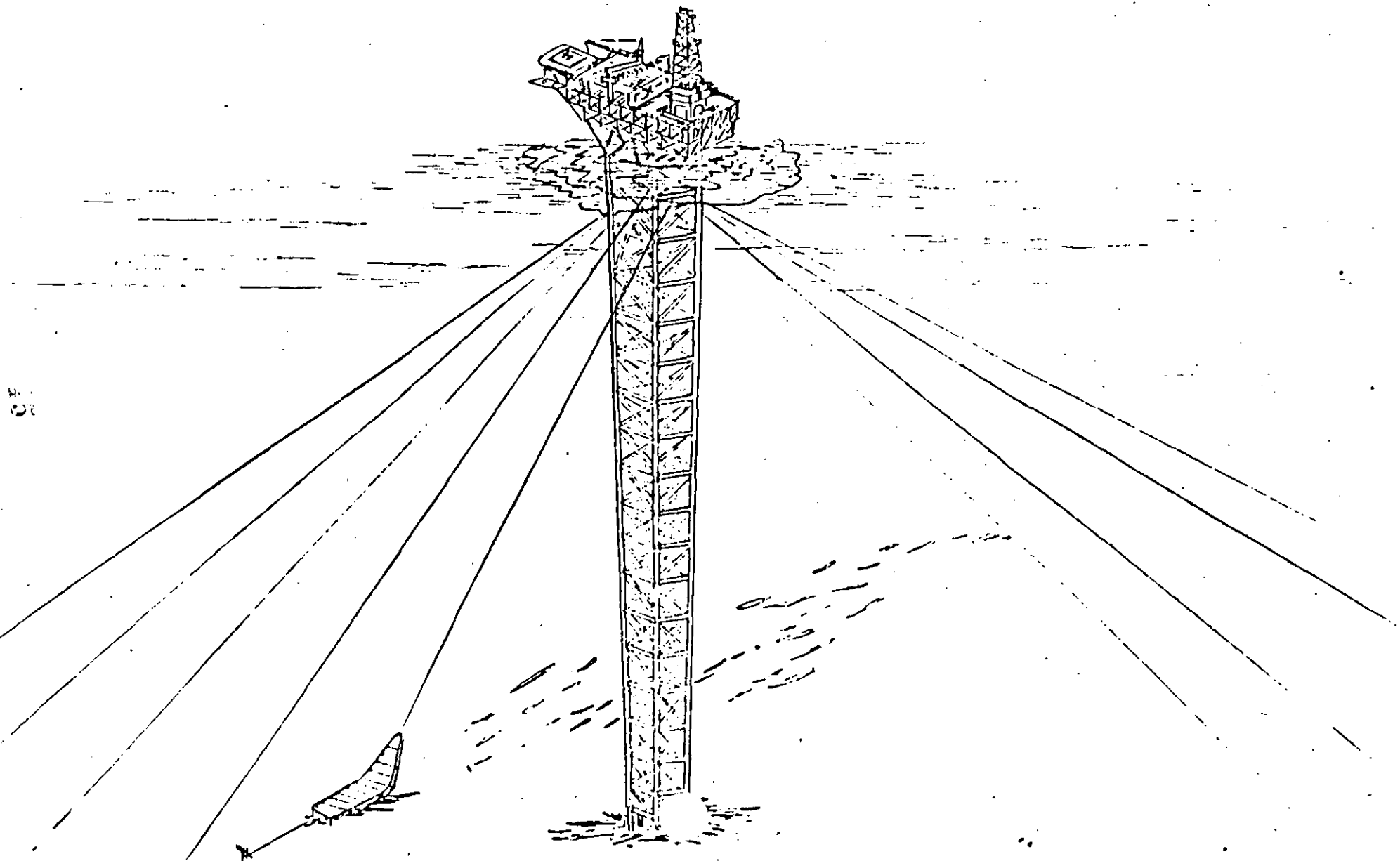
PLATAFORMA DE GRAVEDAD (CONCRETO)



44

FIG. 13

TORRE MARITIMA ESTABILIZADA CON CUERDAS



40

FIG. - 14

PLATAFORMA TUBULAR Y SUS DIMENSIONES

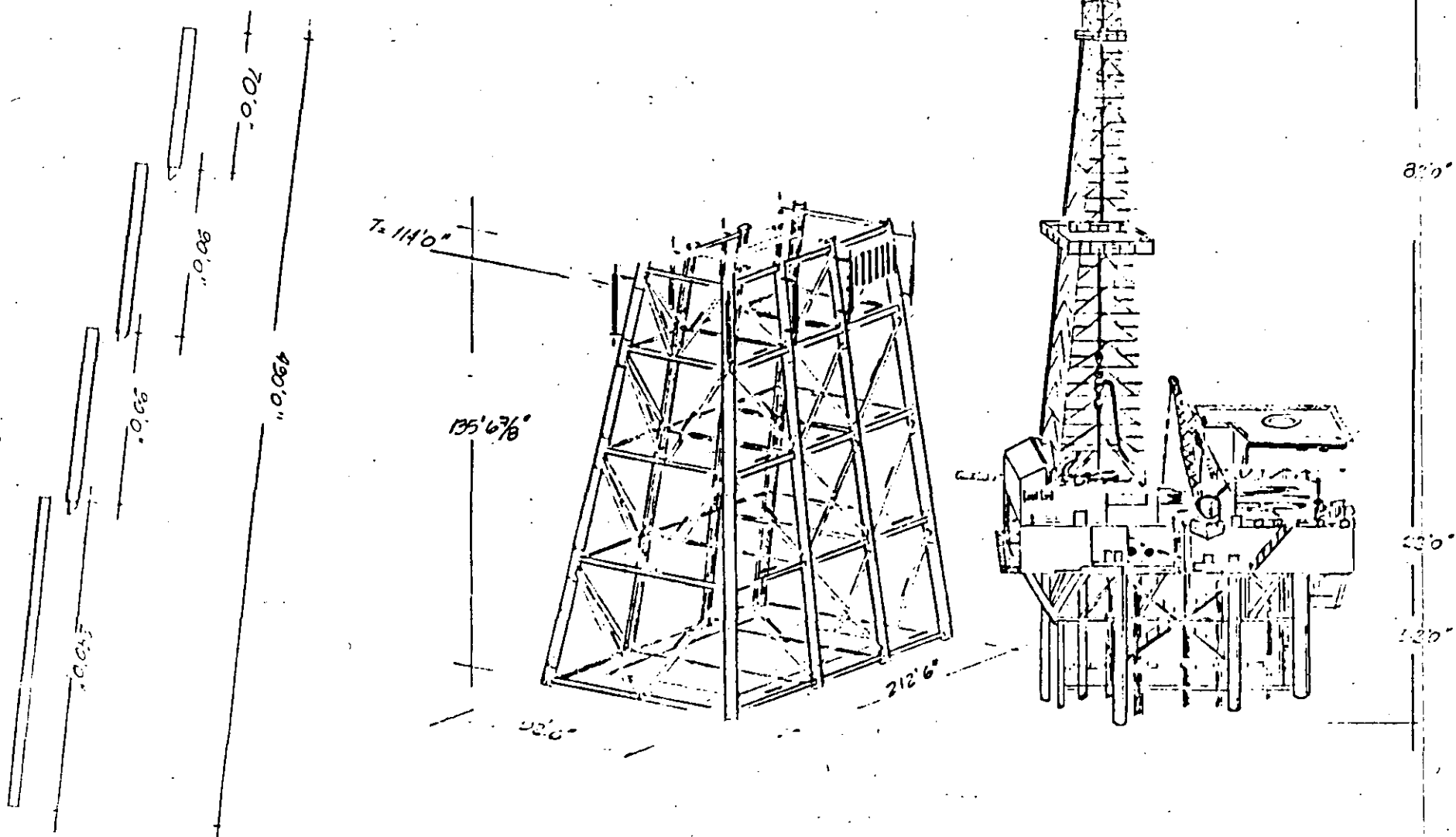


FIG. 15

48

III.- SELECCION DE ZONAS PROPICIAS PARA LA FABRICACION DE PLATAFORMAS MARINAS.

DENTRO DE LA PLANEACION GLOBAL QUE PETROLEOS MEXICANOS IMPLEMENTO PARA EFECTUAR ESTUDIOS DE EXPLORACION, PERFORACION, PRODUCCION, TRANSPORTE Y EMBARQUE Y ADEMAS, AUNADA A ESTA LOS ESTUDIOS OCEANOGRAFICOS, GEOTECNICOS Y METEREOLOGICOS DEL AREA DE CAMPECHE, PEMEX SELECCIONO FUERAN LAS PLATAFORMAS TUBULARES APOYADAS EN PILOTES LAS QUE SE FABRICARAN PARA DESARROLLAR LOS CAMPOS PETROLEROS EN ESTA ZONA.

LA ANTERIOR DECISION TUVO QUE ESTAR INTIMAMENTE LIGADA CON LA DISPONIBILIDAD DE TECNOLOGIA ASI COMO LA ECONOMIA NACIONAL. SE LLEVO AL CABO UN ESTUDIO Y VERIFICACION DE AREAS PROPICIAS PARA CONSTRUIR ESTE TIPO DE ESTRUCTURAS EN TODA LA COSTA DEL GOLFO DE MEXICO. SE REQUERIA QUE ESTAS AREAS CUMPLIERAN CON INFRAESTRUCTURA COMO VIAS DE COMUNICACION MARITIMA, FERREA, TERRESTRE, AEREA, ASI TAMBIEN ENERGIA ELECTRICA, DISPONIBILIDAD DE PERSONAL ESPECIALIZADO, PERSONAL TECNICO Y EL DESARROLLO URBANO NECESARIO PARA ALOJAR A TODA ESTA FUERZA HUMANA DE TRABAJO.

ERA NECESARIO QUE LAS AREAS SELECCIONADAS CUMPLIERAN CON LA MAYORIA DE LOS REQUISITOS ANTERIORMENTE MENCIONADOS, YA QUE DE TENERSE QUE CONTEMPLAR POR PRIMERA VEZ, ESTO ENCARECERIA FINALMENTE EL COSTO DE LAS ESTRUCTURAS.

LOS RESULTADOS QUE FINALMENTE SE OBTUVIERON DEL ESTUDIO LLEVADO AL CABO, LLEVO A PEMEX A DECIDIR ASENTARSE EN LAS AREAS DE TAMPICO Y TUXPAN. LAS PROPORCIONES DE TERRENOS QUE DESDE SU ORIGEN SE SELECCIONARON SE LES HA LLAMADO PATIOS DE FABRICACION MISMOS QUE QUEDARON UBICADOS EN LAS MARGENES IZQUIERDA Y DERECHA DEL RIO PANUCCO, RIO QUE DELIMITA LOS ESTADOS DE TAMAULIPAS CON EL DE VERACRUZ, EN TUXPAN EN LA MARGEN DERECHA DEL RIO PANTEPEC.

LOS TERRENOS QUE INICIALMENTE SE SELECCIONARON FUERON PROPIEDAD DE LA INSTITUCION. EL COSTO POR EL ACONDICIONAMIENTO DE ESTOS PATIOS CON TODA LA INFRAESTRUCTURA REQUERIDA FUE COSTEADA POR PETROLEOS MEXICANOS.

LO ANTERIOR TIENE ACTUALMENTE UNA GRAN IMPORTANCIA, YA QUE A LA FECHA ES CUANDO MAS SE ESTAN REFLEJANDO LOS BENEFICIOS DE CONTAR SIEMPRE CON LA DISPONIBILIDAD DE AREAS PARA EL ALMACENAMIENTO DE MATERIALES Y ESTRUCTURAS. EL PROPIO DESARROLLO QUE PEMEX HA IMPRIMIDO A ESTOS CAMPOS, MOTIVADO A SU VEZ POR LA ECONOMIA DE NUESTRO PAIS, HA SIDO NECESARIO LLEVAR A CABO CAMBIOS EN LOS PROGRAMAS DE FABRICACION, ADECUACION Y MANTENIMIENTO DE ESTRUCTURAS, CAMBIOS QUE DE REALIZARSE EN PATIOS AJENOS A LOS DE LA INSTITUCION, RESULTARIAN ALTAMENTE ELEVADOS.

COMO UN BENEFICIO ADICIONAL SE PUEDE MENCIONAR QUE LA INVERSION DE ORIGEN CONTINUARA USUFRUCTUANDOSE HASTA QUE LOS TRABAJOS DE PRODUCCION DE CRUDO, FUERA DE COSTA ESTEN PRESENTES EN EL GOLFO DE MEXICO.

IV .- INFRAESTRUCTURA DE UN PATIO PARA FABRICAR PLATAFORMAS MARINAS.

DETERMINADO EL TIPO DE PLATAFORMA A FABRICARSE PARA LOS TRABAJOS DE PRODUCCION DE CRUDO, ASI COMO LOS TERRENOS SELECCIONADOS PARA SU ACONTECIMIENTO, SE ADQUIRIO LA INFORMACION NECESARIA PARA ELABORAR LOS PROYECTOS DE INGENIERIA QUE CONTEMPLARAN LA OBRA CIVIL Y ELECTROMECANICA DE LA INFRAESTRUCTURA DE CADA PATIO.

ESTOS PATIOS DESDE SU ORIGEN FUERON PROYECTADOS PARA FABRICAR 2 PLATAFORMAS EN FORMA SIMULTANEA DURANTE DOCE MESES EN CONDICIONES NORMALES. LO ANTERIOR NO QUIERE DECIR QUE NO SE PUDIERAN FABRICAR HASTA 4 PLATAFORMAS AL AÑO, COMO SUCEDIO EN EL LAPSO DE 1979 A 1981, EN EL QUE SE TRABAJO EN FORMA CONTINUA DURANTE LAS 24 HORAS DEL DIA, CON LOS RESULTADOS CONOCIDOS POR TODOS.

INICIALMENTE SE ACONDICIONARON 3 PATIOS EN EL AREA DE TAMPICO, SIENDO ESTOS FIMSA, LASSA Y BOSNOR, SIENDO DOS AÑOS DESPUES CUANDO SE SUMARON A LA FABRICACION DE PLATAFORMAS LOS PATIOS DE SOCIEDAD CIVIL, C.E.L.A.S.A. Y C.C.C. A ESTA FECHA SE CUENTA CON DIEZ PATIOS PARA FABRICAR ESTRUCTURAS O MODULOS PARA PLATAFORMAS, OCHO UBICADOS EN EL AREA DE TAMPICO Y DOS EN EL AREA DE TUXPAN.

DERIVADO DE QUE TODOS ESTOS CENTROS DE TRABAJO CUENTAN CON UNA INFRAESTRUCTURA CIVIL Y ELECTROMECANICA MUY SIMILAR, ASI COMO EL EQUIPO MECANICO REQUERIDO Y PERSONAL ESPECIALIZADO SE RELACIONARAN EN FORMA GRAFICA LAS AREAS Y OBRAS MAS SIGNIFICATIVAS DE UN PATIO, ASI COMO EL EQUIPO Y SUS CARACTERISTICAS PRINCIPALES Y POR ULTIMO EL PERSONAL, SU ESPECIALIDAD Y EL NUMERO REQUERIDO PARA PRODUCIR, TODO ESTO, DOS PLATAFORMAS EN UN LAPSO DE DOCE MESES Y EN CONDICIONES NORMALES. (GRAF. 17 Y ANEXOS).

PATIO DE FABRICACION TIPO

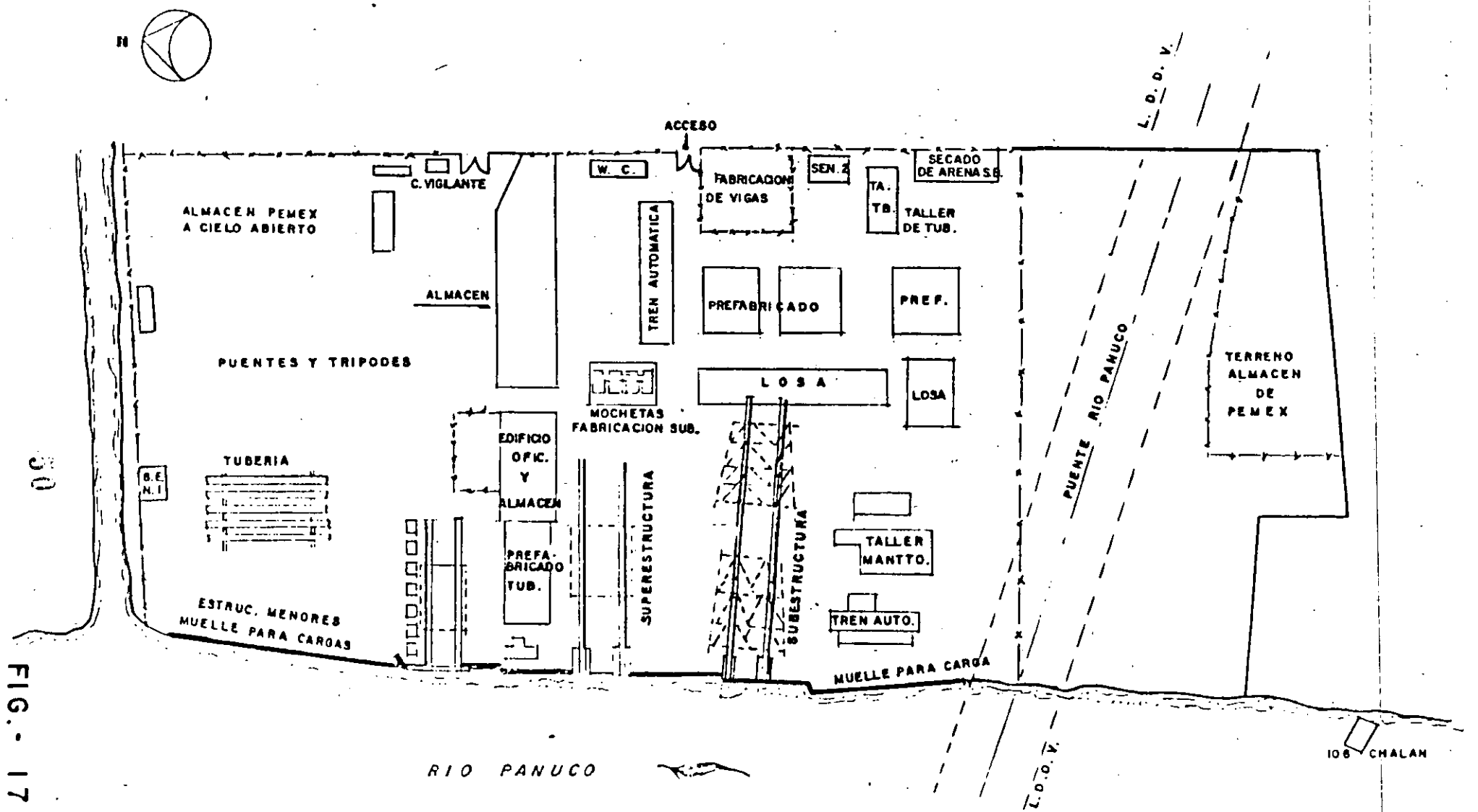


FIG. - 17

RELACION DE EQUIPO DE CONSTRUCCION NECESARIO PARA FABRICAR PLATAFORMAS MARINAS

PTDA.	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CAPACIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	GRUA SOBRE ORUGAS	150 TONS.	3	AMERICAN, LINK-BELT, MANITOWOC
2	GRUA SOBRE ORUGAS	100 TONS.	2	" " "
3	GRUA SOBRE LLANTAS	45 TONS	2	P y H, "
4	PETTIBONE	15 TONS.	3	P y H, " GROVE
5	CAMION GRUA TIPO HIAB	8 TONS.	1	
6	CAMION WINCHE	7 TONS.	2	
7	TRACTO CAMION CON PLATAFORMA	30 TONS.	2	
8	COMPRESOR DE AIRE	600 PCM	6	I.RAND, CH.NEUMATIC, ATLAS - COPCO, KOHLER.
9	MAQUINA PARA SOLDAR AUTOMATICA DE ARCO SUMERGIDO DE	800 A 1200 AMPS.	4	LINCOLN
10	MAQUINA PARA SOLDAR SEMIAUTOMATICA	400 AMPS.	25	MILLER, LINCOLN,
11	MAQUINA PARA SOLDAR ELECTRICA	450 AMPS.	50	
12	MAQUINA RELEVADORA DE ESFUERZOS		2	COOPER HEAT
13	CAMION DE REDILAS	3 TONS.	2	
14	POSICIONADORES MOTRICES		4	RANSOME
15	POSICIONADORES LOCOS		20	RANSOME
16	EQUIPOS DE OXIACETILENO		100	SMITH, VICTOR
17	BISELADORAS SEMI-AUTOMATICAS	4"Ø A 60"Ø	10	SMITH
18	EQUIPOS DE SOPLETEO COMPLETOS		15	DEVILEIS
19	EQUIPOS PARA APLICACION PINTURA		8	"

RELACION DE PERSONAL ESPECIALIZADO PARA FABRICAR PLATAFORMAS MARINAS

DESCRIPCION ESPECIALIDAD

CANTIDAD

OBSERVACIONES

1.- INGENIEROS DE CAMPO

12

2.- MAYORDOMOS

4

3.- CABO DE OFICIOS

10

4.- PAILEROS

50

5.- TUBEROS

15

6.- SOLDADORES

93

7.- ELECTRICISTAS

12

8.- MONTADORES

5

9.- OP. DE GRUAS

5

10.- MANTENIMIENTO

12

11.- PINTORES

18

12.- MANIOBRISTAS

14

13.- OPERARIOS

35

14.- AYUDANTES

230

TOTAL: 515

=====

PERSONAL DE CONTRATISTA A P.U.

NECESARIO PARA FABRICAR DOS -

PLATAFORMAS DE PERFORACION EN

UN LAPSO DE UN AÑO.

INSTALACIONES TIPO DE UN PATIO PARA FABRICAR PLATAFORMAS MARINAS

1/4

PDA.	DESCRIPCION OBRA	DIMENSIONES	OBSERVACIONES
1	TERRENO MARGINAL A UN RIO O CANAL NAVEGABLE HASTA 20' DE PROFUNDO.	DE 10 A 20 HAS.	ALTURA DEL N.A.M.È. AL N.P.T. 1.5 A 2.0 M. CAP.CARGA HASTA 15 TONS/M ² .
2	JGO. TRABES DE CONCRETO O ACERO PARA FABRICAR SUBESTRUCTURAS.	SEPARACION 45' A 60' (13.7 A 18.3 M) SECCION TRANSVERSAL 1.0 M X 2.5 M LONGITUD - 450'	TIPO SUSTENTACION a).- PILOTES b).- LOSA DE CIMENTACION c).- PIEDRAPLEN d).- DADOS DE CONCRETO CAP.CARGA HASTA 25 TONS. PO METRO LINEAL.
3	JGO. TRABES DE CONCRETO O ACERO PARA FABRICAR SUPERESTRUCTURAS MODULOS HABITACIONALES Y DE PRODUCCION.	SEPARACION 45' A 60' (13.7 A 18.3)M. SECCION TRANSVERSAL 1.0 M. X 2.5 M. LONGITUD - 450'	I D E M. HASTA 35 TONS. POR METRO LINEAL.
4	MUELLE MARGINAL PARA CARGA DE SUBESTRUCTURAS	LONGITUD - 100 MTS. CALADO - 20' (6.0 M.)	CONSTRUIDO CON TUBERIA Y Y PLACA DE RECUPERACION A UNA PROFUNDIDA. 7.5 M.

INSTALACIONES TIPO DE UN PATIO PARA FABRICAR PLATAFORMAS MARINAS

2/4

PDA.	DESCRIPCION OBRA	DIMENSIONES	OBSERVACIONES
5	MUELLE MARGINAL PARA CARGA DE SUPERESTRUC TURA	LONGITUD - 100 MTS. CALADO - 15' (4.9M)	CONSTRUIDO CON TUBERIA Y - PLACA DE RECUPERACION A UNA PROFUNDIDAD DE 7.5 M.
6	MUELLE MARGINAL PARA CARGA DE PILOTES, -- TRIPODES, PUENTES, ETC.	LONGITUD - 120 MTS. CALADO - 16' (4.9M)	I D E M.
7	AREA O MESAS DE TRABAJO PARA EL ARMADO Y SOLDADURA DE COLUMNAS, PILOTES, CONDUCTORES, PEDESTALES, ETC., CON MAQUINAS AUTOMATICAS- DE ARCO SUMERGIDO. 600 A 1,200 AMPS.	AREA DE DESPIESE Y ARMADO (MOCHETAS) (80 M X 10 M)(3 REQ.) MESA DE POSICIONADORES (100M X 10M)(3 REQ.)	
8	ALMACEN CERRADO PARA HERRAMIENTA Y MATERIAL ELECTRO-MECANICO	50M X 15M = 750 M ² .	
9	ALMACEN CUBIERTO PARA MATERIALES MENORES	1,000 M ² .	
10	MESA DE TRABAJO PARA PREFABRICACION DE TUBERIA ESTRUCTURAL	LOSAS DE CONCRETO 60M X 20M = 1,200 M ² .	ADYACENTES A LAS AREAS DE MONTAJE.
11	MESA DE TRABAJO PARA PREFABRICACION DE TUBERIA DE PROCESO Y SERVICIO	60M X 20M = 1,200 M ² .	
12	MESA DE TRABAJO PARA PAILERIA	60M X 20 = 1,200 M ² .	

INSTALACIONES TIPO DE UN PATIO PARA FABRICAR PLATAFORMAS MARINAS

PDA.	DESCRIPCION OBRA	DIMENSIONES	OBSERVACIONES
13	AREAS DISPONIBLES PARA LIMPIEZA CON CHORRO DE ARENA (SAND-BLAST) EN LUGARES ESTRATEGICOS	30M X 10M = 300 M ² .	
14	INSTALACION DE TUBERIA NEUMATICA CON MULTIPLES DE DISTRIBUCION UBICADOS CERCA A LAS-AREAS DE TRABAJO	PRESION 90 A 120 LBS/ - PULG ² .	
15	INSTALACION DE UNA RED ELECTRICA DE BAJA TENSION 440/220 VOLTS. ESTRATEGICAMENTE-UBICADA Y CERCANA A LAS AREAS DE TRABAJO.		
16	INSTALACION RED ELECTRICA PARA ALUMBRADO PERMANENTE Y PORTATIL ESTRATEGICAMENTE - UBICADO.	1,500W, 1,000W 500 W	
17	INSTALACIONES DE BAÑOS Y COMEDORES PARA PERSONAL DE CAMPO.	BAÑOS 3 10M X 3 COMEDOR 2 30M X 10	
18	TALLER ELECTRICO	300 M ² .	
19	TALLER MECANICO	500 M ² .	

INSTALACIONES TIPO DE UN PATIO PARA FABRICAR PLATAFORMAS MARINAS

4/4

PDA.	DESCRIPCION OBRA	DIMENSIONES	OBSERVACIONES
20	OFICINAS DE CAMPO.	250 M ² .	
21	OFICINAS ADMINISTRATIVAS	1,000 M ² .	
22	DISPONIBILIDAD DE AGUA POTABLE PARA SERVICIOS, RIEGO Y PRUEBAS HIDROSTATICAS.		

B I B L I O G R A F I A

- 1.- METALURGIA
CARL G. JOHNSON
EDITORIAL REVERTE, S.A.
- 2.- TRATADO GENERAL DE SOLDADURA
P. SHIMPKE Y H. HORN.
- 3.- A.W.S.
AMERICAN WELDING SOCIETY
- 4.- TRATADO DE SOLDADURA
J.F. LANCASTER
EDITORIAL TECNOS
- 5.- ESPECIFICACIONES A.P.I.-RP-2A; RP-2x; 2B:
AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE
- 6.- CORROSION Y CONTROL DE CORROSION
HERBERT H. UHLIG
EDITORIAL URMO, S.A.
- 7.- RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS
INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO
- 8.- A.I.S.C.
AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCCION
- 9.- GEOTECNICA MARINA DE LA SONDA DE CAMPECHE
PUBLICACION POR LA S.P.C.O.
- 10.- INGENIERIA
ORGANO OFICIAL DE LA FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
- 11.- BASES DE DISEÑO GENERALES PARA LAS PLATAFORMAS FIJAS
DE PERFORACION
- 12.- ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA FABRICACION E
INSTLACION DE PLATAFORMAS MARINAS.

XII .- CARGA DE ESTRUCTURAS, FIJACION Y TRANSPORTE SOBRE CHALAN

ANTES DE IMAGINAR CUALES PODRIAN SER LOS PROCEDIMIENTOS PARA LOGRAR COLOCAR UNA ESTRUCTURA DE 1000 TONELADAS O MAS DESDE SUELO FIRME HASTA ARRIBA DE UN BARCAZA, INICIAREMOS ESTE TEMA DESCRIBIENDO -- LAS CARACTERISTICAS DE ESTAS Y ALGUNA INFORMACION DE SUMA IMPORTANCIA PARA EL SUPERVISOR DE OBRA.

YA EN ESTE TEMA EL LECTOR SEGURAMENTE TIENE UNA IDEA BIEN CLARA DE LA MAGNITUD DE LAS DIFERENTES ESTRUCTURAS DE UNA PLATAFORMA MARINA, MAGNITUD EN CUANTO A DIMENSIONES, PESO Y COSTO, ESTO NOS LLEVA A PENSAR QUE LAS EMBARCACIONES UTILIZADAS PARA EL TRANSPORTE DE ESTAS ESTRUCTURAS DEBERAN SER CAPACES Y MUY SEGURAS PARA EVITAR RIESGOS -- DURANTE LA CARGA O LA NAVEGACION.

LAS EMBARCACIONES QUE ACTUALMENTE SE UTILIZAN COMO CHALANES O BARCAZAS, REMOLCADORES Y BARCOS GRUAS SON DE FABRICACION Y BANDERA EXTRANJERA, ESTO NO PORQUE EN NUESTRO PAIS NO SE PUEDAN CONSTRUIR -- ESTE TIPO DE EMBARCACIONES, SINO QUE HASTA AHORA NO HA SIDO RENTABLE SU CONSTRUCCION.

PARA EL TRANSPORTE DE LAS ESTRUCTURAS DE UNA PLATAFORMA MARINA-COMPLETA SE REQUIERE DE LAS SIGUIENTES EMBARCACIONES:

- CHALAN PLANO DE 250' X 72' X 16' - PILOTES Y CONDUCTORES
- CHALAN DE LANZAMIENTO DE 300' X 90' X 20' - SUBESTRUCTURA
- CHALAN PLANO DE 250' X 72' X 16' - SUPERESTRUCTURA
- CHALAN PLANO DE 300' X 90' X 20' - PAQUETES DE PERFORACION

LAS ANTERIORES EMBARCACIONES NO CUENTAN CON PROPULSION PROPIA.- MOTIVO POR EL CUAL DEBEN DE SER, REMOLCADAS POR UN REMOLCADOR, ACTUALMENTE LA GRAN MAYORIA DE LAS EMBARCACIONES QUE NAVEGAN POR LOS MARES DEL MUNDO SON CONSTRUIDOS CON INGENIERIAS, NORMAS, CODIGOS Y ESPECIFICACIONES MUY ESTRICITAS Y ASI PODER SER CLASIFICADAS COMO EMBARCACIONES DEDICADAS A UNA DETERMINADA FUNCION. ES DE SUMA IMPORTAN

CIA LO ANTERIOR YA QUE LAS GRANDES COMPAÑIAS DE SEGUROS QUE EXISTEN-
EN EL MUNDO NO EXTIENDEN SEGURO ALGUNO EL CUAL PUEDA CUBRIR EL VALOR
DE LA EMBARCACION MAS LA CARGA QUE TRANSPORTAN SINO SON CUMPLIDOS AL
GUNOS REQUISITOS COMO:

- CLASIFICACION DEL TIPO DE EMBARCACION
- INSPECCION ANUAL DE LAS CONDICIONES O ESTADO DE LA EMBARCACION
- INSPECCION DEL CASCO EN DIQUE SECO CADA 2 O 3 AÑOS
- CERTIFICADO DE CONTAMINACION DE LA EMBARCACION AL MEDIO AMBIEN
TE.
- CERTIFICADO DE LA LINEA MAXIMA DE CARGA O FRANCOBORDO

ASI MISMO EXISTEN COMPAÑIAS CON REPRESENTANTES Y ESPECIALISTAS-
EN TODO EL MUNDO, QUIENES SON LAS AUTORIZADAS POR LAS COMPAÑIAS DE -
SEGUROS DE INSPECCIONAR Y CERTIFICAR LAS CONDICIONES DE LAS EMBARCA-
CIONES, INCLUYENDO EL EQUIPO MECANICO, ELECTRICO Y DE NAVEGACION PER
TENECIENTE A ESTAS. A CONTINUACION SE MENCIONAN ALGUNAS DE LAS MAS -
CONOCIDAS:

- | | |
|---------------------------------------|------------|
| - A.B.S.- AMERICAN BUYEAU OF SHIPPING | E.E.U.U. |
| - D.N.V.- DET NORSKE VERITAS | HOLANDESA |
| - LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING | INGLATERRA |
| - AMERICAN SALVAJE | E.E.U.U. |

EN EL CASO DE PETROLEOS MEXICANOS, ES LA COMPAÑIA ASEGURADORA -
MEXICANA QUIEN CUBRE EL SEGURO POR EL COSTO DE LAS ESTRUCTURAS PARA-
PLATAFORMAS MARINAS QUE SE CARGAN Y TRANSPORTAN EN LAS BARCAZAS AN--
TES DESCRITAS, DESDE LOS PUERTOS DE TAMPICO Y TUXPAN HACIA LA SONDA-
DE CAMPECHE, CABE HACER LA OBSERVACION QUE DEBIDO AL ALTO COSTO TAN-
TO DE LAS ESTRUCTURAS COMO LA DE LAS EMBARCACIONES, LA CIA. ASEGURA-
DORA MEXICANA SE REASÉGURA CON ALGUNAS OTRAS COMPAÑIAS DE SEGUROS --
INTERNACIONALES, DEBIENDO PETROLEOS MEXICANOS DE CUMPLIR INVARIABLE-
MENTE CON LA INSPECCION Y CERTIFICACION DE UN ESPECIALISTA QUE TRABA
JE PARA LAS COMPAÑIAS ANTES MENCIONADAS, RESPECTO A LAS CONDICIONES-

DE LAS EMBARCACIONES ASI COMO EL BUEN ASEGURAMIENTO SOBRE CUBIERTA - DE LA ESTRUCTURA O EQUIPO QUE SE VAYA A TRANSPORTAR.

POR TODO LO ANTERIOR, EL SUPERVISOR DE PETROLEOS MEXICANOS EN-- CARGADO DE LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS, CARGA Y FIJACION SOBRE -- CHALAN, ADEMAS DE CONOCER EL ASPECTO LEGAL Y ADMINISTRATIVO POR CO - BERTURA, DEBERA DE TENER CONOCIMIENTOS FISICOS TANTO DE LA ESTRUCTU - RA, EMBARCACION Y SUS EFECTOS INTERACTUANTES DE AMBOS DURANTE LA CAR - GA Y LA NAVEGACION.

PARA SER MAS OBJETIVOS RESPECTO A LA PARTICIPACION, DEL SUPERVI - SOR DURANTE LA EJECUCION DE ESTOS TRABAJOS, SE RELACIONAN A CONTINUA - CION EN FORMA CONSECUTIVA LAS PRINCIPALES Y MAS IMPORTANTES ACTIVIDA - DES DE LO QUE ES LA CARGA DE ESTRUCTURAS Y FIJACION SOBRE CHALAN.

1.- EL SUPERVISOR O REPRESENTANTE DE PEMEX DEBEFA VERIFICAR QUE LAS EMBARCACIONES DESTINADAS PARA CARGAR ALGUNA DE LAS ESTRUCTURAS, - CUENTEN ESTAS CON TODOS LOS CERTIFICADOS VIGENTES ANTERIORMENTE MEN - CIONADOS.

2.- EL SUPERVISOR DEBERA CONOCER PLENAMENTE LAS DIMENSIONES Y - PESOS DE LA ESTRUCTURA, ASI COMO LA UBICACION DEL CENTRO DE GRAVEDAD DE ESTA.

3.- POSTERIORMENTE AL RECIBO DEL CHALAN O BARCAZA, EL SUPERVI - SOR DEBE DE CONOCER LAS DIMENSIONES, PESOS, CAPACIDADES DE LOS TAN - QUES DE LASTRE, ASI COMO LAS CARACTERISTICAS FISICAS DE LA EMBARCA - CION.

4.- CONOCIDOS LOS PUNTOS 2 Y 3 EL SUPERVISOR DEBERA HACER UN -- ANALISIS DE FLOTACION PARA ASI DE ESTA MANERA ELABORAR UN PROCEDI - MIENTO DE UTILIZACION DE TANQUES PARA LASTRE Y ACHIQUE DURANTE LA -- CARGA, ADEMAS DE LO ANTERIOR EL SUPERVISOR DEBERA VERIFICAR LA ESTAB - ILIDAD DEL CONJUNTO CHALAN ESTRUCTURA EN CONDICIONES DE NAVEGACION.

POR SER EL PUNTO ANTERIOR DE GRAN IMPORTANCIA EN ESTE TEMA SE - HARA UNA EXPLICACION DEL CRITERIO A SEGUIR PARA LA ESTABILIDAD DE UN CUERPO EN FLOTACION Y UN EJEMPLO QUE SE APEGUE A LA REALIDAD.

ANALIZAREMOS AHORA LA ESTABILIDAD DE UN CUERPO EN FLOTACION EN UNA SUPERFICIE LIBRE CON EL PROPOSITO DE ESTABLECER UNA MEDIDA DEL GRADO DE ESTABILIDAD DEL SISTEMA, CONSIDEREMOS UN CHALAN DE CONFIGURACION PARALELEPIPEDO RECTANGULAR, REPRESENTADO EN LA FIG. 38 Y UNA SECCION DEL CASCO SUMERGIDA EN EL AGUA.

DAREMOS AL BARCO UNA PEQUEÑA ROTACION ALREDEDOR DEL EJE LONGITUDINAL, Y ESTUDIAREMOS EL DESPLAZAMIENTO DE LA LINEA DE ACCION DE LA FUERZA DE EMPUJE. EL CENTRO DE EMPUJE CUANDO NO ESTA INCLINADO ES EL PUNTO B Y EN LA NUEVA POSICION O INCLINADA EN B'. EN LA MISMA SECCION SE REPRESENTA EL CENTRO DE GRAVEDAD EN EL PUNTO G. AL GIRAR EL BUQUE ALREDEDOR DEL EJE "Y", SE OBSERVARON QUE SE DESPLAZA UNA CANTIDAD ADICIONAL DE AGUA HACIA EL LADO IZQUIERDO DE "Y", Y UNA CANTIDAD IGUAL DE AGUA ABANDONA EL LADO DERECHO, LAS SECCIONES DE ESTOS VOLUMENES APARECEN HECHURADAS EN LA FIGURA. PARA FINES DE CALCULO CONSIDERAREMOS QUE AL GIRAR EL BUQUE SE DESARROLLAN FUERZAS HACIA ARRIBA EN EL LADO IZQUIERDO Y HACIA ABAJO EN EL LADO DERECHO, CUYAS FUERZAS CONSTITUYEN UN PAR C. POR LO TANTO, EL EMPUJE TOTAL PARA LA CONFIGURACION INCLINADA PUEDE CONSIDERARSE COMO LA SUPERPOSICION DE LA FUERZA F_B . APLICADA EN B, Y EL PAR DE FUERZAS C. ESTE SISTEMA DE FUERZAS ES EQUIVALENTE ESTATICAMENTE A LA FUERZA UNICA F_B' APLICADA EN B'.

CON LO ANTERIOR, PUEDE DETERMINARSE FACILMENTE LA DISTANCIA δ QUE REPRESENTA EL DESPLAZAMIENTO DE LA LINEA DE ACCION DEL EMPUJE, IGUALANDO LOS MOMENTOS DE DOS SISTEMAS DE FUERZAS, RESPECTO DEL EJE PARALELO QUE PASA POR B', o sea y .

$$-\delta F_B + C = 0 \text{ POR TANTO } \delta = \frac{C}{F_B} = \frac{C}{W} \dots 1$$

LUEGO, CONOCIDOS EL PAR C Y EL PESO DEL BARCO (W), PUEDE DETERMINARSE LA DISTANCIA δ . OBSERVANDO QUE EL PUNTO M ES LA INTERSECCION DE LA LINEA DE ACCION DE F_B' Y DEL EJE VERTICAL DE SIMETRIA DE LA SECCION RECTA DEL BUQUE, PODEMOS CALCULAR LA DISTANCIA MB, MEDIANTE δ , ASI: $\overline{MB} = \frac{\delta}{\sin \theta} \dots 2$

SI EL PUNTO M, CALCULADO DE ESTE MODO, ESTA POR ENCIMA DE G. VEMOS-
 QUE EL EMPUJE Y EL PESO W FORMAN UN PAR DE FUERZAS ADRIZANTE O TAM-
 BIEN LLAMADO MOMENTO RESTAURADOR, Y EL BUQUE SE DICE QUE ES ESTABLE
 MAS TODAVIA, CUANTO MAYOR SEA LA DISTANCIA \overline{MG} , MAYOR ES EL VALOR --
 DEL MOMENTO ADRIZANTE, Y MAS ESTABLE SERA EL BUQUE O SEGURO PARA NA-
 VEGAR, ASI LA DISTANCIA MG SIRVE DE REFERENCIA PARA LA ESTABILIDAD,
 LLAMANDOSE ALTURA METACENTRICA. SI M Y G COINCIDIERAN, LA ESTABILI-
 DAD ES INDIFERENTE, Y SI M ESTA POR DEBAJO DE G. TENDRIAMOS UNA CON-
 DICION DE INESTABILIDAD DEL BUQUE.

DESARROLLO DE LA ECUACION PARA EL CALCULO DE LA ALTURA METACENTRICA.
 PARA EL CALCULO DE LA ALTURA METACENTRICA, NECESARIAMENTE TENEMOS --
 QUE DETERMINAR EL PAR C, SELECCIONANDO VOLUMENES ELEMENTALES DV DE --
 AMBAS CUÑAS, HECHURADAS, TENEMOS QUE:

$$dv = x \cdot \Delta\theta \cdot dA$$

PARA CADA DV ASOCIAMOS UNA FUERZA DF DE VALOR $y \cdot x \cdot \Delta\theta \cdot dA$ POR LO --
 TANTO, EL PAR C PUEDE DETERMINARSE MOMENTOS CON RELACION A y , DE LA-
 ANTERIOR DISTRIBUCION DE FUERZAS EXTENDIDAS A TODA LA SECCION DEL --
 CASCO DEL BUQUE A LA ALTURA DE LA LINEA DE AGUA.

DESIGNANDO EL AREA DE ESTA SECCION POR $A_f - s$, OBTENEMOS PARA C

$$C = \int_{A_{f.s}} y \cdot x^2 \Delta\theta \cdot dA = y \Delta\theta \int_{A_{f.s}} x^2 dA \therefore C = y \Delta\theta I_{yy}$$

DONDE I_{yy} ES EL MOMENTO DE SEGUNDO ORDEN DEL AREA $A_{f.s}$, RESPECTO DEL EJE y , AHORA, REEMPLAZANDO EL VALOR OBTENIDO PARA C EN LA ECUACION (1).

$$W = y \Delta\theta I_{yy} ; \delta = \frac{y \Delta\theta I_{yy}}{W}$$

SUSTITUYENDO EL VALOR DE

δ DE LA ECUACION (2), OBTENEMOS QUE $\overline{MB} = \frac{y \Delta\theta I_{yy}}{W \sin \theta}$ COMO --

$\lim_{\theta \rightarrow 0} \frac{\Delta\theta}{\sin \theta} = 1$ SEGUN LA REGLA DE L' HOPITAL, TENEMOS QUE--

$$\overline{MB} = \frac{y I_{yy}}{W} \dots \dots (3) \text{ LLAMANDO } l \text{ A LA DISTANCIA ENTRE G-}$$

Y B (VER FIG. 38), LA ALTURA METACENTRICA PUEDE ESCRIBIRSE EN LA FORMA:

$$\overline{MG} = (\overline{MB} - l) \quad \text{POR LO TANTO} \quad \overline{MG} = \frac{y I_{yy}}{W} - l \dots \dots (4)$$

COMO CONCLUSION PODEMOS DECIR QUE SI DE LA FORMULA (4) EL VALOR DE \overline{MG} ES POSITIVO HAY ESTABILIDAD EN LA EMBARCACION, DANDO COMO RESULTADO QUE EL CENTRO DE GRAVEDAD DEL CUERPO ESTE MAS BAJO QUE EL CENTRO DE EMPUJE DE LA FUERZA RESTAURADA Y A MAYOR DISTANCIA HACIA ARRIBA DE ESTE PUNTO MUCHO MAYOR ES LA ESTABILIDAD.

POR ULTIMO SI EL VALOR DE \overline{MG} RESULTARA NEGATIVA, SIGNIFICA INESTABILIDAD EN LA EMBARCACION.

EJEMPLO.- SE TIENE UN CHALAN DE FORMA DE PARALELEPIPEDO RECTANGULAR, CUYAS DIMENSIONES SON: 76.0 M DE ESLORA: 22.0 M DE MANGA: 5.0 M. DE PUNTAL, CUYO PESO VACIO ES DE 1,200 T.C., SOBRE CUBIERTA EN LA PARTE CENTRAL SE HA CARGADO UNA ESTRUCTURA DE 900 T.C. (VER FIG.38). PARA NAVEGAR EN ALTA MAR SE HA LASTRADO CON 1000 TONS. METRICAS DE -

AGUA. ADEMAS SE SUPONE UNA ROTACION DEL CHALAN ALREDEDOR DEL EJE ---
LONGITUDINAL DE 7°, SE DESEA DETERMINAR LO SIGUIENTE:

A) LA ALTURA METACENTRICA Y ESTABLECER SI EL CHALAN ES ESTABLE.

B) EL VALOR DEL MOMENTO ADRIZANTE O RESTAURADOR

CONOCIDAS LAS ALTURAS DE LOS CENTROS DE GRAVEDAD DEL CHALAN, --
ESTRUCTURA Y LASTRE, SE CALCULA EL CENTRO DE GRAVEDAD DEL CONJUNTO.

$$l_1 = 14.5M : \quad l_2 = 2.2M : \quad l_3 = 0.35M.$$

$$(900)(14.5) + (1200)(2.2) + (1000)(0.35) = (3100) \ell_G \text{ (FACT. -}$$

DINAMICO)

DONDE $\ell_G = 3.45M$ = CENTRO DE GRAVEDAD DEL CONJUNTO = (21.00) (1.5)

POR EL PRINCIPIO DE ARQUIMIDES SE DETERMINARA DEL DESPLAZAMIENTO TOTAL DEL CHALAN Y ASI CONSECUENTEMENTE ENCONTRAMOS EL CENTRO DE EMPUJE DEL CHALAN.

$$(76)(22) d (1000) = (1200 + 900 + 1000) (1000) \quad \therefore D = 1.85M$$

$$\ell_G - d/2 = \ell_G - D = 3.45 - \frac{1.85}{2} \quad \text{DONDE } \ell = 2.52 M = \text{AL CENTRO DE EMPUJE DEL CHALAN.}$$

LA ALTURA METACENTRICA $\bar{M}G$, SERA $\bar{M}G = \frac{y I_{yy}}{W} - \ell$

$$\bar{M}G = \frac{(1.000) [(76)(22)^3 / 12]}{4650 (1.000)} - 2.52 \quad \therefore \bar{M}G = 11.98 M$$

POR LO TANTO EL CHALAN ES ESTABLE.

EL MOMENTO ADRIZANTE O RESTAURADOR SERA:

$$C = \frac{y \Delta B I_{yy}}{W} = (1000) \left[\frac{(2\pi) r d s (7/360)}{12} \right] \frac{(76)(22)^3}{12} = 8.2 \times 10^6 \text{ KG-M}$$

OBSERVACIONES.- PARA FINES DE CALCULO, DEBERA INVARIABLEMENTE DE AFECTARSE EL PESO TOTAL DEL SISTEMA, CARGA, CHALAN Y LASTRE, POR UN FACTOR DINAMICO DE 1.5 MOTIVADO ESTE POR LA ACELERACION DEL SISTEMA.

5.- UNA VEZ RECIBIDAS Y LIBERADAS LAS EMBARCACIONES POR LAS AUTORIDADES DE EMIGRACION Y ADUANA, EL SUPERVISOR COORDINARA LAS ACTIVIDADES DE REVISION, ARRANQUE Y MANTENIMIENTO DE TODO EL EQUIPO PERTENECIENTE AL CHALAN, COMO SON BOMBAS PARA LASTRE Y ACHIQUE, WINCHES, -- COMPRESOR, ETC.

ADEMAS, VERIFICARA CONJUNTAMENTE CON LA COMPAÑIA CONTRATISTA DE FABRICACION, EL PROCEDIMIENTO Y EL EQUIPO A UTILIZAR DURANTE LA MANIOBRA, COMO SON WINCHES O GRUAS EN TIERRA, BLOCKS DE POLEAS, CABLES GRILLETES Y PERSONAL ENCARGADO, DURANTE EL TIEMPO QUE DURE LA MANIOBRA.

6.- DEBIDO AL ALTO RIESGO DE LA MANIOBRA DE CARGA DE UNA ESTRUCTURA EN LOS PATIOS DE FABRICACION UBICADOS EN AMBAS MARGENES DEL RIO PANU CO, EL SUPERVISOR INVARIABLEMENTE DEBERA PREEVER LAS CONDICIONES DE CORRIENTES POR AVENIDAS DEL RIO, VARIACION DE MAREAS, VIENTOS O NORTES QUE SON FRECUENTES, CONDICIONES DE LAS ZONAS DE CARGA O MUELLES, DRAGADOS ADECUADOS, DISPONIBILIDAD DE REMOLCADORES PARA UTILIZARSE DURANTE LA MANIOBRA, ETC. CON TODOS LOS ELEMENTOS, ANTERIORES PROMOVERA CON ANTICIPACION UNA JUNTA DE COORDINACION ENTRE EL ENCARGADO DE LA MANIOBRA DE CARGA POR PARTE DE LA COMPAÑIA Y LOS CAPITANES ENCARGADOS DE LOS MOVIMIENTOS DEL CHALAN.

DEBIENDO DE CONTAR CON PERSONAL ESPECIADO PARA EL MANEJO Y AMARRE -- OPORTUNO DE CABOS A BORDO DEL REMOLCADOR DEL CHALAN Y EN TIERRA.

LOS TIEMPOS DE DURACION PROMEDIO PARA LA PREPARACION DEL CHALAN MANIOBRA DE CARGA Y AMARRE O FIJACION DE LA ESTRUCTURA SOBRE CHALAN SON DE 24 Hs., 30 Hs. Y 72 Hs. RESPECTIVAMENTE, TIEMPOS EN EL QUE LA SUPERVISION DEBERA REVISAR, PREVEER Y COORDINAR TODAS LAS ACTIVIDADES Y ESFUERZOS DEL PERSONAL ESPECIALIZADO ENCARGADO DE TODO LO ANTES DESCRITO.

7.- COMO YA SE HA MENCIONADO ANTERIORMENTE TODAS LAS ESTRUCTURAS QUE SON CARGADAS SOBRE CHALAN, PARA SER TRANSPORTADAS POR MAR ABIERTO, DEBERAN DE CUMPLIR CON EL REQUISITO DE FIJARSE SOBRE CUBIERTA CON ELEMENTOS TEMPORALES. CON LA FINALIDAD DE QUE NO SUFRAN DAÑOS PARCIALES O PERDIDA TOTAL DURANTE LA NAVEGACION, Y EN CASO DE QUE ASI FUERA ESTAR EN POSIBILIDADES DE SOLICITAR A LA COMPAÑIA ASEGURADORA LA RECLAMACION RESPECTIVA.

LA INGENIERIA QUE NOS INDICA EL TIPO, DIMENSION Y CANTIDAD DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES A COLOCAR TEMPORALMENTE PARA EFECTOS DE UN BUEN ASEGURAMIENTO DE LA ESTRUCTURA SOBRE CHALAN, ES EDITADA COMUNEMENTE POR UNA FIRMA DE INGENIERIA ESPECIALIZADA, SIN EMBARGO, EL SUPERVISOR DEBERA CONOCER EL CRITERIO UTILIZADO PARA EL ANALISIS Y DISEÑO DE ESTOS ELEMENTOS TEMPORALES DE FIJACION ENTRE ESTRUCTURA O EQUIPO Y EL PROPIO CHALAN, CRITERIO QUE A CONTINUACION EN FORMA BREVE SE DESCRIBE.

SI EL CHALAN PERMANECIERA ESTATICO, O SEA, SIN ROTACION CON RESPECTO AL EJE LONGITUDINAL, ENTONCES EL PROPIO PESO W DE LA ESTRUCTURA POR EL COEFICIENTE DE FRICCION, RESULTA UNA FUERZA NORMAL SUFICIENTE PARA QUE LA ESTRUCTURA PERMANEZCA EN SU LUGAR Y ESTA NO SE DESLICE.

AHORA BIEN, COMO YA SE DIJO ANTERIORMENTE, EL CHALAN EN CONDICIONES DE TORMENTA GIRA SOBRE SU EJE LONGITUDINAL HASTA 15° , PROVOCA DO ESTO POR LAS OLAS, Y QUE A SU VEZ SE GENERAN FUERZAS O EMPUJES LATERALES SOBRE LA CARGA QUE TIENDEN A DESLIZAR HACIA LOS LADOS DE LA ESTRUCTURA O EQUIPO SOBRE CUBIERTA.

PARA CALCULAR ESTE EMPUJE LATERAL O FUERZA NORMAL A LA CUBIERTA DEL CHALAN, SE DEBERA DE CONOCER EL PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA Y EL CENTRO DE GRAVEDAD DE LA MISMA. POSTERIORMENTE SE SUPONE UN GIRO DEL CHALAN DE 15° CON RESPECTO A LA LINEA DE AGUA O EJE $X-X'$, DEBIENDOSE DE MULTIPLICAR EL PESO DE LA ESTRUCTURA W POR UN FACTOR DINAMICO DE 1.5 Y ASI DE ESTA MANERA DE ACUERDO A LA FIG. DEL EJEMPLO, DESCOMPONER LA FUERZA W_{TOT} EN SUS COMPONENTES Y ASI FINALMENTE W_x SERA LA

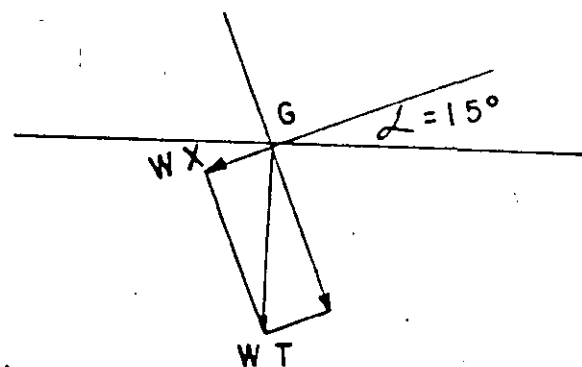
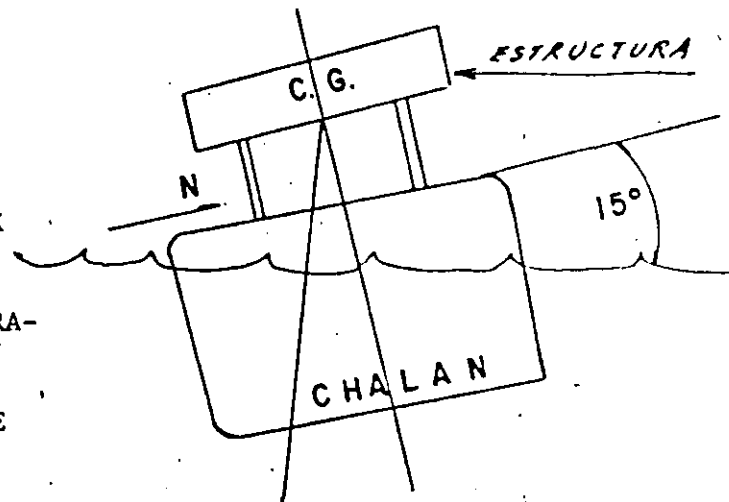
FUERZA DE DESLIZAMIENTO' BUSCADA . LA CUAL HAY QUE CONTRARRESTAR CON ELEMENTOS DE AMARRE PROVISIONAL, COMO SON BRACES, PLACAS TIPO SIETES, SOPORTES VERTICALES, CABLES DE ACERO, ETC.

EJEMPLO:

ESTRUCTURA DE 900 TONS. SOBRE CHALAN PLANO EL CUAL GIRA 15° CON RESPECTO AL EJE X-X', SE ENCUENTRA HACIENDO CONTACTO X

CON LA CUBIERTA EN 8 PATINES O SKIDS, CON BASE DE MADERA Y ENGRASADOS, SE PREGUNTA:

- A) CUAL ES LA FUERZA NORMAL O DE DESLIZAMIENTO QUE SE PRESENTA.
 B) UNA VEZ DISEÑADOS LOS ELEMENTOS SOLDABLES DE AMARRE SOBRE CUBIERTA, QUE CANTIDAD DE SOLDADURA HAY QUE DEPOSITAR AL RAS DE LA CUBIERTA PARA EVITAR SE DESLICE.



$$WTOT = (W) (\text{FACT. DINAMICO}) = (900)(1.5)$$

$$WTOT = 1350 \text{ T.C.}$$

$$\text{SEN} = \frac{Wx}{Wt}$$

$$Wx = (\text{SEN})(15^\circ) WT = (0.2588)(1350)$$

$$Wx = 349 \text{ T.C.}$$

$$\text{FZA. NORMAL} = Wx(\text{COEF. FRICCION}) = (349)(0.2)$$

$$\text{F.N.} = 69.8 \text{ T}$$

AHORA, LA CARGA O FUERZA RESISTENTE PARALELA ADMISIBLE POR CENTIMETRO LINEAL DE SOLDADURA DE FILETE CARGADA ESTATICAMENTE, ESTA DADA POR:

$$F = FC \cdot A$$

EN DONDE

$$FC = \text{ESFUERZO CORTANTE ADMISIBLE} = 960 \text{ KG/CM}^2$$

ELECTRODO E-7018

$$A = \text{AREA DE LA GARGANTA DE UN CENTIMETRO DE SOL-}$$

DADURA.

A 45° LA CUAL ES 0.707 B

B= LONGITUD DEL CATEO EN CM

SU SPONE UNA SOLDADURA 1/2" (1.27CM) DE FILETE, POR LO TANTO SE SUSTITUYE:

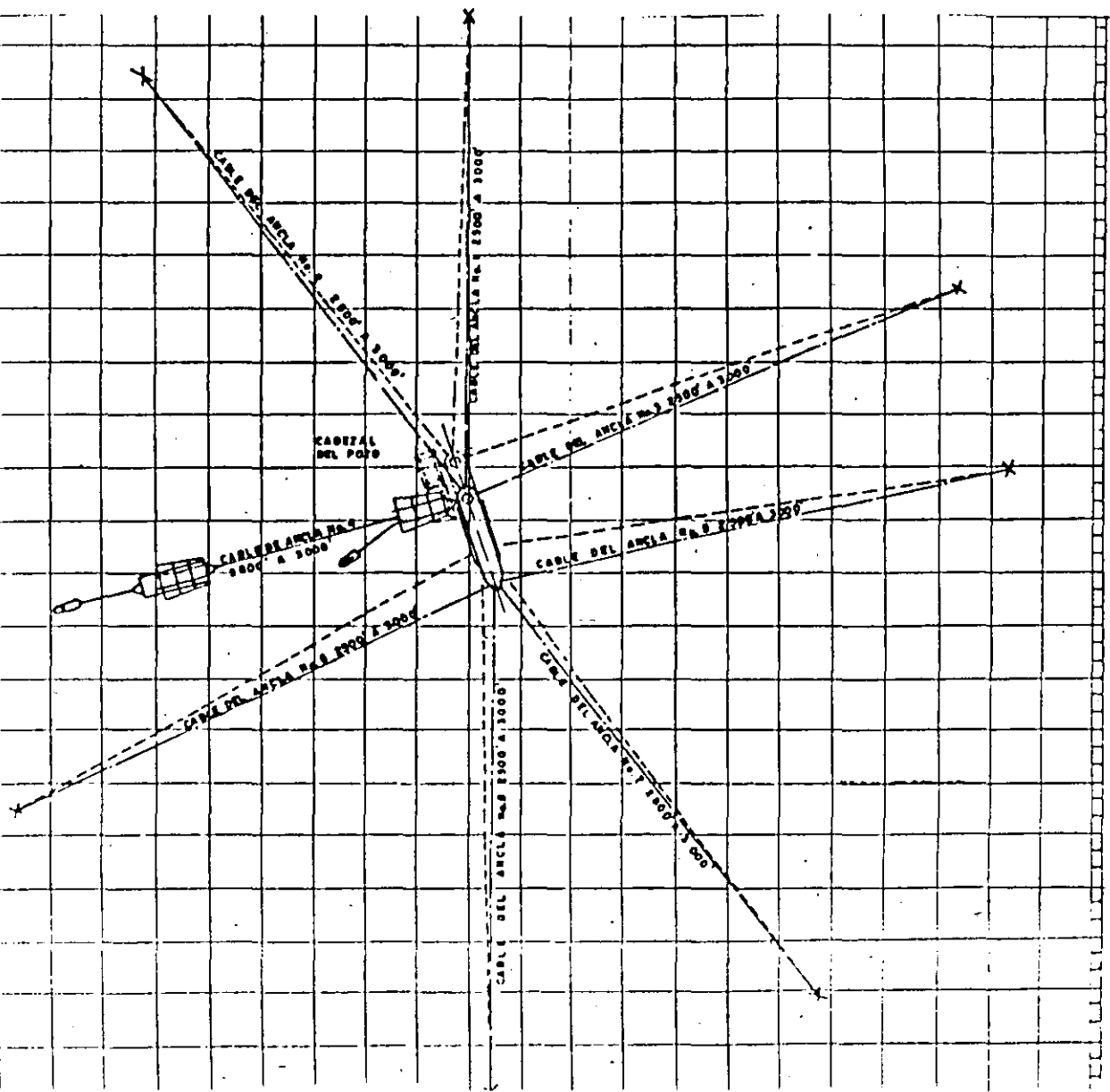
$$F = 960 (0.707) (1.27) = 862$$

F = 862 KG. QUE RESISTE CADA CM. LINEAL DE LA SOLDADURA PROPUESTA. PARA EL CALCULO DE LA CANTIDAD DE SOLDADURA SOLO SE TOMA EN CONSIDERACION LA FUERZA NORMAL SIN AFECTARLA POR EL COEFICIENTE DE FRICTION.

$$\text{CANT. SOLD.} = \frac{Wx}{F} = \frac{349000}{862} = 405$$

RESULTADO.-

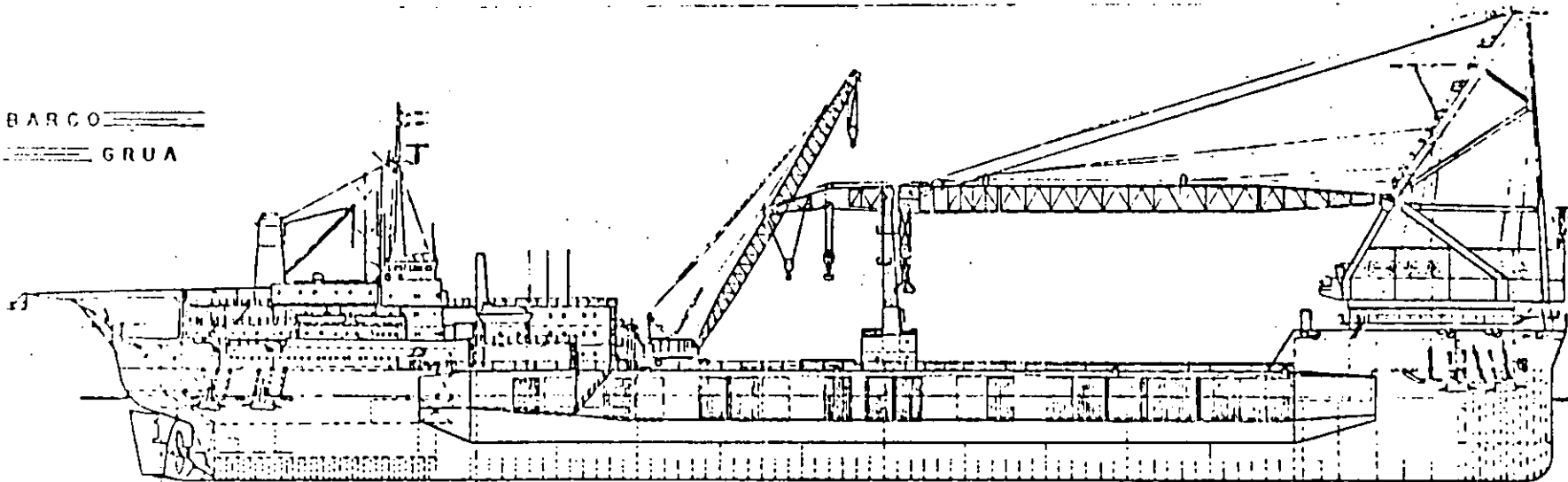
SE REQUIEREN 405 CM. DE SOLDADURA DE FILETE DE 1/2" (1.27 CM) AL RAS DE LA CUBIERTA.



NOTAS

- 1- EL ANCLADO DEL BARCO GRUA SE HARA DE ACUERDO CON LAS COORDENADAS DE LA PLATAFORMA O DEL POZO EXPLORATORIO YA PERFORADO.
- 2- EL CABEZAL DEL POZO DEBERA SER BOWADO ANTES DEL ARRIBO DEL BARCO GRUA.
- 3- EL ARREGLO DE ANCLAS DEL BARCO GRUA Y SU LANZAMIENTO SERAN ESTRICTAMENTE COMPETENCIA DEL CAPITAN DEL MISMO DEPENDIENDO DE LAS CONDICIONES DEL TIEMPO Y DEL FONDO MARINO.

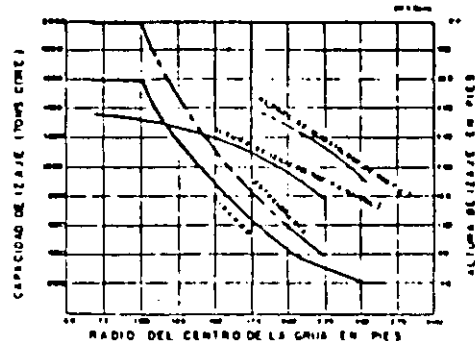
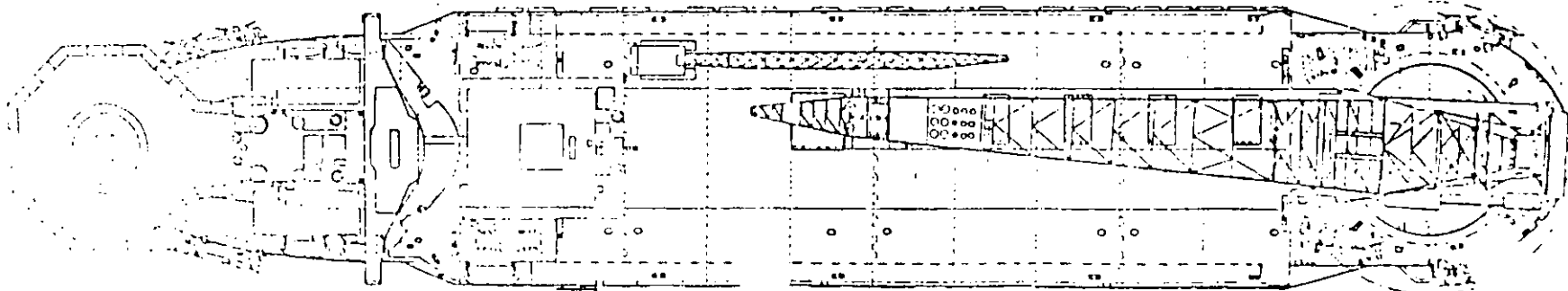
BARCO
GRUA

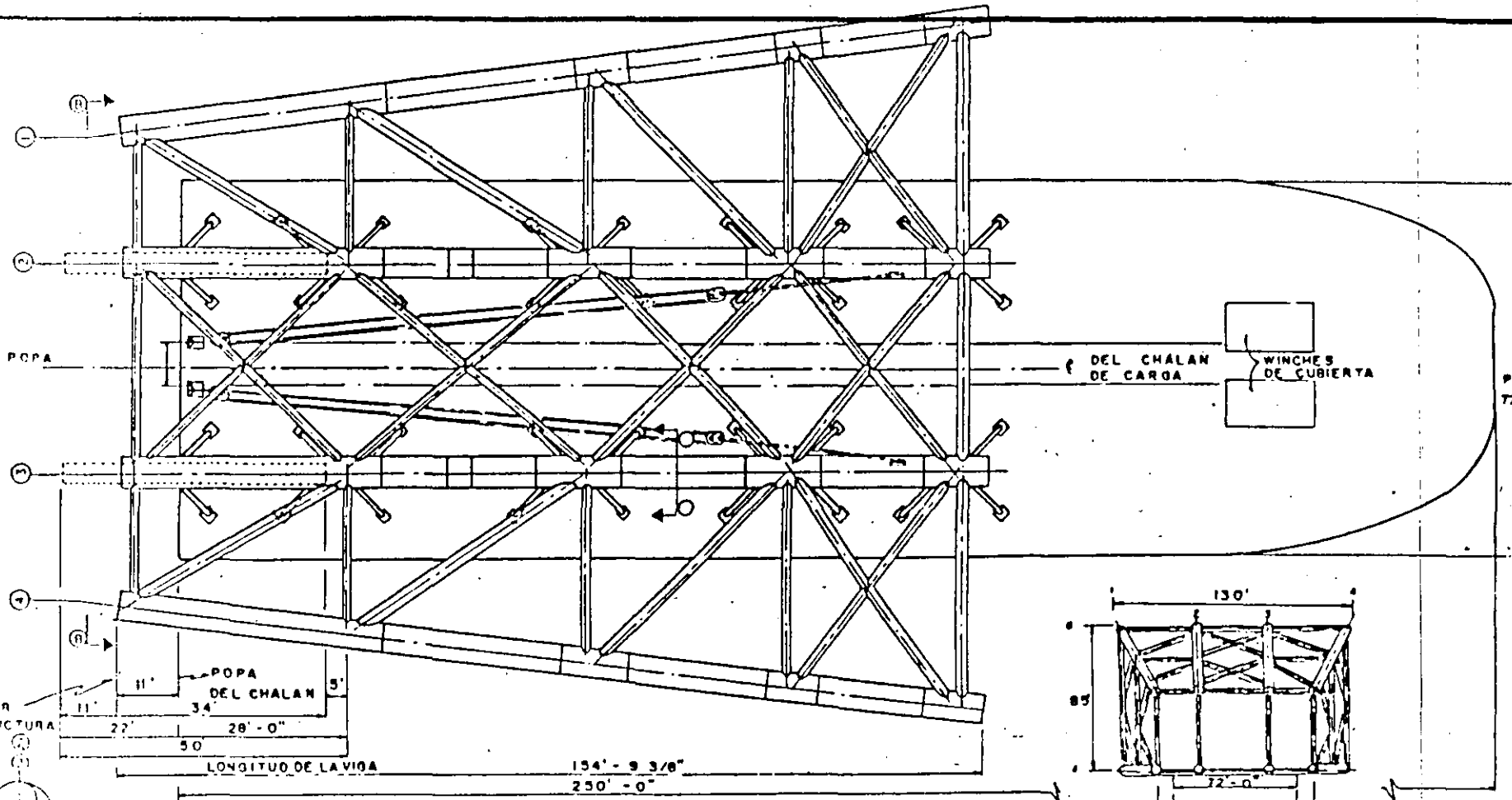


ELEVACION

GRUA PRINCIPAL 2000 T.C.
 GRUA PORTATIL 165 T.C.
 1 - 206 ■ A - 37 ■ P - 15.5 ■
 8 ANCLAS 10 T c/u CON 4000' CABLE 3" ∅
 ALOJAMIENTO PARA 200 PERSONAS
 PROPULSION 15400 V.H.P.
 GENERACION ELECTRICA 5500 KW
 TALLERES, ALMACENES, HELIPUERTO
 RADIOCOMUNICACION.

PLANTA

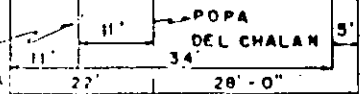




POPA

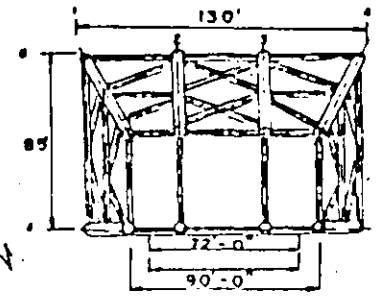
DEL CHALAN DE CARGA
WINCHES DE CUBIERTA

NIVEL SUPERIOR DE LA SUBESTRUCTURA

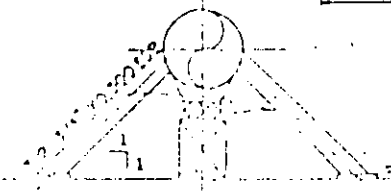


LONGITUD DE LA VIGA

154'-9 3/8"
250'-0"



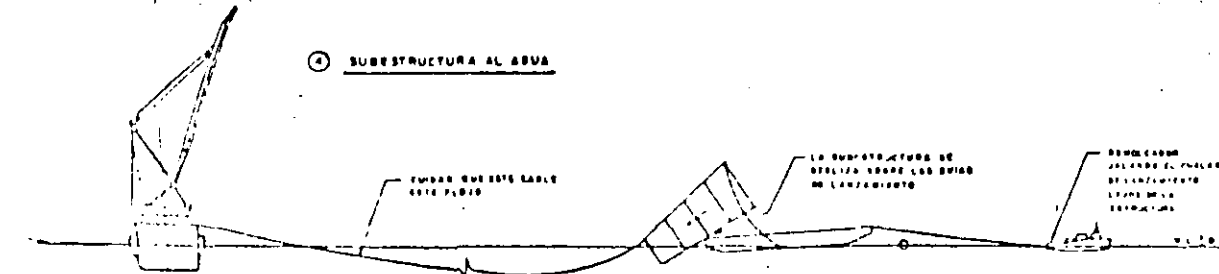
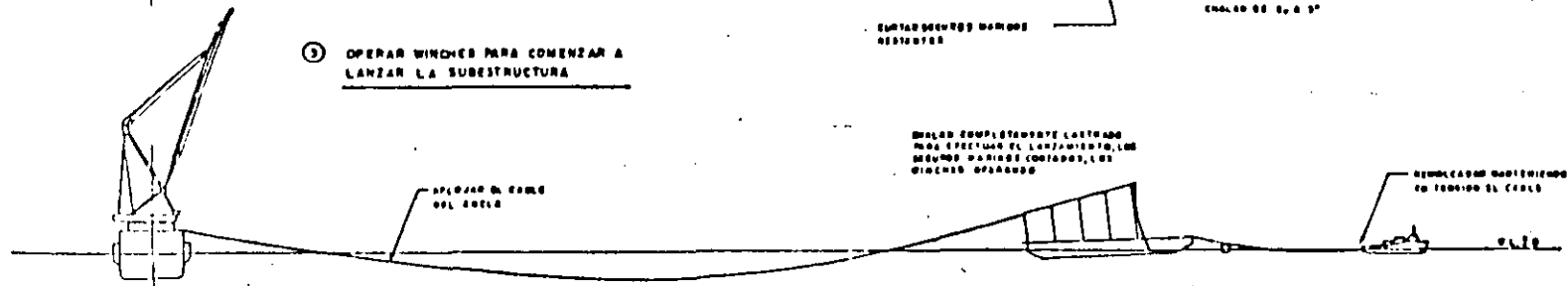
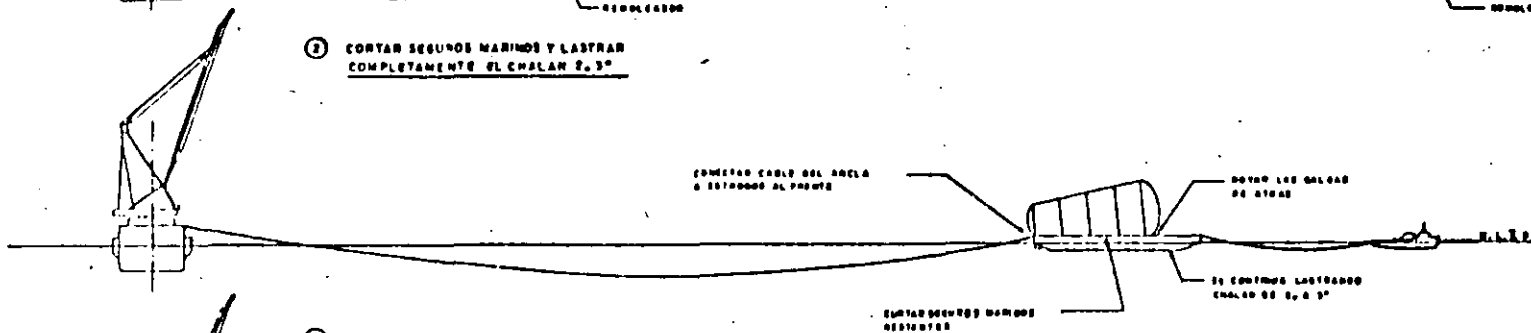
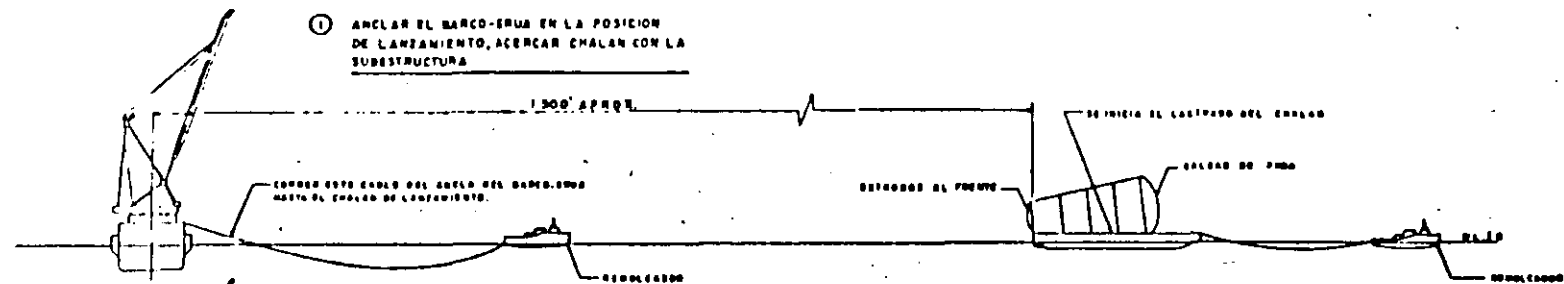
SECCION B-B



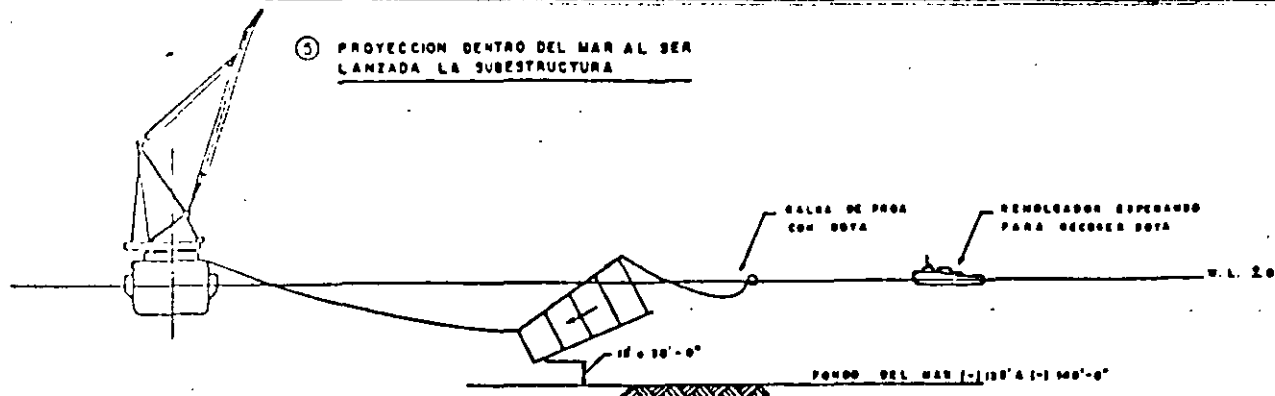
3/4" SOLDADA
A LA CUBIERTA DEL CHALAN

PLANTA

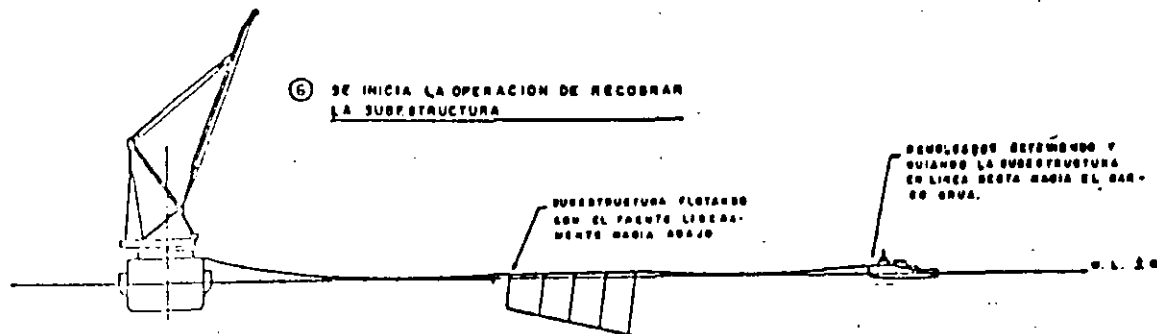
SECCION A-A



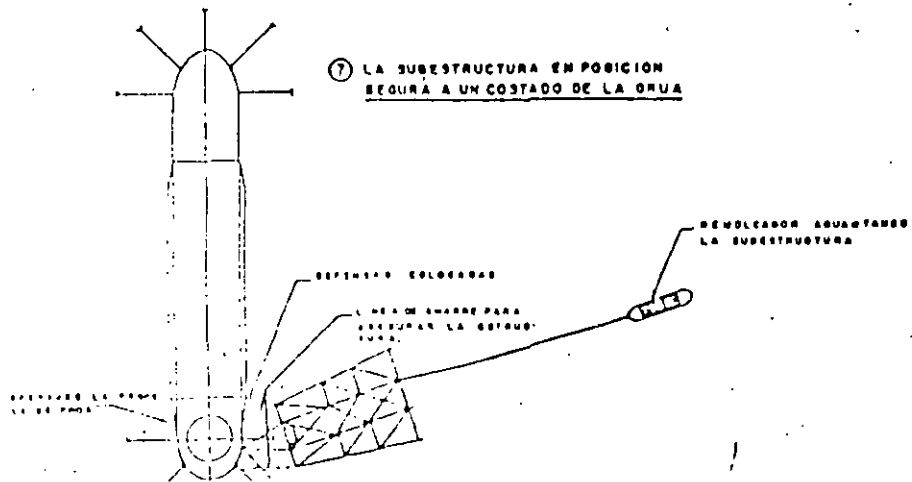
5 PROYECCION DENTRO DEL MAR AL SER LANZADA LA SUBESTRUCTURA



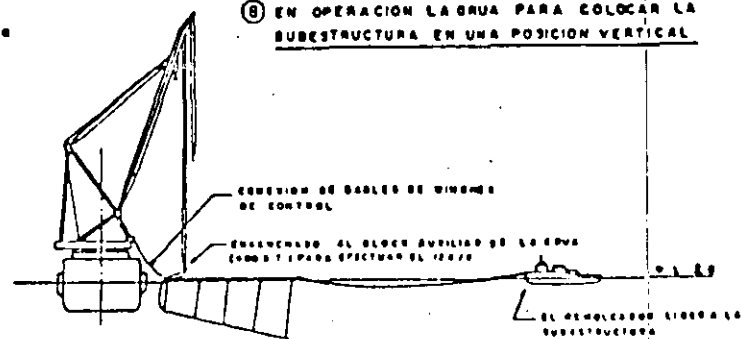
6 SE INICIA LA OPERACION DE RECUPERAR LA SUBESTRUCTURA



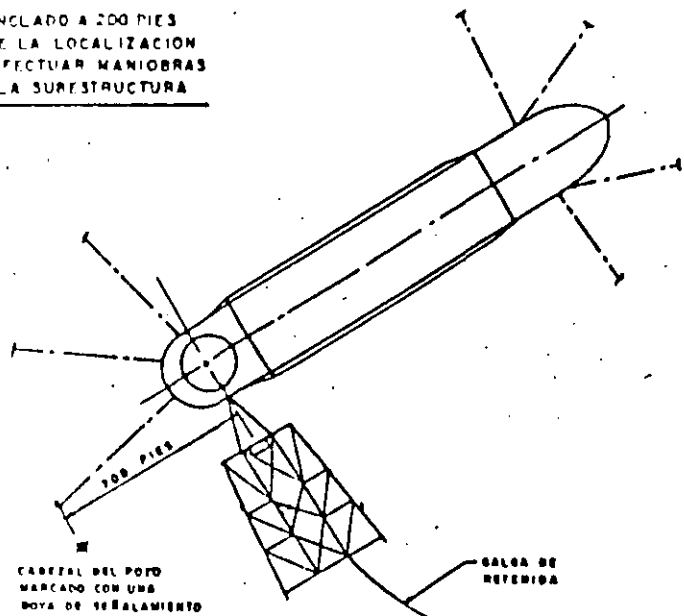
7 LA SUBESTRUCTURA EN POSICION SEGUirá A UN COSTADO DE LA GRUA



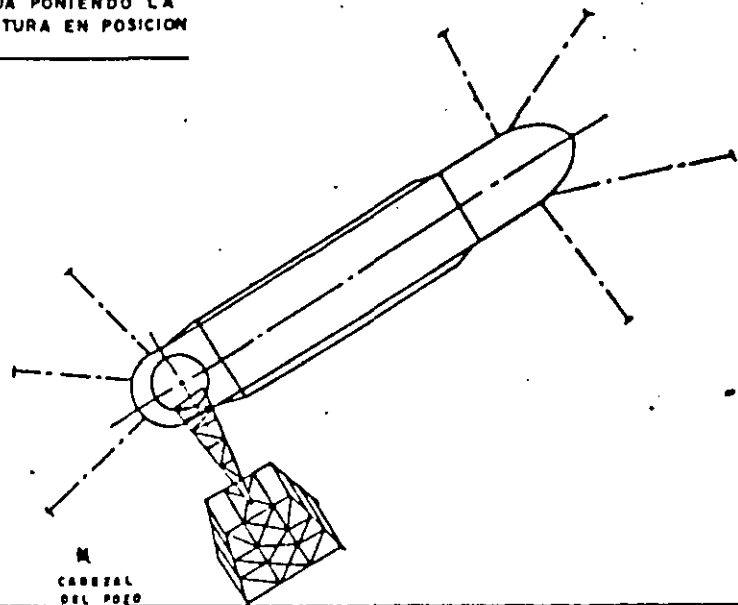
8 EN OPERACION LA GRUA PARA COLOCAR LA SUBESTRUCTURA EN UNA POSICION VERTICAL



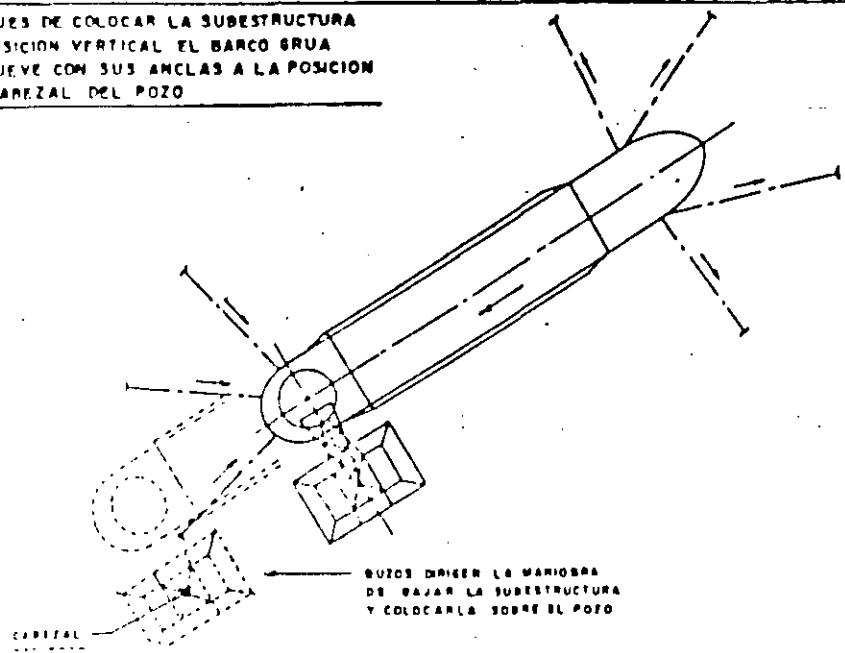
① BARCO GRUA ANCLADO A 200 PIES HACIA POPA DE LA LOCALIZACIÓN FINAL PARA EFECTUAR MANIOBRAS DE IZAJE DE LA SUBESTRUCTURA



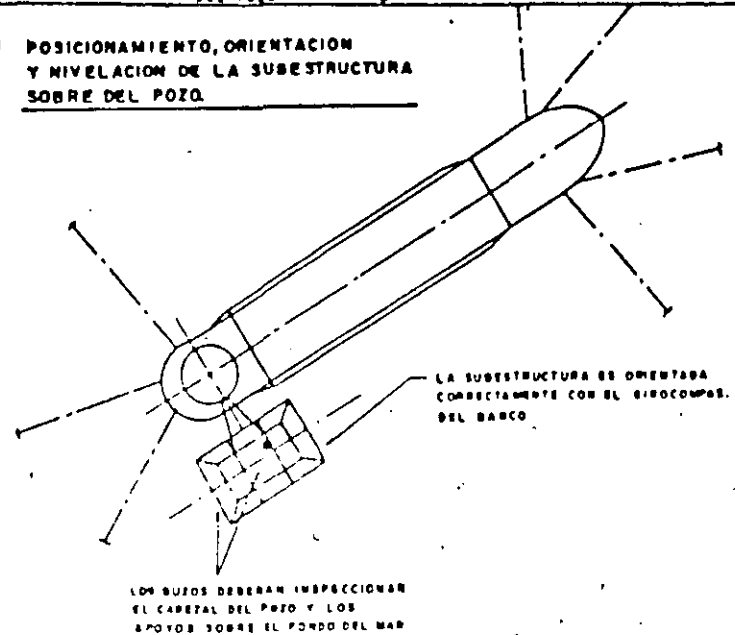
② BARCO GRUA PONIENDO LA SUBESTRUCTURA EN POSICIÓN VERTICAL



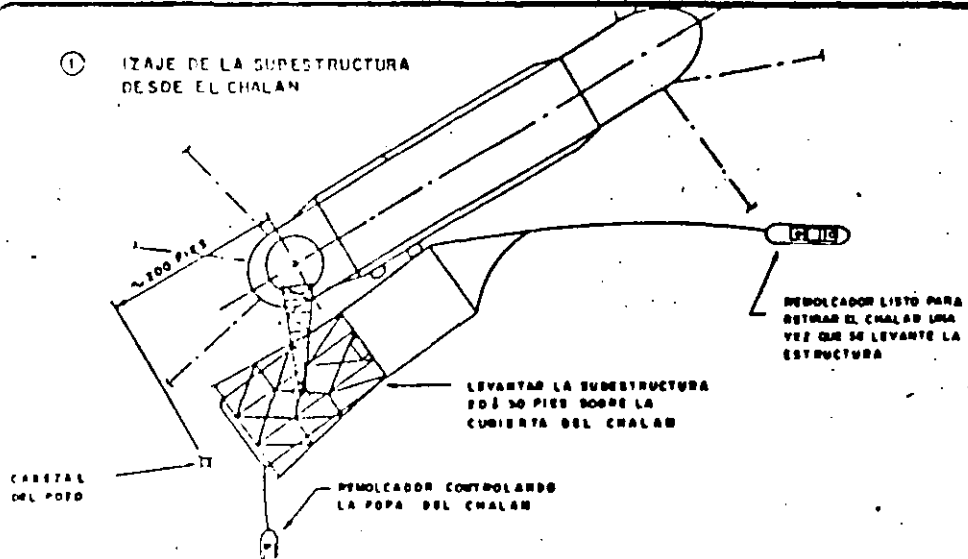
③ DESPUES DE COLOCAR LA SUBESTRUCTURA EN POSICIÓN VERTICAL EL BARCO GRUA SE MUEVE CON SUS ANCLAS A LA POSICIÓN DEL CAREZAL DEL POZO



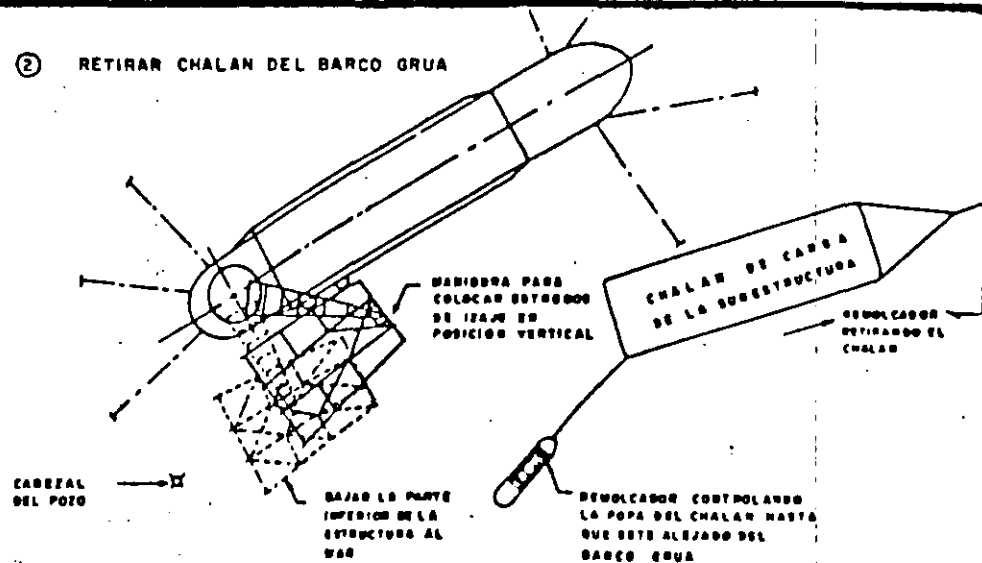
④ POSICIONAMIENTO, ORIENTACIÓN Y NIVELACIÓN DE LA SUBESTRUCTURA SOBRE DEL POZO.



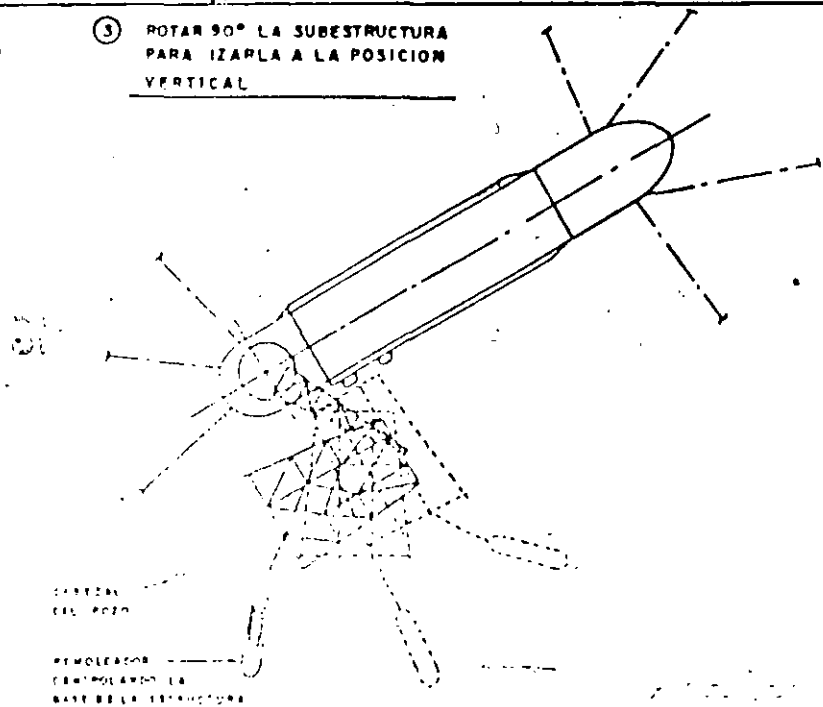
① IZAJE DE LA SUBESTRUCTURA DESDE EL CHALAN



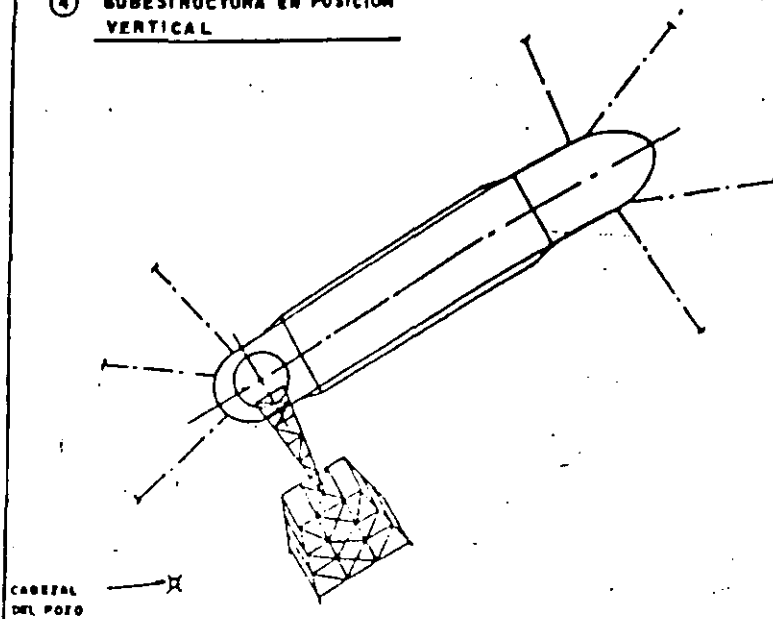
② RETIRAR CHALAN DEL BARCO GRUA



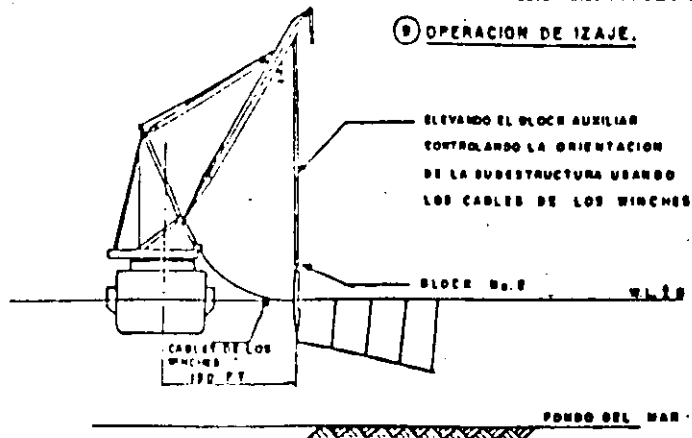
③ ROTAR 90° LA SUBESTRUCTURA PARA IZARLA A LA POSICION VERTICAL



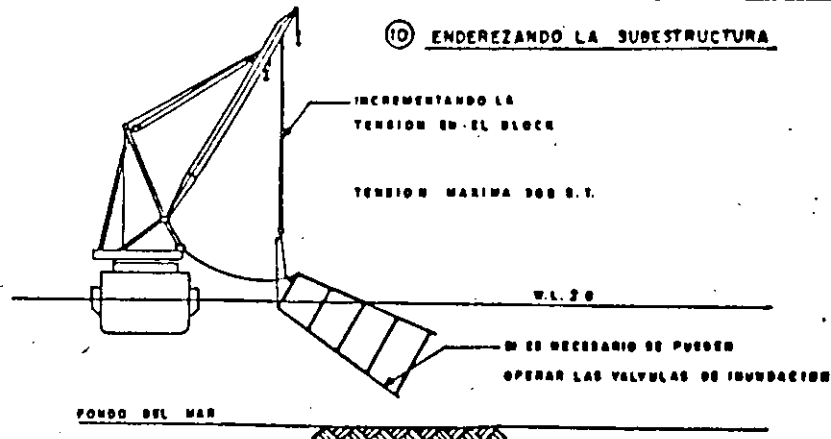
④ SUBESTRUCTURA EN POSICION VERTICAL



9 OPERACION DE IZAJE.

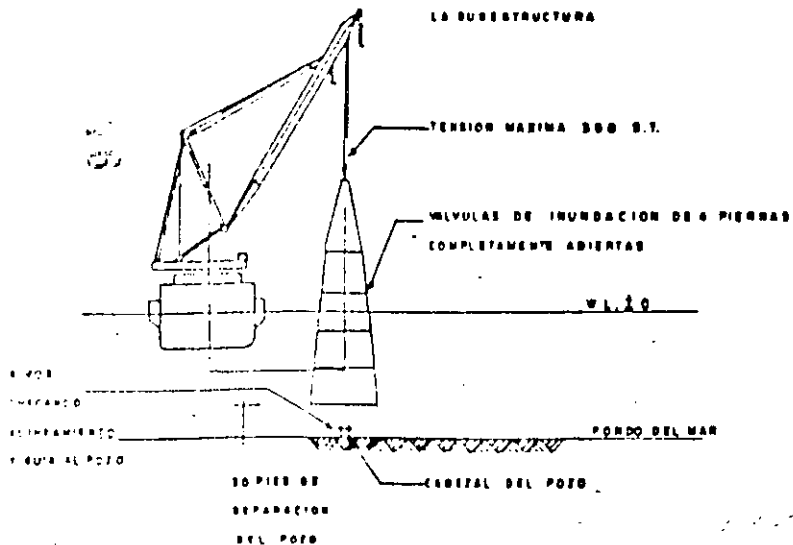


10 ENDEREZANDO LA SUBESTRUCTURA



11 SUBESTRUCTURA EN POSICION

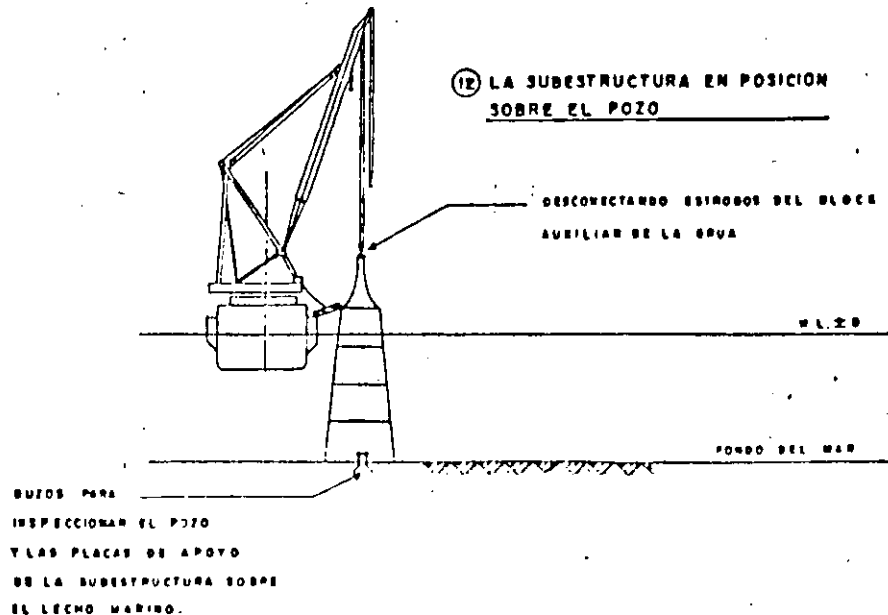
MOVER EL BARCO GRUA A LA LOCALIZACION
DEL POZO PARA INSTALAR EN ESTE
LA SUBESTRUCTURA



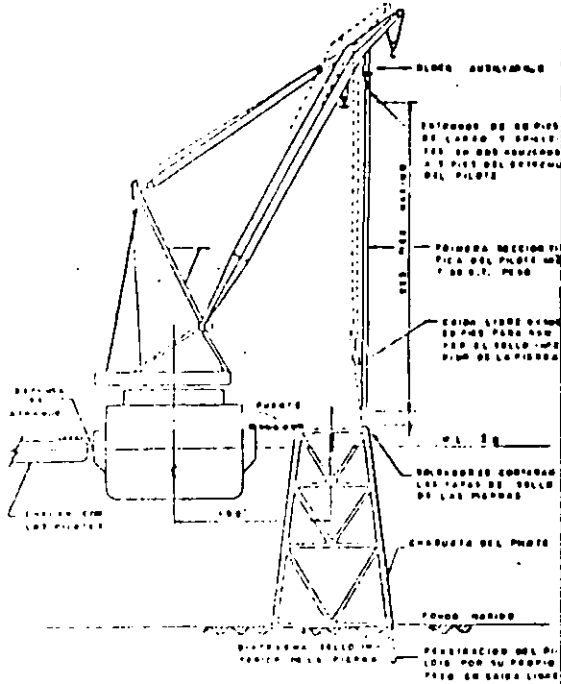
NOTA

EN CASO DE SER LA SUBESTRUCTURA MAS
PESADA Y LAS CARGAS DE TENSION ARRIBA
DE 400 S.T. SE DEBERA USAR EL BLOQUE
PRINCIPAL DE LA GRUA.

**12 LA SUBESTRUCTURA EN POSICION
SOBRE EL POZO**



① INSTALACION DE LA PRIMERA SECCION DEL PILOTE (P1)

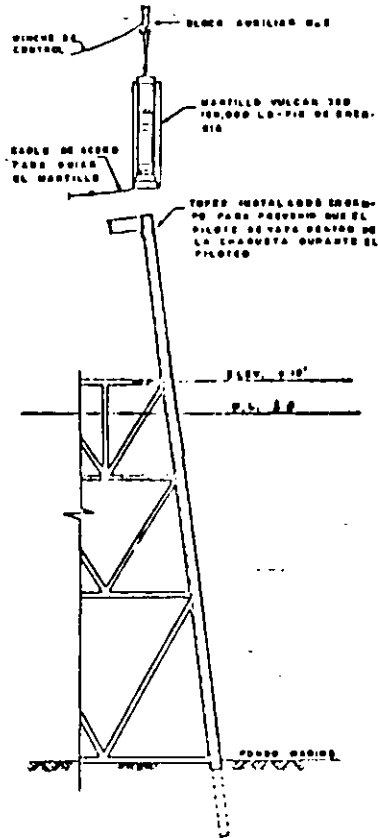


1. LOS PILES DE PUEREN ESTAR SOLDANDO EN SUS DIFERENTES SECCIONES EN EL TIEMPO LCH EL FIN DE MINIMIZAR EL TIEMPO DE TRABAJO.

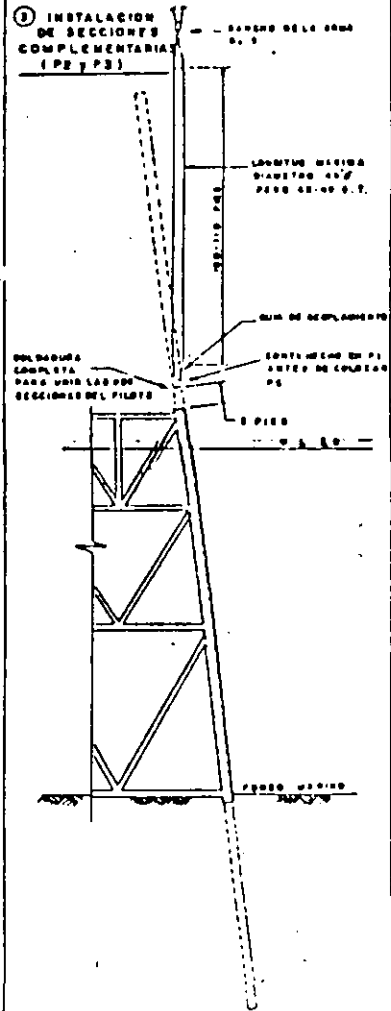
2. LOS PILES DE PUEREN SERA DETERMINADO EN EL CAMPO.

3. LA PIEDRA DEBE SERA MANTENIDA EN SU LUGAR EN EL FONDO MARINO POR SU PROPIO PESO EN SAIDA LIBRE.

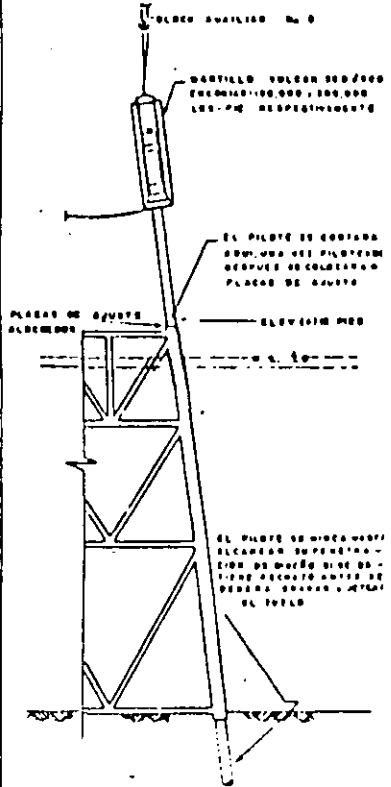
② PILOTE (P1)



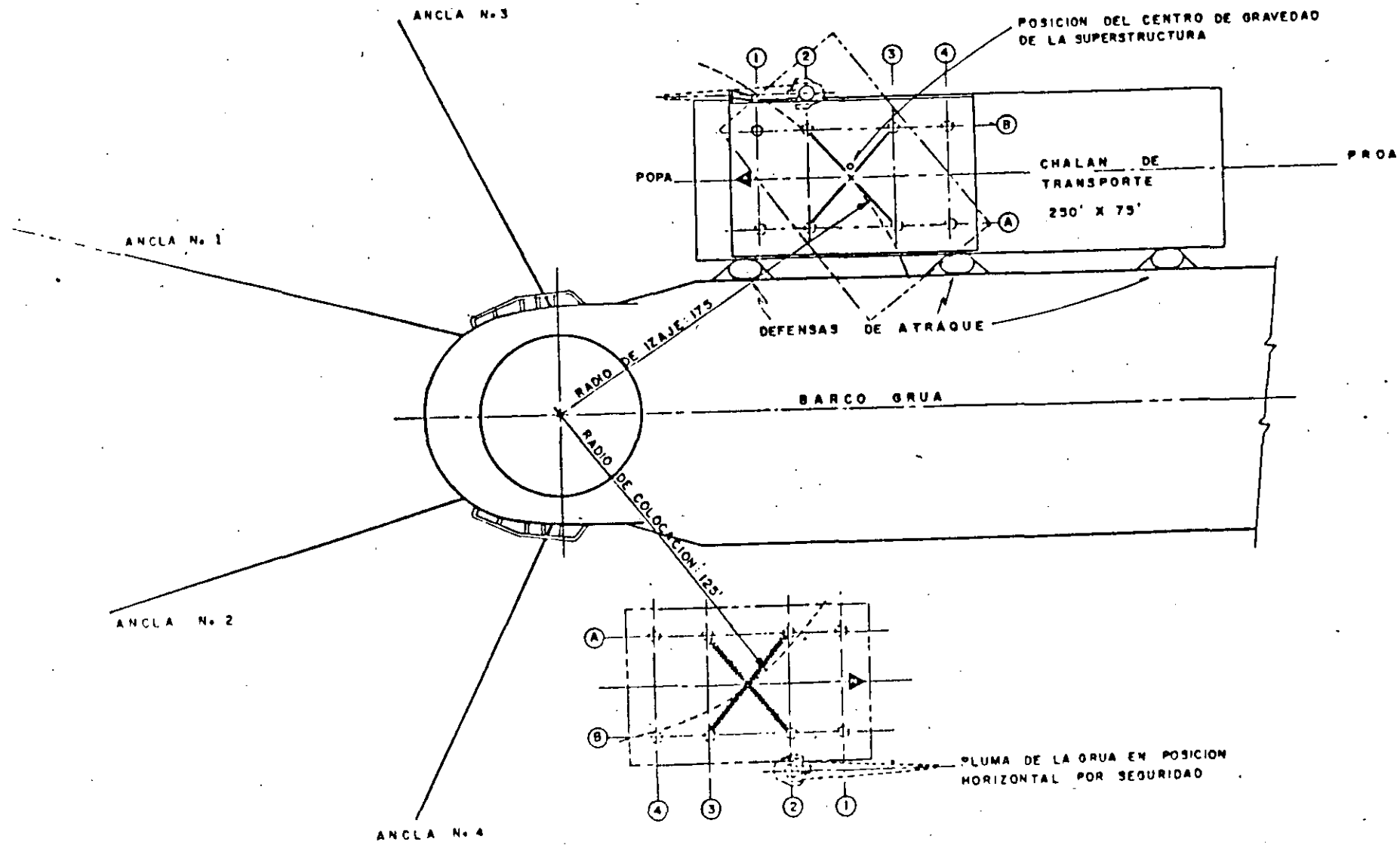
③ INSTALACION DE SECCIONES COMPLEMENTARIAS (P2 Y P3)



④ PILOTE DE LAS SECCIONES COMPLEMENTARIAS

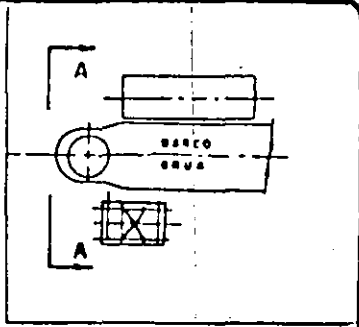


EL PILOTE SE CONFIRMA DESPUES DE COLGARSE LAS PLACAS DE SOLERA.



120

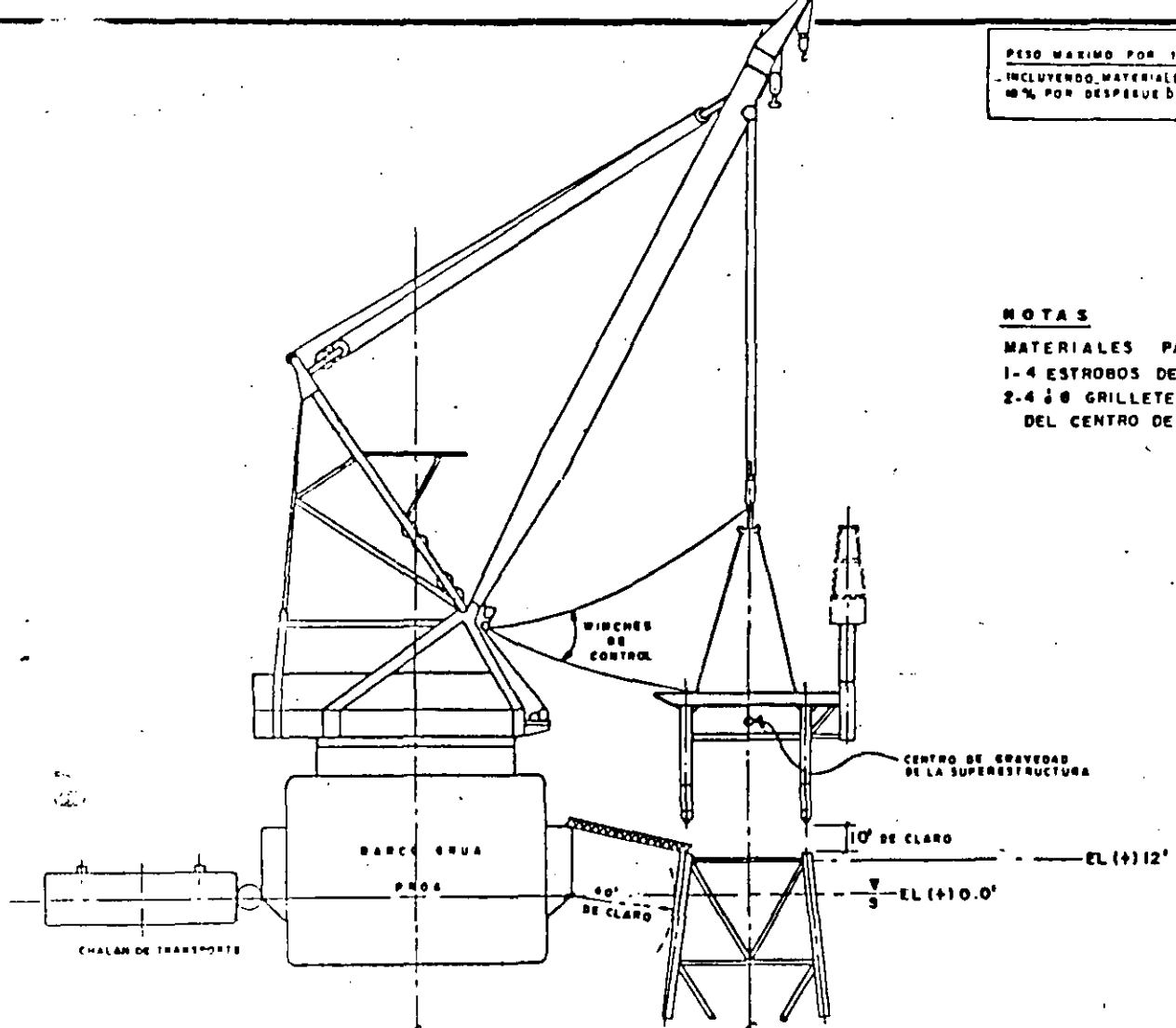
PESO MAXIMO POR IZAJE = 300 T.
 INCLUYENDO MATERIALES PARA IZAJE Y
 10% POR DESPERDUE DEL CHALAN



NOTAS

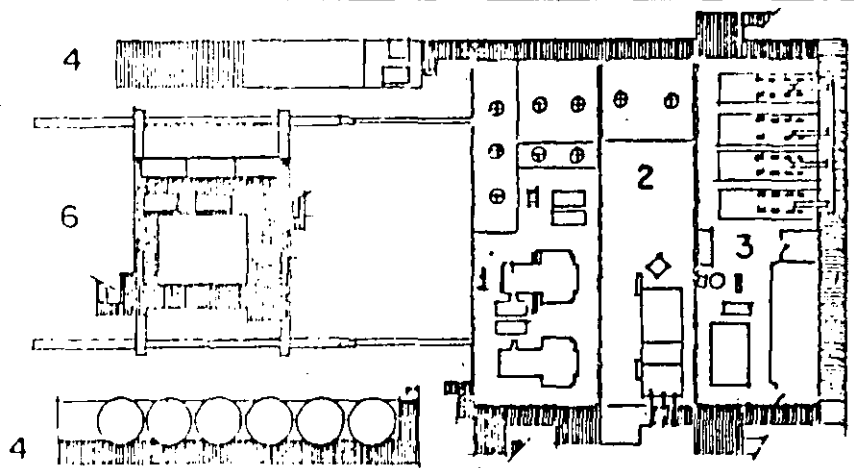
MATERIALES PARA IZAJE

- 1-4 ESTROBOS DE 70' LONGITUD Y 5 1/2" ϕ
- 2-4 ϕ 8 GRILLETES DE 200 TONS. DEPENDIENDO DE LA LOCALIZACION DEL CENTRO DE GRAVEDAD DE LA SUPERESTRUCTURA

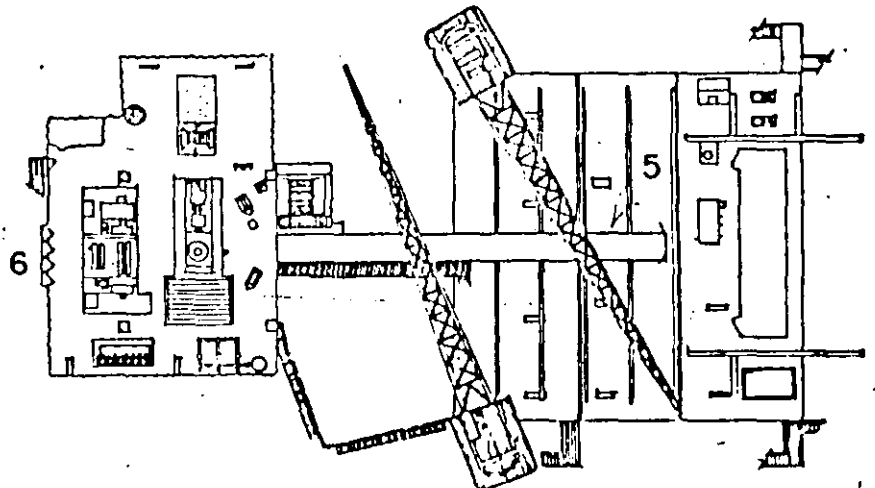


SECCION A-A



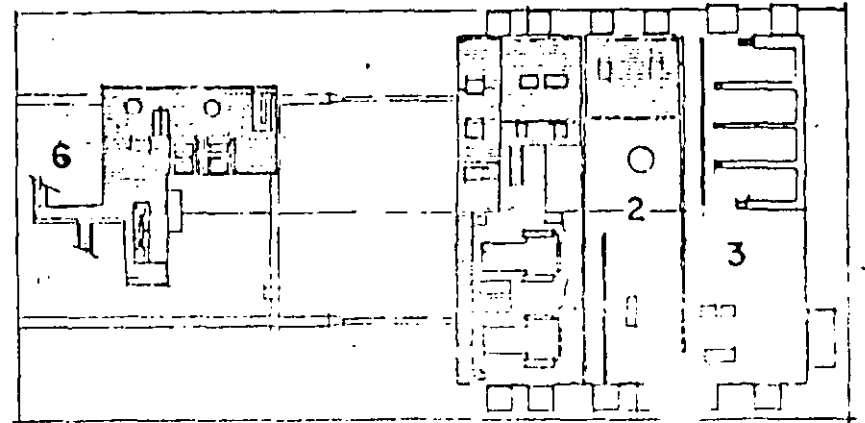
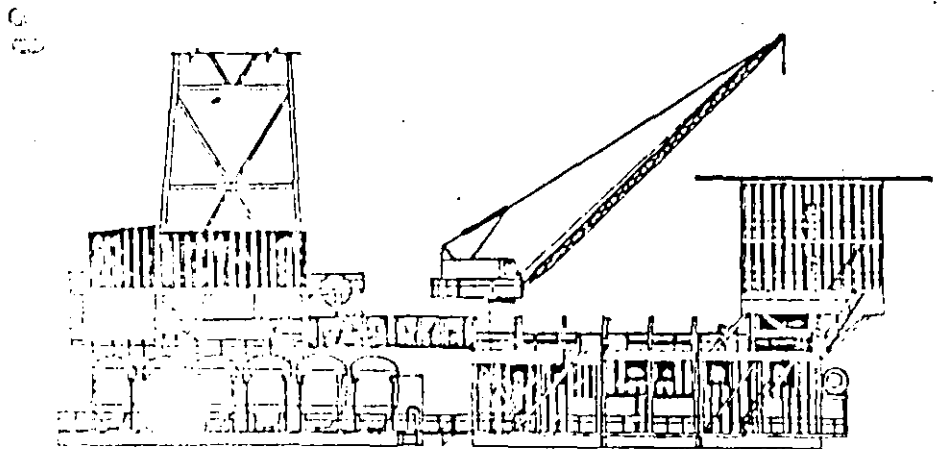


EQUIPOS EN EL NIVEL INFERIOR

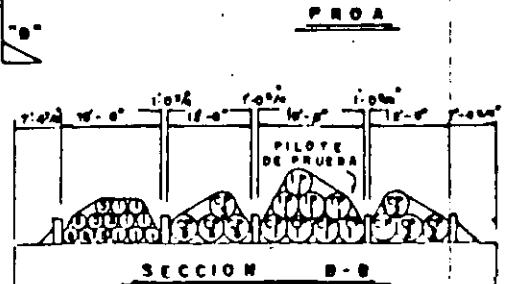
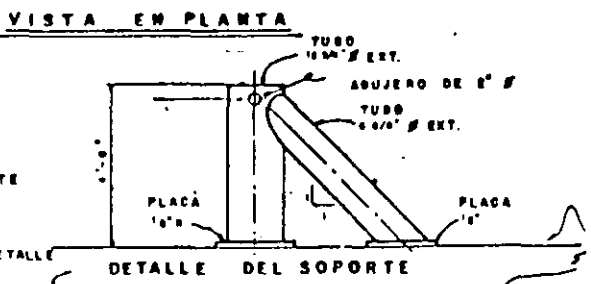
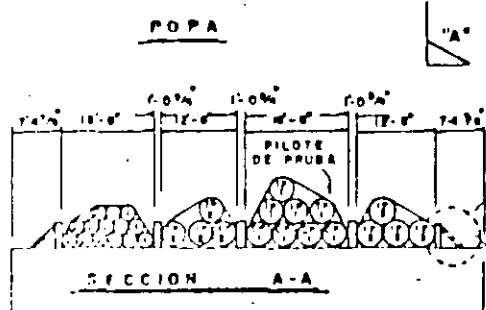
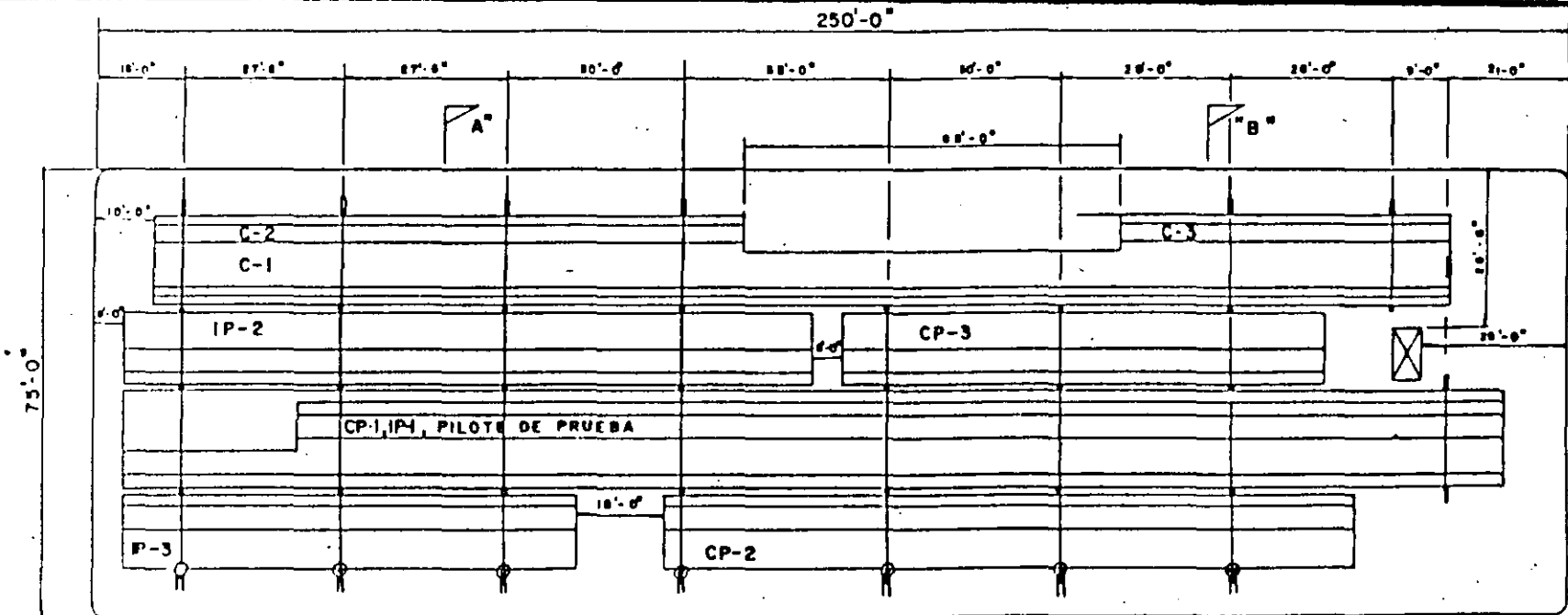


EQUIPOS EN EL NIVEL SUPERIOR

DESCRIPCION DEL PAQUETE	DIMENSIONES DEL PAQUETE	PESO
MAQUINAS	24'-11 1/2" x 69'-11 1/2" x 19' ALTO	300 TONS.
QUIMICO	19'-11 1/2" x 69'-11 1/2" x 19' ALTO	200 TONS.
BOMBAS	25'-11 1/2" x 69'-11 1/2" x 19' ALTO	380 TONS.
TANQUES	8' 7/8" x 69' 11 1/2" x 14'-6" ALTO	70 TONS.
HABITACIONAL	30' x 70' x 25' ALTO	220 TONS.
PERFORACION	30' x 30' x 25' ALTO	380 TONS.



EQUIPOS EN EL NIVEL INTERMEDIO



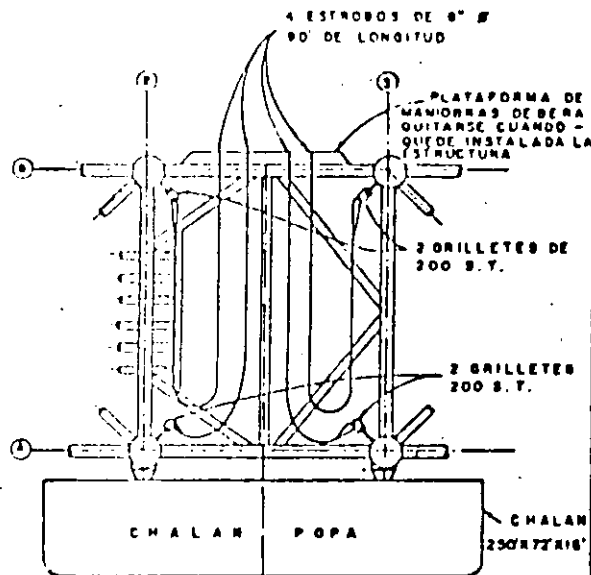
CONDUCTORES	30" EXT.	LONGITUD	PESO	N. TRAMOS
CONDUCTOR	1ª SECCION	220'	34.07 T.	11
CONDUCTOR	2ª SECCION	100'	15.49 T.	11
CONDUCTOR	3ª SECCION	30'	8.52 T.	11
* CONDUCTOR	4ª SECCION	30'	9.25 T.	11

— NOTA —

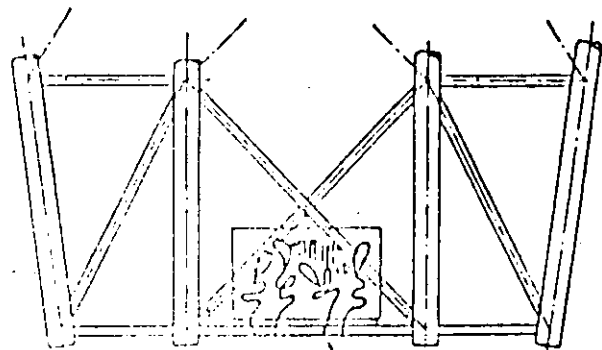
TODOS LOS PILOTES VAN ORIENTADOS EN SUS EXTREMOS SUPERIORES HACIA POPA.

* ESTOS CONDUCTORES VIENEN JUNTO CON LA SUPERESTRUCTURA

① ESTROBOS PARA IZAJE



ELEVACION DE FRENTE

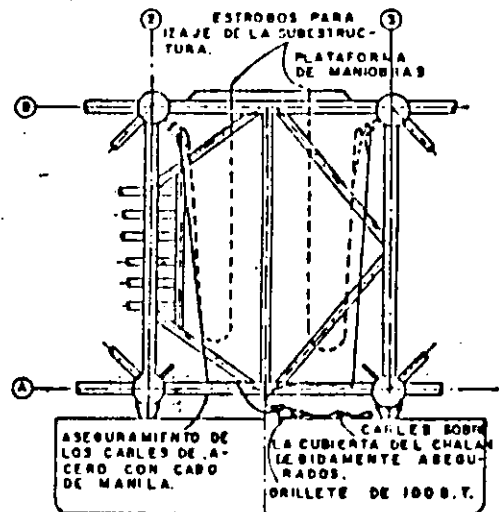


EL FABRICANTE GENERAL DEBERA PROVEER EL PLAN 2-343 DE LOS DISEÑOS DE LA SUBSTRUCTURA Y LA PLATAFORMA DE MANIOBRAS

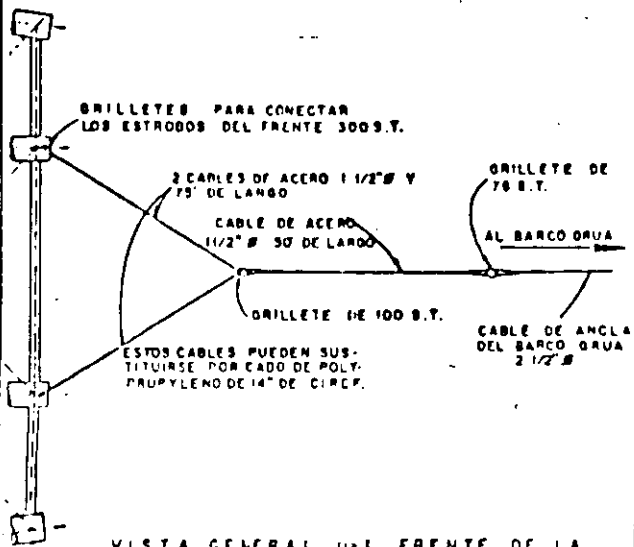
ASEGURAR LOS ESTROBOS A LA PLATAFORMA DE MANIOBRAS CON CABO DE MANILA.

PLANTA

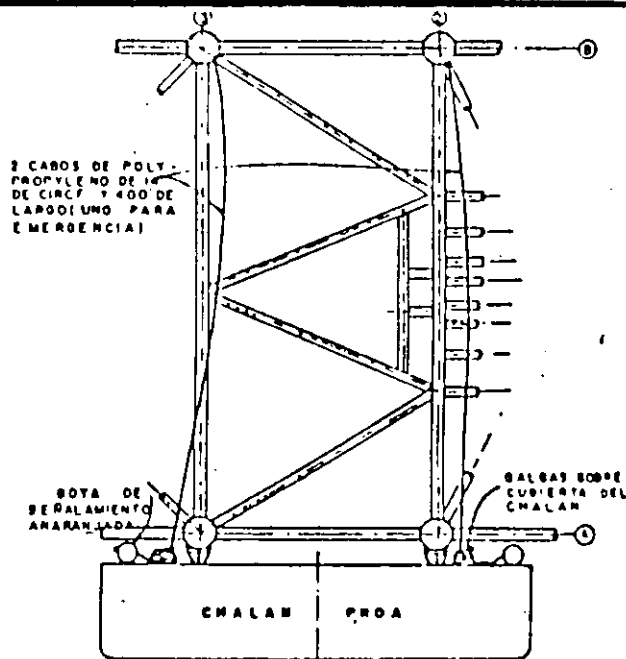
② ESTROBOS AL FRENTE DE LA SUBSTRUCTURA



ELEVACION DE FRENTE



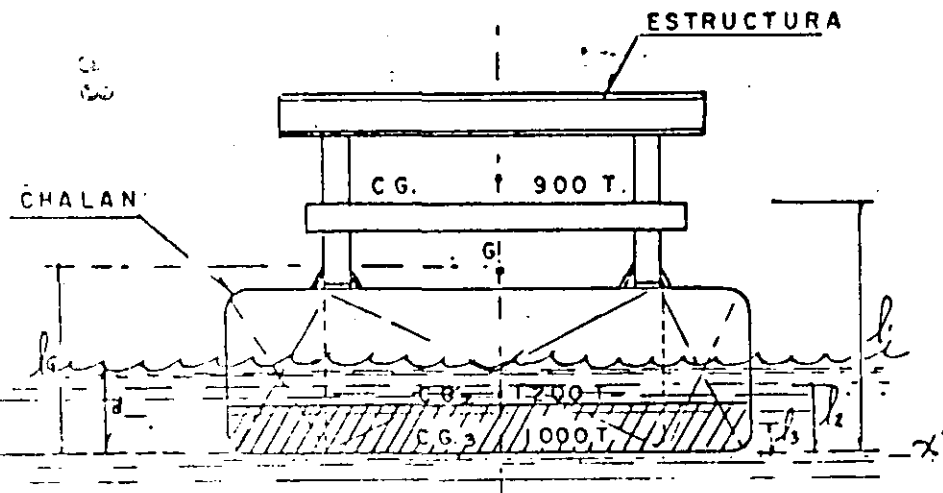
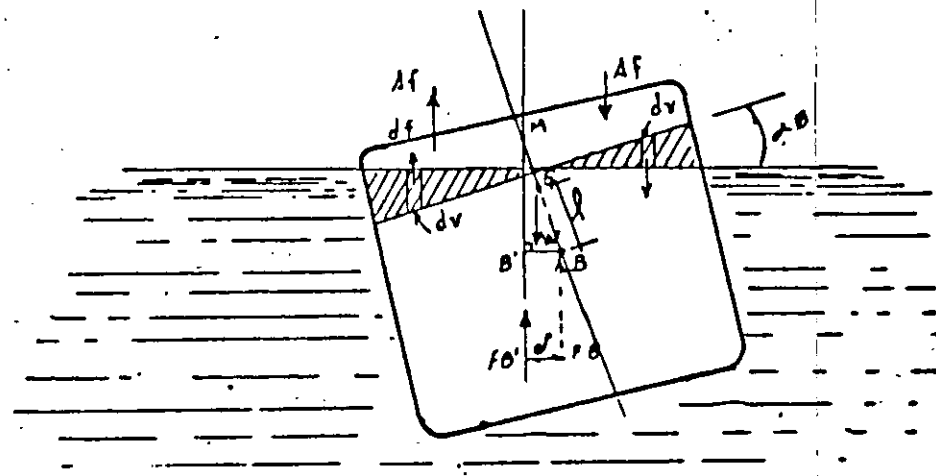
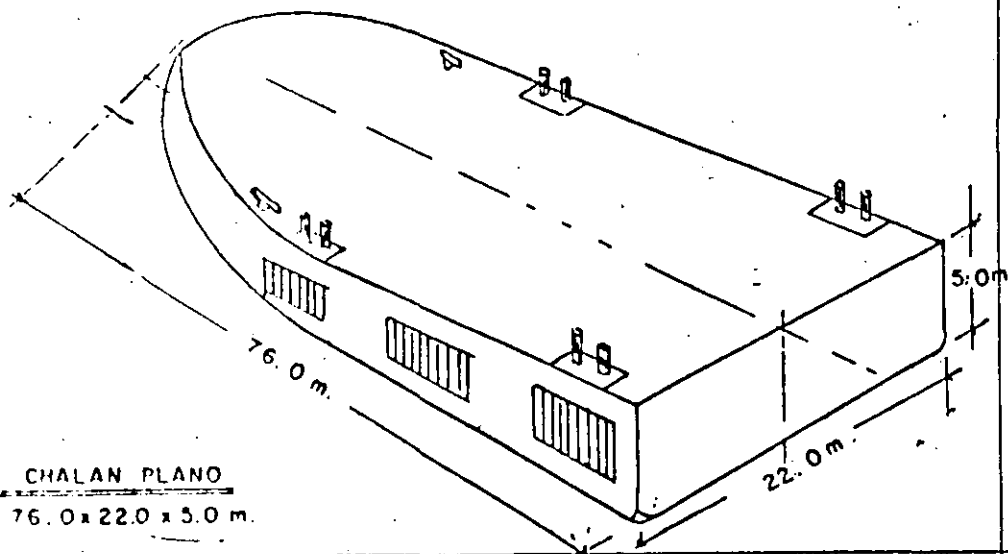
VISTA GENERAL DEL FRENTE DE LA SUBSTRUCTURA DESPUES DE LANZADA



③ BALGAS DE PROA

- NOTAS -

1. TODO PARA EFECTUAR LAS MANIOBRAS EN EL MAR DEBERA SER INSTALADO EN EL PATIO DE FABRICACION
2. EL CONTRATISTA DE INSTALACION SOLO PONDRÁ LOS GRILLETES PARA CONECTAR EL CABLE DEL ANCLA DEL BARCO GRUA A LOS ESTROBOS AL FRENTE DE LA SUBSTRUCTURA.



V.- INFORMACION BASICA PARA EL DISEÑO DE PLATAFORMAS MARINAS

BASES DE DISEÑO, ESPECIFICACIONES, CODIGOS Y NORMAS QUE RIGEN EL DISEÑO DE PLATAFORMAS MARINAS.

EN LOS ANTERIORES TEMAS SE MENCIONARON DIFERENTES TIPOS DE PLATAFORMAS Y SUS DIFERENTES USOS. DEPENDIENDO DE ESTOS USOS SERIAN LOS EQUIPOS, MODULOS A INSTALAR, INTERCONECTANDOSE ENTRE SI PARA FINALMENTE INTEGRAR SISTEMAS COMPLETOS DE PROCESO Y SERVICIO A OPERAR DURANTE ETAPAS, YA SEA DE PERFORACION O PRODUCCION.

DE UN SOLO VISTAZO PUDIERA PARECER IMPISIBLE QUE LA GRAN CANTIDAD DE DISCIPLINAS QUE INTERVIENEN, ESTAS SE INTEGRARAN PARA FORMAR UN TODO. EN EL CASO DE PETROLEOS MEXICANOS, DESDE SU ORIGEN SE HA TENIDO LA MODALIDAD DE CONTRATAR SE ELABOREN ESTOS PROYECTOS DE INGENIERIA POR CONDUCTO DE COMPAÑIAS O FIRMAS ESPECIALIZADAS.

COMPAÑIAS AMERICANAS, BROWN & ROOT Y Mc. DERMOTH, FUERON LAS QUE INICIALMENTE ELABORARON LOS PROYECTOS PARA FABRICAR PLATAFORMAS PARA PEMEX E INMEDIATAMENTE DESPUES INGENIEROS MEXICANOS TRABAJANDO PARA FIRMAS NACIONALES COMO I.M.P. Y PROYECTOS MARINOS SE ABOCARON A TOMAR LA GRAN RESPONSABILIDAD DE ELABORAR ESTOS PROYECTOS DE INGENIERIA.

A LA FECHA EXISTEN 5 COMPAÑIAS DEDICADAS A DESARROLLAR PROYECTOS PARA PLATAFORMAS MARINAS, LINEAS SUBMARINAS, BOYAS E INSTALACIONES ACCESORIOS, SIENDO ESTAS LAS SIGUIENTES COMPAÑIAS:

- D.I.S.A.A. - DESARROLLO DE INGENIERIA INTEGRAL
- I.M.P. - INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO
- TOPOMAR - TOPOGRAFIA DEL MAR
- C.P.I. - CORPORACION PROFESIONAL DE INGENIERIA
- BUFETE INDUSTRIAL DE INGENIERIA

PETROLEOS MEXICANOS EN ESTE CASO POR SER EL CLIENTE, HA LLEVADO A CABO ESTUDIOS METEOROLOGICOS, OCEANOGRAFICOS Y GEOTECNICOS DEL AREA DE CAMPECHE.

ACTUALMENTE SE TIENE INFORMACION DE OLEAJE, CORRIENTES MARINAS, MAREAS, VIENTOS, CICLONES, EVAPORACION, LLUVIA, HUMEDAD, SISMO Y UNA GRAN CANTIDAD DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y GEOFISICOS DEL TIPO DE SUELO QUE SE TIENE EN LOS CAMPOS PETROLIFEROS ACTUALMENTE EN DESARROLLO.

COMO BASES DE DISEÑO PARA LA ELABORACION DE UN PROYECTO DE UNA PLATAFORMA, PEMEX PROPORCIONA A LAS FIRMAS DE INGENIERIA, INFORMACION COMO ES EL TIPO DE PLATAFORMA QUE SE REQUIERE, LOS VOLUMENES Y CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO QUE SE MANEJARAN, LOS SERVICIOS REQUERIDOS PARA EL PROCESO Y OPERACION DE LA MISMA, LA FLEXIBILIDAD, EN CUANTO A SUS FUNCIONES, QUE DEBERAN TENER LAS SUBPARTES DE LA PLATAFORMA ASI COMO LOS EQUIPOS QUE LA INTEGRAN.

COMO YA SE DIJO CON ANTERIORIDAD, LA GRAN CANTIDAD DE DISCIPLINAS QUE INTERVINIERON SE VAN DESARROLLANDO A TRAVES DE LA PARTICIPACION DE INGENIEROS ESPECIALISTAS, APEGADOS SIEMPRE A LAS PRACTICAS RECOMENDADAS POR LOS ESTANDARES, ESPECIFICACIONES, NORMAS, CODIGOS, ETC., PREESTABLECIDAS PARA ESTE TIPO DE OBRAS.

CON LA INFORMACION FISICA DEL LUGAR, DE MEDIO AMBIENTE, LOS REQUERIMIENTOS DE OPERACION, SERVICIO Y PROCESO QUE PETROLEOS MEXICANOS PROPORCIONA A LAS FIRMAS DE INGENIERIA COMO BASES DE DISEÑO, -- LOS ESPECIALISTAS DE CADA DISCIPLINA, APOYADOS EN ESTANDARES DE INGENIERIA, ELABORAN ANTEPROYECTOS DE LOS DIFERENTES SISTEMAS PARA -- QUE POSTERIORMENTE Y EN FORMA COORDINADA SE INTEGREN ENTRE SI POR -- AREAS, POR NIVELES O MODULOS DEBIDAMENTE DIMENSIONADOS.

ES RESPONSABILIDAD ADEMAS, QUE LOS ESPECIALISTAS ELABOREN LISTAS DE MATERIALES, DOCUMENTOS (REQUISICIONES) DONDE SE DESCUBRA AL DETALLE EL MATERIAL O EQUIPO CONTEMPLADO EN SUS DISEÑOS, RESPALDADOS ESTOS DOCUMENTOS CON LAS ESPECIFICACIONES E INFORMACION NECESARIA PARA SU FABRICACION, PRUEBAS, PROTECCION, TRANSPORTE E INSTALACION, ETC.

PARA EL CASO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL, DE LOS PILOTES, SUBESTRUCTURA Y SUPERESTRUCTURA, SE HARA UNA BREVE DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENT--

MIENTO A SEGUIR:

PILOTES.- LOS PILOTES SE ENCUENTRAN DESDE EL PUNTO O ELEVACION +23' DONDE ESTOS HACEN CONTACTO CON LAS COLUMNAS DE LA SUPERESTRUCTURA. - PARA BAJAR PRECISAMENTE LAS CARGAS CORRESPONDIENTES A CADA COLUMNA, - BAJANDO POR SU PARTE INTERNA DE LAS COLUMNAS DE LA SUBESTRUCTURA PARA PENETRAR EN EL SUELO MARINO HASTA UNA PROFUNDIDAD DE HASTA 300' - (100M) SEGUN DE LA PLATAFORMA QUE SE TRATE.

LA SUSTENTACION DE LA PLATAFORMA Y LA ESTABILIDAD DE LA MISMA - SE LOGRA A BASE DE UN BUEN DISEÑO DE LOS PILOTES. PARA ELLO ES NECESARIO CONOCER, ADEMAS DE LA CARGA AXIAL, FUERZAS HORIZONTALES, CO---RRIENTES, OLEAJES, VIENTOS, SISMOS, ETC., LAS CARACTERISTICAS FISI--CAS Y MECANICAS DEL SUELO, LAS CUALES SE OBTIENEN DE EFECTUAR SON---DEOS DE PENETRACION ESTANDARD, SUPUESTAMENTE PARA OBTENER MUESTRAS - INALTERABLES PARA QUE POSTERIORMENTE EN LABORATORIO SE LE EFECTUEN - PRUEBAS DE COMPRESION, TRIAXIALES, ENSAYES DE CLASIFICACION, ETC., Y ASI OBTENER LOS LIMITES PLASTICOS, CONTENIDO DE AGUA, PESO VOLUMETRI CO, RESISTENCIA AL CORTE, COHESIVIDAD, ANGULO DE FRICCION INTERNA, - CAPACIDAD DE CARGA POR FRICCION, CAPACIDAD DE CARGA POR PUNTA; ESTOS DOS VALORES ULTIMOS SE OBTIENEN PARA SUELOS ARENOSOS Y ARCILLOSOS, Y FINALMENTE UNA DESCRIPCION LITOLOGICA DEL SUELO EN ESTUDIO.

EN LAS CIMENTACIONES CARACTERISTICAS PARA ESTE TIPO DE PLATAFOR MAS UBICADAS EN LA SONDO DE CAMPECHE, LAS SOLICITACIONES MAS CRITI--CAS, ADEMAS DE LA CARGA AXIAL, SON LAS DEBIDAS AL OLEAJE, PRODUCIDO- POR LA TORMENTA MAXIMA DE DISEÑO, QUE SE TRANSFORMAN EN FUERZAS HORI ZONTALES ACTUANDO CONTRA LA SUPERESTRUCTURA Y LA CIMENTACION. ESTAS- FUERZAS SON EQUILIBRADAS CON LA RESISTENCIA GENERADA POR EL SUELO EN EL AREA LATERAL DEL PILOTE.

EN LOS PROCEDIMIENTOS DE CALCULO USADOS PARA DETERMINACION DE - LA CAPACIDAD DE CARGA LATERAL, EL CRITERIO USUAL ES LA NORMA API, LA CUAL ESTA BASADA EN LOS CRITERIOS DE "MATLOCK" PARA SUELOS COHESIVOS Y EL DE "REESE" PARA DEPOSITOS FRICCIONANTES.

ESTOS ANTERIORES CRITERIOS SON LIGADOS INTIMAMENTE CON LOS RE--

SULTADOS OBTENIDOS DEL LABORATORIO RAIZ DEL MUESTREO DEL SUELO, DANDO COMO RESULTADO EL RELACIONAR LA DEROMACION SUELO-PILOTE A LA RESISTENCIA DEL SUELO, ESTA RELACION SE FACILITA EMPLEANDO LAS CURVAS-ESFUERZO DE FORMACION LATERAL DEL SISTEMA SUELO-PILOTE DENOMINADO -- CURVAS (P-Y). (FIG. 21)

HASTA ESTE MOMENTO SOLO HEMOS DESCRITO EN FORMA ESBOZADA LOS DIFERENTES ENSAYOS GEOTECNICOS Y GEOFISICOS QUE SE LLEVAN AL CABO EN LOS SUELOS MARINOS, ASI COMO LAS PRUEBAS DE LABORATORIO CON LOS RESULTADOS QUE EN EL PARRAFO ANTERIOR SE DESCRIBIERON. CON ESTA INFORMACION Y SIGUIENDO LAS RECOMENDACIONES Y PROCEDIMIENTOS DE ALGUNAS -- NORMAS ESTABLECIDAS SE ELABORAN LOS PERFILES DE VALORES DE RESISTENCIA POR FRICCION Y POR CORTE. EN BASE EN ESTOS VALORES SE CALCULAN -- LOS VALORES DE CAPACIDAD DE CARGA UNITARIA POR FRICCION Y POR PUNTA- Y CON UNA CONJUNCION DE AMBAS SE OBTIENE LOS VALORES DE CAPACIDAD DE CARGA TOTAL ACUMULADA. (FIG. 22)

AHORA SI, HASTA ESTE MOMENTO Y CON LOS VALORES DE LAS ANTERIORES GRAFICAS SE ESTA EN POSIBILIDADES DE DISEÑAR LA LONGITUD DEL PILOTE HASTA LA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE CON LA SUFICIENTE CAPACIDAD -- DE CARGA QUE PUEDA RESISTIR O EQUILIBRAR LAS SOLICITACIONES AXIALES-DEBIDAS TANTO A SU PROPIO PESO COMO A LAS CARGAS ACCIDENTALES QUE SO -- PORTARA LA ESTRUCTURA.

PARA EL DISEÑO DEL ESPESOR DE LOS PILOTES ES NECESARIO CONTAR -- TAMBIEN EN ESTE CASO CON LAS HERRAMIENTAS QUE NOS FACILITE EL ENTRAR CON VALORES CONOCIDOS DE LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO ASI COMO DE -- LAS SOLICITACIONES POR CARGA AXIAL, LATERAL Y DEFORMACION, PARA OBTENER RESULTADOS QUE SATISFAGAN LA ESTABILIDAD DE LA ESTRUCTURA.

EN ESTE CASO PARA EL ANALISIS DE PILOTES SE SUPONE UN MODELO -- MUY ELEMENTAL QUE CONSISTE EN RESORTES INDEPENDIENTES EN DIFERENTES- PUNTOS DE LA LONGITUD HINCADA. (FIG. 23). EN LA MAYORIA DE LOS SUELOS, YA SEAN GRANULARES O COHESIVOS, LAS CURVAS ESFUERZO-DEFORMACION (P-Y) SON CURVAS DE SEGUNDO GRADO, EN EL MEJOR DE LOS CASOS, POR LO- QUE LA INTERACCION ESTRUCTURA-SUELO SOLO PUEDE SER REPRESENTADA POR-

MODELOS DE SUELO NO-LINEALES ACOPLADOS A ESTRUCTURAS QUE PUEDEN O NO SER LINEALES. (FIG. 24)

EL PROGRAMA DE COMPUTADORA QUE EN SI REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO CONJUNTO, ESTRUCTURA-SUELO, EN SUS EFECTOS PREDOMINANTES ES ALIMENTADO POR UN CONJUNTO DE SOLICITACIONES EXTERNAS, OBTENIENDOSE UNA RESPUESTA DE SALIDA FORMADA POR LOS ESFUERZOS Y DEFOMACIONES EN CADA MIEMBRO DE LA ESTRUCTURA Y DE LOS PILOTES.

LA PARTE FUNDAMENTAL DEL PROGRAMA ES LA SOLUCION DE LA MATRIZ DE RIGIDEZ QUE REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO SUELO-ESTRUCTURA QUE SE INTEGRA A PARTIR DE LA SOLUCION DE UN SISTEMA DE DOS ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS DE PRIMER ORDEN, UNA DE EQUILIBRIO Y OTRA DE COMPATIBILIDAD.

ESTE SISTEMA INCLUYE ASI, EL APOYO ELASTICO DEL SUELO Y TIENE LA VENTAJA DE PODER CONSIDERAR EL PILOTE EN EL NUMERO DE TRAMOS QUE SE DESEE, E INCLUIR LAS PROPIEDADES DEL SUELO POR ESTRATOS.

LA MATRIZ DE RIGIDEZ SE ACOPLA PARA CUALQUIER NUMERO DE TRAMOS Y PUEDE RESOLVERSE CON UN PROGRAMA ESTANDARD PARA LA SOLUCION DE SISTEMAS DE ECUACIONES Y ENCONTRARSE LAS DEFORMACIONES Y ESFUERZOS EN CUALQUIER PUNTO DE LOS PILOTES.

LA SOLUCION ESTRUCTURAL ANTERIOR PERMITE, PARA UN DIAMETRO FIJO DE PILOTE, CALCULAR EL ESPESOR DE LAS PAREDES Y LA RESISTENCIA DEL ACERO DE LA TUBERIA POR TRAMOS REQUERIDOS PARA SOPORTAR LOS ESFUERZOS Y DEFORMACIONES A QUE ESTARAN SOMETIDOS DENTRO DE LOS LIMITES DE TRABAJO.

A DIFERENCIA DE LA MAYORIA DE LAS ESTRUCTURAS DE LAS PLATAFORMAS MARINAS SE APOYAN SOBRE LOS PILOTES EN LA PARTE SUPERIOR, POR LO CUAL LA SUBESTRUCTURA CUELGA DE LOS PILOTES MISMOS. EN CAMBIO LAS SUPERESTRUCTURAS SI SE APOYAN DIRECTAMENTE SOBRE LOS PILOTES. AL PLANTEAR, ASI, EL ANALISIS ESTRUCTURAL DEL PILOTE, SE COMPRENDE LA EXISTENCIA DE FUERZAS CORTANTES Y MOMENTOS FLEXIONANTES RELATIVAMENTE GRANDES EN EL TRAMO DONDE EL PILOTE PENETRA EN EL LECHO MARINO. POR LO ANTERIOR RESULTA UN MAYOR ESPESOR DE LAS PAREDES DEL PILOTE

EN LA ZONA DE LODOS, HASTA UNA PROFUNDIDAD EN LA CUAL LOS ESFUERZOS SE DISIPAN.

HINCADO DE PILOTES

EL PROCEDIMIENTO DE HINCADO DE LOS PILOTES PARA LA CIMENTACION DE LAS ESTRUCTURAS MARINAS REQUIERE DE UN ESTUDIO ADECUADO PARA EVITAR FRACASOS QUE PUEDAN LLEGAR A PROVOCAR DAÑOS O PERDIDAS TOTALES DE UNA ESTRUCTURA.

SE SABE QUE EXISTE UNA GRAN EXPERIENCIA EN EL HINCADO DE PILOTES EN TIERRA; SIN EMBARGO, NO SE PUEDE HACER USO TOTAL DE ESE ACERVO, PORQUE EN EL MEDIO MARINO SE PRESENTAN OTROS TIPOS DE PROBLEMAS COMO SON:

- 1.- MANEJO DE PILOTES DE MAYORES DIMENSIONES (150 M DE LONGITUD Y 158 M DE DIAMETRO) Y PESO (HASTA DE 150 TON.), PARA LOS QUE SE NECESITAN EQUIPOS DE HINCADO MUCHO MAS GRANDES Y PESADOS.
- 2.- POR LAS LONGITUDES DE LOS PILOTES SE REQUIEREN UNIONES DE SOLDADURA, CUYA EJECUCION REPRESENTA PERIODOS DE SUSPENSION EN EL HINCADO.
- 3.- LOS GRANDES TIRANTES DE AGUA Y LOS CAMBIOS METEREOLÓGICOS EXTREMOS DEL SITIO DE HINCADO EN EL MEDIO MARINO.
- 4.- LA TECNOLOGÍA DE CONSTRUCCION NACIONAL LIMITADA EN ESTA ESPECIALIDAD, POR LO CUAL SE RECURRE A COMPANÍAS INTERNACIONALES CON ESTOS RECURSOS.
- 5.- EL COSTOSO ALQUILER DE ESTOS EQUIPOS DEL ORDEN DE LOS 100,000 DOLARES DIARIOS, QUE OBLIGA A UNA PLANEACION EN LA UTILIZACION DE LOS MISMOS, MUY CUIDADOSA PARA EVITAR LAS PERDIDAS DE TIEMPO.

LAS EXPERIENCIAS DE HINCADO QUE SE DESCRIBEN A CONTINUACION SON LAS ADQUIRIDAS EN LA SONDA DE CAMPECHE, POR EL PERSONAL DE SUPERVISION DE CONSTRUCCION Y POR EL PERSONAL DE OPERACION.

EL PRIMER PILOTE ES CONSIDERADO COMO DE PRUEBA Y SE UBICA EN UNA DE LAS PATAS INTERIORES DE LA SUBESTRUCTURA, ESTO POR CONDICIONES DE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD EN EL PERIODO DE HINCADO. SU FUNCION ES LA DE VERIFICAR SI EL COMPORTAMIENTO DEL SUELO ES EL PREVISTO CON BASE EN EL ESTUDIO GEOTECNICO. AL TERMINAR EL HINCADO DE ESTE PILOTE SE HACEN TODOS LOS NECESARIOS, EN SU CASO PARA CONTINUAR CON EL HINCADO DEL -- RESTO DE PILOTES.

LA INSTALACION DE LOS PILOTES SE INICIA DEJANDOLOS CAER DESDE LA PARTE SUPERIOR DE LA SUBESTRUCTURA. LOS PILOTES EN SU CAIDA, ROMPEN LOS TAPONES Y PENETRAN EN EL SUELO BLANDO. POSTERIORMENTE, CON UN MARTILLO DE VAPOR CON UN PESO MENOR DE 130 TON., CALIBRANDO CON UN MARTINETE DE 180,000 LB-PIE DE ENERGIA, SE VAN HINCANDO LOS PILOTES HASTA UN NIVEL EN EL QUE ES ACCESIBLE SOLDAR EL SIGUIENTE TRAMO DEL PILOTE. LA SUSPENSION DEL HINCADO PARA LA SOLDADURA ES DEL ORDEN DE 8 HORAS; ESTO PROVOCA UN EFECTO DE ENDURECIMIENTO (FENOMENO DE SENSITIVIDAD Y TIXOTROPIA).

EXISTEN PERIODOS DE INTERRUPCION DEL HINCADO, DEBIDO AL CAMBIO DE MARTILLO, QUE DEBE SER REEMPAQUETADO DESPUES DE UN CIERTO NUMERO DE GOLPES, Y A LA SUSPENSION TEMPORAL DEL TRABJO DEBIDO AL MAL TIEMPO PARA DESPEGAR EL TRAMO DE PILOTE SE USA UN MARTILLO DE MAYOR ENERGIA (300,000 LB-PIE) Y EN CASO EXTREMO SE PERFORA A TRAVES DEL PILOTE --- RESTITUYENDO EL MATERIAL TERREO EN EL INTERIOR DEL PILOTE, MEDIANTE INYECCIONES DE CONCRETO MASIVO. ESTA OPERACION SE REPITE A LO LARGO DE TODO EL HINCADO HASTA LLEGAR A LA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE QUE SE LE HAYA SEÑALADO Y SE CUMPLA CON EL RECHAZO; PARA ESTO, EL RECHAZO SE DEFINE SEGUN EL API COMO LA RESISTENCIA QUE OPONE UN PILOTE A SER HINCADO MEDIANTE 300 GOLPES POR PIE EN UN TRAMO DE 5 PIES CONSECUTIVOS (1.50 M) U 800 GOLPES EN UN PIE (30 CM).

EL REGISTRO DE HINCADO QUE SE LLEVA ES EL QUE SE MUESTRA EN EL FORMATO Y EN LA GRAFICA DE LA FIG. 25.

EN VISTA DE QUE LOS PILOTES SON PREFABRICADOS, EN SECCIONES Y EN

FORMA INTEGRADA HINCARSE LO ESPECIFICADO EN EL PROYECTO A FIN DE QUE LOS ESPESORES PREVISTOS EN SUS PAREDES QUEDEN EN LOS NIVELES DE LOS ESTRATOS CORRESPONDIENTES, SE EXPLICA LO SIGUIENTE:

HINCABILIDAD EN SUELOS MARINOS COHESIVOS

CUANDO SE HINCAN PILOTES EN ARCILLAS BLANDAS, EL SUELO SITUADO ALREDEDOR ES DESPLAZADO Y SEVERAMENTE DEFORMADO, DANDO LUGAR A UNA CAPA CILINDRICA DE SUELO REMOLDEADO DE POCOS CENTIMETROS DE ESPESOR, LIMITADA HACIA EL EXTERIOR POR UNA ZONA DONDE LA ALTERACION SE DISIPA -- GRADUALMENTE. LA EXPERIENCIA INDICA QUE LA ZONA DE ARCILLA REMOLDEADA SE CONSOLIDA RAPIDAMENTE Y SE VUELVE GENERALMENTE MAS COMPACTA -- QUE LA ARCILLA INALTERADA, COMO HA PODIDO OBSERVARSE AL EXTRAERSE -- PILOTES QUE SE PRESENTAN CON UNA CAPA ADHERIDA DE SUELO ENDURECIDO.

EL FENOMENO ANTERIOR TIENE EXPLICACION EN LAS YA CONOCIDAS PROPIEDADES DENOMINADAS SENSITIVIDAD Y TIXOTROPIA DE LAS ARCILLAS. LA SENSITIVIDAD, COMO SE SABE, ES LA SUSCEPTIBILIDAD QUE TIENEN ESTOS SUELOS DE SUFRIR UNA DRASTICA REDUCCION DE SU RESISTENCIA AL CORTE -- BAJO LA ACCION DE ESFUERZOS DESVIADORES O TORSIONANTES Y LA TIXOTROPIA ES LA PROPIEDAD POR LA QUE A TRAVES DE LA REORDENACION Y CONSOLIDACION DE LAS PARTICULAS PROVOCA UNA DISMINUCION DE LOS VACIOS Y UN INCREMENTO DE LA RESISTENCIA AL CORTE EN LAS ARCILLAS.

EN EL MEDIO MARINO ES COMUN ENCONTRAR ARCILLAS MUY ABIERTAS QUE PUEDEN SER MUY SENSITIVAS, PRINCIPALMENTE SI LA SALINIDAD DEL MEDIO HA DISMINUIDO POR ALGUNA CAUSA, EN RELACION A LA SALINIDAD EXISTENTE DURANTE SU DEPOSITACION Y ESTRUCTURACION. EN ESTAS CONDICIONES EL DEPOSITO PUEDE SER NORMALMENTE CONSOLIDADO O SUBCONSOLIDADO CON HUMEDAD NATURAL DEL ORDEN DEL LIMITE LIQUIDO O MAYOR. EN ALGUNOS DEPOSITOS ARCILLOSOS DE LA SONDA DE CAMPECHE LAS CONDICIONES MENCIONADAS -- SE EXTIENDEN, EN ALGUNAS PARTES, HASTA LOS 20 M DE PROFUNDIDAD.

POR LAS RAZONES ANTES SEÑALADAS, DURANTE EL HINCADO DE PILOTES EN LA SONDA DE CAMPECHE, ESTOS SUELOS SE COMPORTAN COMO LIQUIDOS O --

SEMILÍQUIDOS Y NO PRESENTAN RESISTENCIA SIGNIFICATIVA AL PASO DE DICHS PILOTES, Y SE ALCANZAN GRANDES PROFUNDIDADES ÚNICAMENTE POR PESO PROPIO O MEDIANTE UN REDUCIDO NÚMERO DE GOLPES, ALARMANDO CON --- ELLO EN OCASIONES AL PERSONAL DE CAMPO.

DE LO ANTERIOR SE DEDUCE QUE LOS ESPECIALISTAS DE CAMPO DEBERAN SER MUY CUIDADOSOS AL FORMULAR CONCLUSIONES EN RELACION CON LA PERDIDA DE RESISTENCIA QUE SE OBSERVA DURANTE EL HINCADO, YA QUE EFECTOS-COMO LOS DESCRITOS PUEDEN SER IMPORTANTES.

HINCABILIDAD EN SUELOS MARINOS GRANULARES

LA COMPACIDAD RELATIVA DE LOS DEPOSITOS ARENOSOS EJERCE UNA INFLUENCIA DECISIVA EN EL ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA DE ESOS SUELOS, Y ESTO, SE REFLEJA EN LA RESISTENCIA A LA PENETRACION ESTANDAR (PARAMETRO - "N").

UN NÚMERO DE GOLPES DE PENETRACION ESTANDAR ENTRE 30 Y 50 REPRESENTA (REF.2) UNA FRONTERA DESDE LA CUAL UN SUELO GRANULAR PUEDE AUMENTAR O DISMINUIR DE VOLUMEN, BAJO SOLICITACIONES DINAMICAS, SEGUN SE ENCUENTRE EL VALOR DE "N" ARRIBA O ABAJO DE DICHA FRONTERA. CUANDO LOS SUELOS SE ENCUENTRAN SATURADOS, COMO LOS SUELOS MARINOS, ORIGINAN INCREMENTOS DE PRESIONES DE PORO NEGATIVOS O POSITIVOS QUE SE DISIPAN CON UNA RAPIDEZ QUE ES FUNCION DIRECTA DEL DIAMETRO EFECTIVO DE LAS PARTICULAS DEL SUELO, YA QUE, TALES PRESIONES DE PORO DURAN - MAS TIEMPO EN SUELOS DE MENOR PERMEABILIDAD.

POR LO ANTERIOR DEBE TOMARSE EN CUENTA QUE, DURANTE EL HINCADO-DE PILOTES EN LOS ESTRATOS ARENOSOS O DE SUELOS FINOS MUY ARENOSOS - DEL SUBSUELO MARINO, DE BAJA COMPACIDAD, LA RESISTENCIA AL CORTE DISMINUYE CON LA REDUCCION DE LOS ESFUERZOS EFECTIVOS CONDICION QUE AYUDA CONSIDERABLEMENTE A LA PENETRACION DE LOS PILOTES. POR LO CONTRARIO, SI EL DEPOSITO GRANULAR ES DENSO O MUY DENSO, LA PRESION DE PORO RESULTA NEGATIVA, CON LO QUE LA RESISTENCIA AL CORTE AUMENTA Y -- CON ELLA LA RESISTENCIA A LA PENETRACION DE LOS PILOTES. ESTOS EFECTOS SON TEMPORALES Y PUEDEN CONDUCIR AL OBSERVADOR A SUBESTIMAR O --

SOBREESTIMAR LA COMPACIDAD RELATIVA REAL DE LOS SUELOS.

CUANDO LAS ARENAS NO SON TAN FINAS Y SE ENCUENTRAN EN ESTADO DE MUY SUELTO A SUELTO, SE PRODUCE DURANTE EL HINCADO UN MEJORAMIENTO DE LA FRICCIÓN LATERAL AL REACOMODARSE LOS GRANOS ALREDEDOR DEL PILOTE AUMENTANDO EN FORMA DURADERA LA COMPACIDAD DEL SUELO DENTRO DE UNA ZONA ADYACENTE E INCREMENTA EL COEFICIENTE DE PRESIÓN LATERAL (K). ESTE EFECTO RESULTA NULO O POCO IMPORTANTE SI LOS SUELOS SE PRESENTAN EN CAPAS MUY DELGADAS.

FINALMENTE, OTRO FENÓMENO QUE PROVOCA UN IMPORTANTE INCREMENTO EN LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DE LOS PILOTES Y CUYOS EFECTOS SON TAMBIÉN DURADEROS, ES LA REESTRUCTURACIÓN DE LOS SUELOS GRANULARES CEMENTADOS AL SER DISTORSIONADOS HASTA SU ESTADO PLÁSTICO DEBIDO A LA ROTURA DE SUS NEXOS CEMENTANTES DURANTE EL HINCADO DE LOS PILOTES. POR ESTA RAZÓN, SI SE DETIENE EL PROCESO DE HINCADO, SE INCREMENTA SIGNIFICATIVAMENTE LA REACCIÓN LATERAL SOBRE LOS PILOTES. SI LA DETENCIÓN DEL HINCADO SE PROLONGA, LAS PARTÍCULAS CEMENTANTES EN SUSPENSIÓN SE PRECIPITAN SOBRE LA ESTRUCTURA GRUESA LIGANDO FUERTEMENTE LOS CONTACTOS INTEGRANULARES DE LA ESTRUCTURA MEJORADA DEL SUELO. ESTOS EFECTOS SOBRE LA RESISTENCIA AL CORTE PUEDEN SER ESPECTACULARES, OBLIGANDO AL CONSTRUCTOR A AUMENTAR CONSIDERABLEMENTE LA ENERGÍA DE HINCADO PARA REINICIAR EL PROCESO.

SUBESTRUCTURA O JACKET

PARA EL ANALISIS Y DISEÑO DE UNA SUBESTRUCTURA REALMENTE ES DIFÍCIL DESCRIBIR UN DETERMINADO PROCEDIMIENTO EN ESTE TRABAJO, POR TAL MOTIVO, SOLO PARA FINES COMPARATIVOS RESPECTO A LO COMPLEJO DE ESTE PROBLEMA, MENCIONAREMOS ALGUNAS REFERENCIAS PARA UBICAR AL SUPERVISOR.

LOS ESFUERZOS A LOS QUE PODRA ESTAR SUJETO UN ELEMENTO ESTRUCTURAL DE LA SUBESTRUCTURA, SON SEMEJANTES A LOS ESFUERZOS A LOS QUE PODRIA ESTAR SUJETO UN ELEMENTO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO, UN PUENTE, UN ALMACEN, UN MARCO O UN PORTICO, ETC., ESTOS ESFUERZOS SON DE FLEXION, TENSION, COMPRESION, TORSION Y CORTANTE O PENETRACION. EL HECHO DE QUE SE PRESENTEN O NO ESTOS ESFUERZOS EN CUALQUIER ESTRUCTURA Y SUS ELEMENTOS, DEPENDERA DEL GRADO DE RESTRICCION QUE SE TENGA AL MOVIMIENTO ENTRE UN ELEMENTO Y OTRO, ADEMAS DE LAS CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y MECANICAS DE CADA UNION.

EN OTRAS PALABRAS, ANALIZAR UN SOLO ELEMENTO QUE ESTARA SOMETIDO A CIERTAS ACCIONES DE CARGA PODRIA RESULTAR MUY SENCILLO PARA UN ESPECIALISTA ENCONTRAR LOS ESFUERZOS RESULTANTES, LO ANTERIOR POR METODOS SENCILLOS. DE LA MISMA MANERA, ANALIZAR UNA ESTRUCTURA COMPUESTA DE TRES ELEMENTOS UNIDOS ENTRE SI Y SUJETOS A CIERTAS CONDICIONES DE CARGA Y QUE POR SU MISMO TIPO DE CONEXION ENTRE SUS ELEMENTOS SE LES RESTRINJA AL MOVIMIENTO, PODRIA, INCLUSIVE SER HASTA CIERTO PUNTO FACIL A RESOLVER, SOLO SE DEBERA DE SEGUIR EL PROCEDIMIENTO MATEMATICO QUE NOS PERMITA ENCONTRAR LOS ESFUERZOS ACTUANTES EN LOS PUNTOS DE UNION Y EN SUS PUNTOS A REGIONES MAS REFORZADAS.

COMO PODRA OBSERVARSE, ESTE SEGUNDO EJEMPLO REQUIERE DE UN PROCEDIMIENTO MATEMATICO MAS COMPLEJO, DEBIDO A FACTORES QUE INTERVIENEN COMO: TIPO DE UNION, RIGIDEZ DE CADA ELEMENTO, GEOMETRIA, CARACTERISTICAS MECANICAS, ESBELTEZ. ETC., ETC.

PARA EL CASO DE UNA SUBESTRUCTURA EN LA QUE ESTA COMPUESTA DEL ORDEN DE 150 A 250 ELEMENTOS TUBULARES, DEPENDIENDO ESTE NUMERO DEL TIRANTE O PROFUNDIDAD EN LA QUE SE UBICARA Y QUE ADEMAS TODOS ESTOS-

ELEMENTOS ESTAN UNIDOS ENTRE SI RIGIDAMENTE A TRAVES DE SOLDADURA Y -
QUE DEBIDO A LAS ACCIONES A LA QUE ESTARA SUJETA SE COMPORTARA EN FOR-
MA DINAMICA Y PERMANENTE DANDO COMO RESULTADO, OBTIENIENDO UNA INVER-
SION DE MOVIMIENTOS Y ESFUERZOS, RESULTANDO FINALMENTE QUE LOS PROCE-
MIENTOS MATEMATICOS PARA EL ANALISIS Y DISEÑO SON REALMENTE COMPLEJOS
Y QUE TRATAR DE RESOLVERLOS MANUALMENTE CON UNA SOLA CLACULADORA SE--
RIA, SI NO IMPOSIBLE, SI MUY TARDADO, ANTIECONOMICO Y NO RECOMENDABLE.

CUANDO SE TRATA DE DISEÑAR GRANDES ESTRUCTURAS, COMO ES EL CASO-
DE PLATAFORMAS MARINAS, QUE TIENEN CIENTOS DE ELEMENTOS INTERACTUANDO
ENTRE SI, Y MAS DE QUINCE CONDICIONES DE CARGA QUE SON CRITICAS CADA-
UNA DE ELLAS PARA DETERMINADO GRUPO DE ELEMENTOS Y CONDICIONES ESPE--
CIALES EN LA INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA, EL MANEJO DE LOS DATOS QUE
INTERVIENEN EN EL CICLO DE DISEÑO REQUIERE DE COMPLICADOS SISTEMAS DE
COMPUTO Y ESTOS A SU VEZ REQUIEREN DE MODELOS MATEMATICOS QUE AYUDEN-
A PROPORCIONAR LOS RESULTADOS REQUERIDOS DE UNA MANERA EFICIENTE Y RA-
PIDA.

EL DESARROLLO DE LA TEORIA MATRICIAL EN LAS ESTRUCTURAS SE LOGRO,
COMO SE SABE, GRACIAS AL USO DE LAS COMPUTADORAS, LAS CUALES FACILITO
LA SOLUCION EFICIENTE DE GRANDES SISTEMAS ALGEBRAICOS: PERO EN CORTO-
TIEMPO SE PLANTEO EL PROBLEMA DE LA SOLUCION DE SISTEMAS ALGEBRAICOS-
MAYORES AUN, POR EJEMPLO EN PLATAFORMAS MARINAS PARA UN TIRANTE DE --
AGUA DE 90M SE OBTUVIERON APROXIMADAMENTE 600 NODOS, QUE EN 3 DIMEN--
SIONES GENERAN 3600 GRADOS DE LIBERTAD Y POR CONSIGUIENTE UNA MATRIZ-
DE RIGIDEZ DE 12'960,000 TERMINOS QUE NINGUNA COMPUTADORA MODERNA ES-
CAPAZ DE ALMACENAR EN SU MEMORIA CENTRAL.

EL I.M.P. EMPLEANDO ARTIFICIOS MATEMATICOS RIGUROSOS HA ELABORA-
DO UN PROGRAMA QUE MEDIANTE LA DIVISION DE LA ESTRUCTURA EN SECCIONES
ENCADENADAS Y HACIENDO USO DEL ALMACENAMIENTO EN UNA MEMORIA PERIFERI-
CA COMO ESTRATEGIA DE SOLUCION, PERMITE RESOLVER PLATAFORMAS DE 40M -
DE TIRANTE Y PILOTES HINCADOS A 60 M DE PROFUNDIDAD.

SUPERESTRUCTURA O DECK

COMO YA SE DESCRIBIO ANTERIORMENTE LA SUPERESTRUCTURA SE ENCUENTRA -

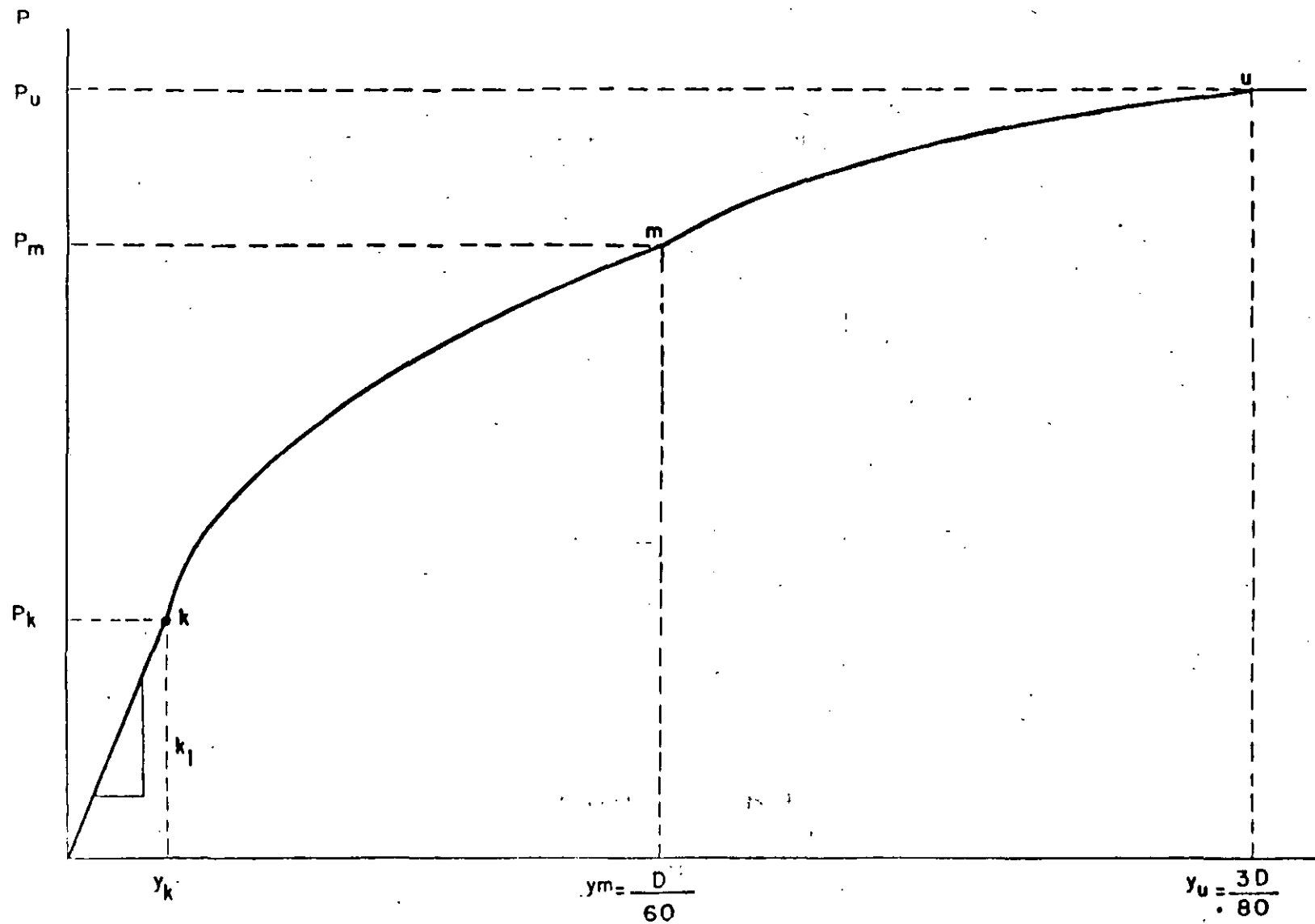
UBICADA POR ENCIMA DEL NIVEL DE AGUA, O SEA, EN LA ZONA LLAMADA ATMOSFERICA. PUEDE ESTAR DISEÑADA CON UNA O DOS CUBIERTAS, SIENDO EN LA SUPERIOR DONDE SE APOYAN LOS EQUIPOS DE PERFORACION, MODULOS HABITACIONALES, DE PRODUCCION O SIMPLEMENTE EQUIPOS DE PROCESO Y SERVICIO.

EL ANALISIS O DISTRIBUCION Y BAJADO DE CARGAS ES POR EL METODO DE PISO, O SEA, TODAS LAS CARGAS DERIVADAS DE LO ANTERIORMENTE DESCRITO SON RECIBIDAS POR UNOS LARGUEROS LONGITUDINALES SEPARADOS 2'-0" ENTRE SI, FORMANDO LA PROPIA CUBIERTA. ESTAS CARGAS SON TRANSMITIDAS A SU VEZ POR ELEMENTOS ESTRUCTURALES MAS ROBUSTOS UBICADOS TRANSVERSALMENTE, LOS QUE A SU VEZ SE CONECTAN O UNEN A UNAS TRABES TODAVIA MAS ROBUSTAS UBICADAS EN LOS EJES LONGITUDINALES PRINCIPALES A Y B, Y QUE FINALMENTE LE CEDERAN TODA LA CARGA A LAS PROPIAS COLUMNAS PARA CONECTARSE ESTAS CON LOS PILOTES DE SUSTENTACION.

LA ESTRUCTURACION DE LA SUPERESTRUCTURA DA LUGAR A QUE SE FORMEN MARCOS EN AMBOS SENTIDOS, CUATRO TRANSVERSALES, Y DOS LONGITUDINALES LOS QUE NECESARIAMENTE DEBERAN DE ANALIZARSE PARA SOPORTAR LAS FUERZAS HORIZONTALES PROVOCADAS ESTAS POR LAS CORRIENTES, MAREAS, OLEAJE, VIENTO Y TORMENTAS.

COMO YA SE DIJO ANTERIORMENTE ESTE ANALISIS SE HACE POR METODOS COMPUTACIONALES.

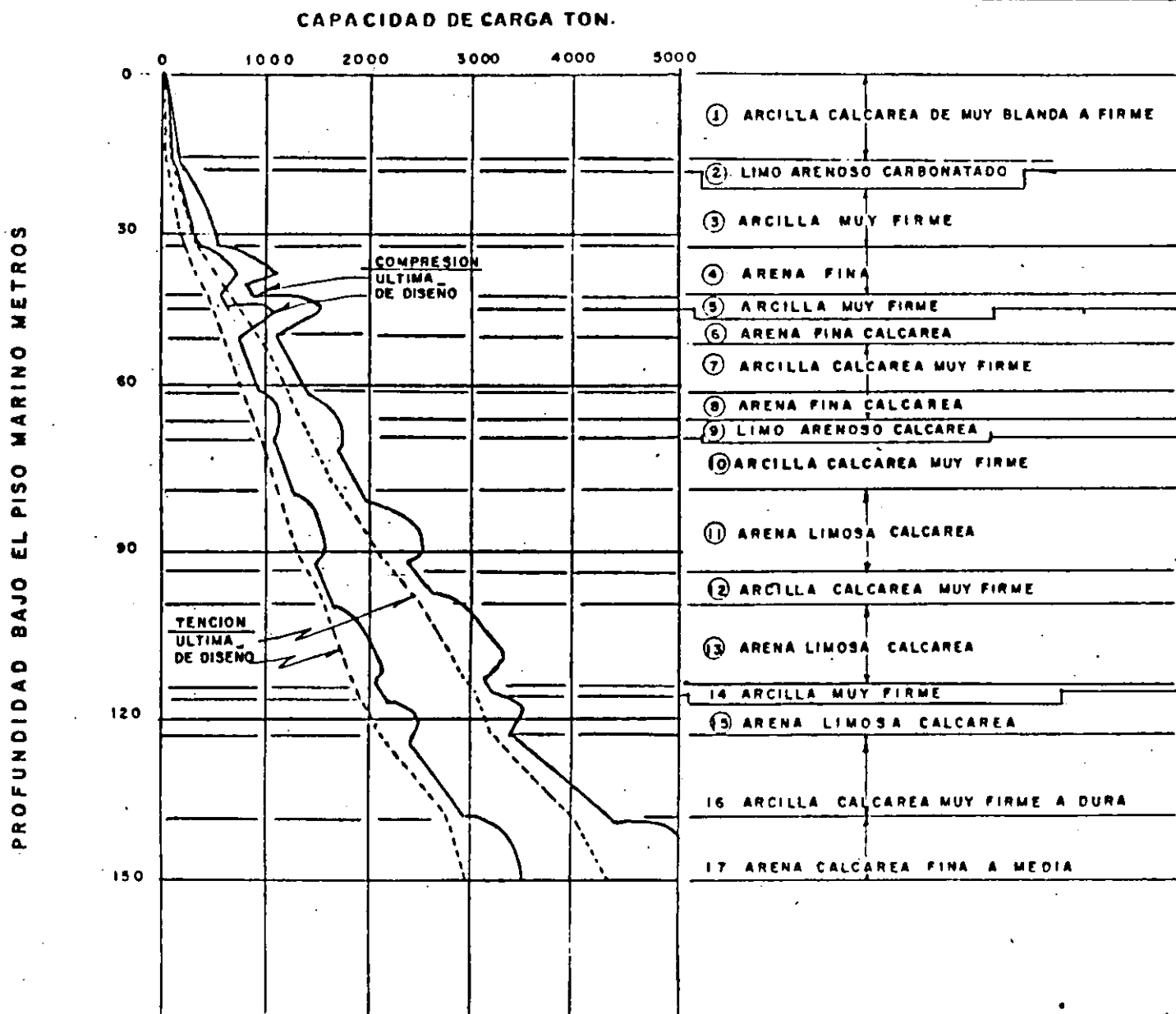
CURVA (P - Y) DE TRES SEGMENTOS



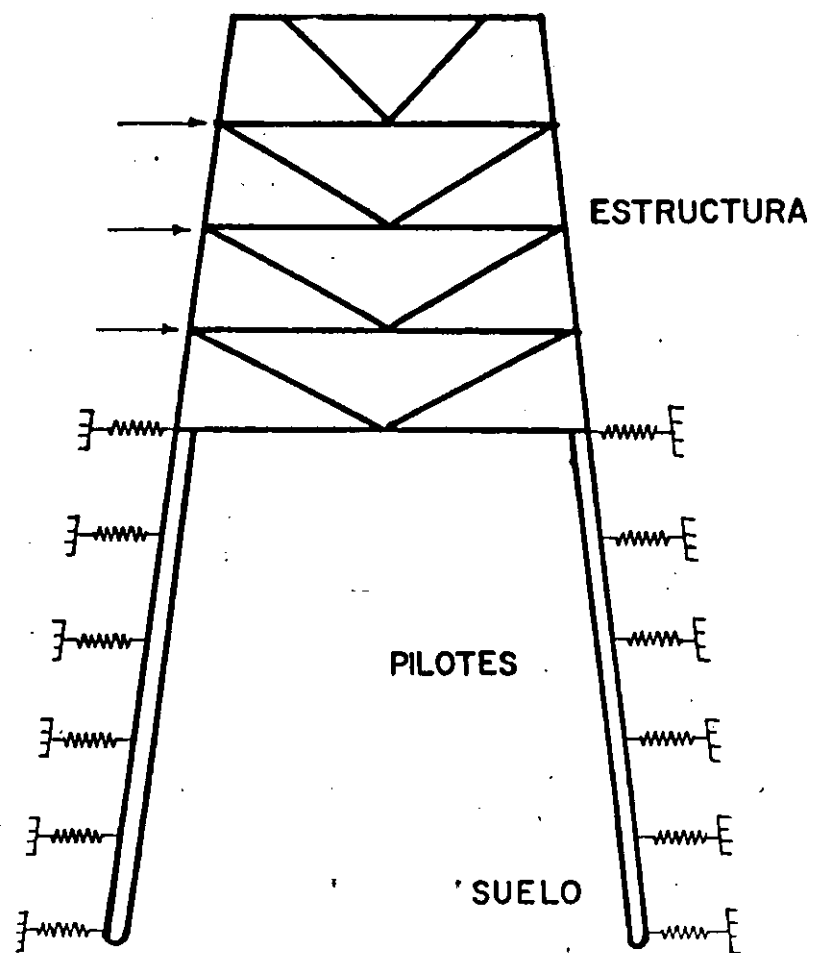
37

FIG. - 21

CAPACIDAD DE CARGA ACUMULADA



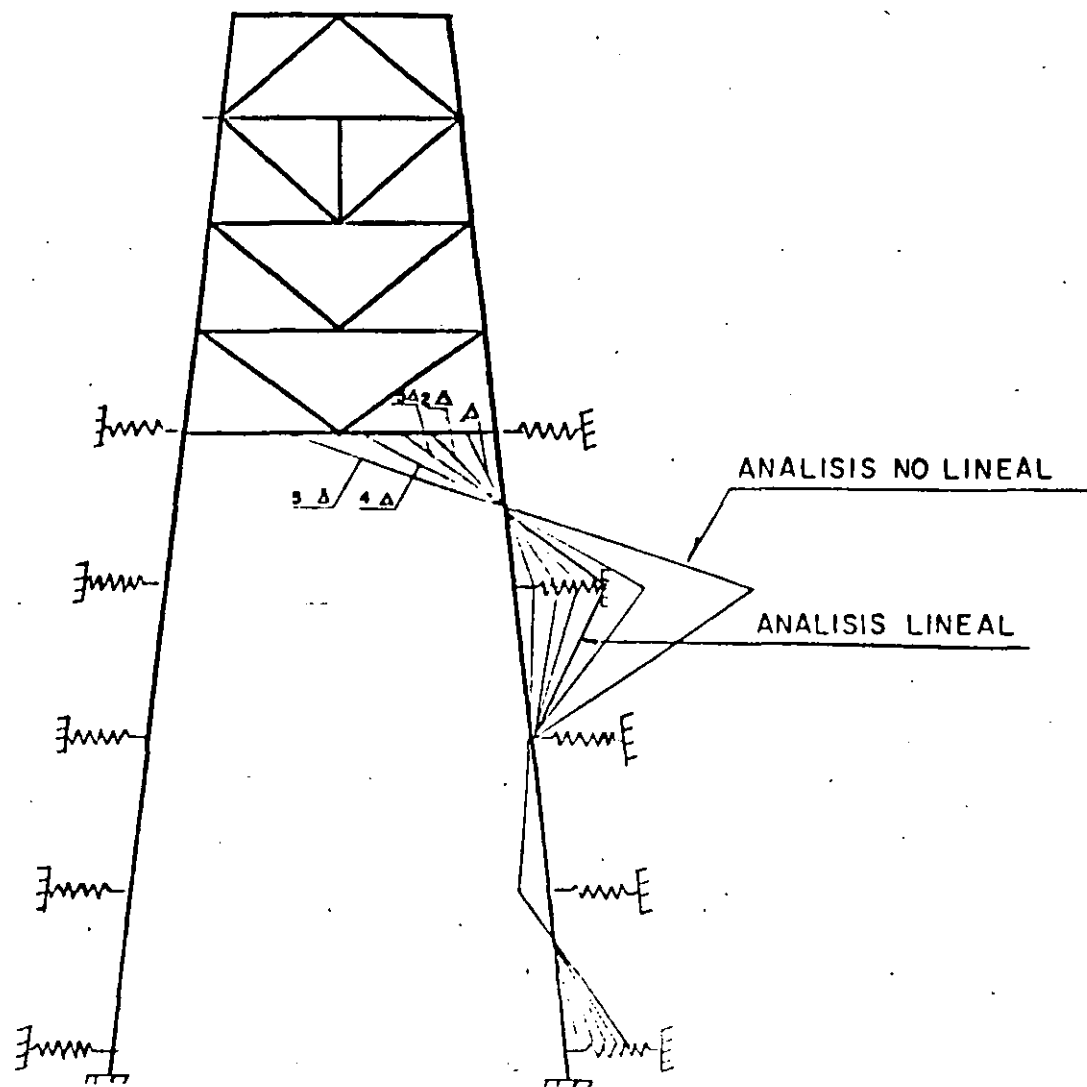
REPRESENTACION DEL SUELO MEDIANTE MODELOS NO LINEALES



28

FIG. 28

DISTRIBUCION DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES EN LOS PILOTES



100

FIG. - 24

REGISTRO DE HINCADO

REGISTRO DE HINCADO
RAZON SOCIAL O INSTITUCION _____

PLATAFORMA _____

LOCALIZACION _____ PILOTES Nº _____

FECHA DE INICIACION _____ FECHA DE TERMINACION _____

DEAMETRO EXTERIOR DEL _____ TIRANTE DE AGUA _____

PILOTE _____

PENETRACION DE DISEÑO _____

TIPO DE MARTILLO _____

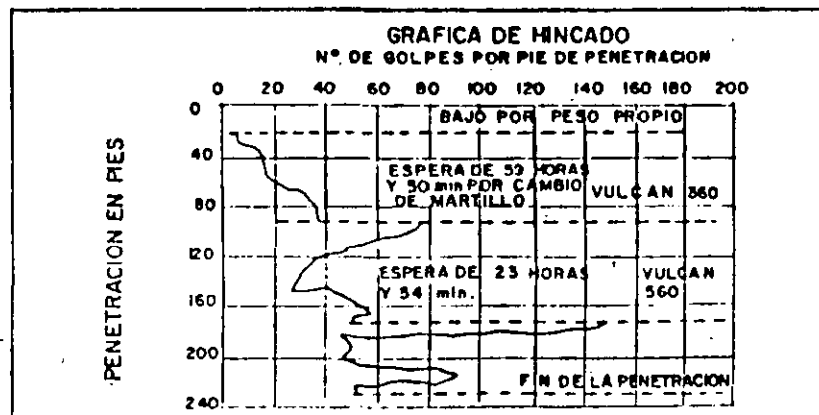
PROFUNDIDADES DONDE HUBO -
INTERRUPCIONES _____

TIEMPO DE CADA INTERRUPCION _____

PERSONAL DE VIGILANCIA _____

ESQUEMA DE LOCALIZACION

PENETRACION	GOLPES POR UNIDAD DE PENETRACION	Nº DE GOLPE ACUMULADO	GOLPES POR MINUTO	OBSERVACIONES



101

FIG-25

VI .- ACCIONES A LAS QUE ESTARA SUJETA LA ESTRUCTURA DURANTE SU VIDA UTIL

NO OBSTANTE EL GRAN ADELANTO QUE SE HA TENIDO EN EL DESARROLLO TECNOLOGICO PARA DISEÑAR Y MANTENER UNA PLATAFORMA MARINA EN CONDICIONES DE OPERACION DURANTE UN DETERMINADO TIEMPO, ES DIFICIL PREDECIR LA VIDA UTIL DE ESTA CON CIERTA EXACTITUD YA QUE SIEMPRE ESTARA SUJETA A UN SINNUMERO DE CONDICIONES Y VARIACIONES ALTERNADAS DEL MEDIO AMBIENTE LIGADAS CON LAS DE OPERACION DURANTE EL PROCESO Y TODA VIDA UTIL.

A CONTINUACION SE MENCIONARA ALGUNAS DE LAS CONDICIONES POR LAS QUE ATRAVIESA UNA ESTRUCTURA DURANTE SU VIDA UTIL.

- CONSTRUCCION	180 DIAS
- CARGA Y AMARRE	100 HRS.
- TRANSPORTACION	72 HRS.
- LANZAMIENTO	6 HRS.
- INSTALACION	45 DIAS

CONSTRUCCION

EL TIEMPO PROMEDIO EN CONDICIONES NORMALES EN EL QUE SE CONSTRUYE UNA PLATAFORMA (SUBESTRUCTURA, PILOTES, CONDUCTORES, SUPERESTRUCTURA Y OBRA ELECTROMECHANICA) ES EL ORDEN DE 180 DIAS (6 MESES), SIEMPRE Y CUANDO SE CUENTE CON EL 100% DE INGENIERIA, ASI COMO CON EL TOTAL DE MATERIALES.

DURANTE ESTA FASE DE CONSTRUCCION Y DEBIDO A LAS DIMENSIONES Y LA PROPIA GEOMETRIA DE LOS PILOTES, CONDUCTORES Y SUBESTRUCTURA, NO SIENDO ASI PARA LA SUPERESTRUCTURA, ES NECESARIO FABRICARLOS EN POSICIONES Y CONDICIONES MUY DIFERENTES A LAS QUE FISICAMENTE VA A TRABAJAR, DANDO COMO RESULTADO QUE DENTRO DEL ANALISIS SE CONSIDEREN LOS DIFERENTES EVENTOS A LOS QUE ESTABA SUJETA CADA ESTRUCTURA.

PILOTES

LOS PILOTES COMO YA SE DIJO ANTERIORMENTE PUEDEN SER DESDE 36"Ø HASTA 60"Ø SEGUN EL TIPO DE PLATAFORMA. LOS ESPESORES MAS COMUNES -- SON DESDE 1.250" HASTA 2.500" Y FINALMENTE LAS LONGITUDES DE PILOTES SE FABRICAN DE 240' (73.0M) LA PRIMERA SECCION 90' O 100' (27.5 A -- 30.5M) LA SEGUNDA Y TERCERA SECCION Y DE 30' O 50' (9.1M A 15.2M) LA TERCERA O CUARTA SECCION.

LO ANTERIOR NOS DA COMO RESULTADO EL TENER QUE MANEJAR ESTE TIPO DE ESTRUCTURA HASTA CON UN PESO DE 100 A 140 TON. COMO SON LAS -- PRIMERAS SECCIONES. ES IMPORTANTE MENCIONAR LO ANTERIOR YA QUE DURANTE LAS MANIOBRAS DE FABRICACION, CARGA A CHALAN O HINCADO, ESTAS SECCIONES SE MANEJAN EN SOLO DOS PUNTOS, GENERANDOSE ESFUERZOS FLEXIONANTES DE CONSIDERACION, QUE NECESARIAMENTE SE TIENEN QUE TOMAR EN -- CUENTA PARA EL DISEÑO DE LOS MISMOS.

SUBESTRUCTURA

ESTA ESTRUCTURA DE LA PLATAFORMA, ES LA QUE POR MAS VARIADAS -- CONDICIONES DE ESFUERZOS PASA DURANTE TODA SU VIDA UTIL, COMO ES SU FABRICACION, TRANSPORTE, LANZAMIENTO, IZAJE Y EL PROPIO TIEMPO DE -- OPERACION.

DEBIDO A QUE LA SUBESTRUCTURA SE CONSTRUYE SOBRE ALGUNO DE SUS EJES LONGITUDINALES A O B, DEBIENDO DE QUEDAR LIBREMENTE LOS MARCOS -- 1 Y 4 DURANTE LA CARGA Y TRANSPORTE, Y POR ENDE LA GRAN RIGIDEZ CON LA QUE DEBERA DE ESTRUCTURARSE ENTRE MARCOS 1 Y 2 Y ENTRE 3 Y 4, ES -- NECESARIO ANALIZAR Y DISEÑAR ELEMENTOS ESTRUCTURALES ESPECIFICAMENTE PARA RESISTIR LOS ESFUERZOS QUE SE PRESENTAN DURANTE LOS EVENTOS ANTES MENCIONADOS.

DE LA MISMA MANERA, DURANTE SU LANZAMIENTO E IZAJE SON OTROS -- LOS ESFUERZOS A LOS QUE SE SOMETEN SUS COMPONENTES ESTRUCTURALES, DE BIENDOSE DE ANALIZAR Y REDISEÑAR PARA MANTENERLOS DENTRO DE LOS LIMITES DE ESFUERZO PERMISIBLE.

SUPERESTRUCTURA

AUNQUE ESTA ESTRUCTURA SE FABRICA Y SE IZA EN LA MISMA POSICION- CON LA QUE FINALMENTE TRABAJARA, ES TAMBIEN NECESARIO DISEÑAR OBRAS - FALSAS TEMPORALES PARA SU FABRICACION, ARRASTRE A CHALAN Y FINALMENTE IZAJE.

ESTA OBRA FALSA CONSISTE EN PROPORCIONARLE A LA SUPERESTRUCTURA- UNA ESTRUCTURA TEMPORAL QUE SERVIRA PARA DESLIZARLA DE LA POSICION SO BRE TRABES DE CONCRETO EN PATIO HACIA LA POSICION FINAL SOBRE CHALAN, DEBIENDO SER LO SUFICIENTEMENTE RESISTENTE PARA SOPORTAR LA PROPIA -- CARGA DE LA SUPERESTRUCTURA Y LA FUERZA NORMAL DE FRICCION QUE SE RE- QUIERE PARA DESLIZARLA. ADEMAS, DEBERA SER LO SUFICIENTEMENTE RIGIDA- ENTRE SUS PUNTOS PARA NO PROVOCARLE ESFUERZOS ADICIONALES A LA PROPIA SUPERESTRUCTURA.

POR ULTIMO SOLO NOS RESTA MENCIONAR QUE TANTO LA SUBESTRUCTURA - COMO LA SUPERESTRUCTURA SE FIJAN SOBRE CHALAN A TRAVES DE ELEMENTOS - TUBULARES SOLDADOS CON EL FIN DE QUE EXISTA UNA INTERACCION CONJUNTA- Y UNICA DEL CHALA-ESTRUCTURA DURANTE LA TRANSPORTACION.

LAS DIMENSIONES DE ESTOS ELEMENTOS DE AMARRE SON DEL ORDEN DE -- 10 3/4" Ø X 0.500" ESP. A 16" Ø X 0.375" ESP. Y LONGITUDES HASTA DE - 15' (4.6M)

VII.- ETAPAS DE LA PERFORACION, SEPARACION DE CRUDO, BOMBEO, COMPRESION Y EQUIPOS UTILIZADOS.

ESTE TEMA TIENE LA FINALIDAD DAR A CONOCER AL ING. SUPERVISOR EN FORMA MUY SOMERA, LAS DIFERENTES ETAPAS POR LAS QUE ATRAVIESA EL CRUDO DURANTE SU EXPLOTACION, LAS FUNCIONES BASICAS DE CADA PLATAFORMA Y LOS EQUIPOS UTILIZADOS PARA EL PROCESO Y LOS SERVICIOS REQUERIDOS EN CADA PLATAFORMA.

TOMANDO EN CONSIDERACION QUE LA DIMENSION DE LOS YACIMIENTOS DE CRUDO LLEGAN A TENER DIMENSIONES HASTA DE VARIOS CIENTOS DE KILOMETROS CUADRADOS Y DE ACUERDO CON LAS TECNICAS DE DESARROLLO DE CAMPOS ES NECESARIO EXPLOTARLO EN FORMA RACIONADA, UNIFORME Y SISTEMATICA, SE REQUIERE INSTALAR DIFERENTES PLATAFORMAS DE PERFORACION, ESTRATEGICAMENTE UBICADAS PARA QUE A TRAVES DE SUS 12 POZOS DIRECCIONALES QUE PUEDE PERFORAR CADA PLATAFORMA SE CUBRA EL TOTAL DE LOS PUNTOS DE EXPLOTACION PLANEADOS.

DE ACUERDO CON LAS CARACTERISTICAS DE LOS YACIMIENTOS MARINOS, ASI COMO DE LA EFICIENCIA EN LA PERFORACION, SE HAN INSTALADO EQUIPOS Y TUBERIAS DE PROCESO EN LAS PLATAFORMAS DE PERFORACION PARA MANEJAR CRUDO PRODUCIDO HASTA 120 MIL BARRILES POR DIA, VARIANDO ESTACANTIDAD EN FUNCION, COMO YA SE DIJO, EN EL ACIERTO QUE SE TENGA TANTO EN LOS ESTUDIOS COMO EN LA PERFORACION.

ESTAS PLATAFORMAS DE PERFORACION SON UTILIZADAS EN DOS ETAPAS, SIENDO LA DE PERFORACION Y DE PRODUCCION. LA PRIMERA TERMINA CUANDO SE HAN PERFORADO LA CANTIDAD DE POZOS PROGRAMADOS PARA LA QUE SE INSTALO, PUDIENDO REMOVER EL EQUIPO DE PERFORACION DE UNA PLATAFORMA Y MONTARLO A OTRA PARA INICIAR UNA NUEVA Y PRIMERA ETAPA.

LA SEGUNDA ETAPA ES EL DE APROVECHAR LA MISMA ESTRUCTURA (SUPER SUB. Y PILOTES) PARA INSTALAR EQUIPOS Y TUBERIAS PARA HACER PRODUCIR A LOS POZOS E INDUCIR ESTA PRODUCCION A UNA PLATAFORMA RECEPTORA A TRAVES DE DUCTOS MARINOS.

A CONTINUACION EN LA FIG. 26 Y ANEXOS SE ENLISTAN LOS EQUIPOS -

PRINCIPALES UTILIZADOS EN UNA PLATAFORMA DE PERFORACION Y SUS CARACTERISTICAS PRINCIPALES.

CUANDO LA PRODUCCION DE CRUDO DE UN DETERMINADO CAMPO A TRAVES DE CIERTAS PLATAFORMAS DE PERFORACION RESULTA, TÉCNICO Y ECONOMICA-- MENTE FACTIBLE, SE DECIDE COMO ANTERIORMENTE SE DIJO, INSTALAR UN -- COMPLEJO DE PLATAFORMAS, EL CUAL SE UBICARA ESTRATEGICAMENTE PARA -- POSTERIORMENTE DISTRIBUIR EL PRODUCTO.

ESTE COMPLEJO SE COMPONE COMUNMENTE POR UNA PLATAFORMA DE PERFORACION, UNA DE ENLACE, UNA DE PRODUCCION, UNA DE COMPRESION Y UNA HABITACIONAL PARA DAR SERVICIO A TODO EL PERSONAL.

PLATAFORMA DE ENLACE

LA PLATAFORMA DE ENLACE BASICAMENTE TIENE LA FUNCION DE RECIBIR TODA LA PRODUCCION DE CRUDO O GAS DE UN DETERMINADO NUMERO DE PLATAFORMAS DE PERFORACION Y ENVIARLO A LA PLATAFORMA DE PRODUCCION.

UNA VEZ PROCESADO EN ESTA ULTIMA REGRESA SEPARADO EL CRUDO Y EL GAS A LA PLATAFORMA DE ENLACE PARA QUE FINALMENTE SE ENVIE YA SEA A TIERRA O A UNA EMBARCACION PARA SU ALMACENAMIENTO.

TODA ESTA RECEPCION, DERIVACION Y ENVIO SE HACE A TRAVES DE DUCTOS MARINOS, ASI COMO TUBERIA, CABEZALES DE DISTRIBUCION Y ALGUNOS EQUIPOS ESPECIALIZADOS UBICADOS EN ESTE TIPO DE PLATAFORMAS. A CONTINUACION SE ENLISTAN LOS EQUIPOS PRINCIPALES DE UNA PLATAFORMA DE ENLACE ASI COMO SUS CARACTERISTICAS PRINCIPALES. (VER ANEXOS)

PLATAFORMAS DE PRODUCCION

LAS PLATAFORMAS DE PRODUCCION ACTUALMENTE EN CAMPECHE ESTAN DISEÑADAS PARA PROCESAR UNA CANTIDAD DEL ORDEN DE 160 MIL BARRILES POR DIA, PRODUCCION QUE LA RECIBE DE LA PLATAFORMA DE ENLACE A TRAVES DE TUBERIA. EL CRUDO PRODUCIDO DEL YACIMIENTO ES COMUN QUE VENGA ACOMPAÑADO DE AGUA Y GASES EN PROPORCIONES A VECES MUY ALTA, LOS CUALES ES RECOMENDABLE SEPARARLOS CERCAÑO AL AREA DE PRODUCCION CON EL FIN DE-

DISTRIBUIRLOS PARA SU COMERCIALIZACION O REFINACION CON EL MENOR DE-
LOS RIESGOS ASI COMO EL CUIDADO DE LAS INSTALACIONES.

ESTAS PLATAFORMAS CUENTAN CON EQUIPOS DE SEPARACION DE TRES FA-
SES, O SEA, SEPARAN EL GAS, EL CRUDO Y EL AGUA. DEPENDIENDO DEL TIPO
Y LA CANTIDAD DE CRUDO SE HACE INTERVENIR UN SEGUNDO SEPARADOR DE --
2a. ETAPA. LA SEPARACION DEL CRUDO, GAS Y AGUA SE EFECTUA POR MEDIO-
DE GOLPEO DEL FLUIDO PROVOCANDO LA SEPARACION DE ESTAS TRES. DURANTE
SU PROCESO SE INYECTAN ALGUNOS PRODUCTOS QUIMICOS EN EL FLUJO DE CRU-
DO PARA EVITAR LA ESPUMA, ASI COMO LA CORROSION Y FACIL SEPARACION.

LA PLATAFORMA DE PRODUCCION TIENE LA FLEXIBILIDAD DE ENVIAR EL-
GAS SEPARADO A UNA PLATAFORMA DE COMPRESION O AL PROPIO QUEMADOR. --
PARTE DEL GAS SEPARADO SE TOMA PARA DESHIDRATARLO, ENDULZARLO Y USAR
LO COMO COMBUSTIBLE DE SUS PROPIOS TURBOGENERADORES Y TURBOBOMBAS.

EL CRUDO UNA VEZ SEPARADO ES TOMADO POR UN CONJUNTO DE MOTOBOM-
BAS, (YA SEA ELECTRICAS, DIESEL O TURBINAS) QUE LO BOMBEEARAN A ALTA-
PRESION HACIA LA PLATAFORMA DE ENLACE Y QUE POR MEDIO DE DUCTOS MARI-
NOS FINALMENTE SE ENVIARA A BUQUES TANQUES PARA SU EXPORTACION O A -
INSTALACIONES EN TIERRA PARA SU REFINACION.

A CONTINUACION EN LOS ANEXOS CORRESPONDIENTES SE DESCRIBE EL --
EQUIPO PRINCIPAL DE PROCESO Y SERVICIO DE UNA PLATAFORMA DE PRODUC--
CION, ASI COMO SUS CARACTERISTICAS.

PLATAFORMAS DE COMPRESION

LAS PLATAFORMAS DE COMPRESION ACTUALMENTE EN LA SONDA DE CAMPE-
CHE CUENTAN CON CUATRO MODULOS DE COMPRESION DE GAS DE UNA CAPACI--
DAD DE 90 MILLONES DE PIES CUBICOS DIARIOS, DE LOS CUALES TRES TRABA-
JAN PERMANENTEMENTE Y UNO PERMANECE EN ESPERA O MANTENIMIENTO, QUE--
RIENDO DECIR CON ESTO QUE LA CAPACIDAD DE UNA PLATAFORMA DE COMPRE--
SION ES DE 270 MILLONES DE PIES CUBICOS DIARIOS.

DE LA MISMA MANERA, ESTA PLATAFORMA TIENE FLEXIBILIDAD QUE SI -
RECIBE MAS GAS DEL QUE PUDIERA MANEJAR, ESTE ES ENVIADO A UN QUEMA--
DOR EL CUAL SE UBICA EN UN TRIPODE A 200 MTS. SEPARADO. ADEMÁS DEL

EQUIPO O MODULOS DE COMPRESION CUENTA CON UNA PLANTA DESHIDRATADORA-- Y TRES ENDULZADORAS PARA CONVERTIR EL GAS AMARGO EN DULCE Y ASI DE -- ESTA MANERA APROVECHARLO COMO COMBUSTIBLE PARA EL EQUIPO DE GENERA--- CION Y COMPRESION EL CUAL CUENTA CON MOTORES TIPO TURBINA.

EN LOS SIGUIENTES ANEXOS SE DESCRIBE EL EQUIPO PRINCIPAL DE UNA- PLATAFORMA DE COMPRESION, ASI COMO SUS CARACTERISTICAS.

PLATAFORMAS HABITACIONALES

ES DE SUPONERSE QUE TODAS LAS ANTERIORES PLATAFORMAS NECESARIA--- MENTE TIENEN QUE ESTAR OPERADAS POR TECNICOS Y PERSONAL ESPECIALIZADO LLEGANDO EN OCASIONES A SER TAN GRANDE EL NUMERO DE TRABAJADORES EN-- CARGADOS DE LA OPERACION, MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCION QUE HAY QUE -- INSTALAR UNA PLATAFORMA ESPECIALMENTE PARA DAR ALOJO Y SERVICIO A ES- TE PERSONAL.

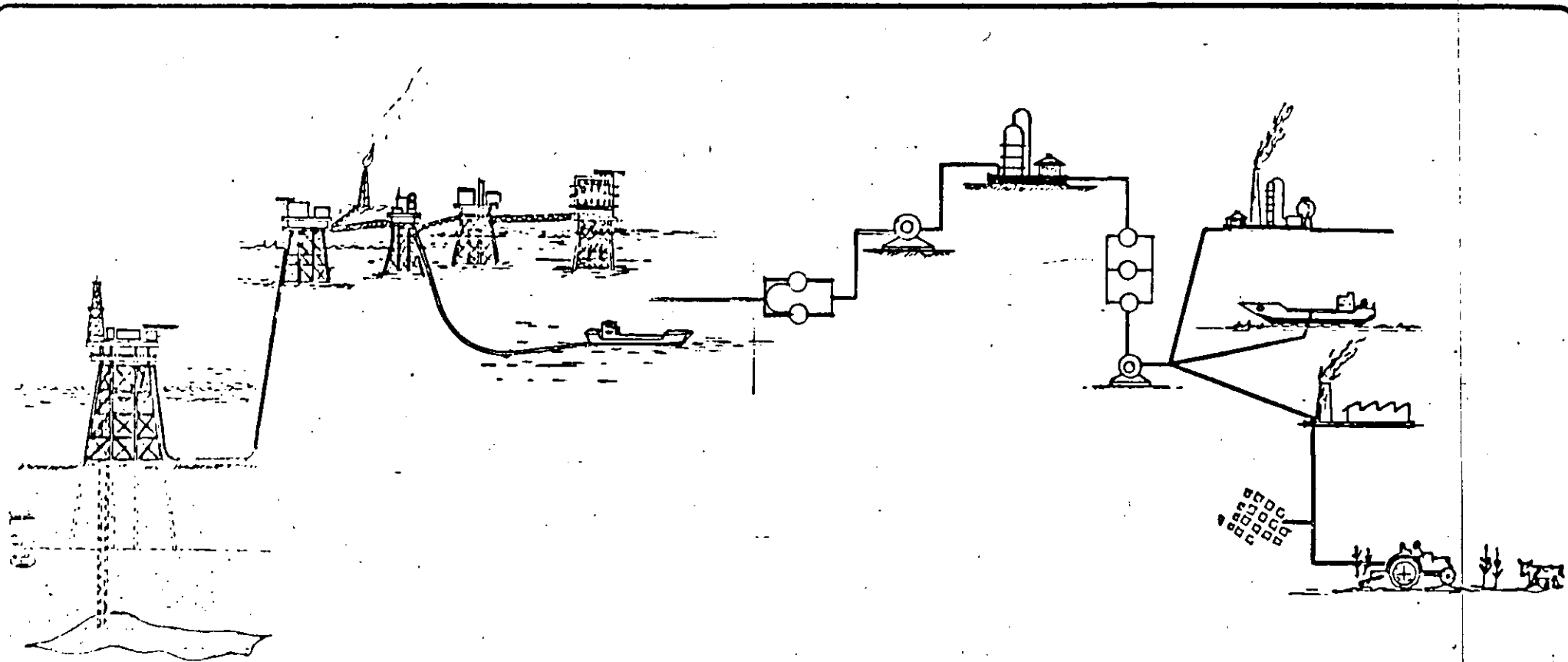
EN EL CASO DE LOS COMPLEJOS UBICADOS EN LA SONDA DE CAMPECHE, -- ESTOS CUENTAN CON PLATAFORMAS HABITACIONALES CON CAPACIDAD DE HASTA - 130 CAMAS Y SERVICIO DE COCINA EN CONDICIONES NORMALES, MAS SIN EMBAR GO HAY MOMENTOS QUE LA CAPACIDAD ES MAYOR DEBIDO AL PERSONAL TECNICO- Y ESPECIALIZADO ARRIBA EN FORMA TRANSITORIA A DESARROLLAR DETERMINA-- DOS TRABAJOS.

LOS SERVICIOS PRINCIPALES CON LOS QUE CUENTA ESTA PLATAFORMA --- SON:

HELICOPTERO, SALA PARA EL CONTROL DE VUELOS Y EMBARQUE, DORMITO- RIOS, BAÑOS, COCINA, COMEDOR, CONSULTORIO, SALA DE ESTANCIA, SALA DE- TELEVISION, GIMNASIO, OFICINAS ADMINISTRATIVAS, CUARTOS FRIOS, CUARTO DE TELECOMUNICACIONES, SALA DE MAQUINAS, TALLERES, ETC.

LOS EQUIPOS UTILIZADOS EN ESTAS PLATAFORMAS HABITACIONALES SE DES- CRIBIRAN A CONTINUACION CON SUS PRINCIPALES CARACTERISTICAS. (VER ANE XOS)

PROCESOS EN LA EXPLOTACION DE CRUDO EN UN YACIMIENTO MARINO



RELACION DE EQUIPO Y SUS CARACTERISTICAS PARA UNA PLATAFORMA

HABITACIONAL 1/2

PTDA.	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CAPACIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	BOMBA AGUA CONTRA INCENDIO	3'-6" x 8'-0" x 6'-0"	5,500	1500 G.P.M. (2 PZS.)
2	BOMBA AGUA POTABLE (HORIZONTAL)		70	35 G.P.M.
3	BOMBA JOCKEY (HORIZONTAL)	2'-0" x 2'-0" x 5'-0"	200	40 G.P.M.
4	BOMBA AGUA DE MAR (VERTICAL)		500	75 G.P.M.
5	BOMBA REFORZADORA DE AGUA DE MAR (HORIZONTAL)		70	35 G.P.M.
6	TABLERO DE CONTROL			
7	BATERIAS C.O.			
8	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	22'-0" x 40'-0" x 12'-0"	90,000	2,250 KW
9	CARGADOR DE BATERIAS			
10	PAQUETE DE GENERACION Y CONTROL			
11	LUZ AUXILIAR DE NAVEGACION			
12	GRUA GIRATORIA		35,000	36.5 TON.
13	TQ. HIDRONEUMATICO DE AGUA POTABLE	4'-0" Ø x 14'-0" T.T.	2,409	1441.5 GAL.
14	RECIPIENTE DE AIRE DE SERVICIO	3'-0" Ø x 7'-6" T.T.	385	449 GAL.
15	RECIPIENTE DE AIRE DE INSTRUMENTOS	3'-0" Ø x 7'-6" T.T.	907	449 GAL.
16	TQ. HIDRONEUMATICO DE AGUA DE MAR	4'-0" Ø x 14'-0" T.T.	2404	1441 GAL.
17	GENERADORA DE DIESEL (HORIZONTAL)		80	5 G.P.M.
18	PAQUETE DE AGUA CALIENTE	3'-0 9/32 Ø x 6'-0 9/16"		
19	UNIDAD TRATAMIENTO DE AGUAS NEGROS	12'-0" PI / 36'-0" T.T.	25000	52 G.P.M.
20	UNIDAD ALACENA "A"		7900	7200 G.P.D.
21	UNIDAD TRATAMIENTO DE AGUAS NEGROS		7900	

RELACION DE EQUIPO Y SUS CARACTERISTICAS PARA UNA PLATAFORMA DE PRODUCCION 1/2

PTDA.	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CAPACIDAD	CANTIDAD KG.	OBSERVACIONES
1	BOMBA DE CRUDO (COMPLETA)	10'-0" x 36'-0" x 12'-0"	42,000	1,460 G.P.M. (5 PZS.)
2	BOMBA DE DIESEL (DE TRANSFERENCIA SUCIO)		300	50 G.P.M.
3	BOMBA DE SUMIDERO		70	30 G.P.M.
4	BOMBA DE TRANSFERENCIA DE DIESEL		300	55 G.P.M.
5	CUARTO DE GENERACION Y CONTROL	22'-0" x 40'-0" x 12'-0"	110,000	2100 K.W.
6	GRUA DE PEDESTAL		60,000	55 TONS.
7	CENTRAL HIDRAULICA	2'-0" x 4'-0" x 8'-0"	2,000	
8	TANQUE DE DRENAJES A PRESSION	4'-0" x 8'-0" T.T.	1,805	843.5 GAL.
9	CENTRIFUGA DE DIESEL	3'-0" x 7'-6" x 4'-6"	200	45 G.P.M.
10	SISTEMA PROPORCIONADOR DE ESPUMA CONTRA INCENDIO			
11	PAQUETE DE INYECCION DE QUIMICOS	3'-3" x 7'-0" x 4'-6"	800	
12	UNIDAD TRATAMIENTO DE AGUAS NEGROS		2,500	25 G.P.M.
13	TQ. DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL SUCIO	60'-0" x 60'-0" x 6'-0" A	6,500	16,1570 GALONES
14	TQ. DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL CENTRIFUGADO	11'-0" x 36'-0" T.T.	9,000	25,592 GALONES
15	SUMIDERO DE DRENAJES ABIERTOS	4'-0" Ø x 120'-0" LONG.	12,700	11,279 GALONES
16	TANQUE DE TURBOSINA	6'-0" Ø x 19'-0" T.T.	3,783	4,210 GALONES
17	SISTEMA DE MEDICION	6'-6" x 32'-0" LARGO	2,500	
18	BOITE PARA ALMACENAMIENTO DE PERSONAL	9'-0" x 22'-0" x 10'-0"	6,185	28 PERSONAS
19	BAI UNTO QUIMICO			
20	CASITA DE OPERARIO	4'-0" x 4'-0"		

RELACION DE EQUIPO Y SUS CARACTERISTICAS PARA UNA PLATAFORMA DE ENLACE 1/2

PTDA.	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CAPACIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	RECIBIDOR DE 24" x 30" 600# (CRUDO)	BASE 4'-0" x 27'-6 7/8"	21010	
2	LANZADOR DE 20" x 24" 600# (CRUDO)	4'-0" x 25'-0 7/8"	13245	
3	LANZADOR DE 24" x 30" 600# (GAS)	4'-0" x 27'-6 7/8"	21010	
4	FILTRO DE AGUA DE MAR	1'-4" A x 1'-6" H x 2' x 2" L	125	
5	FILTRO PARA DIESEL	2'-0" A x 2'-2" H x 3'-3" L	575	
6	FILTRO PARA DRENAJES	1'-4" A x 2'-2" H x 2'-0" L	156	
7	BOMBA PARA DRENAJES ACEITOSOS (HORIZONTAL)	2'-0" Ø x 3'-0" H	200	50 G.P.M.
8	BOMBA PARA AGUA CONTRA INCENDIO (VERTICAL)	4'-0" A x 5'-0" H x 10'-0" L	8000	3000 G.P.M.
9	BOMBA PARA AGUA DE MAR (VERTICAL)	2'-0" A x 4'-0" H x 2'-0" L	1150	
10	BOMBA PARA AGUA POTABLE (HORIZONTAL)	1'-3" A x 1'-0" H x 3'-10" L	128	35 G.P.M.
11	COMPRESOR DE AIRE	8'-0" A x 3'-0" H x 10'-0" L	1400	350 C.F.P.M.
12	CENTRAL HIDRAULICA	4'-3" A x 7'-6" H x 6'-6" L	4000 (LLENO)	
13	RECIBIDOR DE AIRE DE PLANTA	3'-0" Ø x 7'-6" H	907	
14	TQ. HIDRAULICO DE AGUA SALADA	3'-0" Ø x 12'-0" H	680	623 GALONES
15	TA. PARA DRENAJES ACEITOSOS	2'-6" Ø x 25'-0" H	2041	
16	TQ. HIDRAULICO DE AGUA POTABLE	3'-0" Ø x 12'-0" H	1179	623 GALONES
17	GRUA DE HIERRO			55 TON.
18	POLICASTO PARA DIAFILOS		500	4 TON.
19	PARTE DE LOS INYECT.			
20	UNIDAD DE ALUMBRADO	3'-4" A x 7'-0" H x 8'-0" L	2000	5000 G.P.D. 2 PZS.
21	UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AGUAS NIEVAS	6'-6" A x 7'-0" H x 16'-0" L	6000	35 G.P.D.

RELACION DE EQUIPO Y SUS CARACTERISTICAS PARA UNA PLATAFORMA

DE-COMPRESION 1/4

PTDA.	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CAPACIDAD	CANTIDAD KG.	OBSERVACIONES
1	TQ. DE INHIBIDOR DE CORROSION P/CRUDO	2'-0" x 8'-0" H	200	140 GALONES
2	TQ. DE INHIBIDOR DE CORR. P/ GASES	2'-0" x 12'-0" H	350	200 GALONES
3	BOMBA DE INHIBIDOR DE CORROSION		50	10 G.P.M.
4	BOMBA DE INHIB. DE CORROSION P/GASEDUCTO		100	
5	POTABILIZADORA		6000	10,000 G.P.D. 2 PZS.
6	HIPOCLORADOR ELECTRICO			
7	TQ. DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE	20'-0" Ø x 12'-0" H	7000	28,000 GALONES
8	BOMBA DE AGUA POTABLE (HORIZONTAL)		120	35 G.P.M.
9	ACUMULADOR DE GAS INERTE			
10	PLANTA GENERADORA DE GAS INERTE	10'-0" x 22'-0" x 8'-0"	10614	
11	ACUMULADOR DE AIRE DE INSTRUMENTOS	2'-0" Ø x 12'-0" H	750	
12	SECADOR DE AIRE DE INSTRUMENTOS	2'-0" x 6'-0" x 8'-0"	1585	
13	ACUMULADOR DE AIRE DE PLANTA	3'-0" Ø x 19'-0" H	1200	
14	BOMBA DE AGUA CONTRA INCENDIO	4'-0" x 12'-0" x 8'-0"	7000	3500 G.P.M.
15	COMPRESOR AIRE DE INSTRUMENTOS		200	50 C.F.P.M.
16	COMPRESOR AIRE DE PLANTA	3'-0" x 8'-0" x 4'-0"	1500	350 C.F.P.M.
17	BOMBA REINYECCION			
18	REINYECCION DE D.E.A.		150	25 G.P.M.
19	REINYECCION DE T.E.C.		150	25 G.P.M.
20	BOMBA REINYECCION DE ACEITE (CONSERVAMIENTO)			

RELACION DE EQUIPO Y SUS CARACTERISTICAS PARA UNA PLATAFORMA DE COMPRESION 2/4

PTDA.	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CAPACIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
21	FOSE DE D.E.A.		750	
22	FOSE DE T.E.G.		750	
23	SUMIDERO DE DRENATES			
24	TQ. ALMTO. ACEITES CALENTAMIENTO		3400	
25	TQ. ALMACENAMIENTO DE D.E.A.		2870	
26	TQ. ALMACENAMIENTO DE T.E.G.		2870	
27	TQ. DE BALANCE DE AGUA ACEITOSA			
28	HOMBA DE AGUA ACIDA		684	
29	SEPARADOR TRIFASICO			
30	TQ. PRESURIZADO DE AGUA DE MAR		1250	
31	FILTRO DE AGUA DE MAR		420	
32	RECTIFICADOR GAS DE BAJA		12321	
33	RECTIFICADOR GAS DE ALTA		13727	
34	DESFOQUE DE BAJA		24970	
35	DESFOQUE DE ALTA		24970	
36	FILTRO DE AGUA ACIDA			
37	HOMBA DE DESFOQUE		429	
38	HOMBA DE ACEITE MINERAL		420	
39	HOMBA DE ACEITE SINTETICO			
40	TANQUE DE ACEITE MINERAL		2300	
41	TANQUE DE ACEITE SINTETICO		530	

RELACION DE EQUIPO Y SUS CARACTERISTICAS PARA UNA PLATAFORMA DE COMPRESION 3/4

PTDA.	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CAPACIDAD	CANTIDAD KG.	OBSERVACIONES
42	TANQUE DE RECEPCION DE DIESEL	16'-0" ϕ x 22'-0" H	4930	4000 GALONES
43	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DIESEL	16'-0" ϕ x 22'-0" H	4930	4000 GALONES
44	TQ. PARA CALENTAMIENTO TAMBORES D.E.A.			
45	RECTOR Y LANZADOR 36" ϕ x 42" 600#		42,000	
46	BOMBA DE TRANSFERENCIA DE DIESEL		120	35 G.P.M.
47	CENTRIFUGADORA DE DIESEL	2'-0" x 4'-0" x 4'-0"	500	25 G.P.M.
48	BOMBA DE AGUA CONTRAFUEGO (ELECTRICA)	4'-0" x 12'-0" x 6'-0"	5000	3500 G.P.M.
49	BOMBA DOSIFIC. DE INHIBIDOR CORR.		60	5 G.P.M.
50	SOLAR ENFERMADOR DE GAS AMARCO			
51	A ENLUZAMIENTO			
52	CASITA DE SALVAMENTO	9'-0" x 22'-0" x 10'-0"	6185'	28 PERSONAS
53	SEPARADOR DE GAS COMBUSTIBLE			
54	GENERADOR DE GAS INERTE	10'-0" x 18'-0" x 6'-0"	12500	
55	MALACATE P/ ESCALERA RETRACTIL		150	2 PZS.
56	BOMBA P/ MANTENIMIENTO DE CONDENSADOS		120	25 G.P.M.
57	TQ. DE ARMATICOS A GAS DE BAJA			
58	BOMBA DE ARMATICOS DE BAJA			
59	TQ. DE ARMATICOS A GAS DE ALTA			
60	BOMBA DE ALTA			
61	PQT / TRATAMIENTO AGUAS NEGRAS			
62	BANOS	4'-0" x 6'-0" x 8'-0"	1500	

RELACION DE EQUIPO Y SUS CARACTERISTICAS PARA UNA PLATAFORMA

DE COMPRESION 4/4

PTDA.	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CAPACIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
63	POLIPASTO NEUMATICO			2 TON.

617

RELACION DE EQUIPO Y SUS CARACTERISTICAS PARA UNA PLATAFORMA

DE PERFORACION 1/2

PTDA.	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CAPACIDAD	CANTIDAD KILOGRAMO	OBSERVACIONES
1	BOMBA PARA AGUA FRESCA (CENTRIFUGA)	2'-0" L x 12' A	200	50 G.P.M.
2	BOMBA PARA SUMIDERO DE DRENAJES		50	35 G.P.M.
3	BOMBA PARA AGUA CONTRA INCENDIO (ELECTRIC-CENTRIFUGA)		4500	2500 G.P.M.
4	BOMBA PARA AGUA CONTRA INCENDIO (DIESEL)	7'-6" L x 4'-6" A	5500	2500 G.P.M.
5	BOMBA JOCKEY (CENTRIFUGA)	20' x 18" x 2'-0"	100	50 G.P.M.
6	BOMBA PARA AGUA DE MAR (VERTICAL)	2'-0" x 2'-0"	200	75 G.P.M.
7	STRENA PARA NIEBLA	3'-6" L x 3'-6" A x 7'-6" H	170	
8	LUZES AUXILIARES PARA LA NAVEGACION	2'-0" x 2'-0" x 2'-0"	50	
9	AGUA DE METALES		35000	CAPACIDAD NOMINAL 36.3 TON.
10	SEPARADOR DE PURBA (HORIZONTAL 3F)	102" DI 20'-0" TT	43000	
11	LANZADOR DE DIABLOS	24" x 30" x 600 #	22000	
12	CILINDROS DE NITROGENO		2000	
13	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA FRESCA	8'-0" Ø x 30'-0" T.T.	7500	43,000 LTS. (2 PZS.)
14	SUMIDERO DE DRENAJES ABIERTOS	2'-6" x 1/4'-6" VERTICAL.	8618	
15	TAJEREO HIDRAULICO DE CONTROL DE POZOS	11'-0" x 3'-6"	1000	
16	TAJEREO DE PAJO	8'-0" x 2'-0"	600	
17	UNIDAD HIDRAULICA (PARA LANZADOR)	2'-0" x 4'-0" x 8'-0"	1200	
18	INSTRUMENTOS PARA MEDICIONES AEREALES		1600	P/SERVICIO A 480 V.C.A.
19	CARGADOR DE BATERIAS PARA 24 V.C.D.	1'-0" x 2'-0" x 2'-6"	120	EN CABINETE NEMA 4
20	CASITA INSTALACION DE LA U.T.R. DEL SIST. SCADA			
21	TAJEREO DE DISTRIBUCION DE 24 V.C.D.		70	

VIII.- INTRODUCCION A LA TECNOLOGIA DE LOS MATERIALES ESTRUCTURALES -
UTILIZADOS EN LA FABRICACION DE PLATAFORMAS MARINAS Y SU ACEPTACION EN CAMPO.

HABLAR DE PLATAFORMAS MARINAS PARA LA EXPLOTACION DE YACIMIENTOS DE CRUDO ES TAN AMPLIO E IMPRESIONANTE QUE PODRIAMOS ESCRIBIR LIBROS, TESIS, ESTUDIOS Y NO ACABARIAMOS, ADEMAS QUE LA TECNOLOGIA PARA ESTE TIPO DE OBRAS AVANZA DIA A DIA A PASOS AGIGANTADOS, ENGLOBANDO UNA GRAN GAMA DE ESPECIALIDADES DE LA INGENIERIA.

ESTE TRABAJO ESTA ENCAMINADO A OFRECER AL SUPERVISOR UN RAPIDO BOSQUEJO DEL CONTEXTO GENERAL DE LO QUE SON LAS ACTIVIDADES PRINCIPALES QUE INTERVIENEN EN LAS MAGNAS OBRAS FUERA DE COSTA, MOTIVO -- POR EL CUAL EN LOS PRIMEROS TEMAS SE HIZO INCAPIE EN DESCRIBIR LAS GENERALIDADES MAS IMPORTANTES DE LAS ESTRUCTURAS Y OBRAS ACCESORIAS ASI COMO LA INTERRELACION DE ESPECIALIDADES Y FUNCIONES QUE INTERVIENEN Y LOS EQUIPOS PRINCIPALES DE CADA UNA DE ELLAS.

HASTA ESTE MOMENTO CONSIDERAMOS QUE AL SUPERVISOR SE LE HA UBIADO CON LA SUFICIENTE MOTIVACION PARA QUE EN LOS SIGUIENTES TEMAS A TRATAR SE INTERESE EN PLANTEAR CUESTIONAMIENTOS QUE PUEDAN SER RESUELTOS POR EL EXPOSITOR O POR SU PROPIA INICIATIVA LA CUAL ES IMPRESCINDIBLE PARA LOGRAR LAS METAS PRETENDIDAS EN ESTOS CURSOS O PLATICAS.

ANTES DE INICIAR ESTE TEMA QUEREMOS HACER INCAPIE QUE SI LOS TRABAJOS DE FABRICACION DE PLATAFORMAS SE CONSIDERAN LA MAYOR PARTE COMO OBRA METAL MECANICA Y UN MINIMO DE TRABAJO DE OBRA ELECTROMECA NICA. ES DE ACEPTARSE QUE NUESTRA SUPERVISION DEDICARA MAS TIEMPO Y ESFUERZOS EN PREPARARSE Y ABOCARSE A TODOS AQUELLOS TRABAJOS O PROBLEMAS QUE PRESENTEN LOS MATERIALES, DESPIESES, SOLDADURA Y MONTAJES, PARTICIPANDO PLENAMENTE PARA LOGRAR MEJORES RESULTADOS.

RAIZ DE LO ANTERIOR SE HARA UNA BREVE DESCRIPCION DE LA CLASIFICACION DE LOS MATERIALES Y SUS PROPIEDADES.

METAL

ES UN ELEMENTO QUIMICO SOLIDO A LA TEMPERATURA ORDINARIA. ES UN CUERPO CONDUCTOR DE CALOR Y DE LA ELECTRICIDAD, REGULARMENTE PUEDE - SER DUCTIL, MALEABLE O AMBAS COSAS A LA VEZ; SU COLOR ES DE UN COLOR OPACO CARACTERISTICO CONOCIDO CON EL NOMBRE DE METALICO; EN LA ELECTROLISIS MUESTRA CARGA POSITIVA Y PRODUCE OXIDOS DE CARACTER BASICO.

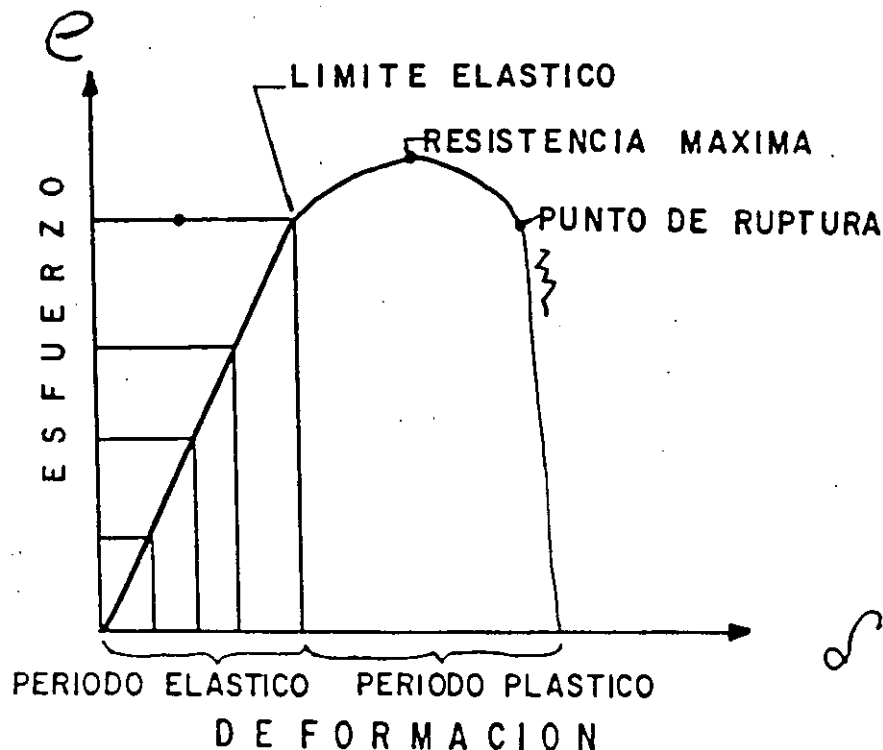
PROPIEDADES DE LOS METALES

ELASTICIDAD

ES LA PROPIEDAD DE LOS CUERPOS EN VIRTUD DE LA CUAL RECOBRAN O TIENDEN A RECOBRAR SU FORMA Y DIMENSIONES PRIMITIVAS CUANDO CESA LA CAUSA QUE LOS HA DEFORMADO.

PLASTICIDAD

ESTE TERMINO, CUANDO SE APLICA A LOS METALES SEÑALA LA HABILIDAD QUE TIENEN ESTOS PARA DEFORMARSE SIN ROMPERSE DESPUES DE REBASAR SU LIMITE ELASTICO, O SEA QUE EL METAL PRESENTA DEFORMACIONES PERMANENTES.



$$\text{COEFICIENTE DE SEGURIDAD} = \frac{\text{RESISTENCIA MAXIMA}}{\text{COEFICIENTE DE TRABAJO O ESFUERZO}}$$

DUCTILIDAD

ES LA PROPIEDAD QUE PERMITE A UN MATERIAL SUFRIR GRANDES ALARGAMIENTOS Y REDUCCION DE SU AREA TRANSVERSAL POR FRACCION (TENSION) -- OFRECIENDO UNA RESISTENCIA CONSIDERABLE A LA RUPTURA.

MALEABILIDAD

ES LA PROPIEDAD QUE PERMITE A LOS MATERIALES ESTIRARSE EN TODAS DIRECCIONES SIN ROMPERSE, YA SEA POR LAMINADO DE RODILLOS O POR FORJADO.

TENACIDAD

ES LA PROPIEDAD QUE TIENEN LOS MATERIALES DE OBSERVAR ENERGIA -- DE DEFORMACION (TRABAJO) SIN ROMPERSE.

FRAGILIDAD

ES LA PROPIEDAD QUE TIENEN LOS MATERIALES AL ROMPERSE AL SER -- SOMETIDOS A UN CAMBIO DE TEMPERATURA BRUSCO. EN OTRAS PALABRAS NO -- TIENEN CAPACIDAD DE ABSORBER ENERGIA DE DEFORMACION.

CONDUCTIVIDAD TERMICA

SE DENOMINA ASI A LA FACILIDAD QUE PRESENTAN LOS MATERIALES PARA QUE POR SU INTERIOR CIRCULE EL CALOR, O SEA QUE SE TENGA UN FLUJO DE CALOR.

CONDUCTIVIDAD ELECTRICA

SE DENOMINA ASI A LA FACILIDAD QUE PRESENTAN LOS MATERIALES PARA QUE POR SU INTERIOR CIRCULE UNA CORRIENTE ELECTRICA.

RESISTIVIDAD ELECTRICA

ES LA MEDIDA DE LA OPOSICION QUE PRESENTA UN MATERIAL A QUE POR SU INTERIOR CIRCULE UNA CORRIENTE ELECTRICA.

COLOR

LOS COLORES MAS COMUNES EN LOS METALES SON: BLANCO COMO LA PLATA, PLATINO, ALUMINIO, MERCURIO, ESTAÑO.; BLANCO AZULADO COMO EL -- ANTIMONIO, ZINC, PLOMO, CROMO.; BLANCO ROSADO COMO EL BISMUTO.; GRIS EL HIERRO, ARSENICO.; AMARILLO ORO; ROJO COBRE.

EN ESTADO LIQUIDO DE LOS METALES ES DISTINTA A LA DEL METAL SOLIDO.

OLOR

POR LO GENERAL LOS METALES NO TIENEN OLOR, SIN EMBARGO EL COBRE Y EL ESTAÑO DESPRENDEN AL FROTARLOS CON LAS MANOS UN OLOR CARACTERISTICO Y DESAGRADABLE.

PESO ESPECIFICO

EL PESO ESPECIFICO DE LOS METALES SE ENCUENTRA COMUNNEMENTE ARRIBA DE 6, EXCEPTUANDO EL ALUMINIO CUYO PESO ESPECIFICO ES DE 2700 KG/M³.

DILATIBILIDAD

ES LA PROPIEDAD QUE TIENEN LOS CUERPOS DE AUMENTAR DE VOLUMEN -- AL CALENTARSE. SE TIENEN TRES TIPOS DE DILATAACION: LINEAL, DE SUPERFICIE Y DE VOLUMEN.

RESISTENCIA MECANICA

SE LLAMA ASI, A LA CAPACIDAD QUE TIENE UN MATERIAL DE SOPORTAR LA ACCION DE FUERZAS EXTERIORES SIN ROMPERSE.

SE TIENEN VARIAS FORMAS DE RESISTENCIA MECANICA, ENTRE LAS CUALES ENCONTRAMOS LA RESISTENCIA A LA TENSION, COMPRESION Y AL CORTE.

SE PRODUCEN ESFUERZOS DE TENSION CUANDO EN UN CUERPO ACTUAN -- FUERZAS QUE TIENDEN A SEPARAR ENTRE SI A LAS MOLECULAS DEL CUERPO.

SE PRODUCEN ESFUERZOS DE COMPRESION CUANDO LAS FUERZAS QUE ACTUAN EN UN CUERPO TIENDEN A JUNTAR LAS MOLECULAS DEL MISMO.

SE PRODUCEN ESFUERZOS DE CORTE, CUANDO LAS FUERZAS QUE ACTUAN - EN UN CUERPO TIENDEN A SEPARAR LAS MOLECULAS, PERO EN ESTE CASO, HACIENDOLAS DESLIZAR UNAS CON RESPECTO A OTRAS.

LA RESISTENCIA MECANICA SE DA EN KG/CM^2 . O LBS/PULG^2 .

DUREZA

LA DUREZA ES UNA DE LAS PROPIEDADES MAS IMPORTANTES DE LOS METALES Y SE DEFINE COMO LA RESISTENCIA QUE OFRECE UN MATERIAL A LA SEPARACION DE SUS PARTICULAS POR LA PENETRACION DE OTRO MATERIAL, YA SEA POR ROZAMIENTO O POR PENETRACION DIRECTA SOBRE LA SUPERFICIE, EN CUYOS CASOS SE CONOCE COMO DUREZA AL RALLADO Y DUREZA A LA PENETRACION.

EXISTEN VARIOS APARATOS PARA MEDIR LA DUREZA EN LOS MATERIALES, SIENDO ELLAS, LA DUREZA BRINELL, DUREZA ROCWELL Y DUREZA VICKERS, ADEMÁS SE CONOCE EL ESCLEROSCOPIO DE SHORE, MONOTRON, ETC., NO MUY -- USUALES ESTOS ULTIMOS.

M E T A L E S

POR CONVENIENCIA LOS METALES Y ALEACIONES MAS USUALES EN EL TALLER Y EN INGENIERIA SE DIVIDEN EN 3 GRUPOS.

1er. GRUPO .- METALES FERROSOS.- GRUPO DE HIERROS Y ACEROS ES EL QUE INCLUYEN LAS DIFERENTES FUNDICIONES DE HIERRO, LOS HIERROS PROPIAMENTE DICHOS ACEROS.

2do. GRUPO .- METALES NO FERROSOS.- INTEGRAN ESTE GRUPO METALES DE GRAN IMPORTANCIA COMERCIAL COMO LO SON EL COBRE, ALUMINIO , ZINC, PLOMO, ESTAÑO Y NIQUEL, ETC. ENTRE LOS METALES MENOS IMPORTANTES SE ENCUENTRA EL ANTIMONIO, MAGNESIO, CADMIO, BISMUTO, MERCURIO, ETC., ESTOS ULTIMOS-METALES SE APLICAN BASTANTE EN LA MANUFACTURA DE LIGAS O ALEACIONES, USANDOSE EN ESTADO PURO.

3er. GRUPO .- ALEACIONES.- SE LLAMA ALEACION O LIGA A LA SOLUCION DE DOS O MAS METALES O DE METALES CON ALGUNOS NO METALES- QUE SE HAN SOLIDIFICADO.

LA APLICACION COMERCIAL DE LAS ALEACIONES ES DE LO MAS VARIADO, TENIENDOSE ALEACIONES DE ANTIFRICCION, RESISTENTES A LA CORROSION, DECORATIVAS, RESISTENTES MECANICAMENTE, ETC. INDUSTRIALMENTE SE UTILIZAN TAMBIEN ELEMENTOS NO METALICOS COMO EL CROMO, COBALTO, TUNGSTENO, TITANEO, VANADIO, MOLIBDENO, CUYA APLICACION ESPECIFICA ES LA DE FORMAR ALEACIONES Y SOLO EXCEPCIONALMENTE SE USAN PUROS.

S I D E R U R G I A

SE LLAMA SIDERURGIA AL ARTE DE EXTRAER AL HIERRO DE SUS MINERALES Y DE TRABAJARLO, COMPRENDIENDO TODOS LOS PROCESOS SEGUIDOS PARA BENEFICIAR TODOS LOS MINERALES DE HIERRO Y OBTENER LAS DISTINTAS CLASES DE HIERRO Y ACEROS.

LA MANUFACTURA DEL HIERRO Y DEL ACERO ES UNO DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES MAYORES DEL MUNDO, POR RAZON DE LA IMPORTANCIA DE ESOS PRODUCTOS COMO MATERIALES DE CONSTRUCCION.

H I E R R O

EL HIERRO ES UN METAL QUE EN ESTADO DE PUREZA QUIMICA CASI NO TIENE UTILIDAD COMERCIAL, PERO QUE AGREGANDOLE ALGUNOS ELEMENTOS QUIMICOS CAMBIA RADICALMENTE SUS PROPIEDADES, RESULTANDO INCONTABLES VARIACIONES DE HIERROS FUNDIDOS; HIERROS DULCES Y ACEROS.

EL HIERRO ES OBTENIDO DEL ALTO HORNO, FUNDIENDO SUS MINERALES, LOS CUALES SE REDUCEN POR LA COMBINACION DE OXIGENO CON EL CARBON COQUE; LAS IMPUREZAS SALEN DE LA ESCORIA QUE SE FORMA POR LA FUSION DE LA PIEDRA, DE CAL USADA COMO FUNDENTE.

EL PRODUCTO DEL ALTO HORNO ES EL HIERRO COLADO DE PRIMERA FUSION O ARRABIO, EL CUAL CONTIENE DE 3 A 4% DE CARBONO, DE 1 A 3% DE CILICIO, DE 0.3 AL 1.5% DE FOSFORO, DE 0.1 A 1.0 DE MAGNESO Y MENOS DE 1% DE AZUFRE.

BALANCE DEL ALTO HORNO

MATERIAL REQUERIDO	MATERIAL PRODUCIDO
2 TONELADAS DE MINERAL	1 TONELADA DE HIERRO COLADO
1 TONELADA DE COQUET	5.5 TONELADAS DE GAS DE ALTO HORNO
4 TONELADAS DE AIRE	0.6 TONELADAS DE ESCORIA
0.4 TONELADAS DE PIEDRA CAL.	DE 35 A 175 KG. DE HOLLIN

SE REQUIEREN DE 24 A 40,000 M³. DE AGUA POR DIA PARA EL ENFRIAMIENTO DEL HORNO.

EL PRODUCTO DEL ALTO HORNO, HIERRO COLADO DE PRIMERA FUSION O ARRABIO, SE REFINA POSTERIORMENTE POR DIFERENTES PROCESOS, DEPENDIENDO DE LOS CUALES SE OBTIENEN VARIETADES DE HIERROS Y ACEROS CONOCIDOS, LOS QUE EN FORMA GENERAL SE INDICAN EN LA TABLA SIGUIENTE.

PROCESO DE REFINACION

MATERIA PRIMA	HIERRO COLADO O ARRABIO + CHATARRA DE FUNDICION		HIERRO COLADO O ARRABIO + CHATARRA DE ACERO	HIERRO COLADO O ARRABIO + CHATARRA DE FUNDICION	
PROCESO	HORNO DE CUBILOTE	HORNO DE REVERVERO DE AIRE O SOLERA	-SIEMENS MARTIN -BESSEMER -HORNO DE HOGAR ABIERTO -HORNO ELECTRICO	ASTON BESSEMER	PUDELADO
PRODUCTO OBTENIDO	FUNDICION GRIS BLANCA O MIXTA	HIERRO FUNDIDO O MALEABLE	ACEROS COMUNES Y DE ALEACION	HIERRO FORJADO	HIERRO FORJADO
CONTENIDO DE CARBON	2.5 A 3.75%	1.75 A 2.5%	0.1 A 1.7%	MENOS DE 0.1%	MENOS DE 0.1%

MINERALES DE HIERRO

LOS PRINCIPALES MINERALES DE HIERRO QUE SE CONOCEN SON LA HEMATITA ROJA Y LA MAGNETITA.

HEMATITA ROJA

ES UN OXIDO DE HIERRO ANIDRO QUE CONTIENE ALREDEDOR DE 70% DE HIERRO Y ABUNDA EN MEXICO EN EL CERRO DEL MERCADO DE DURANGO; EN LAS TRUCHAS MICHOCAN, CON UNA RESERVA APROXIMADA DE 60 MILLONES DE TONELADAS DE HIERRO; EN PEÑA COLORADA EN COLINA, CON UNA RESERVA DE 100-MILLONES DE TONELADAS; EXISTEN ADEMAS YACIMIENTOS EN LOS ESTADOS DE VERACRUZ, GUERRERO Y OAXACA.

MAGNETITA

ES UN OXIDO FERROSO FERRICO QUE CONTIENE APROXIMADAMENTE 74% DE HIERRO. NO SE CUENTA CON YACIMIENTOS DE ESTE MINERAL EN MEXICO.

LAS HEMATITAS NEGRA, PARDA Y GRIS SON OXIDOS DE HIERRO Y CON AGUA EN COMBINACION, ALCANZANDO UN CONTENIDO DE HIERRO DE 52 Y 66%.

POR ULTIMO SE TIENEN LAS PIRITAS O SULFUROS DE HIERRO, QUE SON LOS MINERALES MAS POBRES PUES APENAS CONTIENEN UN 34% DE HIERRO.

A C E R O S

EL HIERRO FORJADO Y OTRAS FORMAS COMERCIALES DE HIERRO PURO SON BASTANTE SUAVES Y DUCTILES PARA QUE PUEDAN SERVIR EN MUCHAS APLICACIONES DONDE SE DESEAN MATERIALES FERROSOS DE ALTA RESISTENCIA O CON DUREZA SUPERFICIAL ELEVADA, EN CUYOS CASOS SE EMPLEA EL MATERIAL CONOCIDO COMO ACERO.

EL ACERO ES UNA ALEACION CRISTALINA DE HIERRO, CARBON Y OTROS ELEMENTOS QUE NO CONTIENEN ESCORIA Y QUE PUEDEN VACEARSE, LAMINARSE O FORJARSE. PARA OBTENER LAS PROPIEDADES DESEADAS (DUREZA, RESISTENCIA, ETC.) ES NECESARIO AGREGAR CANTIDADES ADECUADAS DE ELEMENTOS DE ALEACION Y SUJETA A LA ALEACION DE HIERRO RESULTANTE (ACERO) AL TRA-

TAMIENTO TERMICO REQUERIDO PARA RESISTIR EL TRABAJO MECANICO ESPERADO.

EL CARBON ES UN CONSTITUYENTE IMPORTANTE DEBIDO A SU HABILIDAD PARA AUMENTAR LA DUREZA Y LA RESISTENCIA DEL ACERO. EN TERMINOS GENERALES, NO SE LE CONSIDERA AL CARBON COMO ELEMENTO DE ALEACION. YA QUE EL CONJUNTO HIERRO CARBON DENTRO DE PORCENTAJES DETERMINADOS CONSTITUYE LO QUE SE CONOCE COMO ACERO.

LOS ACEROS SE CLASIFICAN POR SU COMPOSICION DE LA SIGUIENTE MANERA.

A C E R O S

BAJO CARBON	MEDIO CARBON	ALTO CARBON	BAJA ALEACION	ALTA ALEACION
CON MENOS DE 0.3% DE CARBON	DE 0.3 A 0.6% DE CARBON	CON MAS DE 0.6% HASTA 1.7% DE CARBON	CON MENOS DE 8% DEL TOTAL DE ELEMENTOS DE ALEACION.	
LOS ACEROS AL CARBON SON AQUELLOS CUYAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS SE DEBEN PRINCIPALMENTE AL CARBON.			LOS ACEROS DE ALEACION SON AQUELLOS CUYAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS SE HAN MEJORADO AÑADIENDO OTROS ELEMENTOS DISTINTOS AL CARBONO, ADEMÁS DE ESTE MISMO QUE QUEDA INCLUIDO EN EL TERMINO ACERO.	

TRATAMIENTO TERMICO DE LOS ACEROS

SE DEFINE COMOTRATAMIENTO TERMICO DE LOS ACEROS A LA OPERACION DE CALENTAR Y ENFRIAR UN METAL DENTRO DE SU ESTADO SOLIDO, PARA CAM-

BIAR SUS PROPIEDADES FISICAS EN LAS QUE SE APOYAN:

- 1.- ENDURECER EL ACERO PARA RESISTIR LA ABRASION Y LOS ESFUERZOS DE CORTE
- 2.- SUAVIZAR EL ACERO PARA PERMITIR SU MAQUINADO
- 3.- AUMENTAR LA DUREZA Y RESISTENCIA AL CHOQUE
- 4.- AUMENTAR LA DUCTIBILIDAD Y LA RESISTENCIA AL CHOQUE
- 5.- AUMENTAR LA TENACIDAD
- 6.- AUMENTAR LA RESISTENCIA AL CALOR Y A LA CORROSION
- 7.- PRODUCIR UNA SUPERFICIE DURA EN UN MATERIAL DE CARACTERISTICA DUCTIL
- 8.- ELIMINACION DE GASES, ESFUERZOS INTERNOS, ETC., QUE QUEDAN DESPUES DEL TRABAJO EN FRIO O EN CALIENTE DEL MATERIAL

EL TRATAMIENTO TERMICO ES ESCENCIALMENTE APLICABLE A LOS ACEROS AL CARBONO, PUES LOS ACEROS DE ALEACION DEBEN FUNDAMENTALMENTE SUS PROPIEDADES FISICAS A LOS ELEMENTOS DE ALEACION.

EL TRATAMIENTO TERMICO SE BASA EN LA VARIACION DE LA ESTRUCTURA CRISTALINA DEL ACERO, LO CUAL HACE QUE AUN CUANDO LA COMPOSICION QUIMICA DE ESTE PERMANECE CONSTANTE, LA CONFORMACION ATOMICA SE MODIFICA (CAMBIOS EN LA FORMA Y TAMAÑO DE LOS CRISTALES), ORIGINANDO CAMBIOS Y MEJORAS EN LAS CARACTERISTICAS FISICAS DEL ACERO.

LOS PROCESOS MAS IMPORTANTES DEL TRATAMIENTO TERMICO DE LOS ACEROS SON LOS SIGUIENTES:

I

PROCESOS
DE
ABLANDAMIENTO

NORMALIZADO
RECOCIDO
GLOBULIZADO O
ESFEROIDIZADO

II

PROCESOS
DE
ENDURECIMIENTO

TEMPLADO TOTAL
TEMPLADO PARCIAL O
SUPERFICIAL

III

REVENIDO

1.- PROCESOS DE ABLANDAMIENTOS

EL TRATAMIENTO TERMICO QUE SE DA A UN ACERO PARA PRODUCIRLE ABLANDAMIENTO, CONSISTE EN GENERAL, EN CALENTARLO ARRIBA DE SUS TEMPERATURAS CRITICAS PARA LUEGO ENFRIARLO LENTAMENTE.

NORMALIZADO

EL PROCESO DE NORMALIZACION CONSISTE EN CALENTAR EL ACERO ENTRE 30 Y 60°C ARRIBA DE LA LINEA DE TEMPERATURA CRITICA SUPERIOR (E,D,C,) VER FIG. 27 DEJANDOLO ENFRIAR LUEGO LENTAMENTE EN EL AIRE, HASTA ALCANZAR LA TEMPERATURA AMBIENTE.

ESTE PROCESO SE EMPLEA PRINCIPALMENTE PARA LOS ACEROS DE BAJO Y MEDIO CARBON; EN LOS ACEROS DE ALEACION PARA LOGRAR UNA ESTRUCTURA GRANULAR UNIFORME Y ELIMINAR LOS ESFUERZOS INTERNOS.

LA MAYOR PARTE DE LOS ACEROS COMERCIALES SE NORMALIZAN DESPUES QUE SE HAN LAMINADO O VACIADO.

RECOCIDO

CONSISTE EN CALENTAR EL ACERO A UNA TEMPERATURA LIGERAMENTE SUPERIOS (11°C) A LAS LINEAS DE TEMPERATURA CRITICA SUPERIOR E INFERIOR (E,D,G,), SOSTENIENDO LA TEMPERATURA HASTA QUE SE UNIFORMICE ESTA EN LA PIEZA TRATADA (SE REQUIEREN APROXIMADAMENTE 20" MINUTOS POR CADA CENTIMETRO DE ESPESOR DE LA PIEZA DE MAYOR TAMAÑO), PROCEDIENDO LUEGO A ENFRIARLA LENTAMENTE. A MAYOR CANTIDAD DE CONTENIDO DE CARBONO EN UN ACERO, MAS LENTO DEBE SER EL RITMO DE ENFRIAMIENTO; EN ESTE CASO, LA PIEZA SE DEJA ENFRIAR DENTRO DEL HORNO DE TRATAMIENTO.

CON EL RECOCIDO SE OBTIENE ELIMINACION DE LOS ESFUERZOS INTERNOS DEL ACERO, MAYOR SUAVIDAD, MENOR DUREZA Y MENOS RESISTENCIA A LA RUPTURA; AUMENTA LA DUCTILIDAD Y SE OBTIENE UNA ESTRUCTURA GRANULAR-

REFINADA.

GLOBULIZADO O ESFEROIDIZADO

ESTE PROCESO EN CALENTAR EL ACERO HASTA UNA TEMPERATURA UN POCO MENOR (30°C) A LA TEMPERATURA DURANTE UN TIEMPO GRANDE. ESTE PROCEDIMIENTO PRODUCE EN LOS ACEROS UNA REUNION ENTRE LAS PARTICULAS DE CARBURO PARA FORMAR PEQUEÑAS ESFERAS.

LA ESTRUCTURA GLOBULAR MEJORA LA MAQUINIBILIDAD DEL ACERO.

PUEDE ACELERARSE LA GLOBULIZACION POR MEDIO DE CALENTAMIENTOS Y ENFRIAMIENTOS ALTERNADOS DEL ACERO A TEMPERATURAS QUE SE ENCUENTREN UN POCO ABAJO Y ARRIBA DE LOS 1333° (723°C), PARA POSTERIORMENTE --- EFECTUAR EL PROCESO DE GLOBULIZADO QUE SE CITO.

II.- PROCESOS DE ENDURECIMIENTO

SE DENOMINA TEMPLADO O ENDURECIDO DE UN ACERO AL PROCESO DE CALENTARLO A UNA TEMPERATURA UN POCO SUPERIOR A SU TEMPERATURA CRITICA, PARA LUEGO ENFRIARLO RAPIDAMENTE.

TEMPLEADO O ENDURECIMIENTO TOTAL

CONSISTE EN CALENTAR EL ACERO A UNA TEMPERATURA CRITICA E D DEL DIAGRAMA HIERRO CARBURO DE HIERRO, EN LOS ACEROS QUE TIENEN HASTA - 0.85 DE CARBONO Y EN LOS DE MAYOR CONTENIDO CALENTARLOS UNICAMENTE - ARRIBA DE 723°C (1333°F), SOSTENIENDO LA TEMPERATURA HASTA QUE LA -- PIEZA SE CALIENTE TOTALMENTE, ES DECIR QUE SU TEMPERATURA SEA UNIFORME EN TODA LA PIEZA; ESTO SE OBTIENE CALENTANDO GRADUALMENTE LA PIEZA CON UNA DURACION DE 5 A 10 MINUTOS POR CADA CENTIMETRO DE ESPESOR DE LA PIEZA.

UNA VEZ CALIENTE LA PIEZA DE ACERO SE SOMETE A UN ENFRIAMIENTO-RAPIDO YA SEA EN EL AIRE, ACEITE, AGUA CORRIENTE, AGUA CON HIELO O - EN SALMUERA, CUANDO MENOS HASTA QUE LA TEMPERATURA DEL ACERO BAJE DE 723°C .

EN GENERAL, EL ENDURECIMIENTO DE UN ACERO DEPENDE EXCLUSIVAMEN-

TE DE LA VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO, OBTENIENDOSE MAYOR DUREZA Y MAYOR RESISTENCIA A LA RUPTURA CON UNA DISMINUCION DE LA DUCTILIDAD MIENTRAS MAS RAPIDO SEA EL ENFRIAMIENTO.

ENDURECIMIENTO PARCIAL O SUPERFICIAL

SE UTILIZA ESTA PRACTICA PARA OBTENER SUPERFICIES DURAS EN ACEROS DE BAJO CARBON. SE CONOCEN TRES PROCESOS PRINCIPALES PARA EL ENDURECIMIENTO SUPERFICIAL LOS QUE SE DENOMINAN "CEMENTACION"; "NITRURACION" Y "CIANURACION".

CEMENTACION

ESTE METODO CONSISTE EN CALENTAR EL ACERO AL ROJO. MANTENIENDOLO EN CONTACTO CON UN MATERIAL CARBONOSO. EL HIERRO Y EL ACERO, A TEMPERATURAS CERCANAS O SUPERIORES A LA TEMPERATURA CRITICA SUPERIOR (LINEA E D), TIENEN GRAN AFINIDAD POR EL CARBONO Y ESTE PENETRA AL METAL FORMANDO UNA SOLUCION SOLIDA Y CONVIRTIENDO LA SUPERFICIE EXTERIOR DE EL METAL EN UN ACERO DE ALTO CARBONO.

LOS ACEROS APTOS PARA CEMENTARSE SON LOS QUE TIENEN HASTA 0.15% DE CARBONO Y CUYAS SUPERFICIE DESPUES DE CEMENTADA ALCANZA DE 0.9 A 1.2% DE CONTENIDO DE CARBONO. EL ESPESOR DE LA CAPA CEMENTADA PUEDE VARIAR DESDE UNAS CUANTAS MILESIMAS HASTA 1/8". LO CUAL DEPENDE PRINCIPALMENTE DEL TIEMPO QUE DURE EL PROCESO Y DE LA VELOCIDAD DE ABSORCION DEL CARBONO EN EL ACERO, POR EJEMPLO CALENTANDO EL ACERO A 1700°F DURANTE 9 HORAS, PUEDEN OBTENERSE CAPAS CEMENTADAS DE 40 A 50 MILESIMAS DE PULGADA DE ESPESOR.

NITRURACION

ESTE PROCESO, SEMEJANTE AL DE CEMENTACION, CONSISTE EN RADIAR LA PIEZA CON AMONIACO GASEOSO MANTENIENDOLO A UNA TEMPERATURA MEDIA DE 510°C, HASTA QUE LA CAPA ENDURECIDA ALCANCE EL ESPESOR REQUERIDO REGULARMENTE SE REQUIEREN DE 48 A 90 HORAS PARA OBTENER CAPAS ENDURECIDAS DE 0.020 A 0.040" MILESIMAS DE PULGADA DE ESPESOR.

EN ESTE PROCESO EL NITROGENO DEL AMONIACO SE ABSORBE EN EL ACERO FORMANDO NITRUROS SUMAMENTE DUROS (900 A 1100 BRINELL), LOS QUE QUE - DAN DISTRIBUIDOS SUPERFICIALMENTE.

LA NITRURACION REQUIERE MAS TIEMPO QUE LA CEMENTACION Y LA CIANURACION, PERO TIENE LA VENTAJA DE PODER PRODUCIR SUPERFICIES ENDURECIDAS EN ACEROS TEMPLADOS DE ANTEMANO, LO QUE PROPORCIONA UNA BUENA - COMBINACION DE ALTAS PROPIEDADES MECANICAS.

LAS PIEZAS NITRURADAS NO REQUIEREN TEMPLARSE PUESTO QUE LOS NITRUROS TIENEN DUREZA POR SI MISMOS.

LA NITRURACION SE APLICA EN PIEZAS COMO DIENTES DE ENGRANE, COJINETES ANTIFRICCION, PARTES DE ARMAS DE FUEGO, ETC.

CIANURACION

ESTE PROCESO COMBINA LA ABSORCION DEL CARBONO Y DEL NITROGENO -- PARA OBTENER UNA DUREZA SUPERFICIAL EN ACEROS DE BAJO CARBONO.

LA PRACTICA ACTUAL EMPLEA SALES FUNDIDAS TALES COMO EL CIANURO DE SODIO, CIANURO DE CALCIO Y CIANAMIDA DE CALCIO QUE JUNTO CON EL -- CARBONATO DE CALCIO SE CALIENTAN A TEMPERATURAS 870°C.

EL FACTOR PRINCIPAL DEL QUE DEPENDE EL ESPESOR DE LA CAPA CIANURADA, ES EL TIEMPO QUE PERMANECE EL ACERO EN EL BAÑO DE SALES, COMO - YA SE DIJO, LOS NITRUROS NO NECESITAN ENFRIAMIENTO PARA DAR LA DUREZA MAXIMA, SIN EMBARGO, PARA OBTENER MAYORES DUREZAS DE LAS PIEZAS CIANURADAS RAPIDAMENTE CON OBJETO DE PRODUCIR UN TEMPLADO EN EL ACERO DEBIDO A LA ABSORCION DE CARBONO.

ESTE PROCESO TIENE LA DESVENTAJA DE QUE LAS SALES USADAS SON TOXICAS Y SUMAMENTE VENENOSAS.

SE ALCANZAN ESPESORES ENDURECIDOS DE 0.005 A 0.020" MILESIMAS.

III.- REVENIDO

EN GENERAL, LOS ACEROS TEMPLADOS QUE PRESENTAN DUREZAS ELEVADAS, SON FRAGILES Y POCO RESISTENTES AL CHOQUE Y CUANDO SE REQUIERE QUE -- TENGAN ALGUNA RESISTENCIA AL IMPACTO, DEBE SACRIFICARSE EN PARTE LA -

DUREZA. EL PROCESO PARA REDUCIR EN LA CANTIDAD DESEADA LA FRAGILIDAD Y LA DUREZA DE LOS ACEROS SE CONOCE COMO REVENIDO.

EL REVENIDO ES EL PROCESO QUE CONSISTE EN CALENTAR EL ACERO YA-
ENDURECIDO, HASTA UNA TEMPERATURA INFERIOR A LA CRITICA (723°C) DE -
JANDOLO ENFRIAR DESPUES A CUALQUIER VELOCIDAD.

EL REVENIDO AUMENTA LA TENACIDAD Y LA DUCTILIDAD, REDUCIENDO LA
DUREZA Y LA RESISTENCIA DEL ACERO EN PROPORCION A LA TEMPERATURA AL-
CANZADA, CUYO RANGO DE VARIACION SE CONSIDERA A PARTIR DE 410°F HAS-
TA 1225°F, PUES EL CALENTAMIENTO DE UN ACERO A UNA TEMPERATURA INFE-
RIOR A 410°F NO PRODUCE REVENIDO, AUNQUE SI MEJORA LAS PROPIEDADES -
GENERALES DEL ACERO AL ELIMINAR LOS ESFUERZOS INTERNOS QUE RESULTAN-
DE UN ENFRIAMIENTO DESIGUAL DURANTE EL TEMPLADO.

TIEMPOS MINIMOS REQUERIDO PARA EL REVENIDO DE LOS ACEROS A DIFE-
RENTES TEMPERATURAS, POR CADA CENTIMETRO DE ESPESOR DE LA PIEZA:

TEMPERATURAS	HORAS
410 A 575° F	1
575 A 850° F	3/4
850 A 1225°F	1/2

COMO UN PEQUEÑO TEMA A TRATAR Y MUY LIGADO A LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS METALES, ASI COMO UN PREAMBULO AL SIGUIENTE TEMA, PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA, SE EXPONDRÁ EN FORMA MUY SOMERA, LA FORMA O CARACTERISTICAS DE COMO ESTA FORMADO UN METAL.

EN LAS DIFERENTES MATERIAS QUE DURANTE NUESTRA CARRERA HEMOS CURSADO YA SE NOS HABLO DE QUE TODA LA MATERIA DE ORIGEN ORGANICO O INORGANICO ESTA FORMADA DE ATOMOS, MOLECULAS Y ASI UNIDAS ENTRE SE PUEDE FORMAR UN TODO.

LOS ATOMOS SON TAN PEQUEÑOS ASI COMO SUS DISTANCIAS ENTRE SI QUE SUS DIMENSIONES SE MIDEN EN UNIDADES AMSTRONGS, QUE EQUIVALEN A 10^{-8} CM. EXISTEN DIFERENTES TIPOS DE ARREGLOS ATOMICOS, SIENDO LOS DE LA QUIMICA ORGANICA LOS QUE ESTAN FORMADOS POR UNAS CADENAS QUE SE CONOCEN CON EL NOMBRE DE MONOMEROS O POLIMEROS.

COMO NUESTRO TEMA A TRATAR SON LOS MATERIALES POR LO TANTO DESCRIBIREMOS LO SIGUIENTE ENCAMINADO HACIA ESTOS.

SE CONOCEN TRES TIPOS DE ENLACE ENTRE LOS ATOMOS DE UN MATERIAL, --- SIENDO ESTOS:

IONIZACION

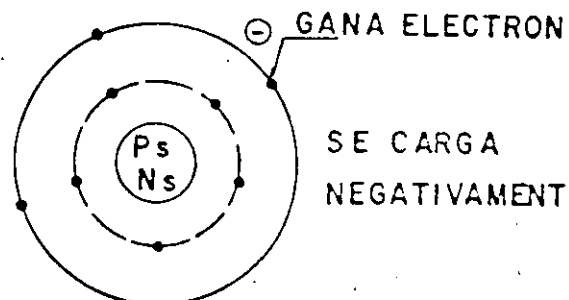
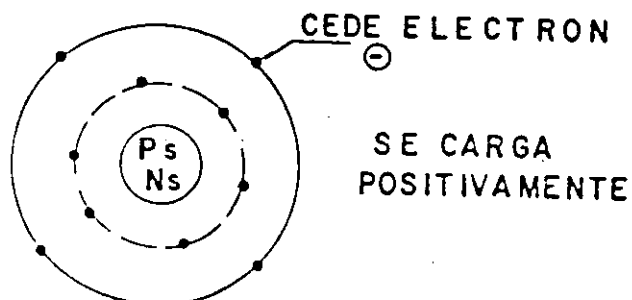
COVALENCIA

ENLACE METALICO

IONIZACION O UNIDADES IONICAS

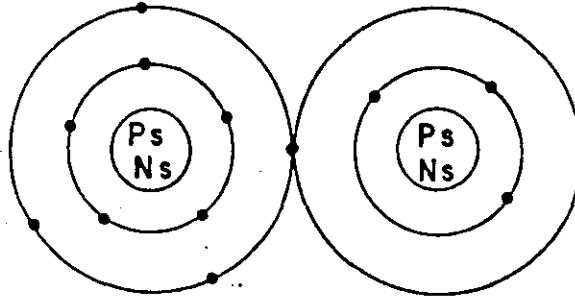
ESTE TIPO DE UNION ENTRE LOS ATOMOS ES EL DE CEDER O GANAR UNO O MAS ELECTRONES DELA ULTIMA ORBITA ELECTRONICA.

SI ALGUN ATOMO CEDE ELECTRONES ESTE ATOMO SE CARGARA POSITIVAMENTE Y SI GANA UNO O MAS ELECTRONES ESTE ATOMO SE CARGARA NEGATIVAMENTE.



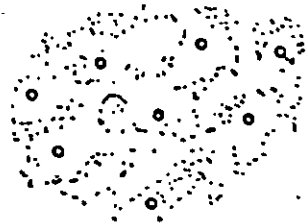
COVALENCIA

EN ESTE TIPO DE UNION LOS ELECTRONES DE LA ULTIMA ORBITA NO PASAN DE UN ATOMO A OTRO, SI NO QUE ESTOS ELECTRONES SON COMPARTIDOS - POR ATOMOS VECINOS.



ENLACE METALICO

ES ESTE TIPO DE UNION LOS ELECTRONES DE LA ULTIMA ORBITA DE TODOS LOS ATOMOS ANDAN SUELTOS O DIFUSOS POR TODO EL ESPACIO ORBITAL - DE TODOS LOS ATOMOS.



LA UNION DE ATOMOS DAN LUGAR A ALGUNOS ARREGLOS ATOMICOS, SIENDO ESTOS DE TIPO GEOMETRICO.

EXISTEN DEL ORDEN DE 14 FORMAS DE ARREGLO ATOMICO, DE LAS CUALES EN LA FIGURA SE APRECIAN LOS ARREGLOS MAS COMUNES, CUYAS FIGURAS SE LES LLAMA CELDAS BASICAS O REDES ESPACIALES.

LA ESTRUCTURA SUBMICROSCOPICA DE LOS MATERIALES SE HAN DETERMINADO - POR MEDIO DE LA DIFRACCION DE LOS RAYOS X LO QUE HA DEMOSTRADO QUE - TANTO LOS CRISTALES METALICOS COMO LOS NO METALICOS ESTAN COMPUESTOS POR UNIDADES BASICAS O CELDAS BASICAS, SIENDO ESTAS LA SUBDIVISION - MAS PEQUEÑA DE UN CRISTAL Y TIENEN UNA DISPOSICION GEOMETRICA ORDENADA TODOS LOS ATOMOS QUE LA COMPONENTEN.

LAS CELDAS BASICAS O UNITARIAS, A SU VEZ SE AGRUPAN EN UNA FORMA OR-

DENADA (ESTRUCTURA TRIDIMENSIONAL) QUE VIENE A DAR LUGAR A LA FORMA -
CION DEL CRISTAL.

LOS CRISTALES DE METAL TIENEN UNA UNION MUY INTIMA Y LE DAN CIERTAS-
CARACTERISTICAS MECANICAS, COMO RESISTENCIA A LA FRACCION, ELASTICIDAD,
RESISTENCIA, ETC., EN UN METAL LOS ATOMOS DE LOS DIFERENTES ---
CRISTALES SE ENCUENTRAN A DISTANCIAS TAN PEQUEÑAS UNOS DE OTROS, QUE
SE HALLAN DENTRO DE SU ESFERA DE ATRACCION PREDOMINANDO LAS FUERZAS-
DE ATRACCION A DISTANCIAS MAYORES Y FUERZAS DE REPULSION CUANDO LAS-
DISTANCIAS SON MENORES. LO ANTERIOR OCASIONA QUE NO OBSTANTE EL ATO-
MO SE ENCUENTRA EN EQUILIBRIO, ESTE NO SE ENCUENTRA EN REPOSO, SINO-
VIBRANDO ALREDEDOR DE SU POSICION DE EQUILIBRIO.

CUANDO DOS PLACAS METALICAS SE TRASLAPAN PARA SOLDAR APARENTEMENTE -
PLANAS ESTAS PRESENTAN IRREGULARIDADES TAN PRONUNCIADAS QUE NO PUE--
DEN COMPARARSE CON LAS DISTANCIAS ENTRE LOS ATOMOS QUE LAS COMPONEN,
NO EJERCIENDO NINGUNA ACCION CON LOS ATOMOS CORRESPONDIENTES DE CADA
PLACA.

NO OBSTANTE SI POR ALGUN PROCEDIMIENTO SE CONSIGUE QUE LOS ATOMOS DE
LAS PLACAS AUMENTEN SUS MOVIMIENTOS ALREDEDOR DE SU POSICION DE EQUI-
LIBRIO, LLEGANDO LOS DE CADA PLACA A PENETRAR EN LA ZONA DE ATRAC- -
CION DE LA PLACA CONTINUA, LO CUAL MOTIVA LA UNION.

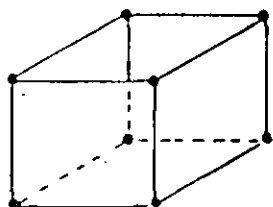
EL PROCEDIMIENTO MAS SENCILLO PARA AUMENTAR LOS MOVIMIENTOS DE LOS -
ATOMOS, ES LA APLICACION DE CALOR. EN LA SOLDADURA POR ARCO ELECTRI-
CO, EL CALOR QUE PROPORCIONA EL ARCO EN FORMA LOCA, HACE QUE LOCAL -
MENTE SE ACELEREN LOS MOVIMIENTOS DE LOS ATOMOS QUE LLEGAN EN SU OR-
BITA DE ATRACCION RECIPROCA, QUEDANDO CONSOLIDADA LA SOLDADURA QUE -
PUEDE SER CON O SIN METAL DE APORTE, ANALOGICAMENTE EN LA SOLDADURA-
OXIACETILENICA EL CALOR LO PROCURA LA LLAMA DEL SOPLETE.

EN LA SOLDADURA CALIENTE A PRESION, SE CONSIGUE MEDIANTE LA CONVINA-
CION DE UN CALENTAMIENTO, MENOR QUE EN LOS CASOS ANTERIORES Y PRE---
SION EXTERIOR, QUE ES OTRO AGENTE EL CUAL AUMENTA EL MOVIMIENTO DE -
LOS ATOMOS.

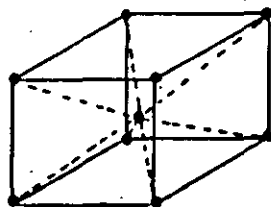
EN LA SOLDADURA EN FRIO A PRESION SE CONSIGUE POR LA COMBINACION DE

UN ACABADO SUMAMENTE FINO DE LOS METALES A UNIR Y PRESION EXTERIOR. TOMANDO EN CONSIDERACION LO ANTERIORMENTE DESCRITO, PODRIAMOS RELACIONAR EL CALOR Y LA PRESION, EFECTOS QUE MOTIVAN LA ALTERACION TANTO DE LOS ATOMOS COMO DE LOS CRISTALES DE UN MATERIAL. DE LA MISMA MANERA, LOS TRATAMIENTOS TERMICOS, TANTO PARA ENDURECER LOS MATERIALES COMO PARA ABLANDARLOS, ASI COMO LOS ESFUERZOS DE TENSION, COMPRESION, TORSION, CORTANTE, ETC. QUE PUDIERA ESTAR SUJETO UN MATERIAL, AMBOS PODRIAN ALTERAR SU ESTRUCTURA ATOMICA Y MOLECULAR, PROVOCANDO A SU VEZ ALTERACIONES EN LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE ESTOS Y POR ENDE FALLAS EN LAS SECCIONES O PUNTOS DE UNA ESTRUCTURA METALICA.

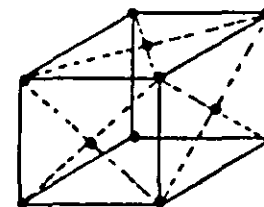
DIFERENTES ARREGLOS ATOMICOS PARA FORMAR CELDAS BASICAS



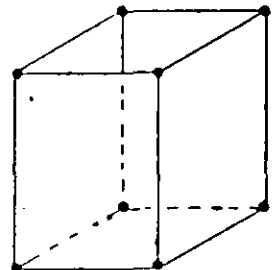
CUBICO SIMPLE



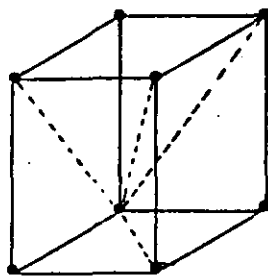
CUBICO CENTRADO AL CENTRO



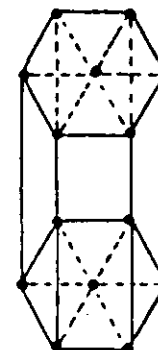
CUBICO CENTRADO EN LAS CARAS



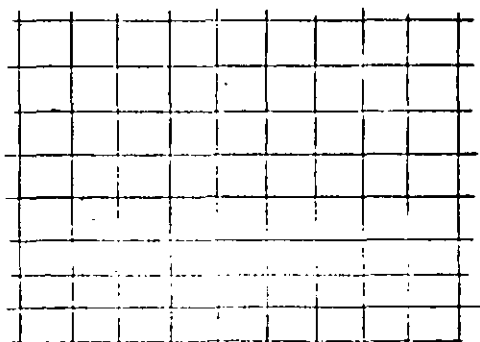
TETRAGONAL SIMPLE



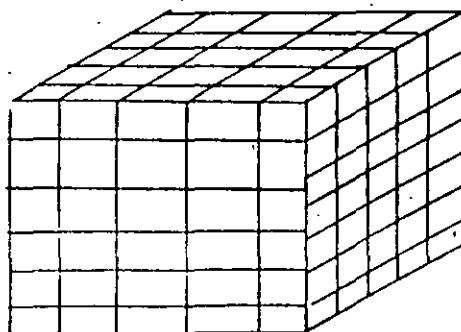
TETRAGONAL CENTRADA EN EL INTERIOR



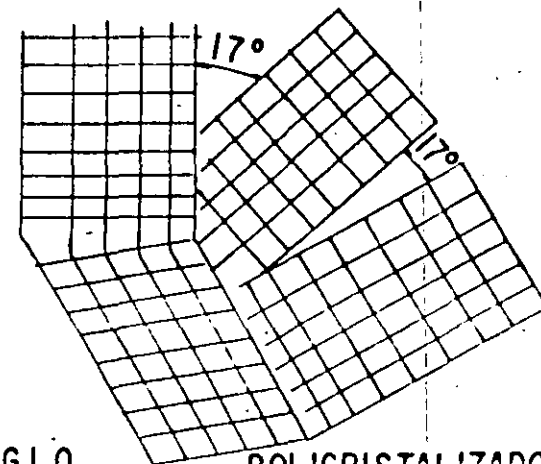
HEXAGONAL



CELDA BASICA O UNITARIA



CRISTAL



ARREGLO

POLICRISTALIZADO

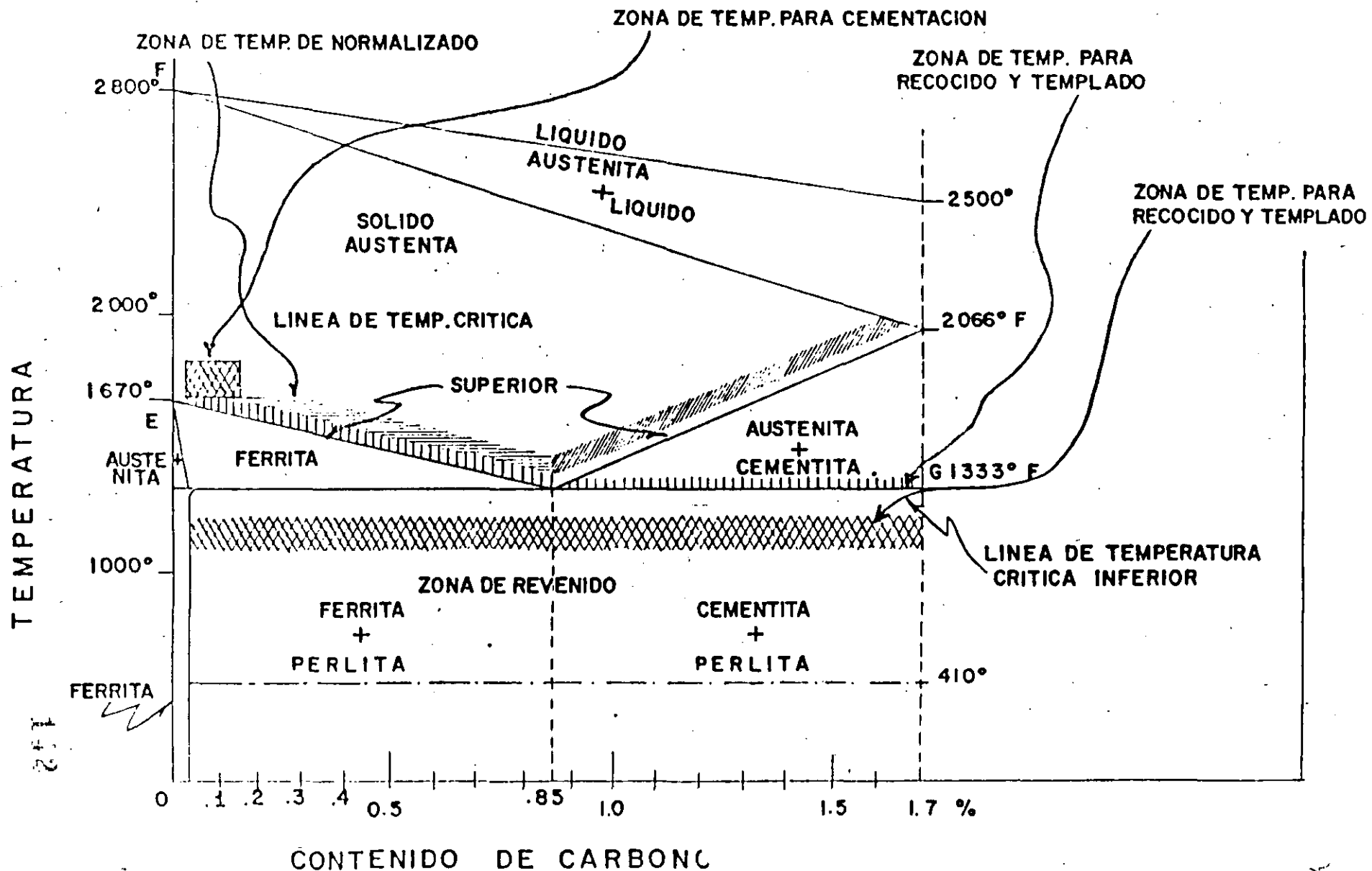


FIG - 27

IX .- PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA USADOS EN LA FABRICACION DE PLATA - FORMAS MARINAS

ESTE TEMA NO TRATA DE SER UN CURSO PARA SOLDADORES, MENOS UN --
TRATADO DE SOLDADURA, LO QUE SE PRETENDE ES RESUMIR LOS ASPECTOS TEC
NICOS NECESARIOS QUE EL SUPERVISOR DEBE SIEMPRE DE TENER PRESENTE RE
LACIONADOS CON EL EQUIPO DE SOLDAR, ACCESORIOS Y ALGUNOS PROCEDIMIEN
TOS DE SOLDADURA USADOS EN EL PROCESO DE FABRICACION DE PLATAFORMAS-
MARINAS.

DESARROLLO HISTORICO DE LA SOLDADURA

EL PROCESO MAS ANTIGUO DE SOLDADURA ES EL FORJADO, QUE CONSISTE
EN CALENTAR EN UNA FRAGUA LOS METALES A SOLDAR Y COLOCANDOS UNO EN
CIMA DEL OTRO SIENDO NECESARIA LA APLICACION DE UN FUNDENTE LLAMADO-
ALTINCAR CUYA FUNCION ES LIMPIAR QUIMICAMENTE LAS SUPERFICIES DE CON
TACTO. LA PRESION REQUERIDA PARA LA UNION SE PROPORCIONABA COLOCANDO
LAS PIEZAS SOBRE UN YUNQUE DONDE SE GOLPEABAN HASTA QUE QUEDABAN UNI
DAS, DESPUES SE DEJABAN ENFRIAR LENTAMENTE.

ESTE TIPO DE SOLDADURA, NO OFRECE SEGURIDAD EN CUANTO A RESISTENCIA,
ADEMAS, SU APLICACION ES MUY LIMITADA Y MUY COSTOSA. ACTUALMENTE LA-
SOLDADURA DE FORJAR, SOLO SE USA PARA TRABAJOS DE ARTESANIA.

LOS PRINCIPIOS FUNDAMENTALES QUE DIERON ORIGEN A LOS METODOS ACTUA--
LES DE SOLDADURA, TUVIERON SU APARICION EN EL AÑO DE 1981, EN EL ---
CUAL SE LOGRO ESTABLECER POR PRIMERA VEZ UN ARCO ELECTRICO ENTRE ---
ELECTRODOS DE CARBON CON EL PROPOSITO DE SOLDAR BORNES DE PLOMO DE -
BATERIAS DE ACUMULADOR.

UNA DE LAS APORTACIONES MAS IMPORTANTES ES LA DECADA DE 1880, FUE EL
METODO DESARROLLADO POR LOS ALEMANES "N . DE BERARDOS" Y "S. - - - -
OZCZEWKY", QUIENES UTILIZARON EL ARCO DE CARBON PARA LA FUSION LOCAL
DE ACEROS, ESTO FUE EN 1865.

EN 1981 SE LOGRO LA PRIMER SOLDADURA DE DOS PLACAS MEDIANTE UN ALAM-
BRE DE ACERO DESNUDO A TRAVES DEL CUAL SE ESTABLECERIA EL ARCO ELEC-
TRICO.

DURANTE LOS AÑOS DE 1880 A 1900, EN FORMA PARALELA SE DESARROLLO LA UTILIZACION DE LOS SOPLETES DE CORTE Y SOLDADURA POR MEDIO DE OXIGENO E HIDROGENO, SIENDO A PARTIR DE 1900 CUANDO EN FORMA INDUSTRIAL-SE UTILIZO EL SOPLETE OXI-ACETILENICO, SIENDO DE VITAL IMPORTANCIA-PARA EL DESARROLLO DE LOS PROCESOS DE SOLDADURA ACTUALES.

EN 1908 SE DA UNO DE LOS PRINCIPALES PASOS PARA EL DESARROLLO DE LA SOLDADURA DE ARCO ELECTRICO, EL CUAL CONSISTIO EN AGREGAR UN REVES-TIMIENTO A LOS ELECTRODOS METALICOS USADOS PARA SOLDAR, ESTE DESCU-BRIMIENTO FUE REALIZADO POR EL SUECO "O. KJELLBERG".

A PRINCIPIOS DE ESTE SIGLO SE INICIA LA FABRICACION MASIVA DE MAQUI-NAS DE SOLDADURA POR RESISTENCIA ELECTRICA, DANDO LUGAR A CONSTAN--TES INOVACIONES, COMO FUE LA ALTA FRECUENCIA PARA UNA MEJOR ESTABI-LIZACION DE EL ARCO ELECTRICO, SIN NECESIDAD DE ESTABLECER CONTACTO ENTRE LOS ELECTRODOS, SIENDO A LA FECHA EL FUNDAMENTO PRINCIPAL DEL PROCESO T.I.G. (ELECTRODO DE TUNGSTENO CON GAS INERTE), EN EL CUAL-EL ELECTRODO DE TUNGSTENO NUNCA DEBE TOCAR EL METAL BASE.

EN 1938 LAS COMPAÑIAS, GENERAL ELECTRIC Y WESTINGHOUSE DE LOS ESTA-DOS UNIDOS, CONSTRUYEN LAS PRIMERAS MAQUINAS AUTOMATICAS DE SOLDADU-RA, CON ELECTRODO DE FLUJO CONTINUO Y CONTROLES ELECTRONICOS QUE --DABAN UNA MAYOR PRECISION TANTO EN TEMPERATURA COMO EN LA VELOCIDAD DE SOLDEO. ESTE METODO ES EL QUE SE ESTA IMPONIENDO ACTUALMENTE Y -DURANTE SU DESARROLLO A ALCANZADO GRAN VARIEDAD DE FORMAS LAS CUA -LES DEPENDEN PRINCIPALMENTE DEL DIAMETRO DEL ELECTRODO O DEL TIPO -DE MEDIO DE PROTECCION DE LA ZONA DE FUSION Y DE ARCO ELECTRICO, PU-DIENDO SER ESTOS MEDIOS DE PROTECCION COMO FUNDENTE EN POLVO, FUN-DENTE EN PASTA EN LA INTERIOR DEL ELECTRODO HUECO O GASES INERTES -COMO ARGON, HIDROGENO, HELIO, ETC., FLUYENDO ALREDEDOR DEL ELECTRO-

DO.

FINALMENTE, EL PROCESO DE MAYOR APLICACION ES DE ARCO ELECTRICO MANUAL CON ELECTRODOS REVESTIDOS, PROCESO QUE MAS ADELANTE SE DARA A CONOCER AMPLIAMENTE.

PROCESO DE SOLDADURA

SE ENTIENDE COMO PROCESO DE SOLDADURA UN METODO DE UNION DE METALES EN DONDE LA COALICION PRODUCE POR MEDIO DE CALENTAMIENTO DE ELLOS A TEMPERATURAS ADECUADAS, CON O SIN LA APLICACION DE PRESION O POR MEDIO DE LA APLICACION DE PRESION SOLAMENTE Y SIN CALENTAMIENTO, Y EN AMBOS CASOS, CON O SIN EL USO DE UN METAL DE APORTE.

DE LA DEFINICION ANTERIOR LOS PROCESOS DE SOLDADURA SE PUEDEN CLASIFICAR EN DOS GRUPOS PRINCIPALES:

- a).- SOLDADURA POR PRESION
- b).- SOLDADURA POR FUSION

EN LA PRACTICA, EN EL CASO DEL PRIMER GRUPO SE EMPLEA LA PRESION Y EL CALOR (RESISTENCIA-ELECTRICA), Y EN EL SEGUNDO SOLAMENTE CALOR (ARCO-ELECTRICO).

EN AMBOS GRUPOS SE HAN DESARROLLADO VARIOS METODOS DE SOLDADURA, LOS CUALES GRAFICAMENTE SE MUESTRAN EN LA FIG. 28 LLAMADA CARTA MAESTRA DE LOS PROCESOS DE SOLDADURA, PREPARADA POR LA SOCIEDAD AMERICANA DE LA SOLDADURA (A.W.S.) Y EN LA QUE SE DIBUJO CON LINEA MAS INTENSA AQUELLOS PROCESOS MAS USUALES QUE APLICAN EN LOS TRABAJOS DE FABRICACION DE PLATAFORMAS MARINAS, LOS CUALES SERAN LOS UNICOS COMENTADOS EN ESTE TRABAJO.

BASICAMENTE LOS PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA MAS UTILIZADOS EN LA FABRICACION DE PLATAFORMAS SON LOS DE SOLDADURA POR ARCO ELECTRICO, PUDIENDO SER EN GRADO DE IMPORTANCIA LOS QUE A CONTINUACION SE DESCRIBEN:

- 1.- ARCO ABIERTO
- 2.- AUTOMATICO POR ARCO SUMERGIDO
- 3.- SEMI-AUTOMATICO MANUAL

ARCO ABIERTO

PARA SOLDAR BAJO ESTE PROCEDIMIENTO SE UTILIZAN TRANSFORMADORES-ELETRICOS O MAQUINAS DE SOLDAR DE COMBUSTION INTERNA, LOS CUALES EN-AMBOS CASOS TIENEN LA FLEXIBILIDAD DE PROPORCIONAR CORRIENTE ALTERNA O CONTINUA Y CON AMPERES VARIABLES DESDE 100 A 454 AMPERS.

LOS ELECTRODOS A UTILIZAR SON LOS DE TIPO VARILLA REVESTIDOS CON UN RECUBRIMIENTO QUE PUEDEN SER DE ALGUNA CELULOSA SODICA O POTASICA OXIDOS DE HIERRO, POLVOS DE HIERRO ACIDO, ETC.. LA VELOCIDAD DE DEPOSITO O DE SALIDA DEL ELECTRODO UTILIZADOS VA DE ACUERDO AL TIPO DE ACEROS ASI COMO TAMBIEN EL TIPO DE ELECTRODO PARA ESTE TIPO DE CONSTRUCCION SON LOS E-6010 PARA SER FONDEOS EN SOLDADURAS POR SU ALTA TEMPERATURA Y FACIL FUSION EN LAS RAICES DE LOS BISELES; Y EL ELECTRODO E-7018 PARA SER RELLENOS Y DEPOSITOS CON RENDIMIENTOS - - - ALTOS EN SOLDADURA, CON LA CARACTERISTICA ESTOS DE PROVOCAR BAJO HIDROGENO TANTO EN LA SOLDADURA COMO EN LA ESCORIA. AMBOS ELECTRODOS TIENEN LA CARACTERISTICA DE USARSE EN TODAS LAS POSICIONES Y EN AMBOS

AUTOMATICO POR ARCO SUMERGIDO

NORMALMENTE ESTE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA SE UTILIZA PARA MUY ALTOS RENDIMIENTOS COMO ES EL DE SOLDAR, EN NUESTRO CASO, TUBERIAS DE DIAMETROS DESDE 30' HASTA 62" Y CON ESPESORES DESDE 1" HASTA 2 - 1/2". COMO SON COLUMNAS DE SUBESTRUCTURA ASI COMO PILOTES Y CONDUCTORES.

EL EQUIPO CONSISTE EN UNA FUENTE DE ENERGIA ELECTRICA, COMO ES-EN LA MAYORIA DE LOS CASOS EL DE UN TRANSFORMADOR DE CORRIENTE CON AMPERAJES CON CAPACIDAD DE 1500 AMPERS ADEMAS EXISTE UN CABEZAL ELEC

TRONICO Y COMPUTALIZADO QUE ES EL QUE SUMINISTRA EL ELECTRODO TIPO ALAMBRE DE ACUERDO CON LA VELOCIDAD QUE SE DETERMINA. EXISTE ADEMÁS UN DISPOSITIVO PARA SUMINISTRAR EL FUNDENTE EN FORMA DE POLVO EL CUAL CUBRE TOTALMENTE EL ARCO ELECTRICO Y QUE UNA VEZ DEPOSITADO EL CORDON DE SOLDADURA ESTA CONTINUO CUBRIENDO PARA SU PROTECCION A LA SOLDADURA Y AL METAL BASE MIENTRAS SE ENFRIA.

EL EQUIPO ANTERIORMENTE MENCIONADA PERMANECE EN FORMA ESTÁTICA Y LO QUE SE ENCUENTRA EN MOVIMIENTO ES LA PROPIA TUBERIA LA CUAL A LA VELOCIDAD QUE SE REQUIERE SE LE PROPORCIONA UN POSICIONADOR MOTRIZ, SIENDO EL RESTO DE LOS POSICIONADORES DE APOYO Y GIRO, VER FIG. 35.

SEMI-AUTOMÁTICO MANUAL (INNERSHIELD)

EN ESTE PROCEDIMIENTO IGUALMENTE QUE EL PRIMERO SE REQUIERE DE UNA FUENTE DE ENERGIA ELECTRICA SIENDO LA UNICA VARIABLE CON RESPECTO AL PRIMERO EL DE CONTAR CON UN CABEZAL MENOR EN EL CUAL SE INSERTE EL ELECTRODO DEL TIPO ALAMBRE EL CUAL SE PRESENTA EN UN CARRETE Y QUE DEPENDIENDO DEL SOLDADOR Y DE LO QUE SE ESTE SOLDANDO SE LE PUEDE IMPRIMIR LA VELOCIDAD DE SALIDA A DICHO ELECTRODO POR MEDIO DEL MENCIONADO CABEZAL. ESTE PROCEDIMIENTO ULTIMAMENTE SE ESTA INCREMENTANDO SU USO YA QUE SE CONSIDERA DE UN RENDIMIENTO MUCHO MAYOR QUE EL DE ARCO ABIERTO, SIENDO AMBOS MANUALES. COMO YA SE DIJO EL ELECTRODO ES DEL TIPO ALAMBRE PRESENTANDOSE EN FORMA DE CARRETE Y CUYO FUNDENTE SE ENCUENTRA EN LA PARTE CENTRAL DEL MISMO.

DESCRIPCION DE LAS CARACTERISTICAS DEL PERSONAL, EQUIPO Y ACCESORIOS PARA SOLDAR

ES DE SUMA IMPORTANCIA QUE EL SUPERVISOR, QUIEN ESTA A CARGO DE CIERTO TRABAJO, CONOZCA LAS CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE DISEÑO O DE OPERACION DEL EQUIPO Y ACCESORIOS O HERRAMIENTA UTILIZADOS POR EL OPERARIO ASI COMO LOS CONOCIMIENTOS TECNICOS Y PRACTICOS QUE ESTE ULTIMO DEBE DE TENER Y QUE A CONTINUACION SE ENLISTAN PARA UNA POSTERIOR APLICACION:

- A).- PERSONAL CALIFICADO
- B).- MAQUINA DE SOLDAR
- C).- CABLES ELECTRICOS
- D).- PORTA ELECTRODO
- E).- MASCARA O CARETA
- F).- ROPA Y EQUIPO DE PROTECCION
- G).- HERRAMIENTA
- H).- ELECTRODOS
- I).- METAL BASE
- J).- SIMBOLOS DE SOLDADURA
- K).- METODOS DE INSPECCION

A).- PERSONAL CALIFICADO.- ANTES DE INICIAR LA DESCRIPCION DE LOS CONOCIMIENTOS Y CUALIDADES DE UN SOLDADOR, ES NECESARIO MENCIONAR QUE LOS TRABAJOS DE SOLDADURA TIENEN SU APLICACION BASICAMENTE EN LOS SIGUIENTES CAMPOS:

- A.1.-SOLDADURA ARTESANAL.- EMPLEADA EN HERRERIA GENERAL Y ARTISTICA.
- A.2.-SOLDADURA ESTRUCTURAL.- EMPLEADA EN LA UNION DE PARTES METALICAS INTEGRANTES DE LAS ESTRUCTURAS DE PUENTES, EDIFICIOS, NAVES INDUSTRIALES Y ESTRUCTURAS FUERA DE COSTA.

CLASIFICACION DE SOLDADORES

APRENDIZ

PUNTEADOR

SOLDADOR DE SEGUNDA

SOLDADOR DE PRIMERA
SOLDADOR ESPECIALISTA

A.3.-SOLDADURA DE TUBERIAS.- EMPLEADA EN LA CONSTRUCCION DE DUCTOS PARA FLUIDOS EN LA INDUSTRIA EN GENERAL Y ESPECIALMENTE EN LA INDUSTRIA PETROQUIMICA Y ALIMENTICIA.

CLASIFICACION DE SOLDADORES

RELLENADOR
PASO CALIENTE
FONDEADOR

APRENDIZ.- ES LA PERSONA QUE ESTA APRENDIENDO EL OFICIO O EL ARTE DE SOLDAR. ES PRACTICA COMUN QUE EN LOS GRANDES TALLERES SE MOTIVE AL PERSONAL, QUE SIN DESCUIDAR SUS ACTIVIDADES DE AYUDANTE DE SOLDADOR, SE LES DE LA OPORTUNIDAD DE DESARROLLARSE Y ASI PERMITIR LA PROMOCION PERSONAL.

PUNTEADOR.- ES LA PERSONA ENCARGADA DE APLICAR PEQUEÑOS CORDONES DE SOLDADURA, QUE EN ALGUNOS CASOS SON TAN PEQUEÑOS, QUE QUEDAN EN FORMA DE CIRCULOS POR LO CUAL SE LES LLAMA PUNTOS DE SOLDADURA.

ESTAS APLICACIONES TIENEN EL FIN DE SOSTENER MOMENTANEAMENTE LAS PIEZAS EN PROCESO DE ARMADO Y A SU VEZ DAR TIEMPO PARA QUE EL SOLDADOR SE ACOMODE CORRECTAMENTE PARA EFECTUAR LA SOLDADURA COMPLETA. DEBIDO A QUE LOS PUNTOS SE APLICAN EN EL FONDO DE LA UNION TERMINADA, ES NECESARIO QUE ESTEN CORRECTAMENTE APLICADOS, POR ESTE MOTIVO LOS SOLDADORES PUNTEADORES REQUIEREN SER CALIFICADOS.

SOLDADOR DE SEGUNDA CATEGORIA.- LOS SOLDADORES DE SEGUNDA CATEGORIA SON AQUELLOS QUE REALIZAN APLICACIONES DE SOLDADURA QUE PRESENTAN POCO GRADO DE DIFICULTAD, O SEA POSICION PLANA Y PLACAS DE POCO ESPESOR Y ADEMAS, EN LUGARES DE FACIL ACCESO QUE PERMITEN LIBRE MOVIMIENTO. EL PERSONAL DEBERA SER CALIFICADO Y SUS APLICACIONES DE SOLDADURA PUEDEN SER SOMETIDAS A LOS PROCESOS DE INSPECCION QUE SEAN

REQUERIDOS.

SOLDADOR DE PRIMERA CATEGORIA.- EL SOLDADOR DE ESTA CATEGORIA ES AQUEL QUE REALIZA SOLDADURAS QUE PRESENTAN UN ALTO GRADO DE DIFICULTAD.

COMO POR EJEMPLO: SOLDADURAS CIRCULARES, EN POSICION VERTICAL, HORIZONTAL O SOBRE CABEZA. TAMBIEN PUEDE HACER SOLDADURAS EN POSICION PLANA CON DIFICIL ACCESO Y RELLENAR BISELES MUY PROFUNDOS Y ANGOSTOS EN GENERAL EL SOLDADOR DE PRIMERA TIENE MAYOR CONTROL DEL ARCO, O SEA, MAYOR HABILIDAD EN EL ARTE DE SOLDAR, POR LO QUE TIENE QUE SER CALIFICADO COMO TAL.

SOLDADOR ESPECIALIZADO.- EL SOLDADOR ESPECIALIZADO ES AQUEL QUE TIENE HABILIDAD, EXPERIENCIA Y CONOCIMIENTOS TALES QUE LE PERMITEN EJECUTAR SOLDADURAS QUE REQUIEREN DE MAYOR CALIDAD. TAMBIEN ESTA CAPACITADO PARA RECOMENDAR EL METODO Y EQUIPOS QUE SE DEBEN UTILIZAR, ASI COMO TAMBIEN DETERMINAR LAS CAUSAS Y DAR POSIBLES SOLUCIONES A LOS DEFECTOS DE SOLDADURAS. POR LO ANTERIOR NECESARIAMENTE TENDRA QUE SER CALIFICADO.

PARA EL CASO DE LOS SOLDADORES PARA TUBERIAS COMO SON; EL RELLENADOR PASO CALIENTE Y FONDEADOR, SE RECOMIENDA QUE LOS TRES TIPOS DE SOLDADORES INVARIABLEMENTE Y PERIODICAMENTE SEAN DEBIDAMENTE CALIFICADAS, SIENDO EL DE MAYOR VALOR Y CAPACIDAD EL SOLDADOR FONDEADOR.

LA ANTERIOR RECOMENDACION ES DEBIDO QUE NORMALMENTE LAS TUBERIAS CONDUCCEN FLUIDOS ALTAMENTE PELIGROSOS A PRESIONES Y TEMPERATURAS MUY ALTAS Y LOS RIESGOS EN UNA PLANTA DESDE SU ORIGEN DEBEN ERRADICARSE.

CALIFICACION DE SOLDADORES.- NO OBSTANTE EXISTEN COMPANIAS ESPECIALIZADAS EN LA INSPECCION Y ASESORIA EN SOLDADURA, ES CONVENIENTE QUE EL SUPERVISOR DE ESTA DISCIPLINA CONOZCA LOS METODOS DE INSPECCION DESTRUCTIVA Y NO DESTRUCTIVA DE SOLDADURA Y ADEMAS CONOZCA LOS CODIGOS QUE APLIQUEN EN LA CALIFICACION DE SOLDADORES, SEGUN EL TRABAJO-

QUE SE VAYA A DESARROLLAR, COMO ES EL CASO DEL A.W.C. CAPITULO (5) - PARA SOLDADURAS ESTRUCTURALES PARA PUENTES, EDIFICIOS Y PERFILES, -- TUBULARES; EL A.P.I.-1104 SECCION (3) PARA TUBERIAS DE LINEA; EL - - A.S.M.E. SECCION (9) PARA RECIPIENTES, ETC.

B).- MAQUINAS DE SOLDAR.- COMO FUENTES DE ENERGIA ELECTRICA PARA PODER SOLDAR DOS METALES POR MEDIO DEL ARCO ELECTRICO, ES CONVENIENTE RECORDAR COMO SE GENERA Y SE CONDUCE LA ENERGIA ELECTRICA Y POSTERIORMENTE DESCRIBIREMOS LAS MAQUINAS MAS USUALES PARA SOLDAR CON ESTE PROCEDIMIENTO.

ENERGIA ELECTRICA.- PARA SOLDAR SE EMPLEAN DOS FENOMENOS DE LA ENERGIA ELECTRICA; LOS CUALES SON; LA RESISTENCIA ELECTRICA Y EL ARCO -- ELECTRICO, SIENDO ESTE ULTIMO EL DE INTERES PARA ESTE TEMA. EN LOS -- DOS CASOS LA CORRIENTE ELECTRICA, NOS PROPORCIONA LA TEMPERATURA SUFICIENTE PARA CALDEAR O FUNDIR LOS METALES Y ASI PODER EFECTUAR LA -- SOLDADURA.

LA CORRIENTE ELECTRICA VAMOS A DEFINIRLA COMO EL PASO O FLUJO DE CARGAS ELECTRICAS A TRAVES DE UN MATERIAL CONDUCTOR. LAS CARGAS ELECTRICAS ELEMENTALES SON LOS ELECTRONES, O SEA QUE, PODEMOS DECIR TAMBIEN QUE LA CORRIENTE ELECTRICA ES EL FLUJO DE ELECTRONES A TRAVES DE UN MATERIAL CONDUCTOR. A LA CANTIDAD DE ELECTRONES EN MOVIMIENTO LA LLAMAMOS AMPERAJE.

PARA QUE EXISTA CORRIENTE ELECTRICA, ES NECESARIO APLICAR UNA FUERZA A LOS ELECTRONES PARA QUE ESTOS SE MUEVAN A TRAVES DE LA SECCION DEL CONDUCTOR Y DE UN PUNTO HACIA A OTRO, A ESTA FUERZA SE LE CONOCE COMO FUERZA ELECTRO-MOTRIZ.

LA ELECTRO-MOTRIZ ES TAMBIEN CONOCIDA COMO VOLTAJE Y CONSISTE EN EXCITAR O TRANSMITIR ENERGIA A LOS ELECTRONES DEL METAL CONDUCTOR DE TAL MANERA QUE ESTOS, SE ESCAPAN DE SUS ATOMOS Y AVANZAN EN EL SENTIDO DE DICHA FUERZA, AHORA BIEN, CABE RECORDAR QUE LA ENERGIA DE ORIGEN, PROVIENE DE LAS GRANDES CAIDAS DE AGUA, EL COMBUSTIBLE RESIDUO DEL PETROLEO, YACIMIENTOS GEOTERMICOS, ENERGIA NUCLEAR ETC., Y QUE -

POR MEDIO DE ESTOS TIPOS DE ENERGIA SON MOVIDOS GRANDES GENERADORES-
ELECTRICOS LOS CUALES SON LOS QUE PRODUCEN LA FUERZA ELECTRO-MOTRIZ-
(VOLTAJE) Y A SU VEZ ESTA PROVOCA LA CORRIENTE ELECTRICA (AMPERAJE)-
OBVIAMENTE, ESTAMOS HABLANDO DE GRANDES GENERADORES DE CORRIENTE QUE
PARA QUE ESTA ULTIMA SE PUEDA UTILIZAR EN ZONAS URBANAS, COMERCIOS E
INDUSTRIAS, SE REQUIERE DE TRANSFORMADORES QUE PROPORCIONEN EL VOLTA
JE Y EL AMPERAJE REQUERIDO SEGUN LAS NECESIDADES DEL USUARIO.

PARA LA SOLDADURA POR MEDIO DE ARCO ELECTRICO, SE PUEDE OBTENER LA -
ENERGIA ELECTRICA POR MEDIO DE PEQUEÑOS TRANSFORMADORES O GENERADO -
RES MOVIDOS POR MOTORES ELECTRICOS O DE COMBUSTION INTERNA.

ARCO ELECTRICO.- EL ARCO ELECTRICO ES EL SALTO DE CORRIENTE ELECTRI-
CA ENTRE DOS ELECTRODOS QUE TIENEN UNA DETERMINADA SEPARACION, VER -
FIG. 33 PARA QUE SE PUEDA ESTABLECER EL ARCO ELECTRICO, ES NECESARIO
QUE NOSOTROS LO PROVOQUEMOS JUNTANDO PRIMERO LA PUNTA DEL ELECTRODO-
CON EL METAL BASE Y SEPARANDOLO RAPIDAMENTE A LA DISTANCIA ADECUADA-
PARA QUE ARDA SATISFACTORIAMENTE.

LA DISTANCIA DE SEPARACION ENTRE ELECTRODO Y METAL BASE CUANDO ESTA-
ARDIENDO EL ARCO NO ESTA OCUPADA POR AIRE, EL CUAL ES UN BUEN AISLAN
TE, Y NO PERMITIRA UN ARCO ESTABLE A MENOS DE QUE SE APLICARA MUCHA-
FUERZA ELECTRO-MOTRIZ (VOLTAJE), EL CUAL SERIA PERJUDICIAL PARA FI--
NES DE SOLDADURA. EN REALIDAD ES UN GAS ALTAMENTE CONTAMINADO CON --
PARTICULAS SOLIDAS METALICAS TAN PEQUEÑAS Y ABUNDANTES QUE HARAN DE-
LA ZONA DEL ARCO UN CONDUCTOR QUE AL MISMO TIEMPO GENERA GRAN CANTI-
DAD DE CALOR INSTANTANEAMENTE Y SOLAMENTE EN LA ZONA CUBIERTA POR EL
ARCO.

EN LOS ELECTRODOS REVESTIDOS AL QUEMARSE EL REVESTIMIENTO PRODUCE UN
GAS QUE AYUDA A QUE EL ARCO ARDA CON MAYOR ESTABILIDAD, EVITANDO QUE
EL CHISPORROTEO SALGA DE LA ZONA DE FUSION, APARTE DE LAS FUNCIONES-
YA MENCIONADAS, COMO SON LAS DE PROTEGER EL METAL FUNDIDO CONTRA EL-
OXIGENO Y NITROGENO QUE EL PROPIO AIRE CONTIENE.

EL EXITO DE LA SOLDADURA POR ARCO DESCANSA EN EL HECHO DE QUE UNA --
BUENA SOLDADURA ES TANTO O MAS FUERTE QUE LA PIEZA EN LA CUAL SE --

EJECUTA. ESTE EXITO SE HA CONSEGUIDO CON EL CORRER DE LOS AÑOS POR LA MEJORA GRADUAL DE LAS MAQUINAS DE SOLDAR, LOS ACCESORIOS Y ELECTRODOS QUE SATISFACEN A LOS NUMEROSOS REQUERIMIENTOS DE LA SOLDADURA DE ARCO.

LA SOLDADURA POR ARCO EXIGE UNA ENTREGA CONSTANTE DE CORRIENTE ELECTRICA (AMPERIOS) EN CANTIDAD SUFICIENTE, Y DE UN VOLTAJE ADECUADO PARA MANTENER EL ARCO. ESTA CORRIENTE PUEDE SER ALTERNA O CONTINUA PERO DEBE SER PROVISTA POR UNA FUENTE QUE PUEDA SER REGULADA. EXISTEN VARIOS TIPO DE MAQUINAS DE SOLDAR QUE PRODUCEN UNA CORRIENTE DE SOLDADURA SATISFATORIA. LA CORRIENTE ALTERNA ES PRODUCIDA POR TRANSFORMADORES ESPECIALES PARA SOLDAR, LA CORRIENTE CONTINUA ES PRODUCIDA POR UNIDADES MOTO-GENERADOR, POR RECTIFICADORAS, O POR UNIDADES IMPULSADAS POR MOTOR DE COMBUSTION INTERNA. LAS UNIDADES COMBINADAS QUE PRODUCEN CORRIENTE ALTERNA O CONTINUA SON BASICAMENTE UNIDADES CON TRANSFORMADOR Y RECTIFICADOR.

LA POTENCIA DE TODAS LAS MAQUINAS DE SOLDAR ES INDICAR POR LA CORRIENTE DE SALIDA. VARIAN DESDE 100 AMPERIOS QUE SE USAN PARA SOLDAR EN CASA CON LA RED DE ALUMBRADO, HASTA 1200 AMPERIOS O MAS, EN LAS MAQUINAS DE SOLDAR AUTOMATICAS INDUSTRIALES. ESTA POTENCIA ESTA INDICADA POR EL FABRICANTE, DE ACUERDO CON LAS NORMAS ESTABLECIDAS POR LA NATIONAL ELECTRIC MANUFACTURERS ASSOCIATION (NEMA). ESTAS NORMAS SON MODERADAS Y ESTABLECEN UNA CAPACIDAD MUY POR DEBAJO DE LA SOBRECARGA MAXIMA DE LA MAQUINA, PARA ASEGURAR, POR LARGO TIEMPO, UN SERVICIO SEGURO Y EFICIENTE. LA POTENCIA SE REFIERE A UNA DURACION DE CARGA O CICLO DE SERVICIO. LA DURACION DE CARGA DE UNA SOLDADORA ES EL TIEMPO DENTRO DE UN PERIODO DE 10 MINUTOS DURANTE EL QUE PUEDE OPERAR LA MAQUINA A LA CAPACIDAD INDICADA. ASI, SI UNA MAQUINA TIENE UNA POTENCIA DE 300 AMPERIOS CON UNA DURACION DE CARGA DE 60% SIGNIFICA QUE LA SOLDADORA PUEDE SER OPERADA SIN PELIGRO ALGUNO DE 300 AMPERIOS EN LA CORRIENTE DE SOLDADURA POR 6 MINUTOS DE CADA 10 SI SE REDUCE ESTA DURACION DE CARGA PUEDE AUMENTARSE EL AMPERAJE AL MAXIMO INDICADO POR EL FABRICANTE. ASI CON UNA DURACION DE CARGA DE 35% UN-

EQUIPO DE 300 AMPERIOS PODRIA OPERAR CON 375 AMPERIOS. PUEDEN OBTENERSE MAQUINAS DE TRANSFORMADOR PARA CONECTAR A LINEAS DE ALIMENTACION MONOFASICAS. TRANSFORMAR LA CORRIENTE DE ENTRADA DE ALTO VOLTAJE Y BAJO AMPERAJE A UNA CORRIENTE DE SOLDADURA DE BAJO VOLTAJE Y ALTO AMPERAJE. LOS TRANSFORMADORES DEBEN PROVEERSE DE ELEMENTOS DE REGULACION PARA PODER USARLOS PARA SOLDAR. EXISTEN DOS TIPOS DIFERENTES DE REGULADORES PARA LAS MAQUINAS SOLDADORAS DE TRANSFORMADOR. UNOS DE ELLOS ES UN REGULADOR CONTINUO OPERADO POR VOLANTE MANUAL; EL OTRO ES UN REGULADOR POR DERIVACIONES EN EL CUAL LOS CABLES DEL ELECTRODO SE ENCHUFAN EN DIFERENTES TOMAS PARA OBTENER DIFERENTES INTENSIDADES. AMBOS TIPOS DE REGULADORES CONTROLAN CON EXACTITUD LA CORRIENTE DE SOLDADURA, Y CON ELLOS EL OPERADOR PUEDE ELEGIR EL GRADO DE CALOR QUE DESEA EN EL ARCO.

LAS MAQUINAS CON RECTIFICADOR SON BASICAMENTE TRANSFORMADORES MONO O TRIFASICOS A LOS QUE SE LES AGREGA RECTIFICADORES DE SELENIO, O DE OTRO TIPO, PARA CAMBIAR LA CORRIENTE DE SALIDA DE ALTERNA A CONTINUA. ESTAS MAQUINAS TIENEN BASICAMENTE LOS MISMOS REGULADORES CARACTERISTICAS, Y CORRIENTE DE SALIDA QUE LAS DE TRANSFORMADORES.

LOS GENERADORES DE CORRIENTE CONTINUA CONSISTEN EN UNA ARMADURA QUE GIRA EN UN CAMPO ELECTRICO. LA CORRIENTE ES GENERADA EN LA ARMADURA Y RECOGIDA POR MEDIO DE LOS CONMUTADORES. LA ARMADURA GIRA IMPULSADA POR UN MOTOR ELECTRICO O POR MOTOR DE COMBUSTION INTERNA. CUANDO SON IMPULSADOS POR MOTORES DE COMBUSTION INTERNA, LOS EQUIPOS SON INDEPENDIENTES DE LA CORRIENTE ELECTRICA DE ALIMENTACION Y SON UTILIZADOS EN ZONAS CARENTES DE ENERGIA ELECTRICA.

LOS EQUIPOS COMBINADOS, QUE PRODUCEN CORRIENTE ALTERNA Y CONTINUA SON LOS MAS ADAPTABLES DE TODOS BASICAMENTE CONSTAN DE UN TRANSFORMADOR MONOFASICO Y DE UN RECTIFICADOR DE LOS CUALES PUEDEN OBTENERSE, CON SOLO MOVER UNA LLAVE, CORRIENTE ALTERNA Y CONTINUA. CON LA CORRIENTE CONTINUA PUEDE CAMBIARSE LA POLARIDAD DEL ELECTRODO A POSITIVA O NEGATIVA. EL VOLTAJE DE CIRCUITO ABIERTO, TANTO CON CORRIENTE ALTERNA COMO CONTINUA, PUEDE FIJARSE INDEPENDIENTEMENTE DE LA CORRIENTE PARA-

VIRAR LAS CARACTERISTICAS DEL ARCO.

ESTAS MAQUINAS SOLDADORAS PUEDEN ADAPTARSE A TRABAJOS ESPECIALES COMBINANDO UNA GRAN CAPACIDAD CON CORRIENTE ALTERNA CON UNA MENOR CON CORRIENTE CONTINUA O CUALQUIER OTRA COMBINACION QUE SE DESEE.

DEBEN TENERSE EN CUENTA VARIOS FACTORES CUANDO SE ELIJE UNA FUENTE DE CORRIENTE PARA SOLDAR. EL TAMAÑO O LA CAPACIDAD DE LA MAQUINA, NECESARIA PARA UN TRABAJO DETERMINADO DEPENDE DEL ESPESOR DEL METAL A SOLDAR Y DE LA CANTIDAD DE SOLDADURA A EFECTUAR. NO ES NECESARIO COMPRAR UNA CAPACIDAD MAYOR QUE LA NECESARIA PARA EFECTUAR EL TRABAJO. ASEGURESE SIN EMBARGO DE LA DURACION DE CARGA O CAPACIDAD DE TRABAJO CON CARGA MAXIMA. LOS EQUIPOS CON UNA DURACION DE CARGA BAJA DEBEN USARSE SOLAMENTE PARA TRABAJOS DE CONSERVACION O SOLDADURAS INTERMITENTES. LOS EQUIPOS INDUSTRIALES TIENEN NORMALMENTE UNA DURACION DE CARGA DE 60% LA OPERACION CONTINUA DE UN EQUIPO, MAS ALLA DE SU CAPACIDAD NOMINAL ACORTARA SU VIDA UTIL.

AL SELECCIONAR UNA MAQUINA DE SOLDAR DEBE CONSIDERARSE TAMBIEN EL TIPO DE CORRIENTE DE LINEA QUE PUEDA OBTENERSE EN GENERAL LAS MAQUINAS DE SOLDAR SON FABRICADAS PARA PODER USARLAS CON CUALQUIER TIPO DE ENERGIA, PERO ALGUNAS SOLO PUEDEN CONSEGUIRSE PARA UNAS CONDICIONES ESPECIFICAS. LAS UNIDADES MOTOR-GENERADOR SE CONSIGUEN GENERALMENTE SOLO PARA CORRIENTE ALTERNA TRIFASICA PERO PUEDEN OBTENERSE PARA DIFERENTES CICLOS Y VOLTAJES. TAMBIEN PUEDEN CONSEGUIRSE PARA CORRIENTE CONTINUA. LAS SOLDADORAS DE CORRIENTE ALTERNA SE FABRICAN GENERALMENTE PARA CORRIENTE ALTERNA MONOFASICA DE VARIOS CICLOS, CON O SIN CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA EN LA MISMA MAQUINA. FELIZMENTE EN MUCHAS ZONAS FABRIJES, LA FUENTE DE ENERGIA NO PRESENTA FACTORES LIMITANTES EN LA SELECCION DE UNA MAQUINA DE SOLDAR.

LA DECISION PUEDE HACERSE EN BASE A LA ECONOMIA Y EFICIENCIA DE LA MAQUINA PARA UN TRABAJO DETERMINADO. SIN EMBARGO, CUANDO SE OBTIENE LA ENERGIA ELECTRICA DE UN TRANSFORMADOR DE 3 KVA EN REDES RESIDENCIALES O RURALES, NO PUEDE USARSE UN EQUIPO DE CORRIENTE ALTERNA DEL TIPO INDUSTRIAL. SERA NECESARIO ELEGIR UN EQUIPO DE TRANSFORMADOR --

CON ENERGIA DE ENTRADA LIMITADA. ESTOS SON DISEÑADOS PARA UNA POTENCIA DE ENTRADA O ALIMENTACION LIMITADA, DE MODO QUE SOLO UNA CANTIDAD MAXIMA ESPECIFICADA DE CORRIENTE DE ALIMENTACION (37.5 AMPERIOS) ES PERMITIDA DURANTE EL TRABAJO.

DEBE CONSIDERARSE TAMBIEN QUE TIPO DE EQUIPO FACILITARA EL TRABAJO Y PERMITIRA SOLDAR CON COSTOS LIMITADOS. EXISTE UN METODO OPTIMO DE EFECTUAR CADA TIPO DE TRABAJO DE SOLDADURA.

LA CORRIENTE DE ALIMENTACION DE LA MAQUINA DE SOLDAR DEBE SER PLANEADA E INSTALAR SOLO POR ELECTRICISTAS CALIFICADOS LOS CABLES DEBEN SER DE SECCION ADECUADA Y CON SUS FUSIBLES APROPIADOS, DE ACUERDO A LOS REGLAMENTOS LOCALES Y NORMAS CORRECTAS.

C).- CABLES ELECTRICOS.- LOS CABLES ELECTRICOS DEBERAN DE TENER UN DIAMETRO DE ACUERDO A LA CAPACIDAD DE LA MAQUINA SOLDADORA Y LA LONGITUD DEBERA ELEGIRSE DE ACUERDO AL AREA DE INFLUENCIA DE LA MAQUINA PARA ASI LOGRAR UN ALTO GRADO DE EFICIENCIA EN LA PRODUCCION DE SOLDADURA.

LOS CABLES ELECTRICOS ESTAN CONSTITUIDOS POR FINISIMOS ALAMBRES, DE COBRE O ALUMINIO, ENVUELTOS POR UN MATERIAL AISLANTE EL CUAL LE PERMITIRA FLEXIBILIDAD Y LIBRE MOVIMIENTO. ESTOS CABLES SE CONECTAN AL EQUIPO POR MEDIO DE TERMINALES APROPIADAS DE COBRE, LAS CUALES ESTAN SOLDADAS O APERNADAS AL PROPIO CABLE.

D).- PORTA ELECTRODO.- EL PORTA ELECTRODO SE CONECTA EN UNO DE LOS EXTREMOS DEL CABLE DE CORRIENTE, SIENDO A TRAVES DE UNAS MORDAZAS TENSIONADAS POR UN RESORTE, LAS QUE SUJETAN AL ELECTRODO, DURANTE EL PROCESO DE LA SOLDADURA.

ESTE PORTA ELECTRODO DEBE SER RAZONABLEMENTE LIVIANO, BIEN AISLADO Y FUERTE PARA RESISTIR EL USO RUDO Y CONTINUO, ADEMAS DEBERA RESISTIR LA CAPACIDAD MAXIMA DE LA UNIDAD SUMINISTRADORA DE CORRIENTE.

E).- MASCARA O PANTALLA.- LA MASCARA O PANTALLA PROTECTORA PARA LA CARA ES NECESARIA PARA PROTEGERSE DEL CALOR, DE LOS RAYOS EMITIDOS POR EL ARCO Y DE LAS SALPICADURAS DE METAL FUNDIDO. LA MASCARA ESTA PROVISTA DE UN TAFILETE PARA FIJARLA A LA CABEZA Y LA PANTALLA PUEDE DETENERSE EN LA MANO POR MEDIO DE UN MANGO, SIENDO LA PRIMERA MAS USADA POR PERMITIR TENER LAS DOS MANOS LIBRES PARA TRABAJAR. AMBAS DEBERAN ESTAR PROVISTAS DE UN FILTRO PROTECTOR (VIDRIO) DEL No.10 U-11 PARA EFECTUAR SOLDADURAS CORRIENTES SIN RIESGO A SUFRIR DAÑOS A LOS OJOS. DEBIDO A QUE ESTE FILTRO ES COSTOSO SE PROTEGE CON UN VIDRIO TRANSLUCIDO QUE PUEDE DESECHARSE CUANDO SE HALLE CUBIERTO DE SALPICADERAS.

F).- ROPA Y EQUIPO DE PROTECCION.- PARA EVITAR QUEMADURAS EN EL CUER

PO DEL SOLDADOR, ESTE DEBERA USAR POR NORMA LA ROPA ADECUADA PARA -- TRABAJAR, ASI COMO LOS GUANTES Y DELANTALES DE CUERO CURTIDOS AL CRO MO LOS CUALES PROTEGEN LAS MANOS Y LA ROPA DEL CALOR Y DE LAS SALPI CADURAS DE ARCO.

SI SE SUELDA EN POSICION OTRA QUE LA PLANA, DEBE LLEVARSE HOMBRRERAS Y MANGAS DE CUERO.

ES RECOMENDABLE QUE EL SOLDADOR UTILICE LOS LENTES DE SEGURIDAD DE-- BAJO DE LA MASCARA PARA PROTEGER LOS OJOS DEL OPERADOR CUANDO PICA - LA ESCORIA DEL CORDON, CUANDO ESMERILA LAS PIEZAS PARA PREPARARLAS - DEBIDAMENTE Y CUANDO LIMPIA EL METAL CON EL CEPILLO DE ALAMBRE.

G).- HERRAMIENTA.- COMO HERRAMIENTA INDISPENSABLE DEL SOLDADOR SE -- CUENTA UN MARTILLO, CINCEL CEPILLO DE ALAMBRE, ARCO DE SEGUETA, LA-- CUAL SIRVE PARA LIMPIAR PERFECTAMENTE LOS CORDONES DE SOLDADURA QUE-- SE VAN APLICANDO. EN TRABAJOS DE ALTA PRODUCCION ES COMUN UTILIZAR - UN DISCO O UNA CARDA CON ESMERILADORA O CEPILLO ELECTRICO O EN SU DE FECTO CON UNA ESCARIADORA NEUMATICA, LAS CUALES SON MUY EFECTIVAS PA RA LIMPIAR Y REBAJAR LOS CORDONES, SACAR LA HERRUMBRE Y LA CASCARI-- LLA DEL METAL BASE.

DENTRO DE LA HERRAMIENTA DE TRABAJO PODRIAMOS INCLUIR LA MESA DE TRA BAJO, MESA QUE DEBERA DE SER DE HIERRO Y A PRUEBA DE INCENDIO PARA - FACILITAR EL TRABAJO Y LA TOMA DE TIERRA.

H).- ELECTRODO.- EN SOLDADURA EXISTEN VARIOS TIPOS DE ELECTRODOS, -- DISTINGUIENDOSE FUNDAMENTALMENTE DOS; LOS QUE SE FUNDEN Y LOS QUE - NO SE FUNDEN.

LOS ELECTRODOS QUE SE FUNDEN CUMPLEN DOS FUNCIONES AL MISMO TIEMPO, - O SEA SIRVEN PARA ESTABLECER EL ARCO ELECTRICO Y CONSTITUYEN EL ME-- TAL DEPOSITADO. ESTE TIPO DE ELECTRODOS SE DIVIDEN EN DOS GRUPOS: -- PARA MAQUINAS AUTOMATICAS Y PARA SOLDADURA MANUAL.

LOS ELECTRODOS PARA MAQUINAS AUTOMATICAS SON FABRICADOS EN CARRETES- O BOBINAS.

LOS ELECTRODOS PARA ARCO MANUAL SON FABRICADOS EN FORMA DE VARILLAS EN DIAMETROS Y LONGITUDES DIFERENTES. ESTE TIPO DE ELECTRODOS ESTAN CUBIERTOS POR UNA SUSTANCIA QUIMICA QUE VARIA SEGUN LAS CARACTERISTICAS QUE SE LE DAN AL ELECTRODO. EL REVESTIMIENTO DE LOS ELECTRODOS PARA ARCO MANUAL FUE EL DESCUBRIMIENTO MAS IMPORTANTE PARA EL DESARROLLO DE LA SOLDADURA POR ARCO YA QUE DE EL DEPENDEN LOS FACTORES MAS IMPORTANTES LOS CUALES SON PROTEGER EL ARCO DEL MEDIO AMBIENTE Y HACERLO MAS ESTABLE, LO CUAL SUCEDE AL QUEMARSE DESPRENDIENDO UN GAS QUE PROTEGE AL ARCO Y REDUCE CONSIDERABLEMENTE LA RESISTENCIA DEL AIRE AL PASO DE LA CORRIENTE ELECTRICA HACIENDOLA MAS ESTABLE.

RECIENTEMENTE HAN APARECIDO ELECTRODOS CON HIERRO EN POLVO PARA SOLDAR EN TODAS LAS POSICIONES. LAS INVESTIGACIONES HAN COMPROBADO QUE LA MAYORIA DE LOS RECUBRIMIENTOS DE LOS ELECTRODOS PERMITEN EL AGREGADO DE HIERRO EN POLVO Y EN EL FUTURO SE DESARROLLARA AUN MAS EL USO DE LOS ELECTRODOS CON HIERRO EN POLVO EN LOS REVESTIMIENTOS.

EL AGREGADO DE HIERRO EN POLVO EN LOS REVESTIMIENTOS DE LOS ELECTRODOS PRODUCE CASI AUTOMATICAMENTE:

- 1.- MAYOR RAPIDEZ DE DEPOSICION
- 2.- ASPECTO LISO Y UNIFORME DE LA SOLDADURA, CON CORDONES BIEN FORMADOS
- 3.- MUY POCAS SALPICADURAS
- 4.- SOLDADURAS DE LIMPIEZA FACIL
- 5.- EXCELENTE ESTABILIDAD Y CARACTERISTICAS DEL AREA

LOS ELECTRODOS DEBEN ALMACENARSE EN LUGAR SECO

UNA HUMEDAD EXCESIVA PUEDE AFECTAR EL FUNCIONAMIENTO CORRECTO DEL REVESTIMIENTO. ES DE BUENA PRACTICA ALMACENAR LAS CAJAS DE ELECTRODOS ABIERTAS EN UN ARMARIO CERRADO (HORNO), CALENTADO POR MEDIO DE UNA RESISTENCIA ELECTRICA O CON UNA LAMPARILLA DE LUZ ELECTRICA, DEBIENDOSE LOS ELECTRODOS HUMEDOS DE SECARSE ANTES DE USARSE.

PARA OBJETIVIZAR LOS DIFERENTES TIPOS DE RECUBRIMIENTOS Y LA FUNCION DE CADA UNO, SE INCLUYE EN ESTE TRABAJO LA FIG. 29

CLASIFICACION DE ELECTRODOS.- PARA LOS TRABAJOS DEDICADOS A LA SOLDADURA EN GENERAL ES RECOMENDABLE, CONTAR CON LOS CATALOGOS DE LOS FABRICANTES DE ELECTRODOS Y ALEACIONES PARA SOLDAR, EN EL MAYOR NUMERO QUE LE SEA POSIBLE, PARA QUE EN EL MOMENTO DADO ELIJA EL ELECTRODO O ALEACION MAS ADECUADA PARA EL TRABAJO QUE VA A EJECUTAR. SIN EMBARGO LA A.W.S. (SOCIEDAD AMERICA DE SOLDADURA) HA HECHO UNA CLASIFICACION DE ELECTRODOS, LA CUAL ES APLICABLE PARA SOLDAR ACEROS ESTRUCTURALES DE BAJO Y MEDIANO CONTENIDO DE CARBONO, ASI COMO ACEROS DE BAJA ALEACION, BASADA DE ACUERDO A LAS SIGUIENTES NORMAS.

EL NUMERO DE CLASIFICACION CONSTA DE CUATRO O CINCO CIFRAS, DE LAS CUALES LAS DOS PRIMERAS CIFRAS EN CASO DE SER UN TOTAL, DE CUATRO Y LAS 3 PRIMERAS EN CASO DE SER UN TOTAL DE 5, INDICARAN LAS MILES DE LIBRAS POR PULGADA CUADRADA (LBS/PULG²) DE RESISTENCIA A LA TENSION DEL METAL DEPOSITADO, LA PENULTIMA CIFRA SIGNIFICA LA POSICION EN LAS CUALES SE PUEDE APLICAR EL ELECTRODO, Y LA ULTIMA INDICARA EL TIPO DE REVESTIMIENTO DE DICHO ELECTRODO.

EN REALIDAD LAS DOS ULTIMAS CIFRAS INDICARAN UNIDAS, TANTO LAS POSICIONES DE APLICACION POSIBLE PARA EL ELECTRODO, COMO EL TIPO DE REVESTIMIENTO Y LAS CARACTERISTICAS DEL DEPOSITO EN CUANTO A FORMA Y APARIENCIA, ASI COMO TAMBIEN EL TIPO DE CORRIENTE QUE SE DEBE USAR Y LA POLARIDAD, VER FIG. 30 PARA LA CLASIFICACION DE ELECTRODOS.

LAS DOS PRIMERAS CIFRAS, O SEA LAS QUE INDICAN LA RESISTENCIA A LA TENSION, VARIAN DE 60 HASTA 120, LO QUE INDICA UN RANGO DE RESISTENCIA A LA TENSION DE 60,000 LBS/PLG². MINIMO, HASTA 120,000 LBS/PLG². QUE ES LA RESISTENCIA DE UN ELECTRODO DE VANDIO-NIQUEL-MOLIBDENO DE LA MAS ALTA RESISTENCIA A LA TENSION.

PARA LA PENULTIMA CIFRA O SEA LA QUE INDICA LA POSICION (VER FIG.34)- SOLO SE TIENEN TRES CLASIFICACIONES, LAS CUALES SON:

PARA EL No. 1.- TODAS POSICIONES

PARA EL No. 2.- POSICION PLANA Y HORIZONTAL

PARA EL No. 3.- SOLO POSICION PLANA

I.- METAL BASE.- METAL BASE SE LE LLAMA A LAS PIEZAS O ELEMENTOS ESTRUCTURALES QUE SE VAN A UNIR POR MEDIO DE SOLDADURA, FUNDAMENTALMENTE EL METAL ES UNA ALEACION DE HIERRO Y CARBONO Y EN MENOR GRADO --- OTROS ELEMENTOS, ENTRE LOS CUALES FIGURAN EL SILICIO, MANGANESO, FOSFORO Y AZUFRE.

PARA CLASIFICARLOS SE HA EMPEZADO POR SEPARAR A LOS ACEROS EN DOS -- GRUPOS; LOS CUALES SON:

A).- ACEROS AL CARBON

B).- ACEROS ALEADOS

A).- LOS ACEROS AL CARBON SON AQUELLOS QUE SUS PROPIEDADES FISICAS QUEDAN DEFINIDAS EN BASE A LA CANTIDAD DE HIERRO Y CARBONO QUE CONTENGAN, ES DECIR QUE AUNQUE CONTENGAN ALGUN OTRO ELEMENTO DE ALEACION, SERA UN PORCENTAJE TAN REDUCIDO QUE NO INFLUYE EN SUS PROPIEDADES FISICAS.

LOS ACEROS AL CARBON SE SUBDIVIDEN EN TRES GRUPOS, CLASIFICADOS EN BASE AL PORCENTAJE DE CARBONO QUE CONTENGA ESTOS GRUPOS SON:

BAJO CONTENIDO DE CARBON

ACEROS AL CARBON MEDIANO CONTENIDO DE CARBON

ALTO CONTENIDO DE CARBON

EL CONTENIDO DE CARBON EN LOS ACEROS VARIA DESDE 0.05% HASTA 1.7% -- SIENDO LOS DE BAJO CONTENIDO DE CARBON LOS QUE TIENEN COMO MAXIMO UN 0.3%, LOS DE MEDIANO CONTENIDO DE CARBON SON LOS QUE CONTIENEN DE -- 0.3% A 0.5% DE CARBON Y LOS DE ALTO CONTENIDO DE CARBON SON LOS QUE CONTIENEN HASTA 1.7% ES CONVENIENTE MENCIONAR QUE A MAYOR CONTENIDO DE CARBON EN LOS ACEROS, ESTE AUMENTA SU DUREZA Y A LA VEZ ADQUIERE MAYOR FRAGILIDAD Y SE FORMA MENOS RESISTENCIA A LA CORROSION.

SOLDADURA DE ACEROS DE BAJO CONTENIDO DE CARBON.- EN GENERAL LA SOLDABILIDAD DE LOS ACEROS DE BAJO CONTENIDO DE CARBON ES MUY BUENA, Y PUEDE DECIRSE QUE SE PUEDEN SOLDAR CON CUALQUIER METODO DE SOLDADURA, SIN EMBARGO, HAY QUE TENER EN CUENTA LAS POSIBLES FALLAS QUE PUEDAN

EXISTIR Y LAS CAUSAS QUE LAS ORIGINAN.

EMPEZAREMOS POR LOS ACEROS DE MUY BAJO CONTENIDO DE CARBON, ES DECIR AQUELLOS QUE TIENEN, COMO MAXIMO 0.12% DE CONTENIDO DE CARBON. A ESTOS ACEROS, ES RECOMENDABLE SOLDARLOS CON VELOCIDADES RELATIVAMENTE BAJAS, YA QUE EXPERIMENTALMENTE SE HA DEMOSTRADO QUE CUANDO SE SUELDAN A ALTAS VELOCIDADES SOBRE TODO CON EQUIPOS AUTOMATICOS DE ARCO - SUMERGIDO LA UNION QUEDA APARENTEMENTE BIEN PERO, CUANDO SE SOMETE A PRUEBAS DE RADIOGRAFIA ES MUY FRECUENTE ENCONTRAR POROCIDADES.

EN GENERAL TODO TIPO DE ACEROS AL CARBON, TENDRAN UN PEQUEÑO CONTENIDO DE AZUFRE, ELEMENTO QUE SE AGREGA CON EL FIN DE DARLE MAQUINABILIDAD (CUALIDAD DEL MATERIAL DE PODER SER CORTADO O TRABAJADO CON HERRAMIENTA DE CORTE) AL METAL Y ES PRECISAMENTE EL AZUFRE EL QUE MAYORES PROBLEMAS CAUSAN EN LA SOLDADURA. ANALICEMOS POR QUE:

EL PUNTO DE FUSION DE LOS ACEROS DE BAJO CONTENIDO DE CARBON ES APROXIMADAMENTE DE 1530°C TENIENDO PEQUEÑAS VARIACIONES QUE DEPENDEN DEL CONTENIDO DEL CARBONO, PUES ES PRECISAMENTE A ESTA TEMPERATURA, A LA CUAL EL AZUFRE SE COMBINA CON EL HIERRO, DANDO ORIGEN A SULFUROS DE HIERRO, Y COMO LOS SULFUROS DE HIERRO FUNDEN A 212°C RESULTA QUE SE MANTIENEN EN ESTADO LIQUIDO, DURANTE EL TIEMPO EN EL CUAL EL HIERRO SE SOLIDIFICA Y ESTE LIQUIDO IMPIDE QUE LOS CRISTALES SE UNAN COMPLETAMENTE, LO CUAL LOGICAMENTE ORIGINAN GRIETAS.

HAY QUE TOMAR EN CUENTA QUE ESTE PROBLEMA SE ORIGINA CUANDO EL ACERO TIENE AZUFRE EN EXCESO.

EL MODO MAS EFICAZ PARA EVITAR ESTAS GRIETAS, ES APLICANDO MANGANESO EN EL REVESTIMIENTO DEL ELECTRODO. OCACIONANDO QUE EL AZUFRE LIBRE, EN LUGAR DE ALEJARSE CON EL HIERRO SE COMBINA CON EL MANGANESO DANDO LUGAR A SULFUROS DE MANGANESO LOS CUALES FUNDEN A LA MISMA TEMPERATURA DEL HIERRO, EVITANDO COMPLETAMENTE EL PROBLEMA.

ACEROS ESTRUCTURALES.- DENTRO DE LA CLASIFICACION DE ACEROS AL CARBON DE BAJO Y MEDIANO CONTENIDO DE CARBON, SE ENCUENTRAN LOS ACEROS ESTRUCTURALES QUE TIENEN UN CONTENIDO APROXIMADO DE 0.30% DE CARBONO. LOS ACEROS ESTRUCTURALES TIENEN UNA GRAN VARIEDAD DE APLICACIONES Y-

PARA CADA APLICACION EXISTE UN TIPO DE ACERO ADECUADO, POR EJEMPLO, ACERO PARA ESTRUCTURAS DE EDIFICIOS, OLEODUCTOS, TUBERIAS, PARA CALDERAS, PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO, PARA PUENTES, PARA HERRERIAS ETC., PARA LOS TRABAJOS DE SOLDADURA EN PLATAFORMAS MARINAS SE REQUIERE DE UN ESTRICTO CONTROL DE CALIDAD DEL MATERIAL USADO Y CON MAYOR RAZON DE LAS SOLDADURAS, YA QUE EN ESTOS CASOS LOS MATERIALES SON SOMETIDOS A ESFUERZOS CERCANOS A SU CAPACIDAD DE RESISTENCIA Y SI EN ALGUNA PARTE HUBIERA UNA REDUCCION EN CUANTO A ESTAS PROPIEDADES PUEDE RESULTAR QUE EN UNA CONCENTRACION DE ESFUERZOS EL MATERIAL FALLE (SE ROMPA) EN ESA PARTE OCASIONANDO LOS DAÑOS O PERDIDAS ECONOMICAS QUE PUEDAN IMAGINARSE PARA CADA CASO, PUES BIEN, PARA ESTOS CASOS ES NECESARIO CONSIDERAR OTROS ASPECTOS QUE PUEDAN DAR ORIGEN A FALLAS EN LAS SOLDADURAS.

EN GENERAL AL APLICAR UN CORDON DE SOLDADURA ES CASI INEVITABLE QUE SE FORME UNA SOCAVACION A LOS LADOS DEL CORDON, DESDE LUEGO QUE UNA BUENA MANIPULACION DEL ELECTRODO DEBE HACER LA SOCAVACION LO MAS PEQUEÑA POSIBLE SIN EMBARGO COMO NO SE PUEDE ELIMINAR TOTALMENTE, SE ACEPTA QUE TENGA COMO MAXIMO 0.25MM DE PROFUNDIDAD.

COMO PUEDE OBSERVARSE, SE ESTA DANDO LUGAR A POSIBLES FALLAS DE REDUCCION DE SECCION, PUES BIEN, PARA ESTAR SEGUROS DE QUE NO HABRA FALLA POR ESTAS CAUSAS ES RECOMENDABLE UTILIZAR UN ELECTRODO QUE CUYO DEPOSITO DE METAL SERA DE MAYOR RESISTENCIA QUE EL METAL BASE-POR EJEMPLO PARA SOLDAR MATERIAL CON RESISTENCIA A LA TRACCION DE 60,000 LB/PLG². (4218 KG/CM²) ES RECOMENDABLE USAR UN ELECTRODO QUE TENGA MINIMO UNA RESISTENCIA DE 65,000 LB/PLG.²(4569 KG/CM²).

ACEROS AL CARBON DE ALTA RESISTENCIA A LA TRACCION.- LOS ACEROS AL CARBON DE ALTA RESISTENCIA A LA TRACCION SON AQUELLOS QUE TIENEN UNA RESISTENCIA MINIMA DE 70,000 LB/PLG² (4921 KG/CM²) Y SON USADOS PARA LA FABRICACION DE RECIPIENTES QUE SON SOMETIDOS A ELEVADAS PRESIONES, POR EJEMPLO, TANQUES, TUBERIAS CALDERAS, ETC. O PARA LA FABRICACION DE ESTRUCTURAS DE OBRAS PUBLICAS COMO EDIFICIOS, PUENTES Y FABRICACION DE BARCOS, ETC.

PARA LA SOLDADURA DE ESTOS ACEROS, ES NECESARIO CONSIDERAR OTRO FACTOR DE POSIBLE FALLA, QUE ES LA INCLUSION DE HIDROGENO DENTRO DE LA ZONA DE FUSION AL ESTAR APLICANDO LA SOLDADURA.

CUANDO EL HIDROGENO PENETRA EN LA FUSION Y QUEDA ATRAPADO AL ESTAR SOLODIFICANDO EL METAL, TIENDE A FORMAR UNA DELGADA CAPA VERTICAL COMO SI QUISIERA SALIR A LA SUPERFICIE, EXTENDIENDOSE EN LA SECCION DEL MATERIAL CONSTITUYENDO POR ESE MOTIVO UNA DE LAS MAS PELIGROSAS FALLAS, EN LAS SOLDADURAS.

EL ESPESOR DE LA PELICULA DE HIDROGENO ES EN REALIDAD MUY PEQUEÑO, DEL ORDEN DE DECIMAS DE MILIMETRO.

A ESTE TIPO DE FALLA SE LE DENOMINA ORDINARIAMENTE OJO DE PESCADO DE HIDROGENO, EXPERIMENTALMENTE SE HA COMPROBADO QUE LAS FISURAS O GRIETAS PRODUCIDAS POR HIDROGENO, SON MAS FRECUENTES EN ACEROS CONTAMINADOS DE AZUFRE. ES POSIBLE QUE LA GRIETA TAMBIEN APAREZCA EN LA BASE DE LA SOLDADURA O QUE SALGA A LA SUPERFICIE.

PARA EVITAR ESTE TIPO DE FALLAS ES NECESARIO UTILIZAR ELECTRODOS DEBAJO HIDROGENO. ESTOS ELECTRODOS CONSISTEN EN TENER EL MINIMO CONTENIDO DE HIDROGENO EN SU REVESTIMIENTO Y CON UNA CANTIDAD ADECUADA DE MANGANESO PARA REDUCIR LOS EFECTOS DEL AZUFRE; PARA LOGRAR TENER UN MINIMO DE HIDROGENO EN ESTOS ELECTRODOS ES NECESARIO SECARLOS CON MUCHO MAYOR CUIDADO Y EFICIENCIA QUE LOS ELECTRODOS ORDINARIOS DE TAL MANERA SE EXTRAE EL HIDROGENO DE ESTOS ELECTRODOS QUE ES NECESARIO TENERLOS EN UN HORNO A 250° CUANDO NO SE USAN, DEBIENDOSE DE SACAR DEL HORNO SOLO LOS QUE SE CONSUMEN EN UNA HORA PARA EVITAR QUE ABSORBAN HUMEDAD DEL MEDIO AMBIENTE.

EL ELECTRODO DE BAJA HIDROGENO MAS COMUNMENTE USADO ES EL AWS 7018 Y EN GENERAL LOS FABRICANTES RECOMIENDAN EFECTUAR LA SOLDADURA CON UN ARCO CORTO, LO CUAL DIFICULTA SU APLICACION, ES MAS ESTABLE EL ARCO EN CORRIENTE CONTINUA PERO TAMBIEN PUEDE APLICARSE CON CORRIENTE ALTERNIA SI SE TIENE UN POTENCIAL ELEVADO EN VACIO (APROXIMADAMENTE 75 VOLTS.)

J).- SIMBOLOS DE SOLDADURA.- LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (A.- W, S.) HA ESTABLECIDO UN SISTEMA DE SIMBOLOS QUE PERMITEN IDENTIFICAR PLENAMENTE LAS OPERACIONES, DE SOLDADURA EN EL MISMO PLANO DE FABRICACION, SIN NECESIDAD DE ANOTAR CON PALABRAS TODOS LOS DETALLES DE LA UNION.

ES CONVENIENTE RECAPACITAR SOBRE LOS DETALLES QUE DETERMINAN UNA UNION SOLDADA, PARA QUE QUEDE BIEN ESTABLECIDA LA UTILIDAD DE LOS SIMBOLOS.

LOS DETALLES MAS IMPORTANTES QUE PUEDEN INTERPRETARSE CON SIMBOLOS SON LOS SIGUIENTES:

- a).- EL TIPO DE PREPARACION QUE SE LE HACE AL METAL A BASE Y LAS DIMENSIONES DE CADA UNA DE SUS PARTES.
- b).- EN QUE LUGAR ESTA APLICADA CADA SOLDADURA.
- c).- EL ACABADO DE LA SOLDADURA.
- d).- LONGITUDES DE CADA SOLDADURA.
- e).- DIMENSIONES DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA SOLDADURA.

EXPLICAREMOS A CONTINUACION CADA UNO DE LOS PUNTOS PARA QUE SE COMPRUEBE MEJOR:

- a).- EL TIPO DE PREPARACION Y SUS DIMENSIONES, SE REFIERE A QUE POR MEDIO DEL SIMBOLO DE SOLDADURA SE PUEDE ESPECIFICAR SI LA JUNTA ES A TOPE, CON BISEL DE TRASLAPE, EN ANGULO, EN T, EN CRUZ, ETC. Y ADEMAS SE EXPRESA TAMBIEN LAS DIMENSIONES DE LA JUNTA QUE SE TRATE.
- b).- ES NECESARIO INDICAR EL LUGAR EXACTO DE LA SOLDADURA Y COMO REGULARMENTE UNA PIEZA TIENE APLICACIONES DE SOLDADURA EN CUALQUIER PARTE, SERIA INCONVENIENTE TENER QUE DIBUJAR TODOS LOS DATOS DE LA PIEZA SOLO PARA INDICAR UNA SOLDADURA.
- c).- EL ACABADO DE LA SOLDADURA SE REFIERE A COMO DEBE QUEDAR LA SUPERFICIE DEL CORDON DE SOLDADURA.

POR LO GENERAL LOS ACABADOS PUEDEN REDUCIRSE A 3 TIPOS, REFORZADA, ARAS Y ALIGERADA.

- d).- LONGITUD DE CADA SOLDADURA O EN OCASIONES NO SE APLICA LA SOLDA

DURA EN TODA LA LONGITUD DE LA JUNTAS Y ES NECESARIO INDICAR LAS PARTES CON SOLDADURA Y LAS PARTES SIN SOLDADURA.

e).-DIMENSIONES DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA SOLDADURA. ESTAS SE-REFIEREN A LAS DIMENSIONES PROPIAS DE LA SOLDADURA.

COMO UN COMPLEMENTO DE LO ANTERIOR SE INCLUYE LA FIG. 31 Y 32, LA --CUAL NOS DESCRIBE EL SIGNIFICADO DE CADAPARTE DEL SIMBOLO UTILIZADO--PARA DESCRIBIR UNA SOLDADURA, ASI LA CLASIFICACION DE JUNTAS SOLDA--DAS A TOPE MAS COMUNES.

k).- METODOS DE INSPECCION DESTRUCTIVA Y NO DESTRUCTIVA.- ESTE PUNTO TIENE COMO FINALIDAD EXCLUSIVAMENTE DAR A CONOCER LOS DIFERENTES METODOS QUE EXISTEN PARA INSPECCIONAR SOLDADURAS TANTO ESTRUCTURALES --COMO EN LINEAS DE PROCESO, LOS CUALES A CONTINUACION SE RELACIONAN --PARA POSTERIORMENTE DESCRIBIR EN QUE CONSISTEN SUS AREAS O DISCIPLI--NAS MAS UTILIZADAS:

METODOS DE INSPECCION NO DESTRUCTIVAS

- a) VISUAL
- b) LIQUIDOS PENETRANTES
- c) MAGNAFLUX
- d) LUZ NEGRA
- e) RADIOGRAFIA
- f) ULTRASONIDO

INSPECCION VISUAL.- EN SOLDADURAS DE CIERTA IMPORTANCIA O SEAN EN --ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE PRIMER ORDEN LAS SOLDADURAS ASI COMO SUS--BISELES DEBERAN INSPECCIONARSE VISUALMENTE POR EL INSPECTOR O SUPER--VISOR DE LA OBRA Y LOS RECHAZOS QUE EXISTIERAN FUERA DE NORMA SON --VALIDOS PARA SU REPARACION.

LIQUIDOS PENETRANTES.- ESTE METODO CONSISTE EN UTILIZAR EN OCASIONES DOS LIQUIDOS, EL CUAL EL SEGUNDO CATALIZA EL PRIMERO, O UNO SOLO,-

LOS CUALES UNA VEZ APLICADOS EN LA SOLDADURA O METAL BASE TIENEN UNA ALTA CALIDAD DE PENETRACION MANIFESTANDOSE DE INMEDIATO LAS FISURAS, ROTURAS O ALGUN DEFECTO SUPERFICIAL QUE PUDIERA TENER LA SOLDADURA.- SU UTILIZACION ES MAS COMUN EN SOLDADURAS CON ESPESORES CONSIDERABLES COMO SON OREJAS DE IZAJE, FLECHAS O BARRAS PARA EQUIPOS MECANICOS, ETC.

MAGNAFLUX.- ESTE METODO CONSISTE EN UNA FUENTE DE ENERGIA ELECTRICA, Y UNA BOBINA, EL CUAL LA PRIMERA SUMINISTRA UNA CORRIENTE DE MUY ALTO VOLTAJE PERO DE MUY BAJO AMPERAJE QUE AL CIRCULAR POR LA BOBINA - GENERA UN CAMPO MAGNETICO DE MUY ALTA INTENSIDAD Y QUE AL COLOCARLO SOBRE LA SOLDADURA O PIEZA QUE SE ESTA TRABAJANDO, DICHO CAMPO PROVOCA UNA CONCENTRACION DE FLUJO MAGNETICO EN LAS PROBABLES ZONAS DE FISURAS, ROTURAS O DEFECTOS SUPERFICIALES Y QUE AL SER BAÑADOS ESTOS CON UN POLVO METALICO DEPOSITADO MANUALMENTE SE CONCENTRE ESTE EN LA ZONA DE DEFECTO Y ASI CON CIERTA FACILIDAD DETECTAR FALLAS EN LA SOLDADURA O METAL BASE QUE SE SOLDE PROBANDO.

LA UTILIZACION DE ESTE METODO ES COMUNMENTE UTILIZADO EN HERRAMIENTAS DE EQUIPOS DE PERFORACION, PIEZAS MECANICAS DE EQUIPO PESADO O EN SOLDADURAS CON FORMAS GEOMETRICAS CAPRICIOSAS DIFICILES DE INSPECCIONAR POR OTROS METODOS.

LUZ NEGRA.- EN ESTE METODO SE UTILIZA UNA LAMPARA ELECTRICA QUE GENERA RAYOS ULTRAVIOLETAS EL CUAL SE APLICA A LA PIEZA O SOLDADURA QUE SE ESTA INSPECCIONANDO, PREVIAMENTE BAÑADO ESTE CON UN LIQUIDO CONTRASTANTE A DICHOS RAYOS, LOS CUALES AL SER APLICADOS RESULTA EN FORMA FLUORECENTE O FOSFORECENTE LOS DEFECTOS SUPERFICIALES QUE PUDIERAN TENER LAS PIEZAS QUE SE INSPECCIONEN. LA UTILIZACION DE ESTE METODO ES BASICAMENTE EN PIEZAS DE MOTORES Y BOMBAS O EN SOLDADURAS DE PIEZAS FACILES DE MANEJAR.

RADIOGRAFIA.- ESTE METODO ES EL MAS UTILIZADO ACTUALMENTE TANTO EN -

LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION COMO EN AQUELLAS INDUSTRIAS TANTO EN LA SOLDADURA QUE SE APLICA SEA POSIBLE LA UTILIZACION DE ESTE EQUIPO. EL EQUIPO UTILIZADO CONSISTE EN UNA FUENTE DE ENERGIA ELECTRICA. QUE VA POR UN TUBO DE RAYOS CATODICOS PARA GENERAR ASI UN AS DE RAYOS X. ESTE AS DE RAYOS X SE HACE INCIDIR SOBRE LA SOLDADURA QUE SE ESTA -- INSPECCIONANDO EN LA PARTE POSTERIOR SE COLOCA UNA PELICULA EN LA -- CUAL SE PLASMARON LOS POSIBLES DEFECTOS TANTO INTERIORES COMO EXTE-- RIORES DE LA PROPIA SOLDADURA.

ULTIMAMENTE POR MAYOR FACILIDAD DE TIEMPO Y SERVICIO SE ESTA -- UTILIZANDO BOMBAS DE COBALTO E IRIDIO MISMAS QUE GENERAN UN AS DE RA YOS GAMA INCIDIENDO ESTAS EN LA PELICULA ANTES DESCRITA DE LA MISMA FORMA QUE LOS RAYOS X. EN PLATAFORMAS MARINAS EL METODO ANTERIOR ES EL MAS UTILIZADO TANTO EN LAS SOLDADURAS ESTRUCTURALES COMO EN LAS LINEAS DE PROCESO Y SERVICIOS QUE REQUIEREN SOLDADURAS DE MUY ALTA CALIDAD.

ULTRASONIDO.- COMO SU PALABRA LO DICE, ESTE METODO CONSISTE EN IMPRIMIR UNA ONDA ULTRASONICA O SEA A UNA FRECUENCIA MUY ALTA POR MEDIO DE UN TRANSDUCTOR MECANICO EL CUAL LANZA LA ONDA Y LA PERCIBE NUEVAMENTE CUANDO ESTA TIENE ALGUNA REFLEXION, COMO ES EL CASO DE LAS DISCONTINUIDADES QUE PUDIERA PRESENTAR UNA SOLDADURA O UNA PIEZA MECANICA CUALQUIERA YA SEA DEBIDO A POROS, FALTA DE FUSION, ROTURA, ESCORIA, ETC., ETC.

ESTE TIPO DE INSPECCION TAMBIEN ES MUY UTILIZADO EN PLATAFORMAS MARINAS, COMO ES EN LAS JUNTAS LLAMADAS "T", "K", "Y" MISMAS QUE SE MANIFIESTAN EN TODAS LAS INTERSECCIONES DE TUBOS Y EN LOS PUNTOS LLAMADOS NODOS O CANES. ADEMAS DE LOS PUNTOS ANTERIORES LA INSPECCION ULTRASONICA SE APLICA AL 100% EN TODAS LAS OREJAS DE IZAJE DE LAS ESTRUCTURAS QUE SE ENVIAN EN CHALAN DESDE LOS PATIOS DE FABRICACION A LA SONDA DE CAMPECHE; ASI COMO EN LAS JUNTAS DE LOS PILOTES QUE SE LLEVAN AL CABO DIRECTAMENTE EN EL MAR DURANTE SU HINCADO.

METODOS DE INSPECCION DESTRUCTIVAS

- a) PRUEBAS FISICAS DE TENSION
- b) PRUEBAS FISICAS DE DOBLEZ O SHARPY
- c) METALOGRAFIA
- d) ATAQUE MACRO CON ACIDOS

PRUEBAS FISICAS DE TENSION.- COMO SU NOMBRE LO DICE PARA HACER ESTAS PRUEBAS A LOS MATERIALES O A LAS SOLDADURAS QUE SE ESTAN APLICANDO - ES NECESARIO SECCIONAR O CORTAR PARTES DE ESTE MATERIAL PARA QUE DE ACUERDO A CIERTO PROCEDIMIENTO SE HAGAN TENSIONAR HASTA SU RUPTURA Y ASI PODER EVALUAR LA CAPACIDAD DE RESISTENCIA DE LA SOLDADURA.

PRUEBAS FISICAS DE DOBLEZ O SHARPY.- ESTE TIPO DE PRUEBA, IGUAL QUE- LO ANTERIOR, ES NECESARIO CORTAR UNA PARTE DEL MATERIAL BASE Y DE LA PROPIA SOLDADURA PARA QUE DE ACUERDO A CIERTO PROCEDIMIENTO SE ES- FUERZE AL DOBLARLO EN VARIAS OCASIONES Y ASI EVALUAR LA RESISTENCIA- Y LA DUCTILIDAD DEL PROPIO MATERIAL DE APORTE Y EL MATERIAL BASE QUE SE ESTA SOLDANDO.

METALOGRAFIA.- ESTE METODO CONSISTE EN SACAR UNA PORCION DEL MATE--- RIAL QUE SE ESTA INSPECCIONANDO PARA POSTERIORMENTE SACAR UNAS FOTO- GRAFIAS A NIVEL MACRO EN LAS CUALES SE CONTEMPLA LA ESTRUCTURA CRIS- TALINA DEL METAL ASI COMO SU PROPIO ARREGLO ESTRUCTURAL EL CUAL POS- TERIORMENTE SE COMPARE CON ALGUNOS ARREGLOS DE ESTRUCTURAS POLICRIS- TALIZADAS METALICAS BIEN DEFINIDAS DEPENDIENDO DEL TIPO DE MATERIAL- QUE SE TRATE Y ASI DE ESTA MANERA DETERMINAR ALGUN DEFECTO EN EL MA- TERIAL INSPECCIONADO.

ATAQUE MACRO CON ACIDOS.- CONSISTE EN CORTAR UNA PORCION DEL MATE--- RIAL A INSPECCIONAR EL CUAL SE DEJA REPOSAR POR UN DETERMINADO TIEM- PO EN UNA SOLUCION ACIDA, COMO PUDIERA SER EL ACIDO SULFIHIDRICO, MA- NIFESTANDOSE ASI UNA PROBABLE MODIFICACION A LA ESTRUCTURA MOLECULAR

DEL MATERIAL QUE SE TRATE Y EN CASO DE QUE ASI LO FUERA DETERMINAR -
POSIBLES DESVIACIONES EN CUANTO A LA CALIDAD DE DICHO MATERIAL.

METODOS DE SOLDADURA

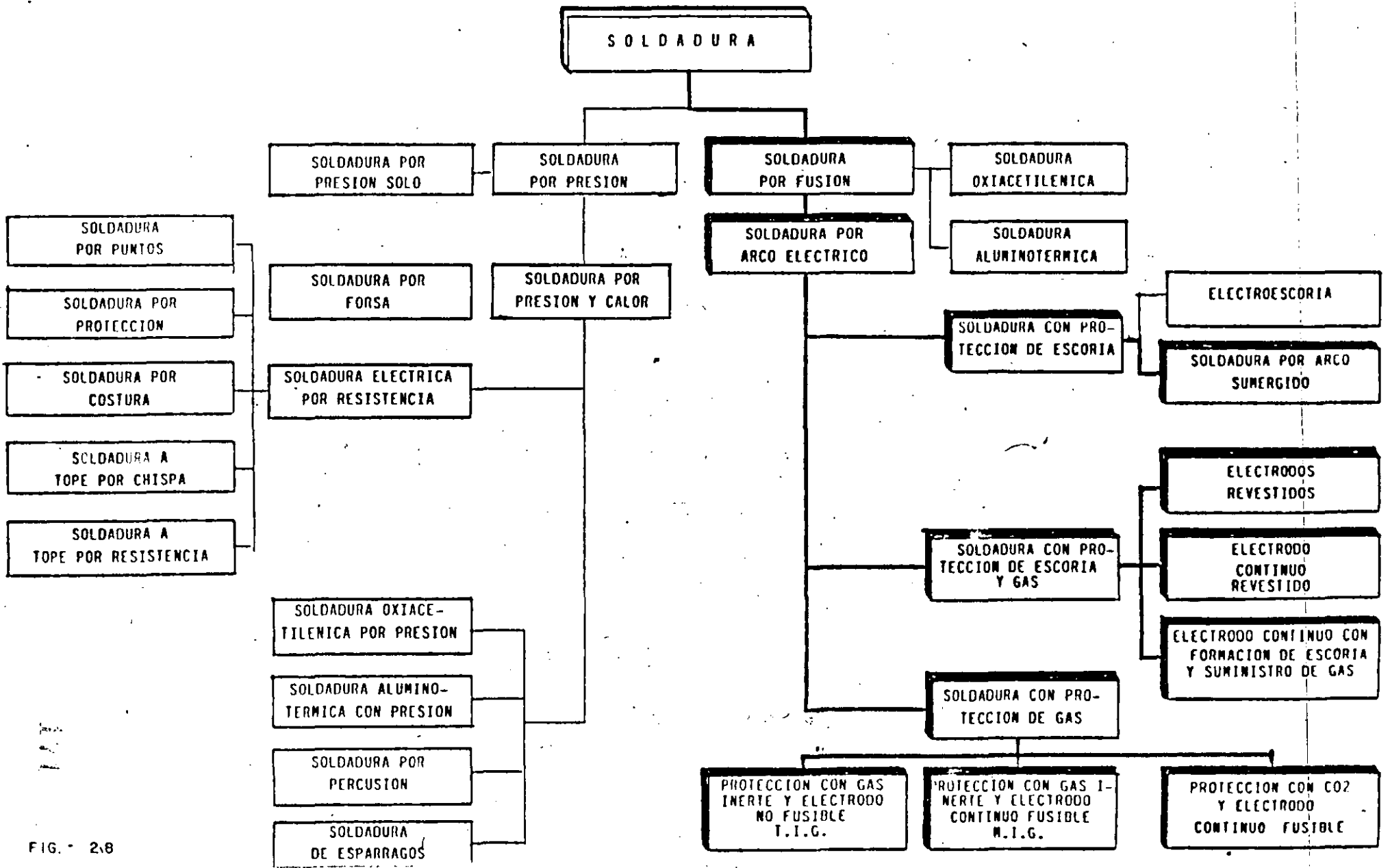


FIG. - 2.8

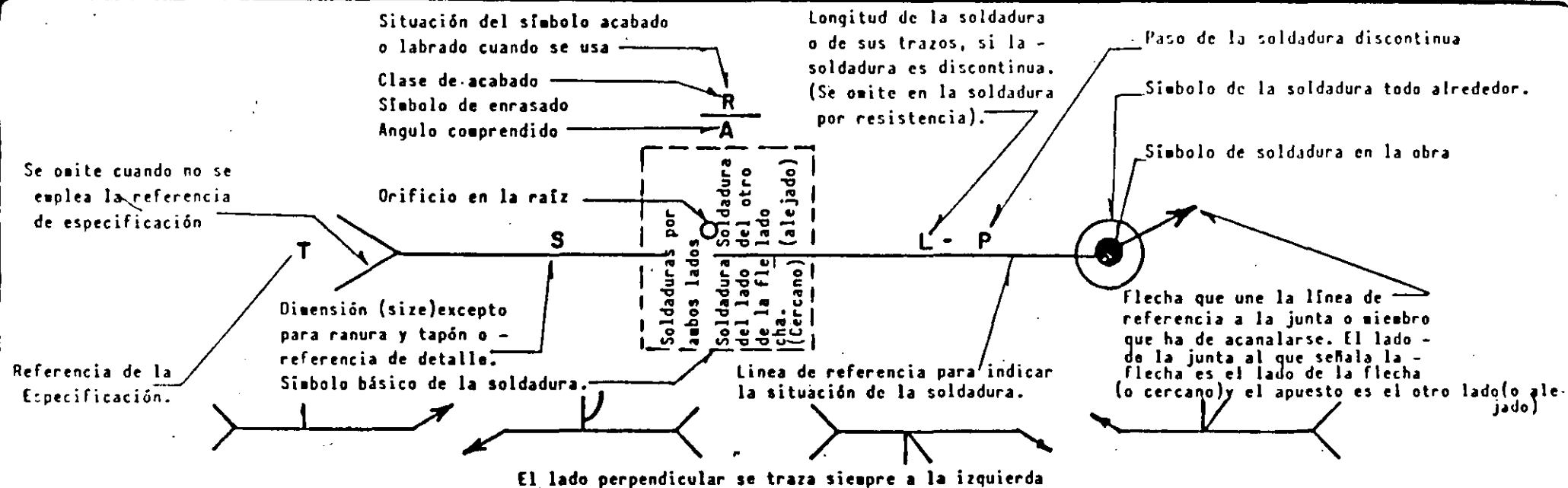
REVESTIMIENTO DE ELECTRODOS

INGREDIENTE DE LIGA	FUNCION DEL REVESTIMIENTO	L I G A	RESISTENCIA AL REVESTIMIENTO	ESTABILIZADOR DEL ARCO	FORMADOR DE ESCORIA	FORMADOR DE GAS	A G B N T E REDUCTOR	A G E N T E OXIDANTE	E S C C O R I A A C I D A	E S C C O R I A B A S I C A	E S C C O R I A F L U I D E Z	VELOCIDAD DE FUSION	B A J O HIDROGENO	CONTENIDO A L E A N T E
CELULOSA		B	B			A	B							
RUTILO				A	A				B		A		B	
RESINA		A	B				B							
SILICATO DE SODIO		A		B						B				
ASBESTO		B	A	B	A						B		B	
ARCILLAS		B	B	B	B						B		B	
CARBONATO DE CALCIO				A	B	A		B	B				A	
SILICATO DE ALUMINIO				B	A									
SILICATO DE MAGNESIO				B	A									
SILICATO DE HIERRO			A	B	A								B	
SILICATO DE POTASIO		A		A	A									
OXIDO DE HIERRO				B				A		A	A			
FERROMANGANESO					A		A		B					B
POLVOS DE METALES ALEANTES								B						A
POLVOS DE HIÉRRRO											A			

CLASIFICACION DE ELECTRODOS

CLASIFICACION A.W.S.	CORRIENTE	POLARIDAD	POSICION DE SOLDADURA	TIPO DE RECUBRIMIENTO	PENETRACION	TIPO DE ESCORIA	ESCORIA
E-XX10	C.D.	+	TODAS	CELULOSICO SODICO	ALTA	ORGANICA	DELGADA
E-XX11	C.A. C.D.	+	TODAS	CELULOSICO POTASICO	ALTA	ORGANICA	DELGADA
E-XX12	C.D.	-	TODAS	RUTILICO SODICO	MEDIANA	RUTILICA	GRUESA
E-XX13	C.A. C.D.	-	TODAS	RUTILICO POTASICO	SUPERFICIAL	RUTILICA	GRUESA
E-XX14	C.A. C.D.	+ -	TODAS	RUTILICO POTASICO	MEDIANA	RUTILICA	FACILMENTE REMOVIBLE
E-XX15	C.D.	+	TODAS	BASICO SODICO	MEDIANA	BAJO HIDROGENO	MEDIA
E-XX16	C.A. C.D.	+	TODAS	BASICO POTASICO	MEDIANA	BAJO HIDROGENO	MEDIA
E-XX18	C.A. C.D.	+	TODAS Y FILETE	BASICO POTASICO	SUPERFICIAL	BAJO HIDROGENO	MEDIA
E-XX20	C.A. C.D.	+ -	PLANA Y FILETE	OXIDOS DE HIERRO	MEDIANA	MINERAL	GRUESA
E-XX24	C.A. C.D.	+ -	PLANA Y FILETE	POLVOS DE HIERRO	SUPERFICIAL	RUTILICA	GRUESA
E-XX27	C.A. C.D.	+ -	PLANA Y FILETE	POLVOS DE HIERRO ACIDO	MEDIANA	MINERAL	GRUESA
E-XX28	C.A. C.D.	+ -	PLANA Y FILETE	POLVOS DE HIERRO BASICO	SUPERFICIAL	BAJO HIDROGENO	MEDIANA

SIMBOLOS DE SOLDADURAS



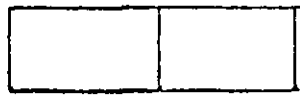
SIMBOLOS DE SOLDADURAS DE ARCC Y DE GAS

TIPO DE SOLDADURA								SOLDADO EN OBRA	SOLDADO TODO ALREDEDOR	ENRASADO
LENTI-CULAR	FILETE	RANURA					RANURA Y TAPON			
		RECTA	V	BISEL	U	J				

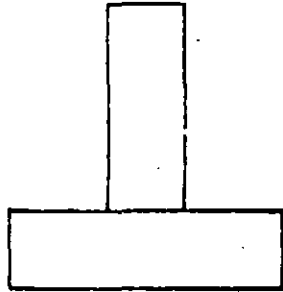
- 1.- EL LADO DE LA JUNTA AL QUE SEÑALA LA FLECHA ES EL LADO DE LA FLECHA (O CERCANO).
- 2.- LAS SOLDADURAS POR AMBOS LADOS SON DEL MISMO TIPO, A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA COSA.
- 3.- LOS SIMBOLOS SE APLICAN ENTRE LOS CAMBIOS -- BRUSCOS DE DIRECCION DE LA JUNTA O COMO ACOTADOS (EXCEPTO CUANDO SE USA EL SIMBOLO DE -- TODO ALREDEDOR).

- 4.- TODAS LAS SOLDADURAS SON CONTINUAS Y DE LAS PRO^o PORCIONES ESTANDARES DEL USUARIO, A MENOS QUE -- SE INDIQUE OTRA COSA.
- 5.- LA COLA DE LA FLECHA SE UTILIZA PARA REFERENCIA DE ESPECIFICACIONES (PUEDE OMITIRSE CUANDO NO -- SE EMPLEA DICHA REFERENCIA).
- 6.- LAS DIMENSIONES O COTAS DE LAS SOLDADURAS, LAS LONGITUDES DE LOS TROZOS Y SUS ESPACIAMIENTOS, SE DAN EN PULGADAS EN EL SISTEMA INGLES, Y EN -- EN EL METRO.

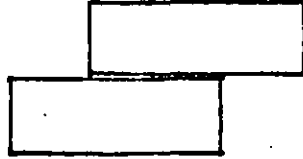
CLASIFICACION DE JUNTAS SOLDADAS Y A TOPE



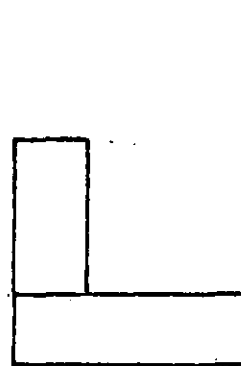
JUNTA A TOPE



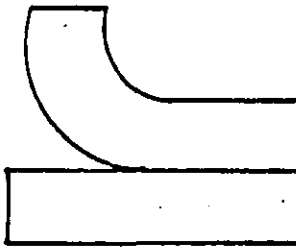
JUNTA EN T



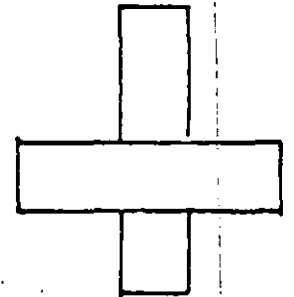
JUNTA A TRASLAPE



JUNTA EN ANGULO



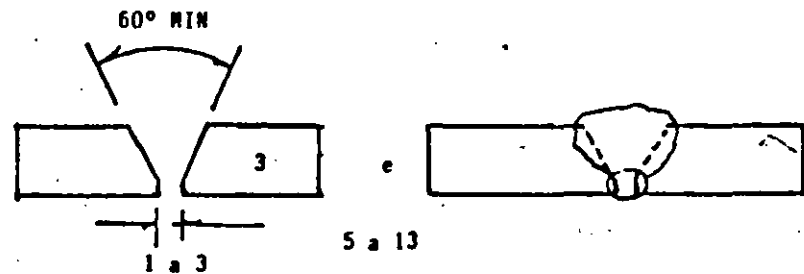
JUNTA EN REBORDE



JUNTA EN CRUZ



JUNTA RECTA



60° MIN

60° MIN

2 a 3

HASTA 4

1 a 3

5 a 13

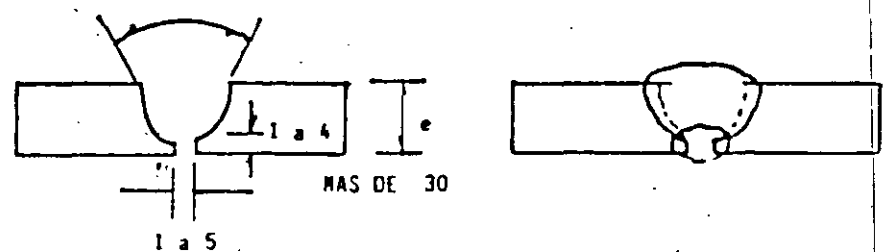
3, a 6

14 a 30

JUNTA EN "X"

45° MIN

JUNTA EN "V"

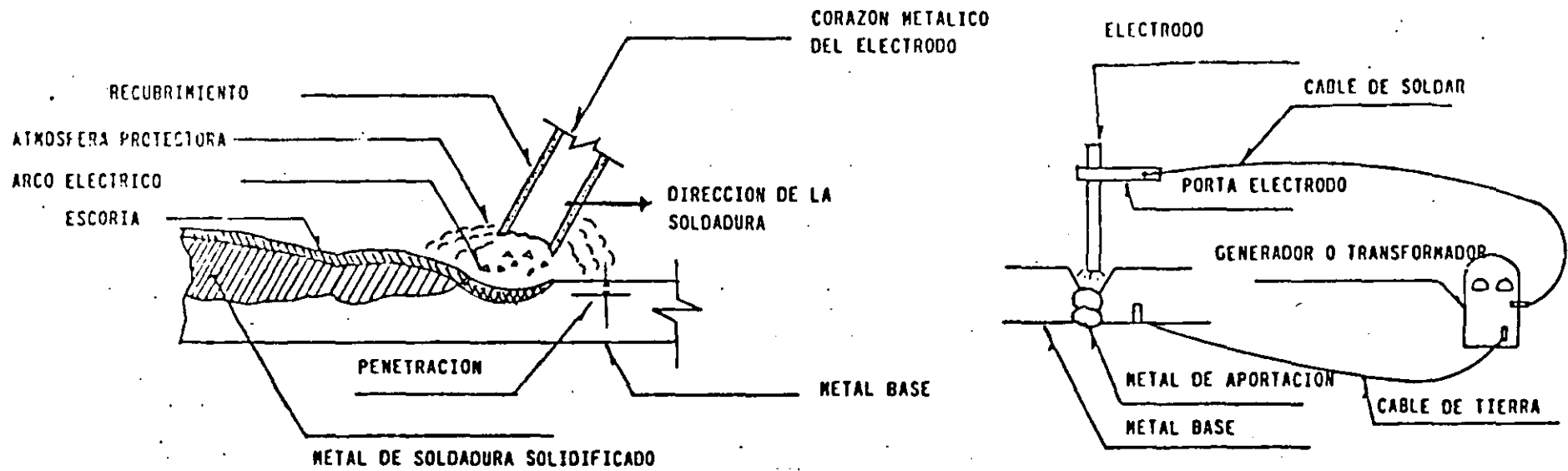


MAS DE 30

1 a 5

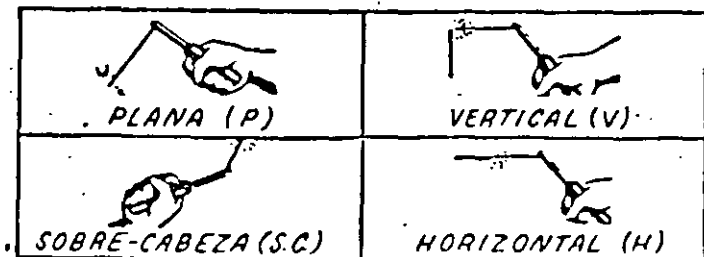
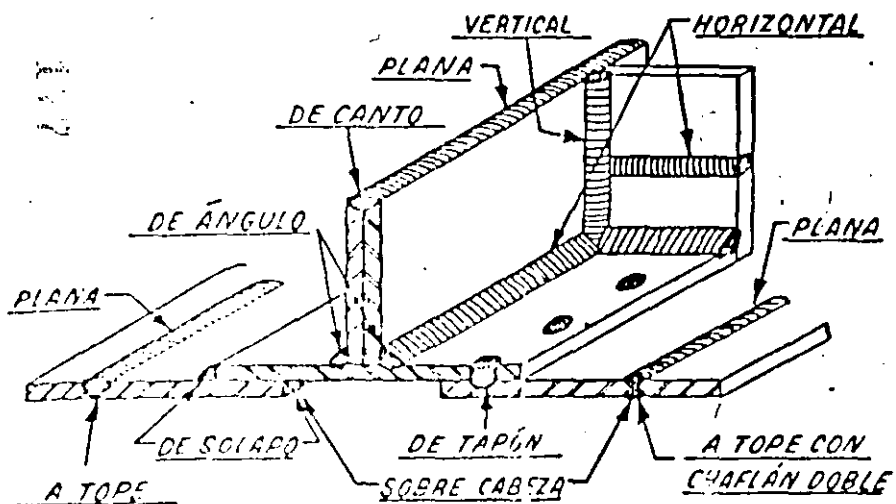
JUNTA EN "U"

SOLDADURA POR ARCO ELECTRICO

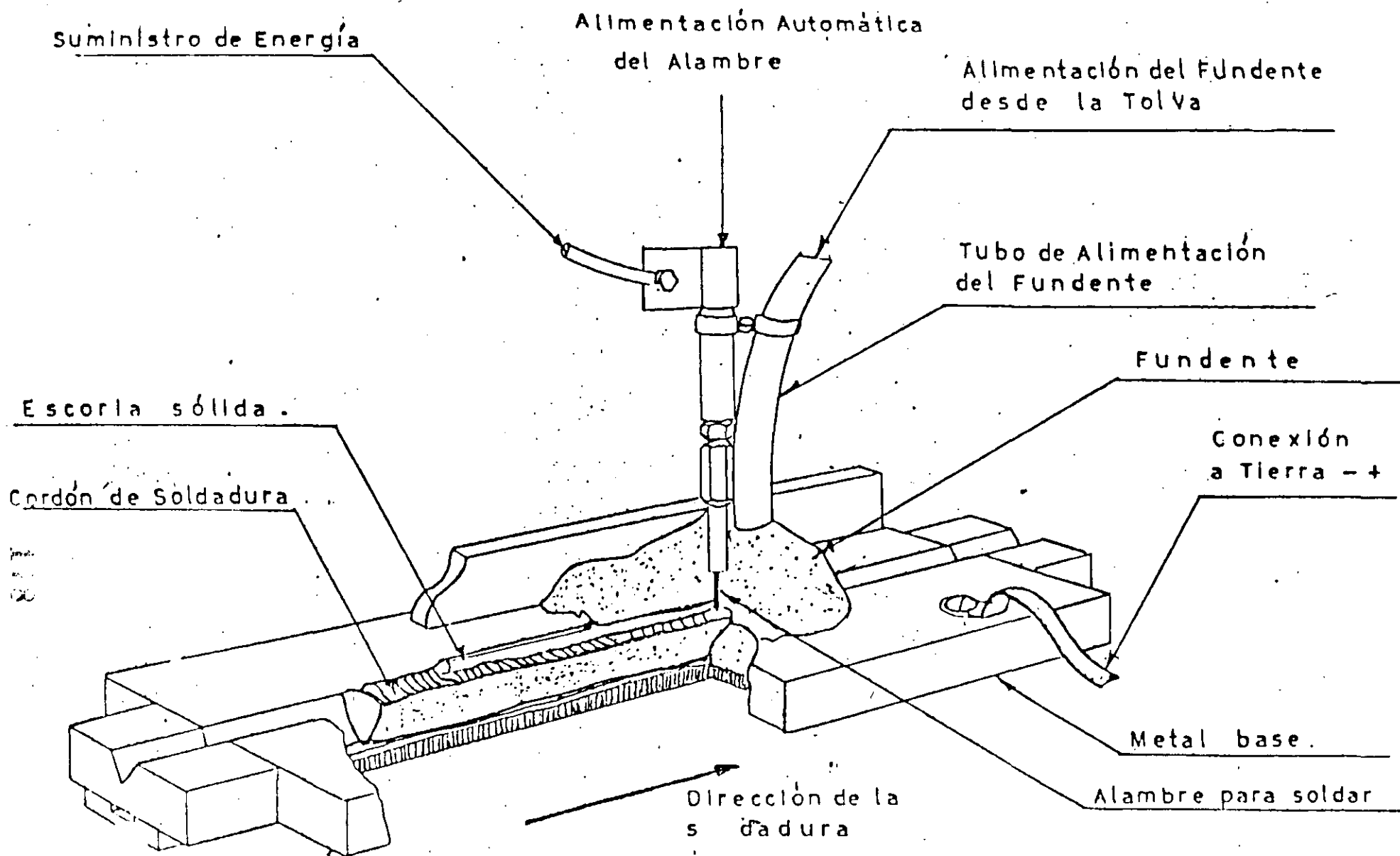


DIFERENTES POSICIONES PARA SOLDAR MANUALMENTE

FIG. -34



SOLDADURA AUTOMÁTICA CON ARCO SUMERGIDO



X .- PROTECCION ANTICORROSIVA

DENTRO DE ESTE TRABAJO PUDIERA HABER TEMAS QUE PARA CIERTOS -- ELECTORES FUERAN ALGUNOS DE MAYOR INTERES QUE OTROS. SIN EMBARGO, -- POR SER REALMENTE DE SUMA IMPORTANCIA, YA QUE ESTA EN JUEGO LA VIDA-UTIL DE LA PLATAFORMA CON LAS CUANTIOSAS CONSECUENCIAS ECONOMICAS -- QUE ESTO REPRESENTA. SE CONSIDERA QUE EL TEMA DE PROTECCION, ANTICO-RROSIVA ES DE LOS MAS IMPORTANTES, POR TAL MOTIVO SERA PRESENTADO EN UNA FORMA AMPLIA, OBJETIVA Y ENCAMINADA A LA APLICACION EN ESTRUCTU-RA UBICADAS FUERA DE COSTA, COMO SON LAS PLATAFORMAS MARINAS.

EN ALGUNOS TEMAS ANTERIORES SE HAN DESCRITO ALGUNAS PORCIONES - DE UNA PLATAFORMA MARINA EN CUANTO A SU PESO Y DIMENSIONES, EN ESTE- COMPLEMENTAREMOS ALGUNA INFORMACION EN CUANTO A ZONAS DE CORROSION, - CANTIDADES DE SUPERFICIE A PROTEGER Y POR ULTIMO LOS TIPOS O SISTE-- MAS DE PROTECCION APLICADOS A DICHAS ZONAS.

EN UNA PLATAFORMA MARINA DEL TIPO FIJA, COMO LAS QUE ACTUALMEN- TE SE ENCUENTRAN EN EL GOLFO DE MEXICO Y QUE LA TOTALIDAD ESTA FABRI- CADA CON MATERIAL DE HIERRO, SE ENCUENTRAN TRES ZONAS DE INFLUENCIAS EN CUANTO A CORROSION SE REFIERE, SIENDO ESTAS:

- A) ZONA SUMERGIDA
- B) ZONA DE MAREAS, OLEAJES Y SALPICADURAS
- C) ZONA ATMOSFERICA

A CONTINUACION SE DELIMITAN LAS ANTERIORES ZONAS EN CUANTO A SU UBICACION, MENCIONANDO ADEMAS SUPERFICIES Y PESOS APROXIMADOS A PRO- TEGER EN UNA PLATAFORMA DE PERFORACION, LOS CUALES SON LAS MAS COMU- NES EN NUESTRO CASO.

ZONA SUMERGIDA

EN ESTA ZONA ES DONDE SE ENCUENTRA INMENSA LA MAYOR PARTE DE LA SUBESTRUCTURA Y SE UBICA DESDE EL FONDO MARINO (PROFUNDIDAD VARIABLE) HASTA LA ELEVACION -10' (3.05M).

DEBIDO A QUE LOS TIRANTES DE AGUA EN LOS CAMPOS PETROLEROS DE LA SONDA DE CAMPECHE ACTUALMENTE ANDAN DEL ORDEN DE 100' A 260'. TAMBIEN EL PESO Y LA SUPERFICIE EXPUESTA DE LA SUBESTRUCTURA ES VARIABLE Y ESTOS SON DEL ORDEN DE 500 T.C. A 1100 T.C. EN PESO Y DE 5000-M². A 7000 M². EN CUANTO A LA SUPERFICIE O AREA DE ACERO, SUNERGIDA LA CUAL ESTA PROTEGIDA CATODICAMENTE Y QUE MAS ADELANTE SE AMPLIARA-ESTE METODO.

ZONA DE MAREAS, OLEAJES Y SALPICADURAS

ESTA ZONA ES LA SUPERFICIE COMPRENDIDA ENTRE EL NIVEL O ELEVACION -10' (3.05M) Y EL NIVEL DE +15' (+4.57M), QUERIENDO DECIR CON ESTO QUE 25' (7.62M) DE LA PARTE SUPERIOR DE LA SUBESTRUCTURA ES LA QUE SE ENCUENTRA EXPUESTA A ESTAS CONDICIONES.

LAS PORCIONES EN PESO Y SUPERFICIE DE ESTA PARTE DE LA ESTRUCTURA ES DEL ORDEN DE 80 T.C. EN PESO Y DE 600 M² EN SUPERFICIE.

ESTA SUPERFICIE SE PREPARA LIMPIANDOLA CON CHORRO DE ARENA A PRESION A METAL COMERCIAL, ESPECIFICACION PEMEX - L. CH. A. C. PROTEGIENDOLA POSTERIORMENTE CON UN RECUBRIMIENTO EPOXICO 100% SOLIDOS, ESPECIFICACIONES PEMEX RE-32-74, A UN ESPESOR MINIMO DE 200 MILS. DE PULGADA, REFORZADO CON TELA DE PLASTICO TIPO MOSQUITERO.

ZONA ATMOSFERICA

COMPRENDE LA PARTE SUPERIOR DE ESTRUCTURA POR ENCIMA DE LA ZONA DE MAREAS Y OLEAJES, PARTIENDO HACIA ARRIBA DESDE EL NIVEL +15' (4.57M), HASTA LA PARTE MAS ALTA DE LA PLATAFORMA.

EN ESTA ZONA, ES DONDE SE ENCUENTRA EXPUESTA LA MAYOR PARTE DE LA PLATAFORMA TANTO EN PESO COMO EN SUPERFICIE SIENDO DEL ORDEN DE 2450 T.C. PARA EL PRIMERO Y DE 21,500 M². PARA EL SEGUNDO. ADEMAS DE ESTAR EXPUESTA ESTA ZONA AL INTEMPERISMO, HUMEDAD POR BRISA MARINA, SALINIDAD, VARIACION DE TEMPERATURAS, RAYOS SOLARES ULTRAVIOLETAS, ESCURRIMIENTO DE SUBSTANCIAS ACIDAS Y ACEITOSAS, PRODUCTO DE LA PROPIA OPERACION, SE ENCUENTRA ATACADA POR UNA ATMOSFERA RICA EN GAS--

SULFIDRICO EL CUAL PROVIENE DEL ACEITE CRUDO QUE SE MANEJA EN ESTAS -
AREAS.

TODA ESTA SUPERFICIE SE DEBERA DE PREPARAR LIMPIANDOLA CON CHO--
RRO DE ARENA A PRESION A METAL BLANCO, ESPECIFICACION PEMEX LA-74.

POSTERIORMENTE SE APLICARA UN PRIMARIO DEL TIPO INORGANICO DE --
ZINC AUTOCURANTE A UN ESPESOR DE PELICULA SECA DE 2.5 A 3 MIL., ESPE-
CIFICACION PEMEX RP-4B-74.

POR ULTIMO, Y COMO ACABADO SE APLICARA UN RECUBRIMIENTO EPOXICO-
CATALIZADO DE ALTOS SOLIDOS DE COLOR AMARILLO 204, A UN ESPESOR DE --
PELICULA SECA DE 12-14 MILS., ESPECIFICACION PEMEX RA-26-74.

RETOMANDO EL COMENTARIO AL INICIO DE ESTE TEMA RESPECTO A LAS --
CONSECUENCIAS ECONOMICAS Y DE OPERACION DE LA PROPIA PLATAFORMA Y/O -
HASTA LA DE UN COMPLEJO, A CONTINUACION SE EXPONE EN FORMA PRACTICA -
Y SENCILLA EL CONCEPTO DE LO QUE ES LA CORROSION, ASI COMO LOS METO -
DOS MAS USUALES PARA CONTROLAR ESTA, CON EL FIN DE QUE EL SUPERVISOR-
DE ESTA DISCIPLINA SE INTERIORICE EN ESTE TRABAJO Y QUE CON SU PARTI-
CIPACION COADYUVE A UNA BUENA APLICACION DE LOS DIFERENTES SISTEMAS -
ANTICORROSIVOS UTILIZADOS POR PETROLEOS MEXICANOS EN LA FABRICACION -
DE PLATAFORMAS MARINAS.

CORROSION Y SU CONTROL

LA CORROSION SE DEFINE COMO LA DESTRUCCION DE UN METAL POR EL --
MEDIO AMBIENTE QUE LO RODEA.

POR LO ANTERIOR SE PUEDE VER QUE EL FENOMENO CORROSIVO SE ELIMI-
NA COMPLETAMENTE SI SE EVITA EL CONTACTO DE LOS METALES CON EL MEDIO-
AMBIENTE, SIN EMBARGO, ESTO ES ABSURDO, PUES ELIMINANDO DICHO CONTAC-
TO SE ACABARIA CUALQUIER PROCESO, YA QUE ESTE CONSISTE EN EL EQUIPO -
O ESTRUCTURA QUE SE CORROE Y EL MEDIO AMBIENTE QUE CAUSA LA CORROSION.

EL PENSAMIENTO ANTERIOR, HA HECHO QUE LOS INVESTIGADORES EN CO -
RROSION PROPONGAN DIFERENTES TECNICAS, QUE SIN ELIMINAR EL MEDIO AN -

BIENTE Y ANALIZADO LA FORMA EN QUE ESTE ACTUA SOBRE LOS METALES, FORMEN BARRERAS FISICAS O REINVIERTAN EL FENOMENO ELECTROQUIMICO PARA IMPEDIR QUE EL MEDIO AMBIENTE CONTINUE AGREDIENDO O CORROYENDO LOS METALES.

CABE HACER NOTAR QUE LA PRESENCIA DE LA CORROSION EN CUALQUIER-EQUIPO O ESTRUCTURA NO ES NECESARIAMENTE ATRIBUIDA A DEFICIENCIAS EN EL DISEÑO O APLICACION DE UN SISTEMA CON RESPECTO A OTRO, ASUMIENDONATURALMETE QUE UNA INGENIERIA RAZONABLE SE EMPLEA PARA MITIGAR LA CORROSION EN LOS DISEÑOS MECANICOS Y METALURGICOS.

LA CORROSION ES UN FENOMENO DE LA NATURALEZA QUE HA EXISTIDO YEXISTIRA, POR LA SIMPLE TENDENCIA DE LOS MATERIALES A REGRESAR A SUS FORMAS MAS SIMPLES Y ESTABLES ELECTROQUIMICAMENTE, POR LO TANTO, NOHAY RAZON JUSTA PARA VER LA CORROSION COMO UN DEFECTO DE DISEÑO, SINON RECONOCERLO COMO UN PROBLEMA QUE DEMANDA EDUCACION EN SUS CONCEPTOS Y ORGANIZACION PARA SU CONTROL.

ACTUALMENTE SE UTILIZAN TRES METODOS DIFERENTES PARA CONTROLARLA CORROSION.

- A.- INHIBIDORES DE LA CORROSION
- B.- RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS
- C.- PROTECCION CATODICA

CADA UNO DE ESTOS METODOS SE DISCUTIRA BREVEMENTE PARA TENER --UNA VISION GENERAL DEL FENOMENO Y CAUSAS QUE PRODUCEN LA CORROSION, DANDOLE MAYOR ENFASIS EN LO QUE SE APLIQUE A PLATAFORMAS MARINAS.

INHIBIDORES DE LA CORROSION

ESTE METODO CONSIDERA EL USO DE PEQUEÑAS CANTIDADES DE COMPUESTOS ORGANICOS O INORGANICOS CAPACES DE FORMAR UNA PELICULA O BARRERA ADHERENTE EN LA SUPERFICIE DEL ACERO POR ATRACCION ELECTRICA O POR UNA REACCION, EVITANDO EL ACCESO DE LOS AGENTES CORROSIVOS.

ESTOS COMPUESTOS SE CARACTERIZAN POR LAS ALTAS CARGAS ELECTRICAS EN LOS EXTREMOS DE SUS MOLECULAS CAPACES DE SER ATRAIDAS POR LA SUPERFICIE A PROTEGER; DESAFORTUNADAMENTE ESTA ATRACCION NO ES PERMANENTE

NENTE, SIENDO NECESARIO UNA DOSIFICACION CONSTANTE EN EL MEDIO.

ESTE METODO SE UTILIZA PREFERENTEMENTE EN DONDE EXISTEN MEDIOS - FLUIDOS DE RECIRCULACION, COMO EN LOS SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO DE LOS MOTORES DE COMBUSTION INTERNA O EN LOS PROCESOS PARA EL TRATAMIENTO - DE AGUAS, ETC.

RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

ESTE METODO AL IGUAL QUE EL ANTERIOR CONSIDERA LA FORMACION DE - UNA BARRERA QUE IMPIDA EN LO POSIBLE EL ACCESO DE LOS AGENTES CORROSI VOS A LA SUPERFICIE METALICA; NO OBSTANTE, LA BARRERA ES FORMADA A -- PARTIR DE LA APLICACION DE UN DISPERSION LIQUIDA DE UNA RESINA Y UN - PIGMENTO, CON ELIMINACION POSTERIOR DE SOLVENTE, OBTENIENDOSE UNA --- PELICULA SOLIDA ADHERIDA A LA SUPERFICIE METALICA.

SU DURABILIDAD ESTA CONDICIONADA A LA RESISTENCIA QUE PRESENTA - ESTA PELICULA AL MEDIO AGRESIVO. SU USO ESTA MUY GENERALIZADO EN LA - PROTECCION DE ESTRUCTURAS E INSTALACIONES AEREAS Y SUMERGIDAS.

EN TERMINOS GENERALES UN RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO SE DEFINE - COMO UNA DISPERSION RELATIVAMENTE ESTABLE DE UN PIGMENTO FINAMENTE -- DIVIDIDO EN UNA SOLUCION DE UNA RESINA, ADITIVOS Y SOLVENTE. SU COMPO SICION DEBE OBEDECER A UNA FORMULACION YA PROBADA, TAL QUE LA FASE -- INICIAL ESTA RE PRESENTADA POR UNA EVAPORACION DEL SOLVENTE.

DENTRO DE UN CUADRO BASICO, PETROLEOS MEXICANOS UTILIZA LOS SI - GUIENTES TIPOS O FORMADORES DE PELICULA A TRAVES DE LOS RECUBRIMIEN-- TOS QUE APLICA EN LA PROTECCION DE SUS INSTALACIONES.

- | | |
|-----------------------|---|
| 1) RESINA ALQUIDALICA | 7) RESINA FANOLICA |
| 2) RESINA EPOXICA | 8) RESINA DE CUMAROND-INDENO |
| 3) RESINA POLIAMIDICA | 9) RESINA DE SILICON |
| 4) RESINA POLIAMINICA | 10) SILICATOS DE ETILO, LITIO, SODIO Y POTASIO. |
| 5) RESINA VINILICA | 11) RESINAS DE POLIURETANO |
| 6) RESINA ACRILICA | 12) HULE COLORADO |

ADITIVOS

SON COMPUESTOS METALICOS U ORGANO-METALICOS QUE NO OBSTANTE QUE SE ADICIONAN EN PEQUEÑAS CANTIDADES TIENEN UNA GRAN INFLUENCIA SOBRE LA VISCOSIDAD Y ESTABILIDAD DEL RECUBRIMIENTO LIQUIDO, ASI COMO SOBRE EL PODER DE NIVELACION Y APARIENCIA DE LA PELICULA YA APLICADA.

EJEMPLOS DE ESTOS ADITIVOS Y LAS PROPIEDADES QUE ESTOS MODIFICAN SE DESCRIBEN A CONTINUACION:

AGENTES SECANTES	Aceleran el proceso de Oxidación y polimerización de la resina durante su secado.	Naftematos, Octoatos y Falatos de Cobalto, Plomo -- Manganeso y Calcio.
AGENTES ANTIOXIDANTES	Retardan la oxidación superficial del recubrimiento líquido, o sea, evitando se haga nata.	Netil Efil Catoxima, butiral dioxima, e Isomeros Amilfenolados.
AGENTES ESTABILIZADORES DE DISPERSION	Evitan el asentamiento o separación del pigmento	Bentonitas, Lecitina y Thixina.
AGENTES MODIFICADORES DE FLUJO Y VISCOSIDAD	Provocan tixotropia y poder de nivelación, logrando películas continuas y uniformes.	Thixina, Bentonitas, Etilamino - Etanol y Mono oleato de glicerina.
AGENTES SURFACIANTES	Facilita la humectación sobre el substrato metálico, evita la formación de espuma.	Acido o Lerco, - Aceites de Silicón y de Pino, Jabones, esteratos de aluminio y -- calcio.

ADEMAS DE LOS ADITIVOS ANTERIORMENTE MENCIONADOS EXISTEN ALGUNOS OTROS QUE MODIFICAN ALGUNAS PROPIEDADES EN UN RECUBRIMIENTO, PUDIENDO MENCIONAR LOS FUNGICIDAS, BACTERICIDAS, PLASTIFICANTES, ABSORBEDORES DE RAYOS ULTRAVIOLETA, ETC.

SOLVENTES

SON LIQUIDOS ORGANICOS DE BASE ALIFATICA O AROMATICA CUYA FUNCION PRINCIPAL ES UN MEDIO ADECUADO PARA LA DISPERSION DEL PIGMENTO.

ESTOS COMPUESTOS NO SON FORMADORES DE PELICULA, YA QUE SE ELIMINA DEL RECUBRIMIENTO A TRAVES DEL PROCESO DE SECADO. PARTE DE LAS PROPIEDADES DEL RECUBRIMIENTO TALES COMO VISCOSIDAD, FACILIDAD DE APLICACION, POROSIDAD, DEPENDEN DE LA NATURALEZA DEL SOLVENTE, POR LO QUE PARA SU SELECCION DEBERAN TOMARSE EN CUENTA PROPIEDADES TALES COMO: PODER DE DISOLUCION, TEMPERATURA DE EBULLICION, VELOCIDAD DE EVAPORACION, FLAMABILIDAD, TOXICIDAD, ESTABILIDAD QUIMICA Y COSTO.

A CONTINUACION SE MENCIONAN LOS MAS COMUNES:

- | | |
|---------------------------|---------------|
| 1.- METIL ISOBUTIL CETONA | 5.- HEPTANO |
| 2.- ALCOHOL ISOPROPILICO | 6.- GAS NAFTA |
| 3.- ETER DE PETROLEO | 7.- AGUA |
| 4.- DICLOROETILENO | |

PIGMENTOS

SON SUBSTANCIAS SOLIDAS ORGANICAS O INORGANICAS QUE REDUCIDAS A UN TAMAÑO DE PARTICULA INFERIOR A LAS 25 MICRAS (1 MIL. DE PULGADA) Y DISPERSAS EN EL VEHICULO, IMPARTEN A LA PELICULA SECA DEL RECUBRIMIENTO PROPIEDADES TALES COMO: RESISTENCIA A LA CORROSION, RESISTENCIA MECANICA, PODER CUBRIENTE, ASI COMO PROTECCION A LA RESINA DE LA ACCION DEGRADANTE DE LOS RAYOS ULTRAVIOLETAS DEL SOL. ENTRE LAS CARACTERISTICAS DESEABLES DE UN RECUBRIMIENTO SE PUEDE MENCIONAR LAS SIGUIENTES: NO REACTIVIDAD QUIMICA CON EL VEHICULO, FACIL HUMECTACION Y DISPERSION, ALTA RESISTENCIA AL CALOR, LA LUZ Y AGENTES QUIMICOS, ETC.

EN GENERAL SE ACEPTA LA EXISTENCIA DE TRES TIPOS DE PIGMENTO, MISMOS QUE PUEDEN CARACTERIZARSE DE LA SIGUIENTE FORMA:

- 1).- PIGMENTOS INHIBIDORES.- INHIBEN EN MAYOR O MENOR GRADO LA CORROSION IMPIDIENDO EL ACCESO DE LOS AGENTES CORROSIVOS AL SUESTRATO METALICO DADO QUE OBSTRUYEN LOS POROS PRESENTE EN PEQUEÑA PROPOR

CION EN CUALQUIER RECUBRIMIENTO. ENTRE ELLOS SE PUEDEN MENCIONAR EL-
MINIO, SUBOXIDO DE PLOMO, CROMATO BASICO DE ZINC, POLVO DE ZINC, OXI
DO DE ZINC COMBINADO, AMARILLO DE ZINC, SULFATO BASICO DE PLOMO, ETC.

2).- CARGAS O INERTES.- FRECUENTEMENTE LA CANTIDAD DE PIGMENTO-
INHIBIDOR NECESARIO PARA LA PROTECCION ANTICORROSIVA Y PARA LA PRO--
TECCION DE LA RESINA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETA ES INFERIOR A LA QUE -
SE REQUIERE EN LA FORMULACION, POR LO QUE ES UNA PRACTICA COMUN CU--
BRIR EL EXCEDENTE CON CARGAS O INERTES QUE RESULTAN MAS ECONOMICAS.
COMO EJEMPLOS SE TIENEN SILICATO DE MAGNESIO, MICA, TALCO, SILICA DE
DIATOMACEA, BARITAS, BENTONITAS, ETC.

3).- PIGMENTOS ENTONADORES.- SON COMPUESTOS SOLUBLES O FACILMEN
TE DISPERSABLES EN EL VEHICULO, QUE EN MENOR PROPORCION AL PIGMENTO-
INHIBIDOR, PERMITEN LOGRAR DIFERENTES TONOS Y COLORES EN EL RECUBRI-
MIENTO. AZUL DE FTALOCIANINA, ROJO TOLVIDINA, NARANJA DE DINITROANI-
LINA Y NARANJA MOLIBDATO SON EJEMPLOS DE ESTE TIPO DE PIGMENTOS.

LA EXPERIENCIA QUE A LA FECHA SE TIENE HA DEMOSTRADO QUE LA EFI
CIENCIA DE UN RECUBRIMIENTO ES APLICAR UN ESPESOR NO MENOR DE 6MILS.,
Y QUE ADEMAS ESTE RECUBRIMIENTO NO SEA LA MEZCLA EXCLUSIVAMENTE DE -
RESINA Y DEL PIGMENTO COMO UNA SOLA FORMULACION SINO QUE EL ESPESOR-
PUEDA SER RESULTANTE DE LA APLICACION DE DIFERENTES FORMULACIONES,--
DEPENDIENDO DE SU POSICION ESTAS FORMULACIONES SE DENOMINAN PRIMARIO
ENLACE Y ACABADO; AL CONJUNTO SE LE CONOCE COMO SISTEMA, MENCIONADO-
A CONTINUACION LAS CARACTERISTICAS MAS RELEVANTES.

	ACABADO
SISTEMA	ENLACE
	PRIMARIO

SUBSTRACTO METALICO

PRIMARIO.- SON RECUBRIMIENTOS CUYA FORMULACION ESTA ENCAMINADA
FUNDAMENTALMENTE HACIA LA OBTENCION DE UNA BUENA ADHERENCIA CON EL-

SUBSTRATO O SUPERFICIE METALICA, ASI COMO LA DE INHIBIR LA CORROSION, POR LO QUE NORMALMENTE LOS CONTENIDOS DE PIGMENTOS INHIBIDORES SON ELEVADOS. OTROS REQUISITOS ADICIONALES EN UN PRIMARIO CONSIDERAN EL PRESENTAR UNA SUPERFICIE LO SUFICIENTEMENTE ASPERO Y COMPATIBLE PARA QUE LAS SIGUIENTES CAPAS DE ENLACE O ACABADO LOGREN UNA BUENA ADHERENCIA, ADEMAS, DEBEN SER RESISTENTES A PRODUCTOS DE LA CORROSION Y POSEER BUENA HUMECTACION.

LOS PRIMARIOS PUEDEN ELABORARSE A PARTIR DE CUALQUIERA DE LAS RESINAS MENCIONADAS ANTERIORMENTE.

ACABADO.- LOS ACABADOS REPRESENTAN LA CAPA EXTERIOR EN CONTACTO CON EL MEDIO AMBIENTE Y SE FORMULA PARA PROMOVER LA IMPERMEABILIDAD DEL SISTEMA, POR LO QUE NORMALMENTE SU CONTENIDO DE PIGMENTO EN VOLUMEN ES INFERIOR AL 25%.

EN ESTE TIPO DE RECUBRIMIENTO ES FRECUENTE EL USO DE ENTONADORES Y EL CONTENIDO DE PIGMENTOS INHIBIDORES ES INFERIOR AL PRIMARIO, SU GRADO DE MOLIENDA ES TAL QUE SU SUPERFICIE OFRECE UN ASPECTO TERSO Y/O BRILLANTE.

EN LA ELECCION DEL TIPO DE ACABADO, ES DE CAPITAL IMPORTANCIA PARA LA ADHERENCIA SU COMPATIBILIDAD CON EL TIPO DE PRIMARIO UTILIZADO; EN TERMINOS GENERALES EL USO DEL MISMO TIPO DE RESINA EN ESTOS 2 COMPONENTES DEL SISTEMA ASEGURA UNA BUENA ADHERENCIA, AUN CUANDO HAY CASOS COMO LOS EPOXICOS CAPACES DE LOGRAR UNA ADHERENCIA SI NO EXCELENTE CUANDO MENOS ACEPTABLE SOBRE OTRO TIPO DE RECUBRIMIENTO.

ENLACE.- PARA CIERTOS CASOS PARTICULARES NO ES POSIBLE TENER EL MISMO TIPO DE RESINA EN EL PRIMARIO Y EN EL ACABADO PRESENTANDOSE PROBLEMAS DE INCOMPATIBILIDAD O DE ADHERENCIA, POR LO QUE SE REQUIERE DE UNA CAPA INTERMEDIA DENOMINADA ENLACE CAPAZ DE ADHERIRSE TAMTO AL PRIMARIO COMO AL ACABADO. NORMALMENTE LOS ENLACES CONTIENEN UNA MEZCLA DE RESINAS, PARTE DE LAS CUALES PROMUEVE LA ADHERENCIA CON EL PRIMARIO Y EL RESTO CON EL ACABADO. GENERALMENTE LOS PIGMEN-

TOS INHIBIDORES ESTAN AUSENTES.

CON FINES DE IDENTIFICACION Y CONTROL DE ESPESORES DURANTE EL - PROCESO DE APLICACION DE UN SISTEMA, ES CONVENIENTE QUE EL PRIMARIO-- ENLACE Y ACABADO, SEAN DIFERENTE EN COLOR Y COMO SE MENCIONO ANTERI-- ORMENTE LA SUMA TOTAL DE LOS ESPESORES DE ESTOS COMPONENTES SEA SUPE-- RIOR A LOS 6.0 MILS. A FIN DE QUE SEA EFECTIVO EN SU PROTECCION CON-- TRA LA CORROSION.

PETROLEOS MEXICANOS HA FORMULADO UN CONJUNTO DE ESPECIFICACIO-- NES RELACIONADAS CON LA PROTECCION ANTICORROSIVA DE SUS INSTALACIO-- NES, COMO SON: PREPARACION DE SUPERFICIE, ADECUADA APLICACION Y LA - ADECUADA SELECCION DEL TIPO DE SISTEMA DE RECUBRIMIENTO, SIENDO PARA ESTA ULTIMA LA CERTIFICACION DE QUE EL RECUBRIMIENTO SE ENCUENTRE -- DENTRO DE LAS CARACTERISTICAS, PROPIEDADES Y COMPOSICION CORRESPON-- DIENTE A SU FORMULACION, ES DECIR QUE SATISFAGA LOS REQUISITOS CONTE-- NIDOS EN UNA ESPECIFICACION.

EN TERMINOS GENERALES LAS DESVIACIONES DE UN RECUBRIMIENTO CON-- RESPECTO A LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES INDICADAS EN UNA ESPECIFI-- CACION SON ATRIBUIBLES A VARIACIONES EN LA CALIDAD DE LAS MATERIAS - PRIMAS UTILIZADAS O BIEN A ERRORES EN EL PROCESO DE FABRICACION, --- SIENDO TAL SU EFECTO SOBRE EL COMPORTAMIENTO DEL RECUBRIMIENTO QUE - EN OCASIONES ES CAPAZ DE REDUCIR DRASTICAMENTE SU DURABILIDAD O EFI-- CIENCIA CONTRA LA CORROSION.

LA NORMA PEMEX CONSIDERA LAS SIGUIENTES PRUEBAS Y CARACTERISTI-- CAS.

- | | |
|----------------------------|--|
| 1.- TIEMPO DE SECADO | 9.- COLOR |
| 2.- ESTABILIDAD | 10.- FINURA |
| 3.- FLEXIBILIDAD | 11.- RETENIDO EN MAYA 325 |
| 4.- ADHERENCIA | 12.- APLICACION Y APARIENCIA |
| 5.- INTEMPERISMA ACELARADO | 13.- PODER CUBRIENTE |
| 6.- CAMARA SALINA | 14.- PRUEBAS DE COMPOSICION |
| 7.- DENSIDAD | 15.- PRUEBAS QUIMICAS DE INMER-- SION. |
| 8.- VISCOSIDAD | |

ACTUALMENTE PETROLEOS MEXICANOS TIENE ESPECIFICADOS LOS SIGUIENTES RECUBRIMIENTOS:

P R I M A R I O S

<u>ESPECIFICACION</u>	<u>DENOMINACION</u>
RP-1-74	MINIO ALQUIDALICO
RP-2-74	CROMATO DE ZINC, VINIL ALQUIDALICO
RP-3-74	ZINC 100% INORGANICO, TIPO POSCURADO
RP-4-74, TIPO A	ZINC 100% INORGANICO AUTOCURANTE BASE ACUOSA
RP-4-74, TIPO B	ZINC 100% INORGANICO AUTOCURANTE BASE SOLVENTE
RP-5-74, TIPO A	EXPOXI-ALQUITRAN DE HULLA CATALIZADO CON AMINA
RP-5-74, TIPO B	EXPOSI-ALQUITRAN DE HULLA CATALIZADO CON POLIAMIDA
RP-6-74	EPOXICO CATALIZADO
RP-7-74 PRIMARIO	VINIL EPOXICO
RP-7-74 ENLACE	VINIL EPOXICO
RP-8-74	EPOXICO CATALIZADO PARA TURBOSINA

A C A B A D O S

<u>ESPECIFICACION</u>	<u>DENOMINACION</u>
RA-20-74	ESMALTE ALQUIDALICO BRILLANTE
RA-21-74	EPOXICO CATALIZADO
RA-22-74	VINILICO DE ALTOS SOLIDOS
RA-23-74	EPOXICO CATALIZADO PARA TURBOSINA
RA-24-74	FENOLICO DE ALUMINIO
RA-25-74	VINIL ACRILICO
RA-26-74	EPOXICO CATALIZADO DE ALTOS SOLIDOS.

RECUBRIMIENTOS ESPECIALES

<u>ESPECIFICACION</u>	<u>DENOMINACION</u>
RE-30-74, TIPO A	DE CUMARONA, PARA ALTAS TEMPERATURAS
RE-30-74, TIPO B	DE SILICON, PARA ALTAS TEMPERATURAS
RE-31-74, TIPO A	ANTINEGATIVO, BASE Cu_2O
RE-31-74, TIPO B	ANTINEGATIVO, CON ORGANO-METALICOS
RE-32-74	EPOXICO PARA ZONA DE MAREAS Y OLEAJES
RE-33-74	ESMALTE ALQUIDALICO PARA TAMBORES

A CONTINUACION EN FORMA TABULAR SE DESCRIBEN LOS DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCTOS ANTICORROSIVOS QUE PETROLEOS MEXICANOS UTILIZA EN SUS INSTALACIONES, DEPENDIENDO DE LAS CONDICIONES DE EXPOSICION.

METODOS DE SUPERVISION.- CONSIDERANDO LA GRAN DIVERSIDAD DE FACTORES Y CONDICIONES DESDE LA PREPARACION DE SUPERFICIES HASTA LA OBTENCION DEL SISTEMA DE RECUBRIMIENTO EN CONDICIONES DE OPERACION, ES POR DEMAS INDESPENSABLE EL LLEVAR UN CONTROL ADECUADO O SUPERVISION EN CADA UNA DE LAS ETAPAS QUE CONSIDERA LA PROTECCION ANTICORROSIVA DE INSTALACIONES A TRAVES DEL USO DE RECUBRIMIENTOS.

ADEMAS DE LAS ESPECIFICACIONES ANTERIORMENTE MENCIONADOS, PETROLEOS MEXICANOS CUENTA CON ESPECIFICACIONES PARA LA PREPARACION DE LA SUPERFICIE METALICA Y PROCEDIMIENTOS DE APLICACION, EN LAS CUALES SE CONTEMPLA LOS DIFERENTES TIPOS DE LIMPIEZA REQUERIDOS, EL EQUIPO Y SU CORRECTA OPERACION EN CAMPO, ASI COMO LA HERRAMIENTA Y PRUEBAS DE CAMPO, QUE EL SUPERVISOR LLEVA AL CABO PARA SU ACEPTACION FINAL. A CONTINUACION LAS FIGS.

NOS DESCRIBEN EL EQUIPO UTILIZADO PARA LIMPIEZA CON CHORRO DE ARENA Y HERRAMIENTAS DE INSPECCION.

DURANTE LA ETAPA DE PREPARACION DE SUPERFICIE, EL SUPERVISOR DEBERA VERIFICAR QUE EL EQUIPO SEA EL ESPECIFICADO Y QUE ADEMAS OPERE CORRECTAMENTE EN CUANTO A VOLUMEN Y PRESION DE AIRE, FILTROS EN BUEN ESTADO PARA ELIMINACION DE HUMEDAD Y VAPORES DE ACEITE, LIMPIEZA Y -

RUGOSIDAD DE LA SUPERFICIE (1.0-2.5 MLS.) PARA FINES DE ADHERENCIA,-- ETC., VERIFICARA QUE EL ABRASIVO SEA EL ESPECIFICADO EN CUANTO AL -- TIPO, DIMENSION Y CARACTERISTICAS.

UNA VEZ APLICADOS LOS DIFERENTES RECUBRIMIENTOS, EL SUPERVISOR- DEBERA VERIFICAR LO SIGUIENTE:

- A) TIEMPO DE SECADO
- B) APARIENCIA
- C) ESPESOR DE PELICULA SECA
- D) ADHERENCIA
- E) CONTINUIDAD DE PELICULA
- F) INSPECCION A LARGO PLAZO

PARA UN MEJOR LOGRO DE LA PARTICIPACION DEL SUPERVISOR, SE DEBE RA CONTAR EN CAMPO CON LAS ESPECIFICACIONES E INSTRUMENTOS ANTES MEN CIONADOS.

PROTECCION CATODICA

LA CORROSION, COMO YA ANTES SE DIJO, ES LA TENDENCIA DE LOS ME- TALES A OBTENER UN ESTADO DE EQUILIBRIO ELECTROQUIMICO, QUE OCURRE A NIVELES DE ENERGIA MAS BAJOS DE LOS QUE POSEEN, POR EJEMPLO, EL FIE- RRO SE ENCUENTRA NATURALMENTE EN SU ESTADO DE ENERGIA MAS BAJO EN LA FORMA DE OXIDOS (YACIMIENTOS). EL HOMBRE LO TRANSFORMA EN FIERRO ES- TRUCTURAL, ACEROS, ETC., Y ESTOS TIENDEN A REGRESAR A SU ESTADO DE - EQUILIBRIO A TRAVES DELA OXIDACION (CORROSION).

EL PROCESO DE CORROSION SE PUEDE DESCRIBIR USANDO COMO ANALOGIA A LA PILA SECA, BIEN CONOCIDA POR NOSOTROS, VER FIG. 37.

CUANDO EL INTERRUPTOR DEL CIRCUITO ESTA ABIERTO NO EXISTE FLUJO DE - CORRIENTE Y LAS PAREDES DE ZINC DE LA BATERIA SE MANTIENEN INTACTAS. CUANDO EL INTERRUPTOR SE CIERRA SE PRODUCE UN FLUJO DE CORRIENTE DES DE LA TERMINAL POSITIVA HACIA LA TERMINAL NEGATIVA Y UN FLUJO DE --- ELECTRONES EN SENTIDO CONTRARIO. LOS ELECTRONES AL LLEGAR A LA SUPER FICIE DE LA BARRA DE CARBON SE UNEN CON IONES POSITIVOS PRESENTES EN EL ELECTROLITO, Y LA CORRIENTE ES TRANSPORTADA DESDE LA PARED DE ---

ZINC HACIA LA BARRA DE CARBON A TRAVES DEL ELECTROLITO, COMPLETANDO-SE ASI EL CIRCUITO ELECTRICO. AL DONAR ELECTRONES PARA GENERAR CORRIENTE, EN LAS PAREDES DE ZINC SE PRODUCE PERDIDA DEL METAL, LO QUE SE CONOCE COMO OXIDACION, Y EN LA SUPERFICIE DE LA BARRA DE CARBON, QUE SE MANTIENE INTEGRAL, OCURRE LO QUE SE CONOCE COMO REDUCCION. A LA PILA SECA TAMBIEN SE LE DENOMINA CELDA GALVANICA EN LA CUAL LA BARRA DE CARBON ES EL CATODO Y LA PARED DEL ZINC ES EL ANODO.

COMO CONCLUSION PODEMOS DEDUCIR DE NUESTRA ANALOGIA DE LA PILA SECA QUE EL ANODO SUELTA CORRIENTE, HACIA EL MEDIO ELECTROLITO Y SE CORROE, Y EL CATODO RECIBE CORRIENTE DESDE EL MEDIO ELECTROLITO Y NO SUFRE CORROSION, EL FLUJO DE CORRIENTE EN LA PILA SECA SE PRODUCE DEBIDO A QUE EL ZINC Y EL CARBON SON METALES DE ELECTRONEGATIVIDADES DISTINTAS Y AL CONECTARSE ELECTRICAMENTE SE PRODUCE UN DIFERENCIAL DE VOLTAJE QUE CAUSA EL FLUJO DE CORRIENTE.

EN LA FIG. SE APRECIAN ALGUNAS DE LAS CELDAS GALVANICAS MAS COMUNES EN TUBERIAS, SIN EMBARGO LA TECNICA DE PROTECCION CATORICA DEBIDAMENTE APLICADA ES EL METODO MAS EFECTIVO PARA MITIGAR LA CORROSION Y SE LE PUEDE APLICAR EN MUCHAS AREAS PARA EVITAR LA PERDIDA DE METAL Y DE DINERO, COMO SON LAS SIGUIENTES:

- EMBARCACIONES DE ACERO
- TANQUES DE LASTRE O ALMACENAMIENTO
- PLATAFORMAS MARINAS
- DUCTOS SUBMARINOS Y ENTERRADOS
- REFINERIAS
- PLANTAS GENERADORES DE ELECTRICIDAD
- INSTALACIONES PORTUARIAS
- TABLESTACADOS
- INTERCAMBIADORES DE CALOR

DE TODO LO ANTERIOR SE PUEDE DEDUCIR QUE SI SE PUEDE CONSEGUIR QUE LA ESTRUCTURA QUE SE DESEE PROTEGER COLECTE CORRIENTE DESDE EL -

ELECTROLITO, ESTA SERA PROTEGIDA CONTRA LA CORROSION.

LA PROTECCION CATODICA CONSISTE EN APLICAR UNA CORRIENTE DIRECTA HACIA EL METAL A PROTEGERSE, DE UNA MAGNITUD SUFICIENTE PARA SOBREPONERSE AL FLUJO DE CORRIENTE DESDE LAS AREAS ANODICAS. ESTA CORRIENTE SE PUEDE APLICAR DE DOS MANERAS; A TRAVES DE UN SISTEMA DE CORRIENTE IMPRESA, O A TRAVES DE UN SISTEMA DE SACRIFICIO.

CORRIENTE IMPRESA.- EL SISTEMA DE CORRIENTE IMPRESA CONSISTE EN IMPRIMIR LA CORRIENTE REQUERIDA UTILIZANDO UNA FUENTE DE CORRIENTE EXTERNA. GENERALMENTE ESTA FUENTE ES DE CORRIENTE ALTERNA POR LO QUE SE REQUIERE UN RECTIFICADOR VER FIG. OTRAS FUENTES DE ENERGIA PUEDEN SER CELDAS SOLARES, GENERADORES TERMoeLECTRICOS, BATERIAS, GENERADORES DE VIENTO, ETC. LOS ANODOS PARA SISTEMAS DE CORRIENTE IMPRESA SE ESCOGEN NO POR SUS PROPIEDADES ELECTROQUIMICAS SINO POR SU CAPACIDAD DE SALIDA DE CORRIENTE, SU DURABILIDAD, SU COSTO Y TOMANDO EN CUENTA EL MEDIO EN QUE SE LES UTILIZARA. ALGUNOS ANODOS DE CORRIENTE IMPRESA SON: GRAFITO, PLOMO-PLATA, FIERRO SILICO, TITANIO, PLATINO Y POLIMEROS CONDUCTIVOS A BASE DE GRAFITO.

ANODOS DE SACRIFICIO.- DE ENTRE LOS PRIMEROS EXPERIMENTOS SOBRE PROTECCION CATODICA SE PUEDE MENCIONAR LOS REALIZADOS CON PLACAS DE ZINC QUE FUERON CONECTADOS ELECTRICAMENTE A PLACAS DE COBRE Y EL CONJUNTO FUE SUMERGIDO EN AGUA SALADA. EN ESTA CELDA GALVANICA DE ACUERDO CON EL POTENCIAL ELECTROQUIMICO, EL ZINC, ERA EL ANODO Y EL COBRE ERA EL CATODO, DE TAL FORMA QUE CUANDO FLUIA CORRIENTE SUFICIENTE EL COBRE QUEDABA PROTEGIDO CATODICAMENTE.

EL ZINC ERA EL PROVEEDOR DE TAL CORRIENTE Y POR LO MISMO SE CORRIOIA, POR ESTA RAZON SE LE LLAMO ANODO DE SACRIFICIO. ESTE METODO DE OBTENER CORRIENTE ELECTRICA PARA PROTECCION CATODICA PUEDE USARSE PARA OTRAS COMBINACIONES DE METALES OBTENIENDOSE PARAMETROS ELECTRICOS, EN QUE SI SE GENERA CORRIENTE SUFICIENTE LA ESTRUCTURA QUEDA PROTEGIDA. PARA QUE ESTA PROTECCION SEA CONTINUA, EL ANODO DEBE NO

UNICAMENTE TENER LAS PROPIEDADES ELECTROQUIMICAS NECESARIAS, SINO -- QUE DEBE CONSUMIRSE LO SUFICIENTEMENTE LENTO PARA TENER UNA VIDA RAZONABLE.

EL FACTOR IMPORTANTE PARA DETERMINAR LA VIDA UTIL DE UN ANODO -- ES LA RELACION DEL VOLUMEN DE CONSUMO DEL MATERIAL ANODICO. SI EL -- VOLUMEN DE CONSUMO ES ALTO, SE PRESENTARAN CAMBIOS RAPIDOS DE FORMA Y TAMAÑOS DE LOS ANODOS Y LA VIDA EFECTIVA PUEDE SER REDUCIDA.

PARA UN METAL PARTICULAR, LA RELACION ENTRE LA RESITENCIA Y SU VOLUMEN, DETERMINARA LA VIDA QUE PUEDE ESPERARSE ES EL; ES DECIR EN EL MISMO MEDIO, LA VIDA DE UN MATERIAL ANODICO EN FORMA DE ESFERA SE RA MAYOR QUE LA VIDA DE UNA VARILLA DEL MISMO MATERIAL Y DEL MISMO -- PESO.

EL CONSUMO DEL ANODO SERA PROPORCIONAL A LA CARGA TOTAL DRENADA POR EL, PERO LA VELOCIDAD DE CONSUMO DE CUALQUIER PUNTO DE LA SUPERFICIE DEL ANODO, DEPENDERA DE SU DENSIDAD DE CORRIENTE Y ESTA NO ES CONSTANTE A LO LARGO DE TODA LA SUPERFICIE DEL ANODO. EN LOS FILOS, EN LAS ESQUINAS, EN LOS PUNTOS SOBRESALIENTES O GRIETAS LA DENSIDAD DE CORRIENTE SERA MAYOR Y EL ANODO SE CORROERA MAS RAPIDAMENTE.

METALES ANODICOS.- TRES SON LOS METALES ANODICOS MAS COMUNES Y UTILIZADOS PARA PROTEGER ESTRUCTURAS DE ACERO. ESTOS METALES SON EL MAGNESIO, EL ZINC Y EL ALUMINIO, DE LOS CUALES ESTE ULTIMO POR SER EL MAS UTILIZADO EN ESTRUCTURAS INMENSAS EN AGUA SALADA, SERA EL QUE SE LE DESCRIBA SUS PROPIEDADES FISICAS.

METAL ANODICO	-	ALUMINIO
PESO ATOMICO	-	27
DENSIDAD RELATIVA	-	2.7
PUNTO DE FUSION	-	660°C
AMPER HORA L/B	-	1350 (2970 AMPER HORA KG)

ES UN MATERIAL DE MUY ALTA EFICIENCIA 95% Y SU EQUIVALENTE QUIMICO EN ESAS CONDICIONES, ES DE UN ORDEN DE 2.95 KG/AMPER-AÑO.

SU USO COMO EL DEL ZINC DEBIDO A SU BAJO POTENCIAL ESTA TAMBIEN LIMITADO A MEDIOS DE BAJA RESISTIVIDAD NO RECOMENDANDOSE PARA VALORES MAYORES DE 600 OHM-CM, GENERALMENTE ESTE TIPO DE MATERIAL SE USA PARA SISTEMAS DE PROTECCION CATODICA EN AGUA SALADA, COMO SON LAS PLATAFORMAS MARINAS, AUNQUE TAMBIEN PUEDE SER UTILIZADO PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA CRUDA O DE AGUA TRATADA SIEMPRE Y CUANDO LOS VALORES DE LA RESISTIVIDAD NO SEAN MAYORES QUE LOS INDICADOS ANTERIORMENTE.

A CONTINUACION SE DESCRIBEN LAS CONSIDERACIONES NECESARIAS PARA EL DISEÑO DE UNA PROTECCION CATODICA EN UNA ESTRUCTURA INMERSA EN --- AGUA SALADA

SI SE TIENE UNA ESTRUCTURA INMERSA EN AGUA SALADA A LA CUAL PUEDE HACERSE UNA PRUEBA DE REQUERIMIENTO DE CORRIENTE, EL CALCULO DE LA CANTIDAD DE MATERIAL DE SACRIFICIO SE SIMPLIFICA NOTABLEMENTE YA QUE UNICAMENTE SE DETERMINARA EN FUNCION DE LA CORRIENTE REQUERIDA Y EL EQUIVALENTE ELECTROQUIMICO DEL MATERIAL SELECCIONADO, CUANTA CANTIDAD DE ESTE SE REQUERIRA PARA QUE LA ESTRUCTURA QUEDE PROTEGIDA POR EL NUMERO DE AÑOS DESEADOS. EL PESO TOTAL DE MATERIAL DEBERA DIVIDIRSE ENTRE EL NUMERO DE ANODOS QUE SE DECIDAN INSTALAR Y QUE AL MISMO TIEMPO PRESENTEN UNA DISTRIBUCION GEOMETRICA TAL QUE TODA LA ESTRUCTURA RECIBA CORRIENTE DE PROTECCION.

EN CASO DE NO SER POSIBLE UNA PRUEBA DE REQUERIMIENTO DE CORRIENTE, SE SIGUE EL CRITERIO QUE PARA ESTRUCTURAS INMERSAS EN AGUA DULCE LA DENSIDAD DE CORRIENTE NECESARIA ES DE 2 M.A./FT², Y DE 5 M.A./FT² PARA AGUA SALADA MISMA QUE DEBERA MULTIPLICARSE POR EL AREA DESNUDA ESTIMADA PARA ESTA SUPERFICIE, POR EL EQUIVALENTE ELECTROQUIMICO Y -- FINALMENTE POR LA VIDA UTIL REQUERIDA DE LA ESTRUCTURA.

EJEMPLO: SE REQUIERE PROTEGER UNA ESTRUCTURA DE ACERO INMERSA EN AGUA SALADA CON LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS.

AREA A PROTEGER	=	73,200 PUES 2
VIDA UTIL	=	20, AÑOS
MATERIAL ANODICO	=	ALUMINIO

EQUIVALENTE ELECTROQUIMICO - $6.2 \frac{\text{LBS.}}{\text{AMP-AÑO}}$

DENSIDAD DE CORRIENTE EN
AGUA SALADA - 5. M.A/PIE2

$W = \text{AREA} \times I \times E.Q. \times V .u.$

$W = 73.200 \times 0.005 \text{ AMP/PIE2} \times 6.2 \frac{\text{LBS.}}{\text{AMP-AÑO}} \times 20 \text{ AÑOS}$

$W = 45,300 \text{ LBS. DE MAT'L. ANODICO DE ALUMINIO}$

$\text{NO ANODOS} = \frac{W}{\text{PESO UN ANODO}}$

CONDICION DE EXPOSICION	PREPARACION DE LA SUPERFICIE	RECUBRIMIENTO PRIMARIO			RECUBRIMIENTO ACABADO			APLICACION	OBSERVACIONES
		RECUBRIMIENTO	No. DE CAPAS	ESPESOR EN MILS X CA-PA (SECA)	RECUBRIMIENTO	No. DE CAPAS	ESPESOR EN MILS X CA-PA (SECA)		
AMBIENTE SECO	L.W.	RP-1 Minio Alquidálico RP-2 Cromato de Zinc	2 2	1.5 1.5	RA-20 Esmalte Alquidálico RA-24 Femólico de Aluminio	2 2	1.5 1.5	Brocha y Aspersión	Sin acabado, el minio alquidálico lo usa como mano de taller
AMBIENTE HUMEDO	L.M.6 L.CH A Com L.CH A.M.B.	RP-2 Cromato de Zinc RP-3 Inorgánico de Zinc poscurado RP-4 Inorgánico de Zinc Autocurante A Base agua B base solvente	2 1 1	1.5 2-3 2-3	RA-20 Esmalte alquidálico RA-21 Epoxico catalizado RA-22 Vinílico de altos solidos	2 2 2	1.5 1.5 3	Aspersión	El inorgánico de zinc autocurante tipo B se empleará cuando se tenga mas del 70% de humedad relativa durante la aplicación y secado
AMBIENTE HUMEDO Y SALINO	L.CH.A.M.B.	RP-3 Inorg.zinc poscurado RP-4A Inorg.zinc auto b.a. RP-4B Inorg.zinc auto b.a.	1 1 1	2-3 2-3 2-3	RA-21 Epoxico catalizado RA-22 Vinílico altos solidos RA-26 Epoxico altos solidos	2 2 2	2 3 5	Aspersión	Idem RP-4B
AMBIENTE HUMEDO CON O SIN SALINIDAD Y GASES DERIVADOS DEL AZUFRE	L.CH.A.M.B.	RP-3 Inorg.zinc poscurado RP-4A Inorg.zinc auto b.a. RP-4B Inorg.zinc auto b.s. RP-6 Epoxico catalizado	1 1 1 1	2-3 2-3 2-3 2	RA-21 Epoxico catalizado RA-22 Vinílico altos solidos RA-26 Epoxico altos solidos	2 2 2	2 3 5	Aspersión	Idem RP-4B
AMBIENTE MARINO	L.CH.A.M.B.	RP-3 Inorg.zinc poscurado RP-4A Inorg.zinc auto b.a. RP-4B Inorg.zinc auto b.s.	1 1 1	2-3 2-3 2-3	RA-21 Epoxico catalizado RA-22 Vinílico altos solidos RA-26 Epoxico altos solidos	2 2 2	2 3 5	Aspersión	Idem RP-4B
EXPOSICION AL AGUA SALADA (Interior de tanques)	L.CH.A.Com.	RP-5A Alquitrán de hulla epoxico	2	6-8	No se usa			Aspersión	Detectar continuidad eléctrica
EXPOSICION AL AGUA CRUDA Y TRATADA (INTERIOR DE TANQUES)	L.CH.A.Com.	RP-5A Alquitrán de hulla epoxico	2	6-8	No se usa			Aspersión	Idem.
EXPOSICION AL AGUA POTABLE (Interior de tanques de almacenamiento)	L.CH.A.Com.	RP-7 Vinil epoxico Modif. RP-6 Epoxico catalizado	2 1	1 2	RA-22 Vinílico altos solidos RA-26 Epoxico altos solidos	2 2	3 5	Aspersión	Detectar continuidad eléctrica
EXPOSICION A LA TURBOSINA	L.CH.A.M.B.	RP-8 Epoxico para turbosina	1	2	RA-23 Epoxico para turbosina	1	5	Aspersión	Idem
EXPOSICION A DESTILADOS TRATADOS	L.CH.A.M.B.	RP-3 Inorgánico de zinc poscurado	1	2-3	No se usa			Aspersión	Se emplea también en tanques aromáticos y alifáticos
EXPOSICION A DESTILADOS SIN TRATAR	L.CH.A.Com.	RP-6 Epoxico catalizado	1	2	RA-26 Epoxico de altos solidos	2	2	Aspersión	Detectar continuidad eléctrica

CONDICION DE EXPOSICION	PREPARACION DE LA SUPERFICIE	RECUBRIMIENTO PRIMARIO		RECUBRIMIENTO ACABADO		APLICACION	OBSERVACIONES		
		No. DE CAPAS	ESPESOR EN MILS. (SECA)	No. DE CAPAS	ESPESOR EN MILS. (SECA)				
EXTERIOR DE EMBARCACIONES: FONDO	L.CH.A Com.	RP-3B Alquitrán de hulla epóxico	2	6-8	RE-31 A o B antivegetativo	2	2	Asperción	LA PRUEBA DE ADHESION SE HARA CON EL SISTEMA COMPLETO
DE MINIMA LINEA DE CARGA A TRAZA DE CINTA DE CUBIERTA	L.CH.A.M.B.	RP-3 Inorgánico - zinc poscurado	1	2-3	RP-7 (Enlace) y RA-23 Vinil-Acrilico	2	1.5 1.5-2		
CUBIERTA	L.CH.A.M.B.	RP-4A ó B Inorg. zinc autocurante	1	2-3	RP-7 (Enlace) y RA-22 Vinilico sólidos	1 2	1.5 2		
CASETERIA	L.CH.A.M.B.	RP-4A ó B Inorg. - zinc autocurante	1	2-3	RP-7 (Enlace) y RA-25 Vinil-acrilico	1 2	1.5 1.5-2		
INTERIOR DE TANQUE DE EMBARCACIONES	L.CH.AC.M.B.	RP-8 Epóxico catalizado	1	2	RA-26 Epóxico altos sólidos	2	5	Asperción	Detector continuidad Eléctrica No se use p/aronati- trica
INTERIOR DE TANQUES P/ CRUDO	L.CH.A.Com.	RP-5A Alquitrán de hulla epoxico	2	6-8	No se uso			Asperción	Detector continuidad Eléctrica
EXPOSICION A ALTA TEMPERATURA	L. Manual L.CH.A.M.B.	RE-30 A (Aluminio) RE-30 B (Silicones)	2 2	1.5 1.5	No se usa			Brocha ó ASperción	A) de 80°C a 260°C B) de 261°C a 560°C
ZONAS PROPICIAS AL DESARROLLO DE ORGANISMOS					RE-31A Vinilico y oxido cuproso RE-31B Vinilico y tóxicos organometálicos	2 2	2 2	Asperción	Aplicase sobre superficies secas
ZONAS DE MARCOS Y ALEJES	L.M. ó L.CH.A.Com.	RE-32 Epóxico para zona de mareas y - alejes (100% sólidos)	1	100	No se usa			Manual	
EXTERIOR DE TANBORES DE 200 LIS.	L.M.y/o L.S.				RE-33 Esmalte alquidálico p/tanbores	1	2	Asperción	No se usa acabado

Clave: L.M. Limpieza Manual

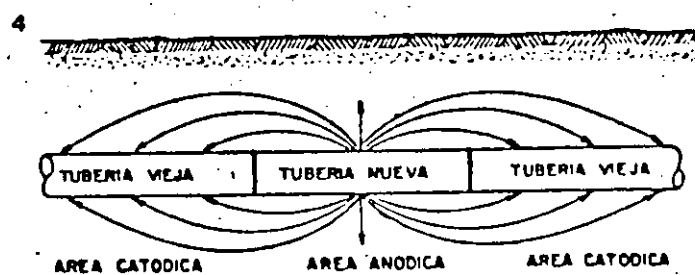
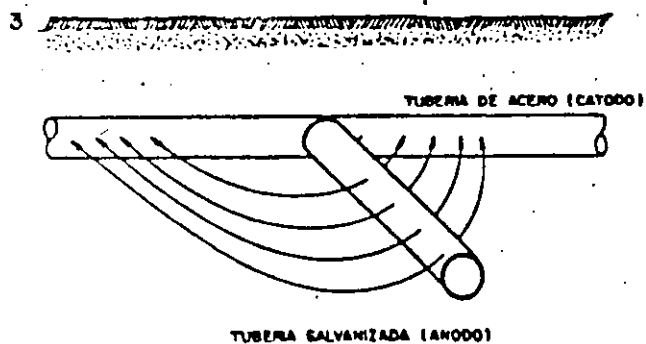
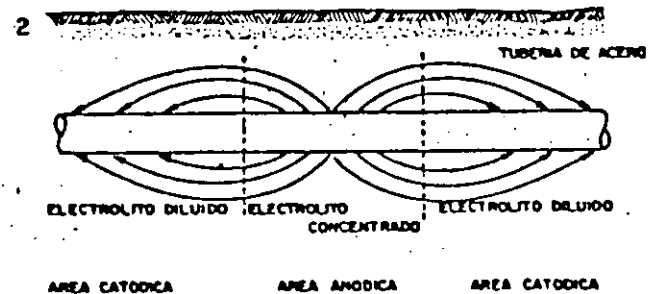
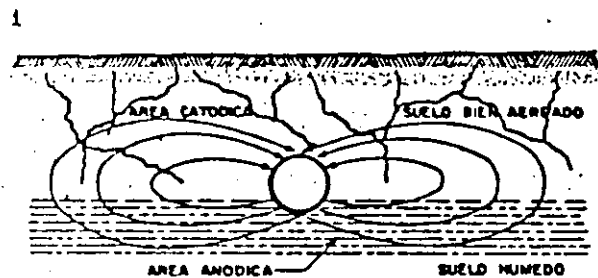
L.S. Limpieza con Solventes

L.CH.A.Com. Limpieza chorro de abrasivos acabado comercial

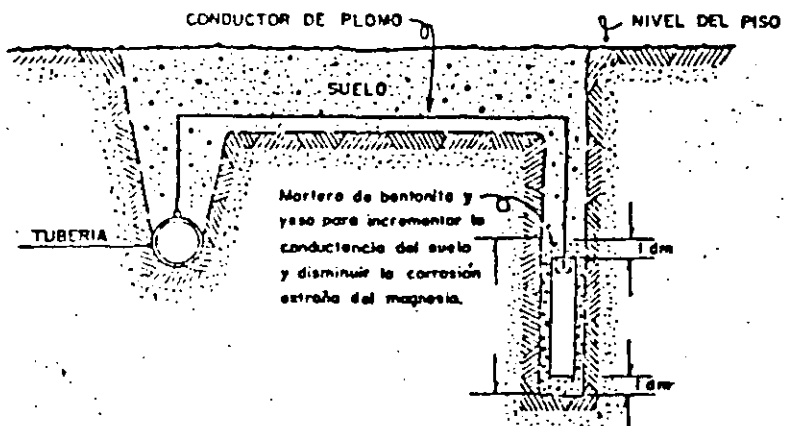
L.CH.A.C.M.B. Limpieza chorro de abrasivos acabado cerca metal blanco.

L.CH.A.M.B. Limpieza de abrasivos acabado a metal blanco.

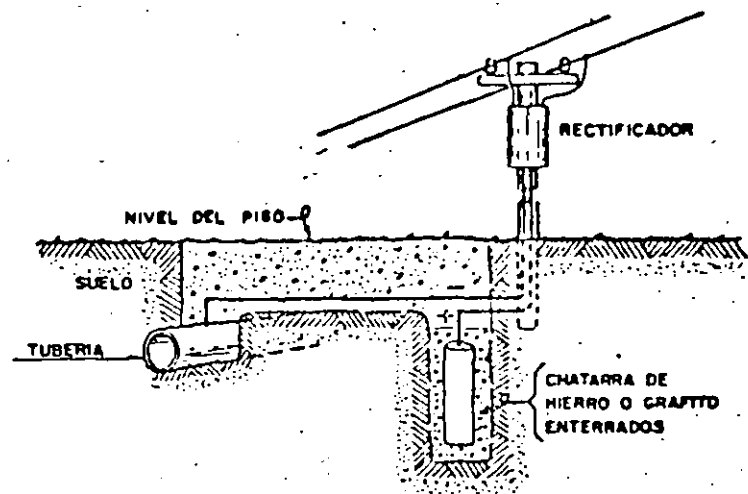
DIFERENTES CELDAS GALVANICAS



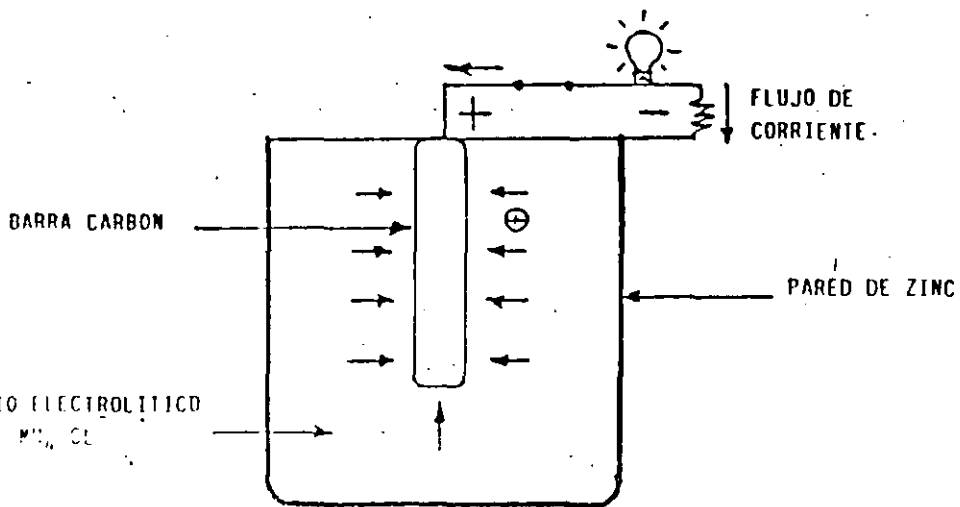
EJEMPLO DE PILA SECA Y PROTECCION CATODICA POR CORRIENTE IMPRESA Y ANODOS DE SACRIFICIO



TUBERIA PROTEJIDA CATODICAMENTE MEDIANTE EMPLEO DE ANODO DE SACRIFICIO



TUBERIA PROTEJIDA CATODICAMENTE, ANODO AUXILIAR Y RECTIFICADOR



TIPICA PILA SECA
(CELDA GALVANICA)

XIII.- INSTALACION E INTERCONEXION DE PLATAFORMAS

COMO INTRODUCCION A ESTE TEMA ES NECESARIO RECORDAR QUE UNA PLATAFORMA MARINA YA EN OPERACION EN EL MAR TIENE UN PESO DEL ORDEN DE 8,000 A 10,000 TONELADAS METRICAS, PESO QUE SE ANTOJA IMPOSIBLE DE MANEJAR EN FORMA CONTINUA. DERIVADO DE LO ANTERIOR SE INTUYE QUE LA INTEGRACION DE UNA PLATAFORMA DEBERA DE SER POR PARTES, LAS CUALES A CONTINUACION SE DESCRIBIRAN CON UN PESO APROXIMADO, PUDIENDO VARIAR ESTE EN FUNCION DE PLATAFORMA.

<u>ESTRUCTURA</u>	<u>PESO</u>	<u>No. PIEZAS</u>	<u>DIMENSIONES</u>	<u>PESO</u>
			8 DE 240' c/u	100 T
			8 DE 120' c/u	60 T
8 PILOTES	1200T-2000T	24 - 32	8 DE 90' c/u	45 T
			8 DE 60' c/u	30 T
12 CONDUCTORES	800T-1200T	36 - 48		
			PLANTA SUP.	45' x 60' x 180'
1 SUBESTRUCTURA	700T-1400T	1 TRAPEZOIDAL	PLANTA INF.	93' x 212' 98' x 220'
			ALTURA	130' 250'
1 SUPERESTRUCTURA	750T-1400T	1		75'x120'x60' ALTO 90'x210'x60' ALTO
6 MODULOS	3200T		1 MAQUINAS 25'x70'x19' ALTO	300 T
			2 QUIMICO 20'x70'x19' ALTO	200 T
			3 BOMBAS 26'x70'x19' ALTO	380 T
			4 TANQUES 9'x70'x15' ALTO	70 T
			5 HABITACIONAL 30'x70'x25' ALTO	220 T
			6 PERFORACION 30'x30'x25' ALTO	380 T
			7 HERRAMIENTA DIVERSA	1600 T

COMO SE MENCIONO EN TEMAS ANTERIORES, EXISTEN DIFERENTES TIPOS DE PLATAFORMAS MARINAS, ESTAS DEPENDIENDO DEL TIPO DE FUNCION A LA QUE ESTAN DESTINADAS Y DEPENDIENDO DE LA MAGNITUD DEL YACIMIENTO, PODRAN INSTALARSE EN GRUPO, UNIDAS A TRAVES DE PUENTES TUBULARES PARA-

FORMAR UN CAMPO LLAMADO COMPLEJO.

BASICAMENTE UN COMPLEJO COMO LOS YA EXISTENTES EN EL AREA DE CAMPE -
CHE, LO FORMAN LOS SIGUIENTES TIPOS DE PLATAFORMA VER FIG. 6

PLATAFORMA DE PERFORACION

PLATAFORMA DE ENLACE

PLATAFORMA DE PRODUCCION

PLATAFORMA HABITACIONAL

PLATAFORMA DE COMPRESION

TRIPONES PARA QUEMADORES

PUENTES ENTRE PLATAFORMAS

EQUIPOS O EMBARCACIONES NECESARIAS.- PARA LA INSTALACION E INTERCONE-
XION DE UNA PLATAFORMA MARINA SE REQUIERE DE UN CIERTO NUMERO Y TIPO
DE EMBARCACIONES. TANTO PARA EL TRANSPORTE DESDE LOS PATIOS DE FABRI-
CACION HASTA LA LOCALIZACION PREDETERMINADA, ASI COMO PARA LAS MANIO-
BRAS DE IZAJE E INTERCONEXION.

PARA SER MAS OBJETIVOS, A CONTINUACION DESCRIBIREMOS EL EQUIPO, MEN-
CIONANDO SUS DIMENSIONES Y CAPACIDADES.

TRABAJOS PREVIOS A LA SALIDA DE LAS PIEZAS ESTRUCTURALES DE LOS PA--
TIOS DE FABRICACION.- DEBIDO A QUE LOS TRABAJOS DE INSTALACION, IZA-
JE E INTERCONEXION EN EL MAR SON ALTAMENTE COSTOSOS, MOTIVADO ESTO-
POR LOS EQUIPOS UTILIZADOS ASI COMO LOS BAJOS RENDIMIENTOS LOGRADOS-
EN LOS TRABAJOS FUERA DE COSTA, SE ANTOJA INDISPENSABLE QUE, EN LOS-
PATIOS DE FABRICACION SE INSTALEN LA MAYOR PARTE DE SUS ACCESORIOS -
PERTENECIENTES A LA PLATAFORMA INCLUYENDO EL EQUIPO PROVISIONAL O --
TEMPORAL QUE SE UTILIZA EN LAS MANIOBRAS DE LANZAMIENTO E IZAJE, LO-
ANTERIOR CON LA FINALIDAD DE EVITAR RETRASOS EN ESTOS TRABAJOS.

ADEMAS, ES PRACTICA COMUN ELABORAR UN PROGRAMA DE RUTA CRITICA, EN LA
CUAL SE DEBERA DE CONTEMPLAR LOS TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DE CADA ACTI-
VIDAD, ESTAS CON UNA SECUENCIA LOGICA EN SU EJECUCION, CON LA FINALI-
DAD DE OPTIMIZAR LOS TIEMPOS DE OPERACION.

PARA LOGRAR UNA OPTIMIZACION EN ESTOS TIEMPOS ES MENESTER CONTAR CON TODA LA INFORMACION NECESARIA PARA DESARROLLAR LOS TRABAJOS DE INSTALACION DE LA PLATAFORMA, POR EJEMPLO; DEBERA CONTARSE CON UN JUEGO COMPLETO DE PLANOS ESTRUCTURALES, CONOCER EL PESO Y CENTRO DE GRAVEDAD DE LA ESTRUCTURA UN ESTUDIO COMPLETO DE MECANICA DE SUELOS DE LA LOCALIZACION EN EL CUAL APAREZCA EL TIRANTE DE AGUA, LA ESTRATIGRAFIA DEL TERRENO, LAS CURVAS DE PENETRACION CONTRA RESISTENCIA DEL SUELO, ESTO CON EL FIN DE SELECCIONAR EL TIPO DE MARTILLO ADECUADO PARA EL HINCADO DE LOS PILOTES, TAMBIEN SE REQUIERE TENER DATOS SOBRE EL OLEAJE, VIENTOS Y MAREAS, PARA POSICIONAR EL BARCO GRUA. POR LO TANTO ES IMPORTANTE SEÑALAR QUE ANTES QUE LLEGUE LA SUBESTRUCTURA AL SITIO DONDE SERA INSTALADA, LA EMBARCACION QUE VAYA A REALIZAR EL TRABAJO SE ENCUENTRE YA EN EL SITIO DE LA LOCALIZACION, CONTAR CON TODA LA INFORMACION ANTES SEÑALADA Y PROCEDER A EFECTUAR EL LANZAMIENTO.

A.- PREPARACION DE LA SUBESTRUCTURA

EN LA FIG. 39 SE CONTEMPLA EL ARREGLO GENERAL DE ESTROBOS Y GRILLETES Y DEMAS ACCESORIOS QUE SE INSTALAN EN LA SUBESTRUCTURA CON CARACTER TEMPORAL PARA EL LANZAMIENTO E IZAJE DE LA SUBESTRUCTURA.

- PLATAFORMAS PARA MANIOBRAS (1)
- GRILLETES 200 T.C. (4)
- ESTROBAS 6"Ø x 90' LONG. (4)
- GALGA PARA ARRASTRE DE SUB 1-1/2"Ø
(2 CABLES 75' ; 1 CABLE 50') (1 JGO.)
- CABLE DE POLIPROPILENO, 4"Ø x 400' (2)
- BOYAS DE SEÑALAMIENTO (1)

B.- PREPARACION DE PILOTES Y CONDUCTORES

DE ACUERDO CON LA FIG. 40 LOS PILOTES Y CONDUCTORES DEBERAN CARGARSE SOBRE UN CHALAN DE 250' DE ESLORA 70' DE MANGA Y 16' DE PUNTAL, INSTALANDOSE PREVIAMENTE SOPORTES TUBULARES DE AMBOS LADOS, LOS CUALES TIENEN LA FUNCION DE SOPORTAR LOS EMPUJES LATERALES DE LAS ESTIBAS. ADEMAS ESTOS SOPORTES SIRVEN COMO APOYO A LOS CABLES DE ACERO DE 1-1/4"Ø QUE SINCHAN LOS PILOTES COMO ELEMENTOS DE ASEGURAMIENTO-

DURANTE LA NAVEGACION.

PARA PERMITIR UN MANEJO RAPIDO DE LOS PILOTES Y CONDUCTORES DURANTE SU HINCAMIENTO, SE RECOMIENDA DEJAR ACCESO PARA TRANSITAR ENTRE LAS DIFERENTES SECCIONES QUE INTEGRAN EL PILOTE Y LA ESTIBA, VENIR PREPARADOS CON SUS AGUJEROS DE 5"Ø CADA SECCION DE PILOTE Y CONDUCTOR, A DOS PIES DE DISTANCIA DEL EXTREMO SUPERIOR.

A TRAVES DE LA FIG. 40 SE SOLICITA INVARIABLEMENTE UN DETERMINADO ARREGLO DE LAS DIFERENTES SECCIONES DE PILOTES Y CONDUCTORES, YA QUE EN CASO CONTRARIO SE TENDRIAN DEMORAS AL NO HABER CONTINUIDAD EN LA CORRESPONDENCIA ENTRE UNA SECCION Y LA SIGUIENTE.

C.- PREPARACION DE LA SUPERESTRUCTURA

LAS SIGUIENTES PREPARACIONES DEBERAN REALIZARSE, COMO ANTES SE DIJO EN LOS PATIOS DE FABRICACION.

1.- SE RECOMIENDA INSTALAR LA GRUA PROPIA DE LA PLATAFORMA PREVIAMENTE AL ENVIO AL MAR, CUIDANDO DE NO CORRER EL CENTRO DE GRAVEDAD DE LA SUPERESTRUCTURA. LA PLUMA DE LA GRUA DEBERA COLOCARSE EN EL PEDESTAL DE DESCANSO Y ASEGURARSE EN POSICION HORIZONTAL Y EVITAR QUE ESTA PUDIERA SER UN OBSTACULO AL MOMENTO DE INSTALAR LA SUPERESTRUCTURA O LOS PAQUETES DE PERFORACION.

EL INSTALAR LA GRUA PREVIAMENTE A LA INSTALACION DE LA SUPERESTRUCTURA, TIENE LA FINALIDAD DE QUE ESTA SE UTILICE Y FACILITE LA INTERCONEXION ELECTROMECANICA DE LOS PAQUETES O MODULOS.

2.- ELEMENTOS DE IZAJE.- LA INFORMACION SOBRE EL PESO DE LA SUPERESTRUCTURA, ASI COMO LA UBICACION DEL CENTRO DE GRAVEDAD DEBERA SER PROPORCIONADA POR EL PATIO QUE FABRICO LA ESTRUCTURA ANTES DE SALIR LA ESTRUCTURA FUERA DE LA COSTA. AL PESO DE LA ESTRUCTURA DEBERA --

INSTALACION DE LA SUBESTRUCTURA EN EL MAR

EN EL OBJETIVO O LOCALIZACION PREDETERMINADO Y SEÑALADA CON UNA BOYA POR UN BARCO POSICIONADOR EL CUAL VERIFICA LAS COORDENADAS CON UN SISTEMA SHORE-AN Y ARGO, SE SITUA EL BARCO GRUA, AYUDADO CON 8 ANCLAS Y CABLES DE ACERO, LOS CUALES SON TENSIONADAS Y OPERADAS POR EL PROPIO BARCO PARA LOGRAR LA POSICION REQUERIDA.

POSTERIORMENTE CON UN EQUIPO DE BUZOS SE INSPECCIONA EL FONDO MARINO DONDE DEBERA QUEDAR INSTALADA LA SUBESTRUCTURA, AREA QUE DEBERA DE QUEDAR LIBRE DE TODO OBSTACULO QUE PUEDA ENTORPECER LOS TRABAJOS DE INSTALACION DE LA SUBESTRUCTURA.

UNA VEZ POSICIONADO EL BARCO GRUA Y CON LAS CONDICIONES DEL TIEMPO Y DEL MAR FAVORABLES, SE SITUA EL CHALAN DE LANZAMIENTO A UNA DISTANCIA DE 1200' A 1500' PIES A ESTRIBOR DEL BARCO PARA QUE POSTERIORMENTE LO ABORDE EL PERSONAL TECNICO Y DE MANIOBRAS, INCLUYENDO HERRAMIENTA, QUIENES SERAN LOS ENCARGADOS DE EFECTUAR LA MANIOBRA DE LANZAMIENTO DE LA SUBESTRUCTURA.

EL LASTRADO DEL CHALAN, COMO EL CORTE CON SOPLETE DE LOS AMARRES O SEGUROS MARINOS, OPERACION DE WINCHES Y GATOS HIDRAULICOS PARA SU DESPEGUE, ASI COMO LAS MANIOBRAS DE ESTROBAMIENTOS O FIJACION DE CABLES Y GALGAS TANTO DEL BARCO GRUA COMO DEL REMOLCADOR, LAS FIGS. DE LA 41 A LA 52 NOS MUESTRAN UNA SECUENCIA Y DESCRIPCION DEL LANZAMIENTO E IZAJE DE LA SUBESTRUCTURA, HINCADO DE PILOTES E IZAJE DE LA SUPERESTRUCTURA.

SEGUNDA ALTERNATIVA.- COMO COMPLEMENTO AL TEMA DE INSTALACION DE SUBESTRUCTURAS, SE HACE LA OBSERVACION QUE EXISTEN SUBESTRUCTURAS MAS LIVIANAS, COMO SON EXAPODOS Y TETRAPODOS O TRIPODES LOS CUALES NO SON LANZADOS AL MAR, SINO QUE ESTAS SE IZAN DIRECTAMENTE DEL CHALAN QUE LAS TRANSPORTA, PARA SER INSTALADAS EN LA LOCALIZACION DEFINITIVA. VER FIG. 47

PILOTEO DE LA SUBESTRUCTURA

DE LA MISMA MANERA QUE LA SUBESTRUCTURA, LOS PILOTES Y CONDUCTORES, SON CARGADOS Y ASEGURADOS EN LOS PATIOS DE FABRICACION SOBRE UN CHALAN PLANO DE 250' x 70' x 16', CUYO CHALAN UNA VEZ RECIBIDO EN EL LUGAR, DONDE SE INSTALARA LA SUBESTRUCTURA, SE ATRACA O ACODERA A UN COSTADO DEL BARCO GRUA PARA QUE LAS SECCIONES DE PILOTES Y CONDUCTORES SEAN TOMADOS DE ACUERDO A LA SECUENCIA PROGRAMADA.

DEPENDIENDO DEL TIPO Y DIMENSION DE LA SUBESTRUCTURA, LOS PILOTES TIENEN UN DIAMETRO DESDE 36"Ø HASTA 58"Ø SIENDO LOS MAS COMUNES LOS DE 48" Y UN ESPESOR VARIABLE DESDE 1/4" A 2 1/2", CUYOS ESPESORES MAYORES SE ENCONTRARAN EN LA ZONA DE LODOS LUGAR DONDE EL PILOTE RECIBE LOS MAYORES ESFUERZOS CORTANTES Y DE FLEXION, DEBIDO AL MAYOR MOMENTO DE VOLTEAMIENTO DE LA PLATAFORMA, MOTIVADO POR LA ACCION DEL OLEAJE, CORRIENTES Y VIENTOS. TAMBIEN EN LA PUNTA DEL PILOTE SE TIENEN ALTOS ESPESORES, ESTO CON EL FIN DE ROMPER LAS FORMACIONES DE LOS ESTRATOS DEL SUELO QUE SE PRESENTAN.

EL ACERO DE ESTOS SOBRE ESPESORES COMUNMENTES SON DE MAYOR RESISTENCIA QUE LOS DEL RESTO DEL PILOTE.

UNAS DE LAS PRINCIPALES HERRAMIENTAS CON LAS QUE CUENTA EL BARCO GRUA ES UN CONJUNTO DE MARTILLOS DE VAPOR UTILIZADOS PARA EL HINCADO

DE PILOTES, CUYAS CAPACIDADES VARIAN DESDE 30,000 HASTA 300,000 LBS PIE DE ENERGIA NO DEBIENDO DE PASAR DE UN PESO DE 130 T.C. EL MAR GRANDE. LA MAXIMA CANTIDAD DE GOLPES PERMITIDOS PARA ESTOS MARTILLOS NO EXCEDERA DE 250 GOLPES POR PIE DE PENETRACION DEL PILOTE EN 5 PIES SEGUIDOS, EN CASO CONTRARIO EL MARTILLO PUEDE SUFRIR DAÑO. ANTES DE INICIAR LA HINCA DE LOS PILOTES SE DEBERA DE CONTINUAR A BORDO DEL BARCO CON EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, EL CUAL CONTEMPLE LA ESTRATIGRAFIA Y TIPO DE MATERIALES DEL LUGAR, LAS CURVAS DE PROFUNDIDAD Y RESISTENCIA A LA PENETRACION, FACTORES DE SEGURIDAD, ETC.

LA FIG. 25, LA CUAL MUESTRA UNA GRAFICA DE REGISTRO DEBERA SER UTILIZADA EN CADA PILOTE, PARA HACER UN SEGUIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DE CADA HINCA Y ASI PODER COMPARAR LA RESISTENCIA OBTENIDA CONTRA LA DISEÑADA Y EN CASO NECESARIO TOMAR DETERMINACIONES ACERTADAS EN CASO DE LA PRESENCIA DE ALGUN PROBLEMA.

DE LOS OCHO PILOTES SE INICIA EL HINCADO CON EL PILOTE DE PRUEBA EL CUAL SE COLOCA EN LA PARTE MAS BAJA DE LOS CUATRO INTERIORES, PROSIGUIENDO EL HINCADO CON LOS TRES INTERIORES RESTANTES Y POR, ULTIMO SE COMPLETAN CON LOS CUATRO DE ESQUINA.

DURANTE EL HINCADO DE LOS PILOTES ES NECESARIO VERIFICAR PERIODICAMENTE LA NIVELACION DE LA SUBESTRUCTURA Y ASI EVITAR DESNIVELES MAYORES DE 2" (50MM).

ANTES DE INTERCONECTAR LA SECCION DE PILOTE SIGUIENTE CON LA YA HINCADA, DEBERA CORTARSE ESTE ULTIMO EN LA PARTE SUPERIOR LASTIMADA, PARA CONTINUAR CON LA SOLDADURA E INSPECCION ULTRASONICA.

UNA VEZ TERMINADA LA HINCA DE LOS OCHO PILOTES Y NIVELADA LA SUBESTRUCTURA SE PROCEDE A FIJAR EL PILOTE CON LA PIERNA DE LA SUBESTRUCTURA, COLOCANDO PLACAS DE AJUSTE EN EL ESPACIO ANULAR, CUYOS ESPESORES VAN DESDE 1/4" HASTA 1 1/2", SOLDADAS EN TODO ALREDEDOR DE LA PIERNA.

LA PROFUNDIDAD DEL PILOTE A PARTIR DEL FONDO MARINO, ES DEL ORDEN DE 240' A 275' PIES.

PILOTEO DE CONDUCTORES

REALMENTE ES POCO LO SOBRESALIENTE QUE PODRIAMOS MENCIONAR EN EL HINCADO DE LOS CONDUCTORES YA QUE EL PROCEDIMIENTO PARA EL HINCADO DE CONDUCTORES ES MUY SIMILAR AL DE LOS PILOTES, EXISTIENDO DIFERENCIA EN LOS DIAMETROS YA QUE, ESTOS SON DE 30"Ø x 1" DE ESPESOR. LA MAXIMA DE ELEVACION DE ESTOS CONDUCTORES ES LA DEL PISO DE PRODUCCION (+ 52' - 00") Y EL NUMERO DE ESTOS ES DE 12 PIEZAS, CONTRA 8 -- PIEZAS DE LOS PILOTES.

INSTALACION DE LA SUPERESTRUCTURA

PARA EVITAR RETRASOS DURANTE LA INSTALACION DE LA PLATAFORMA SE RECOMIENDA QUE DESDE LOS PATIOS DE FABRICACION SE ENVIE AL MAR LA SUPERESTRUCTURA 10 DIAS POSTERIORES A LA SUBESTRUCTURA, CON EL FIN DE QUE CUANDO SE TERMINE DE HINCAR LOS PILOTES Y CONDUCTORES EL CHALAN QUE TRANSPORTA LA SUPERESTRUCTURA ESTE CERCAÑO AL BARCO GRUA Y SE PUEDA INICIAR EL CORTE DE LOS AMARRES O SEGUROS MARINOS Y ASI SE PROCEDA EL IZAJE E INSTALACION DE ESTA.

LOS PUNTOS MAS SOBRESALIENTES EN LOS TRABAJOS DE INSTALACION DE ESTA ES VIGILAR SE HAYAN CORTADO LOS PILOTES A UN MISMO NIVEL PARA EVITAR QUE LA SUPERESTRUCTURA Y POSTERIORMENTE LOS PAQUETES QUEDEN DESNIVELADOS.

SE HACE LA OBSERVACION QUE LAS COLUMNAS DE LA SUPERESTRUCTURA QUE--- DAN APOYADAS Y SOLDADAS DIRECTAMENTE CON LAS PUNTAS SUPERIORES DE -- LOS PILOTES DEBIDAMENTE INSPECCIONADAS ULTRASONICAMENTE.

COLOCACION DE PAQUETES DE PERFORACION

DEBIDAMENTE INSTALADA LA SUPERESTRUCTURA SE PROCEDE A MARCAR SOBRE LA CUBIERTA DE ZONAS DONDE VAN A SER COLOCADOS LOS 6 PAQUETES DE PERFORACION LOS QUE SEGUN FIG. 52 DEBERAN QUEDAR EN TRES NIVELES, INTERIOR, INTERMEDIO Y SUPERIOR, COLOCANDO GUIAS SOBRE LA CUBIERTA PARA LOGRAR UN MEJOR AJUSTE.

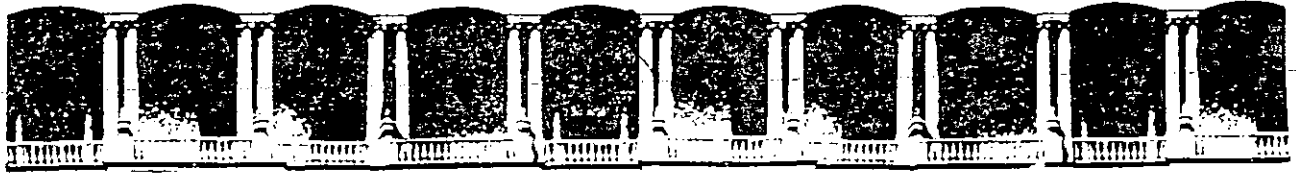
LOS PAQUETES O MODULOS VIENEN SOBRE UN CHALAN PLANO DEBIDAMENTE ASE

GURADOS, LOS CUALES UNA VEZ INSTALADOS SOBRE LA SUPERESTRUCTURA CONTINUA LA INTERCONEXION ELECTRO-MECANICA, ARMADO DE LA TORRE DE PERFORACION, PINTURA, INSTALACION DE LAS TUBERIAS INSTRUMENTACION, Y FINALMENTE PRUEBAS.

EL TIEMPO EN QUE SE EFECTUAN LAS INTERCONEXIONES ES DE APROXIMADAMENTE 30 DIAS, UNA VEZ TERMINADA ESTA ACTIVIDAD LA PLATAFORMA SE ENTREGA AL DEPARTAMENTO DE PERFORACION PARA QUE LA OPERE.

EMBARCACIONES NECESARIAS PARA EL TRANSPORTE E INSTALACION DE UNA PLATAFORMA MARINA

TIPO EMBARCACION	DIMENSIONES	CAPACIDAD
1 BARCO GRUA 65000 T.P.M.	L=206M A= 37M P= 15.5M	GRUA 2,000 TONS. CORTAS GRUA PORTATIL 165 T.C.
1 REMOLCADOR PARA LANZAMIENTO DE ANCLAS Y APOYO AL BARCO 630 T.P.M.	L= 50M A= 14M P= 7M	PROPULSION 6500 H.P.
1 LANCHA PARA TRANSPORTE DE PERSONAL	L= 22M A= 8M P= 5M	2800 H.P.
1 CHALAN DE LANZAMIENTO DE SUBESTRUCTURAS	L= 91M A= 27.5M P= 6.4M	2 WINCHES 90,000 LBS. C/U 2 BOMBAS 2,500 GPM. C/U 2 TRABES DE ACERO SOBRE CUBIERTA PARA LANZAMIENTO 1 COMPRESOR 600 PCM. 1 WINCHE NEUMATICO
2 CHALANES PLANOS 1500 T.P.M. TRANSPORTA PILOTES + CONDUCTORES Y SUPERESTRUCTURAS	L= 76M A= 21.3M P= 4.9M	3,500 TONS. CAPACIDAD SOBRE CUBIERTA
3 REMOLCADORES 520 T.P.M.	L= 30M A= 12M P= 4.5M	4,500 H.P. 1 WINCHE PARA REMOLQUE DE 200,000 LBS.
1 HELICOPTERO PARA TRANSPORTE PERSONAL		14 PLAZAS DE PASAJEROS



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS
V CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION
MODULO III CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO**

S O L D A D U R A

ING. FRANCISCO ORTEGA NUÑOZ

SOLDADURA

- TEORIA Y PRACTICA DE LA SOLDADURA CON OXIACETILENO
- OXICORTE CON GASES
- SOLDADURA DE ARCO CON CORRIENTE DIRECTA
- SOLDADURA DE ARCO CON GAS
- SOLDADURA POR RESISTENCIA ELECTRICA
- SELECCION Y CLASIFICACION DE ELECTRODOS
- TENSIONES Y DEFORMACIONES EN LAS SOLDADURAS
- INSPECCION Y PRUEBAS DE SOLDADURAS

SOLDADURA

TEORIA Y PRACTICA DE LA SOLDADURA CON OXIACETILENO

DEFINICION DE SOLDADURA

Es un proceso de trabajo en el cual los metales son llevados hasta su punto de fusión por medio del calentamiento para conseguir una nueva unión muy resistente.

DIFERENTES TIPOS DE SOLDADURA Y CORTE

Los tipos más frecuentes de soldadura son:

- a) Soldadura con Gas
- b) Soldadura de Arco
- c) Soldadura de Arco y Gas
- d) Soldadura de Resistencia

Otros tipos de soldadura más especiales son:

- e) Soldadura atómica y de Hidrógeno
- f) Soldadura de Termita
- g) Soldadura Fría
- h) Soldadura Ultrasónica
- i) Soldadura de Capa de Electrones
- j) Soldadura de Fricción
- k) Soldadura de Laser
- l) Soldadura de Plasma

Los tipos frecuentes de corte térmico son:

- a) Corte de Gas
- b) Corte de Arco

El proceso Oxígeno-Acetileno debe estudiarse primero debido a:

- 1) Los fundamentos de la soldadura con gas incluyen fundamentos importantes

para la mayoría de las otras formas de soldadura.

- 2) El proceso Oxígeno-Acetileno es un proceso manual, lento y fácil de controlar en comparación con otros procesos.

CARACTERISTICAS DE LA FLAMA DE OXIACETILENO

Para obtener la flama con más alta temperatura, mayor limpieza y mayor aportación de calor, es necesario utilizar el equipo que suministre, oxígeno puro para facilitar el proceso de oxidación.

Para realizar una buena soldadura se deben cumplir las siguientes consideraciones:

- a) La temperatura de la flama debe ser suficientemente alta para fundir los metales.
- b) Debe suministrarse suficiente calor para compensar las pérdidas de calor.
- c) La flama no debe "quemar" (oxidar) el metal.
- d) La flama no deberá aportar polvo ó materiales extraños a el metal.
- e) La flama no deberá aportar carbón al metal.
- f) Los productos de combustión no deberán ser tóxicos (venenosos).

La cantidad de calor se determina por la cantidad (pies cúbicos por hora) - de gases quemados. Para obtener más calor el orificio de la boquilla deberá ser más grande y se suministrará gas a mayor presión en la boquilla. Si se usa una boquilla grande o una chica, como quiera que sea la temperatura de la flama es la misma. Debe recordarse que la cantidad de calor generado y - por lo tanto el espesor del metal el cual puede ser soldado, dependera de - la cantidad de gas combustible quemado por unidad de tiempo. Por consiguiente la cantidad de calor depende del tamaño del orificio de la boquilla.

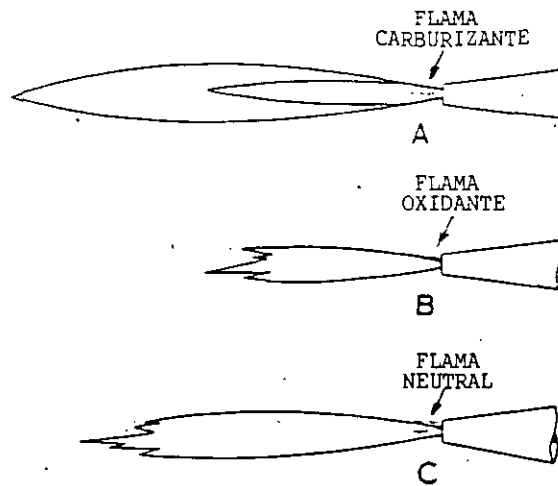
Existen varios gases que se usan comercialmente para producir flamas para - soldadura y corte:

- 1) El Oxígeno-Acetileno
- 2) El Oxígeno-Hidrógeno

- 3) El Oxígeno-Gas Natural
- 4) El Oxígeno-Gas de Petr6leo licuado

Flamas oxidizantes 6 carburizantes no deseables se presentan cuando las proporciones de Ox6geno y Acetileno son err6neas. Si se utiliza m6s Acetileno se forma una flama carburizante.

La siguiente figura muestra los tipos de flamas:



La denominada FLAMA NEUTRAL es la correcta y no carburiza ni oxidiza el metal. Esta FLAMA NEUTRAL es el resultado de una perfecta proporci6n y mezcla de ox6geno y acetileno. Estos dos gases se unen de tal manera que el ox6geno quema el carb6n y el hidr6geno en el acetileno y libera 6nicamente calor y gases poco da6inos.

El hollin en una soldadura puede provenir de dos fuentes:

- a) Polvo en los Gases
- b) Polvo en los equipos

Debe checarsse siempre la calidad de la pureza de los gases.

La flama neutral de oxiacetileno puede tener una temperatura de 5600° a 5900° F. Una flama oxidizante producir6 una temperatura ligeramente mayor.

A continuaci6n se enlistan varios metales y su temperatura de fundici6n:

METAL	PUNTO DE FUNDICION °F
Aluminio	1215

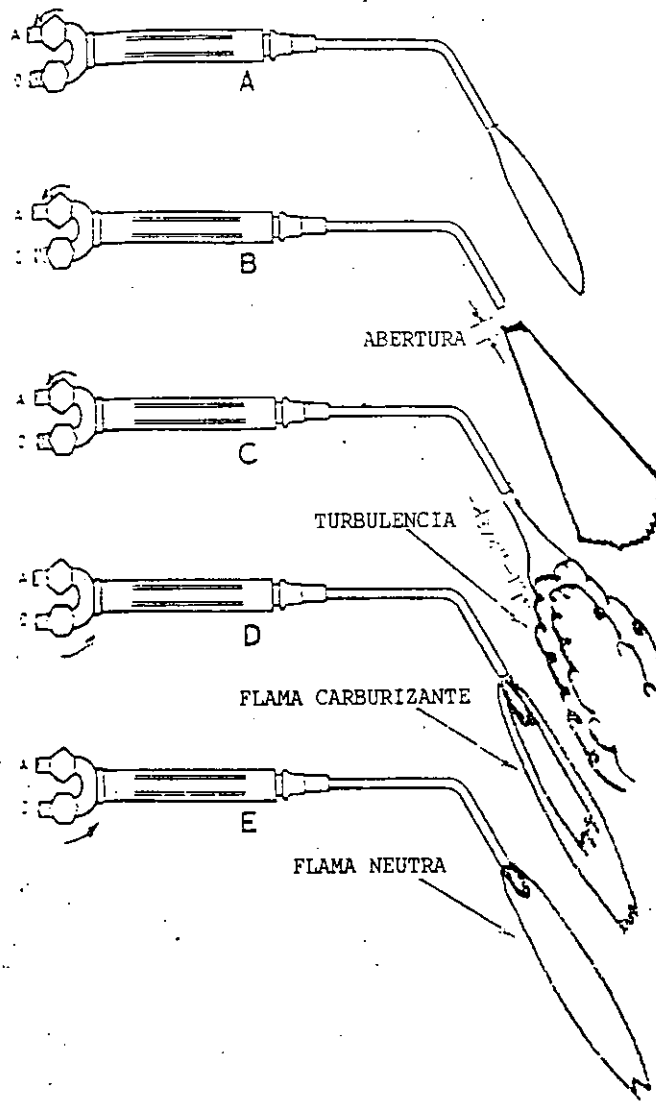
Latón	1640
Bronce	1650
Cobre	1920
Fierro, fundición gris	2200
Plomo	620
Aceros (0.20% C) SAE 1020	2800
Zinc	785

La siguiente tabla de tamaños de varillas de soldadura y tamaños de boquillas para soldar varios espesores de metal, nos da datos aproximados para obtener resultados satisfactorios.

ESPESOR DEL METAL	DIAMETRO DE LA VARILLA DE SOLDADURA	TAMAÑO DE LA BOQUILLA	PRESIONES	
			OXIGENO	ACETILENO
1/16	1/16 - 3/32	60 - 69	4	4
1/8	3/32 - 1/8	54 - 57	5	5
1/4	5/32 - 3/16	44 - 52	8	8
3/8	3/16 - 1/4	40 - 50	9	9

Para desconectar el maneral. Si el operador desea suspender el uso del equipo por unos minutos, será únicamente necesario cerrar las válvulas del maneral y dejar este a un lado. Sin embargo, si el equipo no va a hacer uso inmediatamente, el equipo deberá ser totalmente desconectado, por lo que deberá hacerse lo siguiente:

- 1) Cierre las válvulas del maneral y preferentemente la de Acetileno primero.
- 2) Cierre suavemente las válvulas de los cilindros.
- 3) Abra las válvulas del maneral.
- 4) Espere hasta que los manómetros de alta y baja presión de los reguladores de oxígeno y acetileno, indiquen cero.
- 5) Gire las tuercas de ajuste del Oxígeno y Acetileno de los reguladores -- hasta que estén "cerradas".
- 6) Cierre suavemente las válvulas del maneral y cuelgue el mismo.



Pasos recomendados para encender el maneral para soldadura con Acetileno. -
A. Abra la válvula de Acetileno lentamente y encienda el Acetileno con un -
 encendedor de chispa. **B.** La cantidad correcta de Acetileno esta fluyendo si
 la flama inicia lejos de la boquilla cuando el maneral esta hacia abajo. o,
C. Como se muestra aqui, una turbulencia es creada en la flama de Acetile-
 no y el humo es eliminado. **D.** Comience a girar la válvula para el oxígeno.
E. Continúe girando la válvula para el oxígeno hasta que la mitad de la fla-
 ma esta eliminada y un cono interior redondeado aparece.

POSICIONES Y MOVIMIENTOS DEL MANERAL

El maneral debe ser mantenido a un ángulo de 30 a 45° grados con relación al plano de trabajo. Lo anterior también dependerá del tamaño de boquilla usada, el espesor del metal y otras condiciones para soldaduras. La flama se coloca sobre el plano de trabajo en la dirección de la soldadura, precalentando el metal antes de que este bajo la flama de alta temperatura.

FUNDICION DEL METAL BASE ("TORCHEO O CALDEO")

Antes de iniciar cualquier clase de soldadura, se recomienda que el principiante practique la fundición del metal base que en lo sucesivo denominaremos "caldeo". El "caldeo" es una importante y fundamental parte de la soldadura debido a que en la mayoría de las operaciones de soldadura un "caldeo de metal fundido" es llevado a través de la junta de las partes que serán soldadas. Esta fundición se presenta realmente en la mayoría de las formas de soldadura tanto con gas como con arco eléctrico. Las características del "caldeo de metal fundido" indican la penetración, ajuste del maneral, manejo y movimiento del maneral. Estas características del "caldeo" las cuales son juzgadas por medio de la observación, guían al soldador experimentado para depositar una excelente soldadura.

El tamaño (diámetro) del "caldeo" estará con proporción a su profundidad; por consiguiente el operador puede juzgar la profundidad o penetración de una soldadura por la observación y control del tamaño del "caldeo de metal fundido". Sobre metales muy delgados la penetración o profundidad del "caldeo" será mayor en proporción a el ancho que en el caso de metales de grueso espesor.

La apariencia de la superficie de el "caldeo" indicará la condición de ajuste del maneral. La FLAMA NEUTRAL cuando esta fundiendo el metal dara una apariencia constante y uniforme del "caldeo". La orilla del "caldeo" lejos del maneral tendrá bolitas pequeñas brillantes e incandescentes las cuales se moveran activamente alrededor de la orilla del caldeo. Si estas bolitas estan sobredimensionadas la flama no es NEUTRAL. También si la soldadura de "caldeo", hierve y salpica excesivamente, puede ser que exista un ajuste pobre de la flama y se presente una mala calidad de soldadura en el metal que

se esta soldando.

La flama en forma de cono interior redondeado debe estar colocada dentro de la región del "caldeo" en todo momento. El ajuste correcto de la flama evita que el oxígeno en la atmósfera entre en contacto con la superficie de la zona de "caldeo" y pueda causar una condición de oxidación.

En la gráfica se puede observar como llevar a cabo un correcto procedimiento de "caldeo".

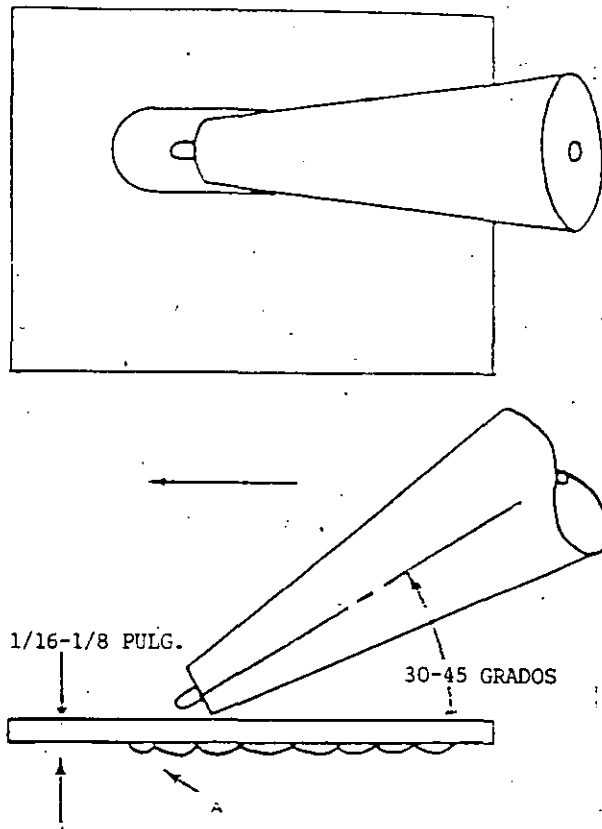
TIPOS DE SOLDADURAS CON OXIACETILENO REALIZADAS CON VARILLA DE APORTE DE SOLDADURA

Las juntas básicas de soldadura son:

- 1) De ranura o abertura (Buttweld)
- 2) De filete (Fulletweld)

Las posiciones básicas para soldar son:

- 1) Horizontal sobre una superficie horizontal
- 2) Horizontal sobre una superficie vertical
- 3) Vertical sobre una superficie vertical
- 4) Sobrecabeza



Procedimiento para efectuar la soldadura por "caldeo de metal fundido":
Esta figura muestra la posición correcta del maneral en relación al metal -
base durante un ejercicio. El detalle "A" muestra la penetración en la par
te inferior del metal base.

Tipo de soldaduras realizadas sin el uso de varilla de aporte de soldadura.
El tipo de soldadura mas común de este tipo es la que se muestra en la siguiente figura:

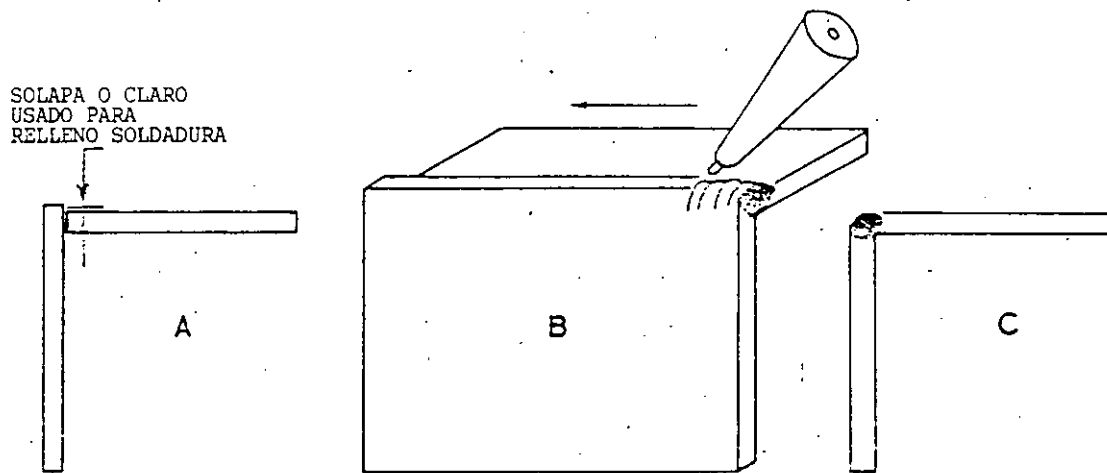


Fig. ____ Etapas en la ejecución de una junta de esquina exterior sin varilla de aporte de soldadura. A. Metal en posición para soldar. B. Soldadura en proceso. C. Apariencia de la soldadura terminada.

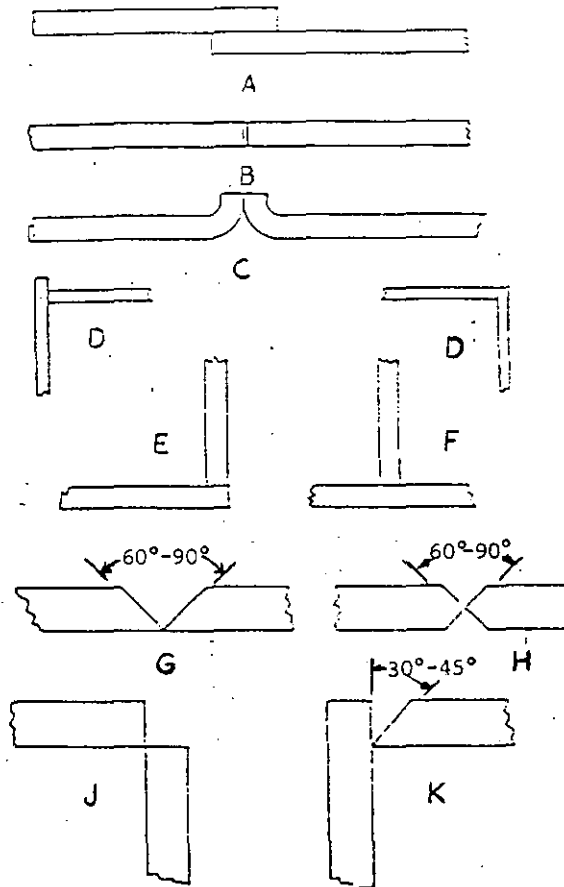
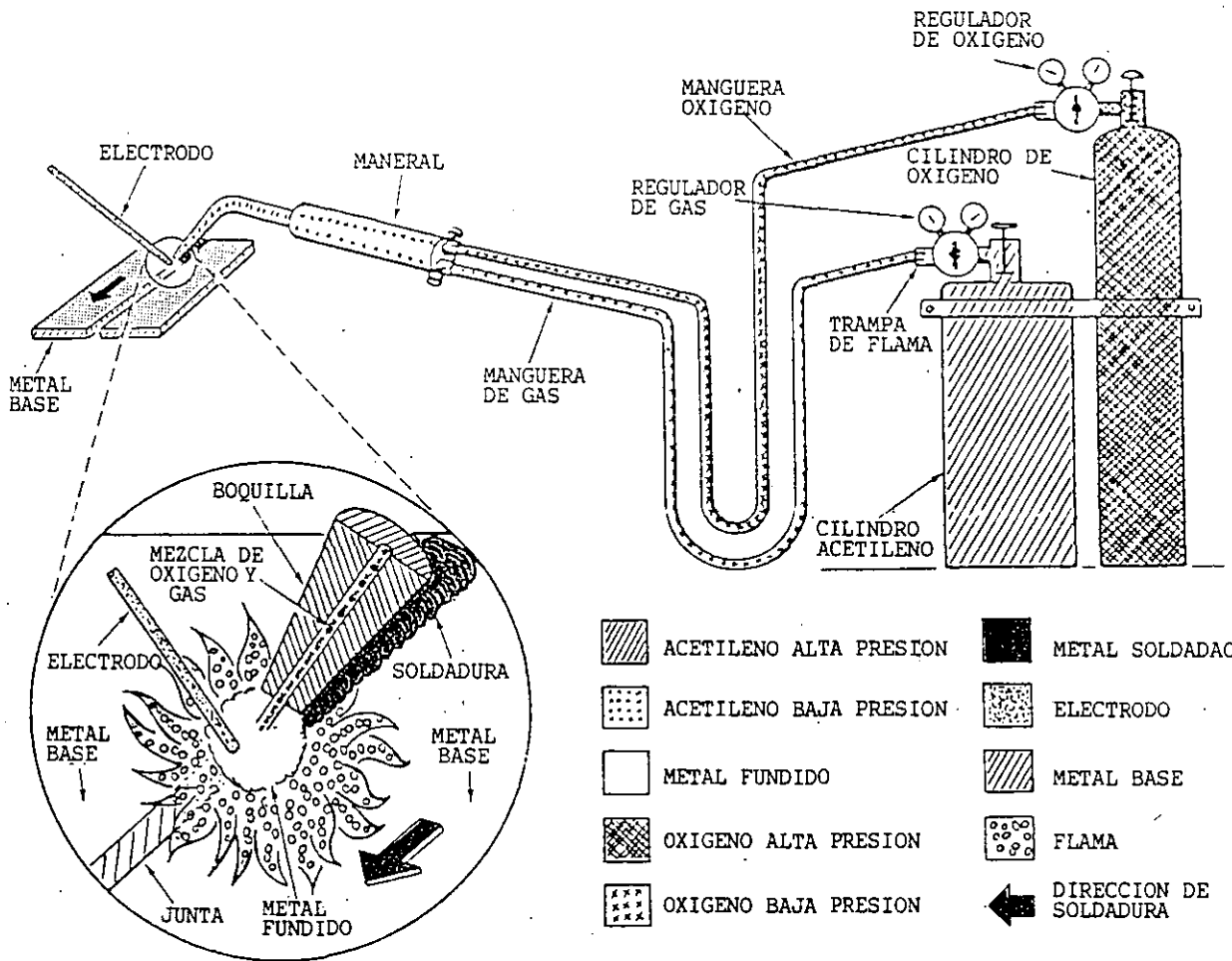




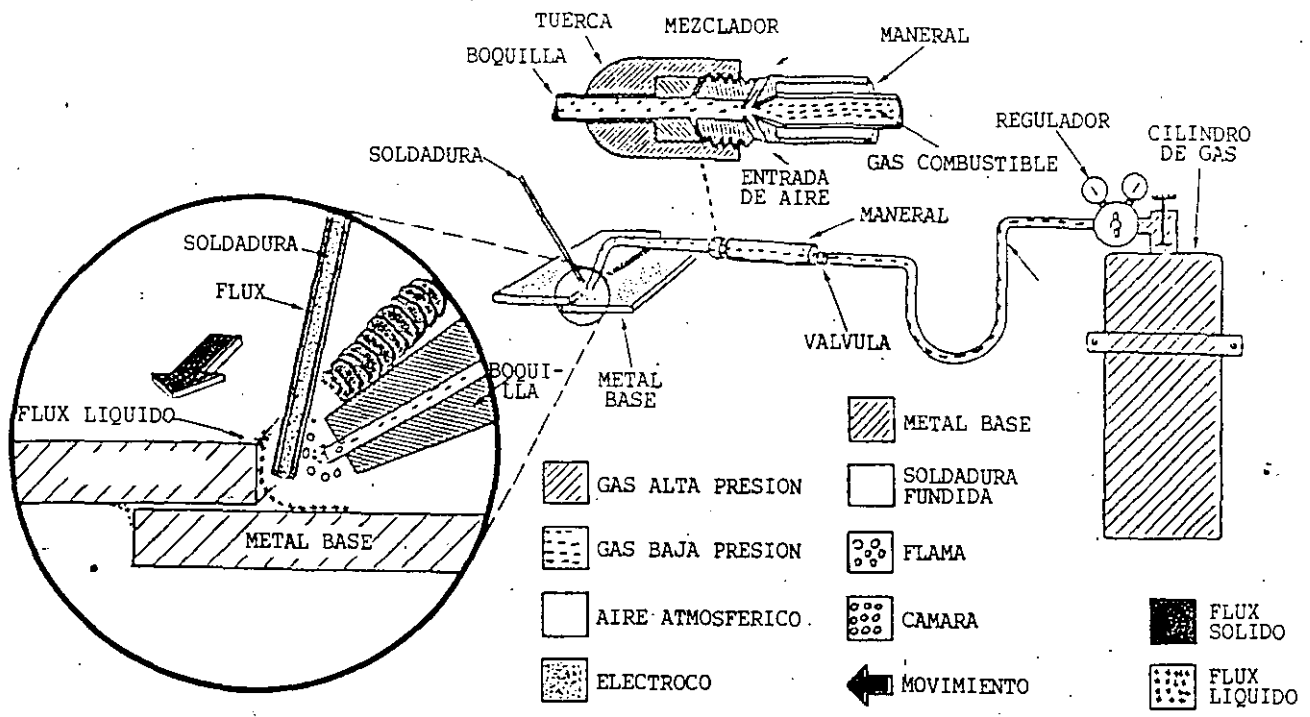


Fig. No. _____ Diseños de algunas juntas típicas para soldadura; A. Junta - de tralape de lámina de acero en posición plana. B. Junta de abertura ó ranura de lámina de acero en posición plana. C. Junta de BRIDA en posición -- plana. D y D juntas de esquina exterior. E y F. Juntas de esquina interior (F comunmente la nombran Junta T). G, H, J y K. Diseños de juntas para -- placa metálica. Observar que para soldar las juntas A, B y D , se requiere utilizar varilla de aporte de soldadura. Para soldar las juntas C y D no se necesita varilla de aporte de soldadura debido a que las partes de metal -- son fundidas entre si formando una cama y uniendo ambas piezas.

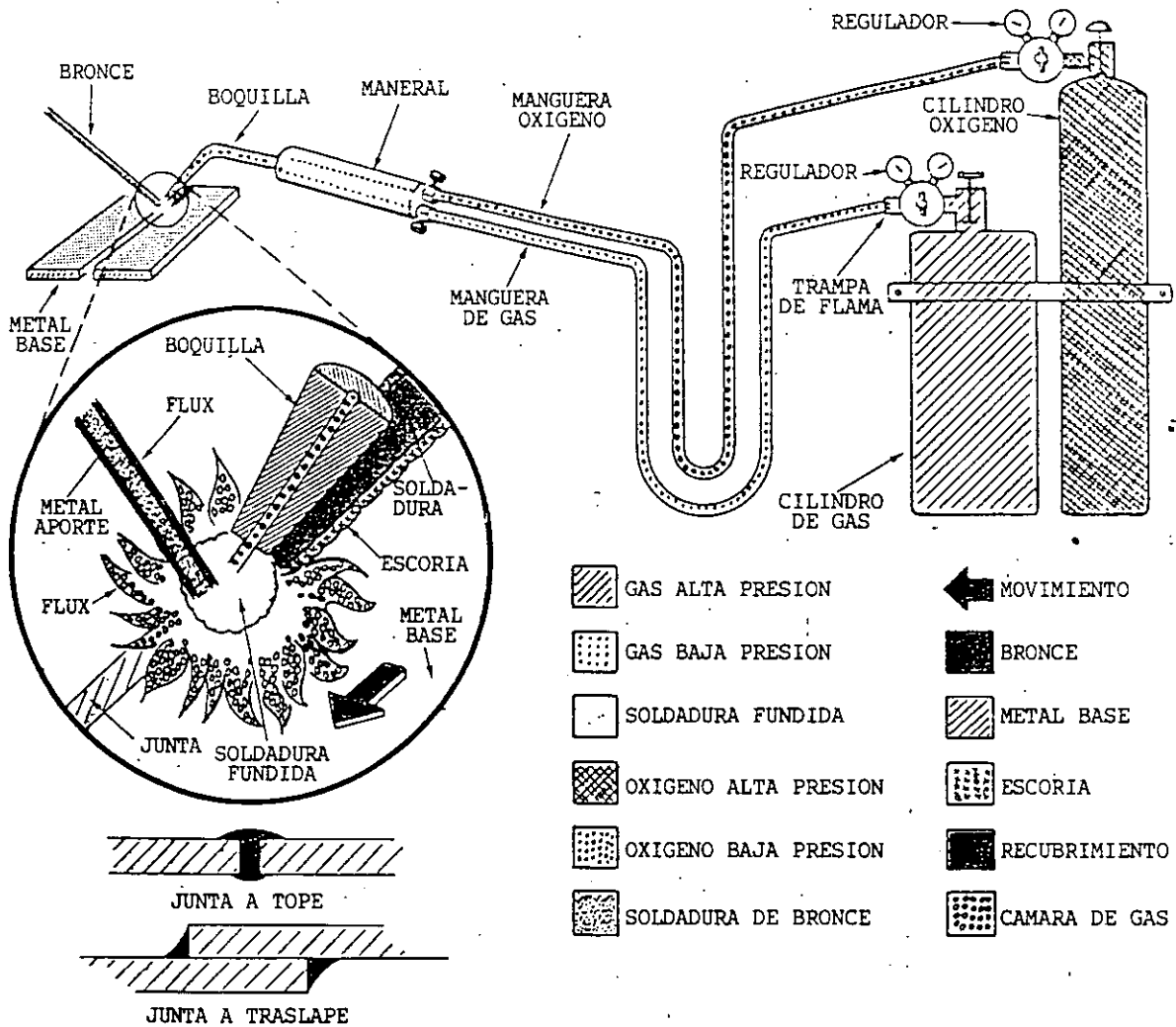


- | | | | |
|---|------------------------|---|------------------------|
|  | ACETILENO ALTA PRESION |  | METAL SOLDADO |
|  | ACETILENO BAJA PRESION |  | ELECTRODO |
|  | METAL FUNDIDO |  | METAL BASE |
|  | OXIGENO ALTA PRESION |  | FLAMA |
|  | OXIGENO BAJA PRESION |  | DIRECCION DE SOLDADURA |

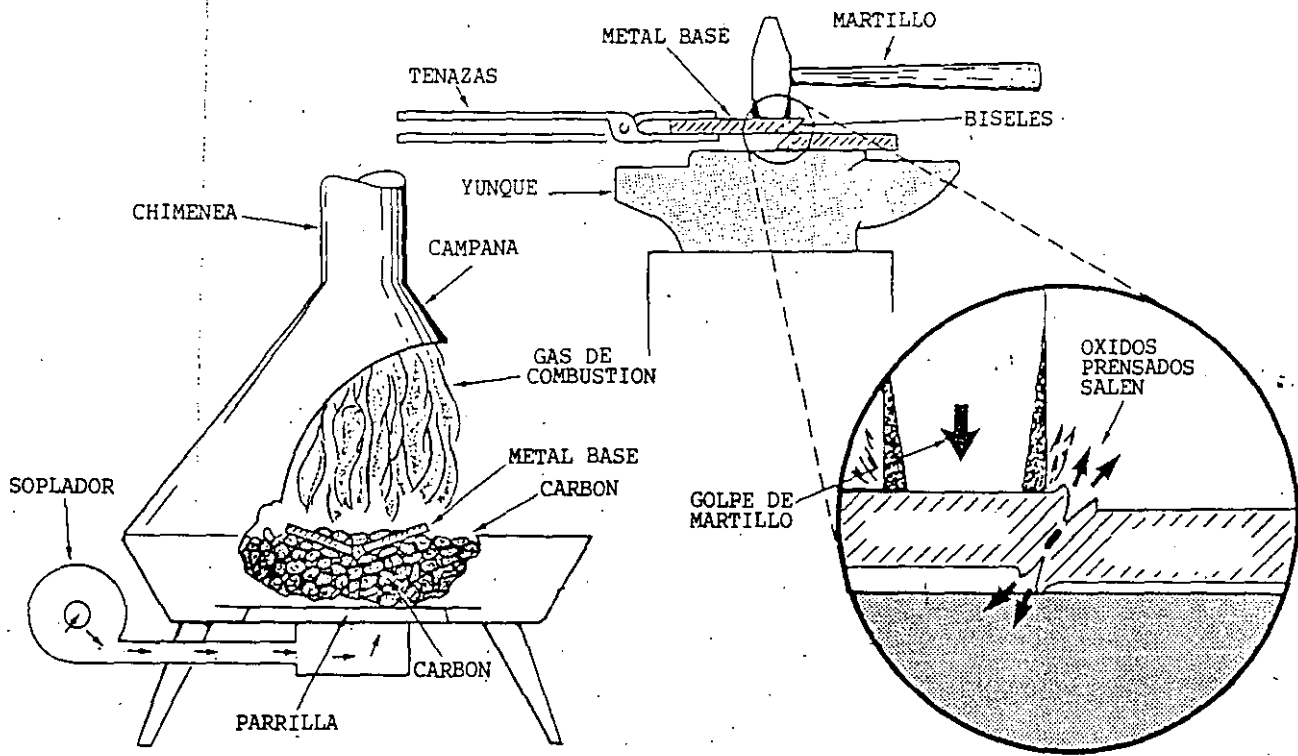
SOLDADURA CON EQUIPO OXIACETILENO (OAW)











SOLDADURA AIRE-GAS (TS)



SOLDADURA OXIGENO-GAS (TB)



- | | | | |
|---|--|--|---|
|  CARBON |  SOLDADURA DE FORJA |  CARBON |  GASES DE COMBUSTION |
|  METAL FUNDIDO |  AIRE |  METAL BASE |  AREA SOLDADA |

SOLDADURA DE FORJA

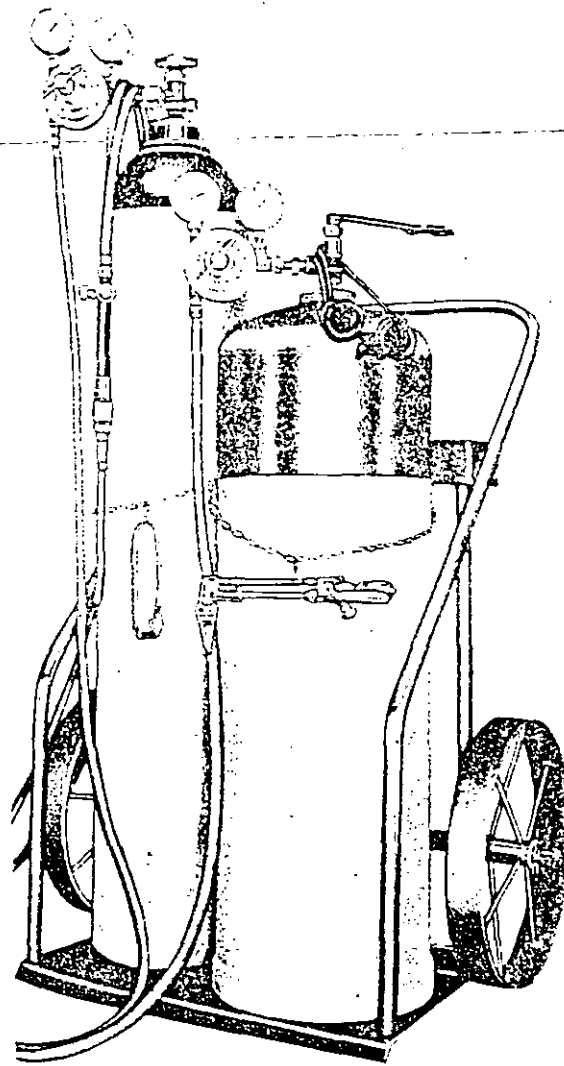
OXICORTE CON GASES

Para el corte de metales se emplean varios procesos, entre los cuales el más usual es el llamado corte con oxiacetileno, en el cual es empleada una flama de oxiacetileno para calentamiento del metal y un chorro de oxígeno para realizar el corte. El arte del corte con oxiacetileno ha progresado rápidamente, siendo ahora posible realizar cortes tanto en placas metálicas muy delgadas como de gran espesor, así como en cortar placas colocadas en capas al mismo tiempo para incrementar la producción en ciertos procesos industriales.

El corte con oxiacetileno es particularmente usado para obtener elementos estructurales para la fabricación de maquinaria y estructuras metálicas para edificios a partir de placas metálicas, este procedimiento da elementos precisos que posteriormente son soldados, resultando un procedimiento económico, que da elementos de gran resistencia y buenos acabados.

El proceso de corte oxiacetileno consiste en usar una ó más flamas de oxiacetileno para calentar un punto de una pieza de acero a una temperatura " rojo cereza " (aproximadamente 1800° F).

La flama de oxiacetileno es ajustada empleada en la misma forma que es usada para soldar, cuando el punto calentado llega a la temperatura " rojo cereza " el chorro de oxígeno es lanzado rápidamente este chorro corta el metal, entonces el soplete cortador es movido en dirección del operador, realizando la operación de corte. La flama de precalentamiento es mantenida encendida durante el proceso de corte manteniendo calor extra en el metal. Un mineral de corte es similar a uno para soldar, pero adicionalmente tiene un conducto para el chorro de oxígeno, en el dibujo podemos apreciar las distintas partes que lo componen. Debido a que la presión del oxígeno es mayor que la usada para soldar, un regulador de oxígeno para alta presión deberá de ser usado, y mangueras adecuadas para esta presión deberán emplearse.



ESPESOR METAL PULG.	ORIFICIOS DE PRECALENTAMIENTO	ORIFICIOS DE CORTE	PRESION OXIGENO PSIG.	PRESION ACETILENO PSIG.	VELOCIDAD PULG/MIN.
1/8-3/8	70	67	20-30	3	14-18
3/8-3/4	58	62	30-40	5	12-15
3/4-1	57	54	40-45	5	10-12
1 1/2-2	68	51	45-50	5	9-10

Fig. presiones de oxígeno-acetileno para corte de placa de acero.

El corte en metales puede dividirse en dos grupos :

- 1.- Metales en los que sus óxidos tienen una temperatura de fundición más baja que el metal.

2.- Metales en los cuales sus óxidos tienen una temperatura más alta que el metal.

Prácticamente todos los aceros caen dentro de la primera clasificación y presentan dificultades mínimas para su corte.

En el segundo grupo que incluye acero fundido, algunas aleaciones de acero tales como el acero inoxidable y metales no ferrosos, presentan complicaciones porque los óxidos tienen una temperatura mayor de fundición que el metal, lo que hace casi imposible su corte.

Se requiere mucha habilidad para realizar cortes con equipo de oxiacetileno en acero fundido, existiendo otros procedimientos como son :

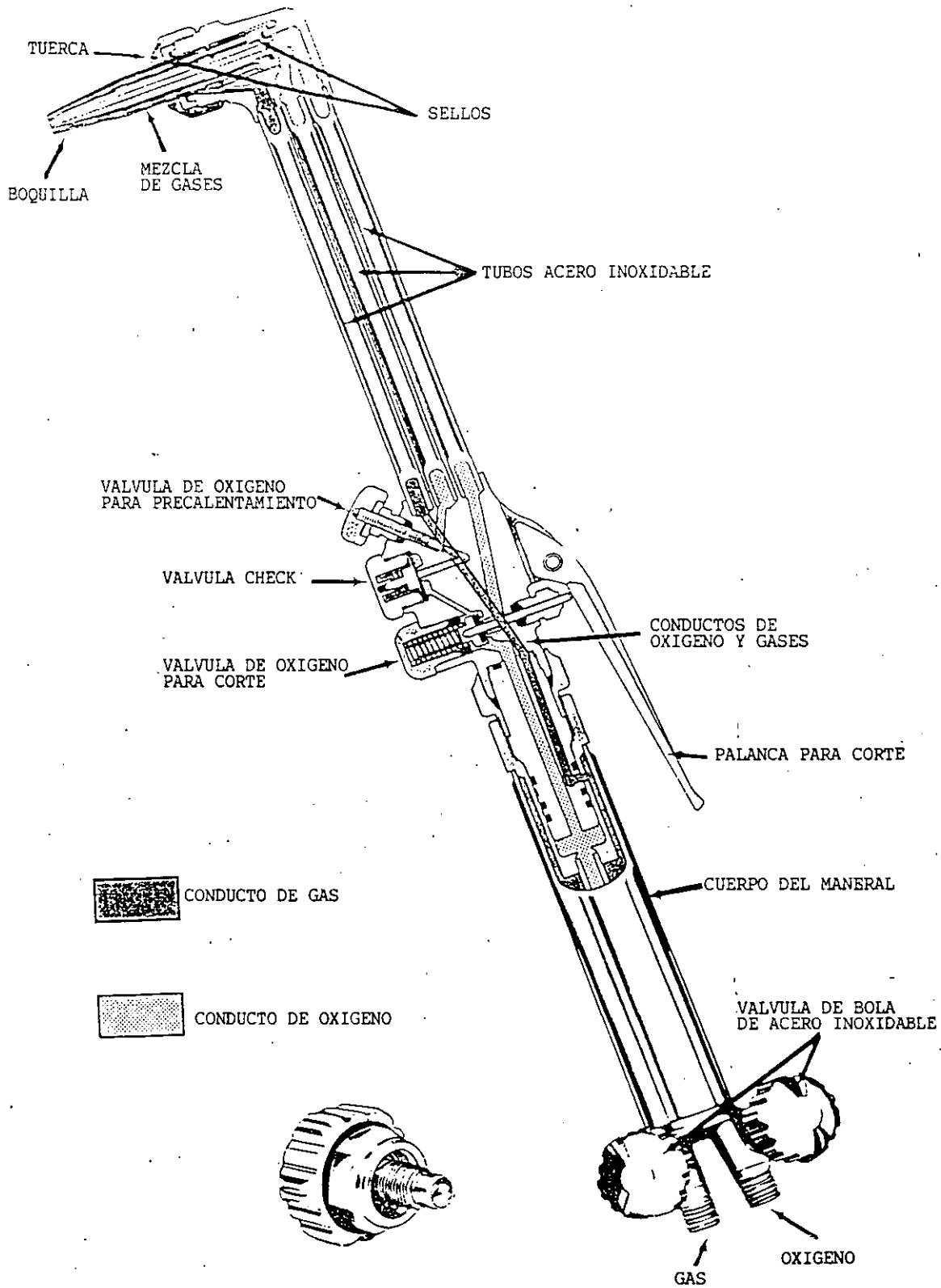
Arco metal	(MAC)
Arco aire	(AAC)
Arcó oxígeno	(AOC)
Lanza oxígeno	(LOC)
Oxígeno-gas bajo el agua	(OFGUC)
Gas inerte	(GTAC)
Flux oxígeno	(FUC)
Arco plasma	(PAC)

Anexo se muestran los procedimientos de los mismos.

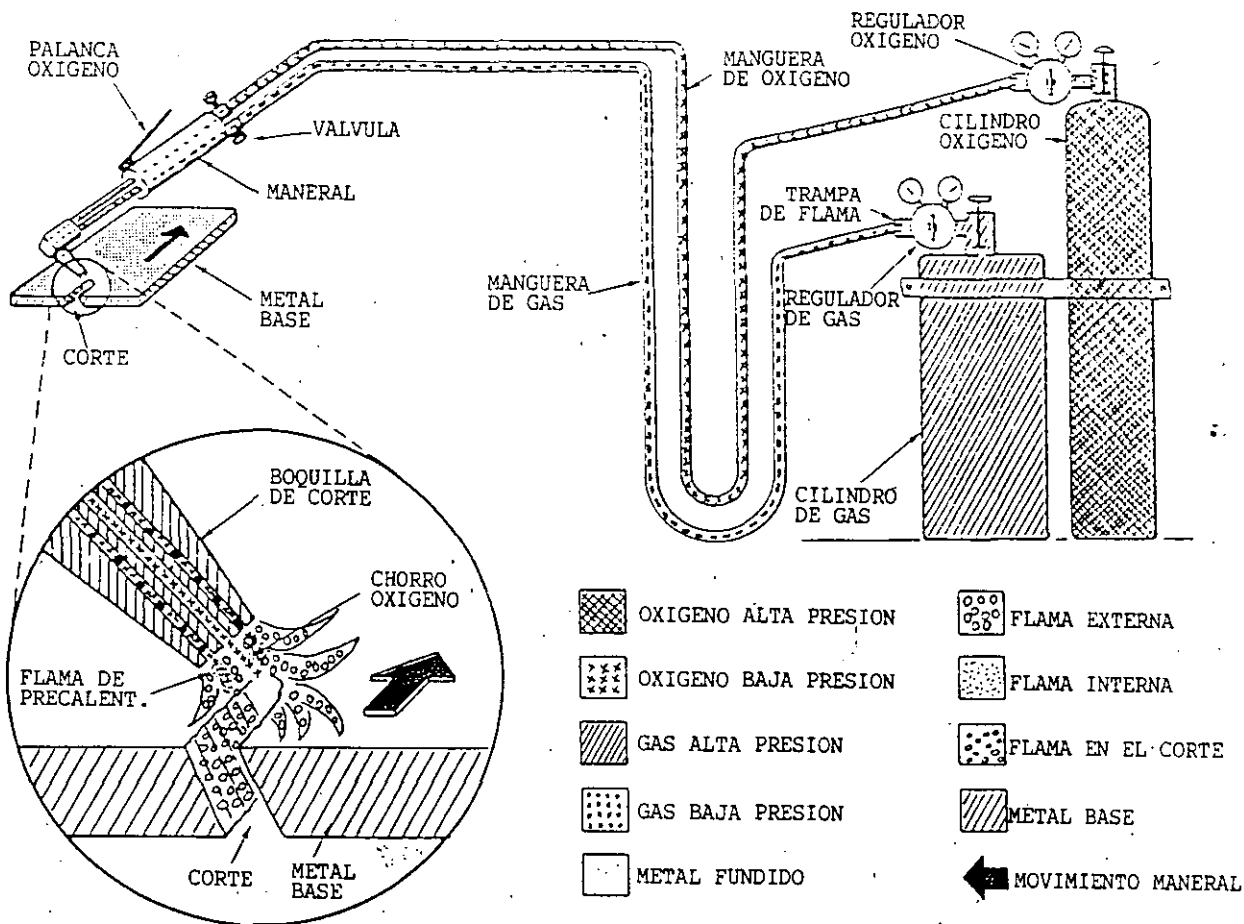
Al manejar equipos de corte es conveniente seguir y aplicar las siguientes prácticas de seguridad para evitar accidentes.

1. Siempre use gafas con los vidrios filtrantes adecuados al utilizar un soplete encendido.
2. Use guantes del tipo de puño acampanado de mayor longitud que los normales, y que sean de piel resistente al calor, para proteger sus manos y muñecas.
3. Tenga cuidado de que su ropa no esté aceitosa y de que los bolsillos y puños no estén abiertos y listos para recibir chispas o escoria caliente.
4. Use una careta resistente al calor, o una careta con casco
5. No utilice equipo que sospeche esté defectuoso.
6. Nunca utilice un cerillo o el metal caliente para encender o volver a encender un soplete.

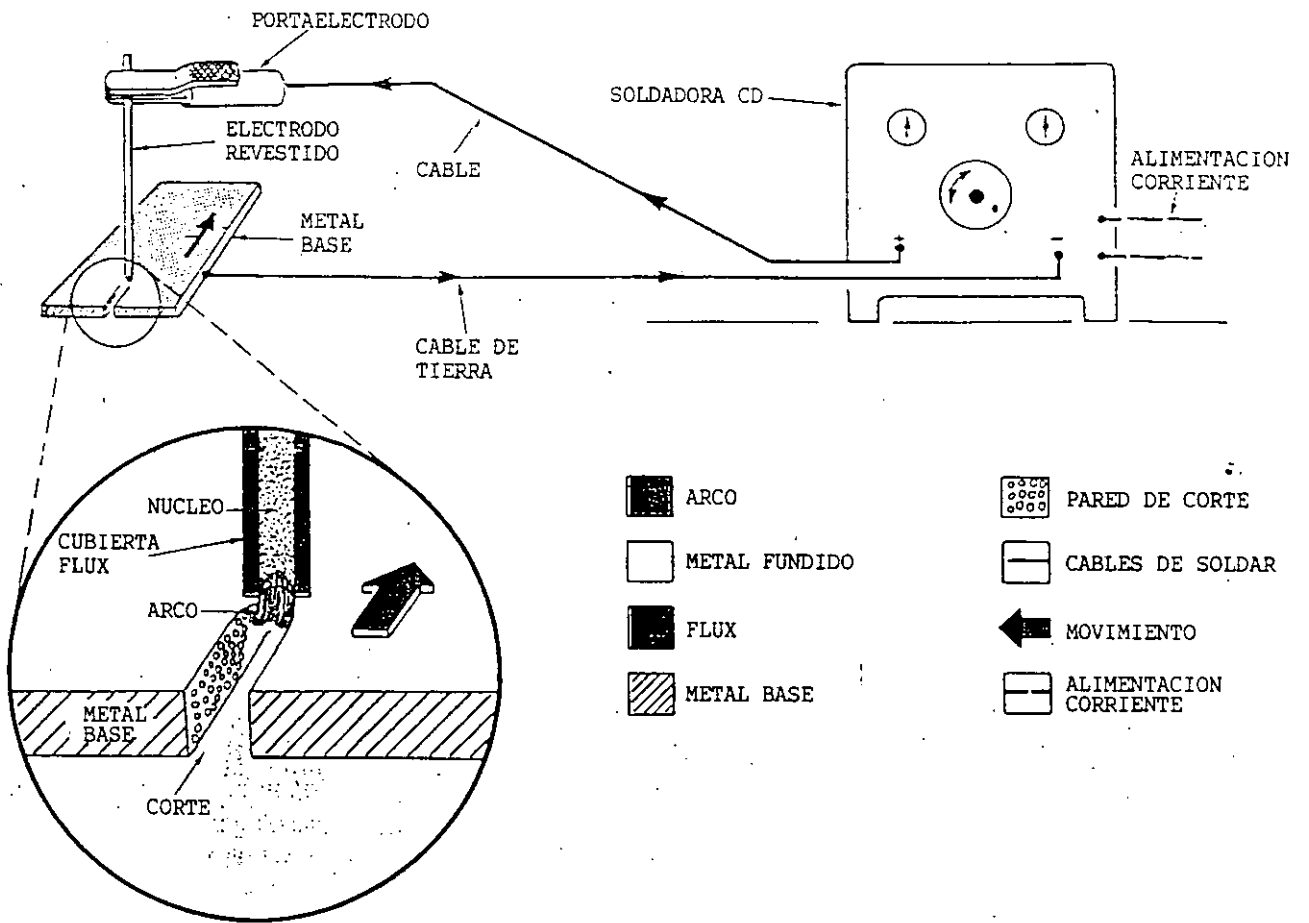
7. Nunca use acetileno a presiones manométricas superiores a 15 libras por pulgada cuadrada.
8. Abra siempre por completo las válvulas del cilindro de oxígeno.
9. Nunca abra las válvulas del cilindro de acetileno más de 1 1/2 vueltas.
10. Use sólo la llave de tuercas que fue surtida con el cilindro para abrir sus válvulas.
11. Mantenga siempre la llave de tuercas de la válvula del cilindro de acetileno sobre la válvula misma, hasta que haya terminado el trabajo y se haya purgado la manguera.
12. Conserve a mano en todo momento extinguidores adecuados contra incendio.



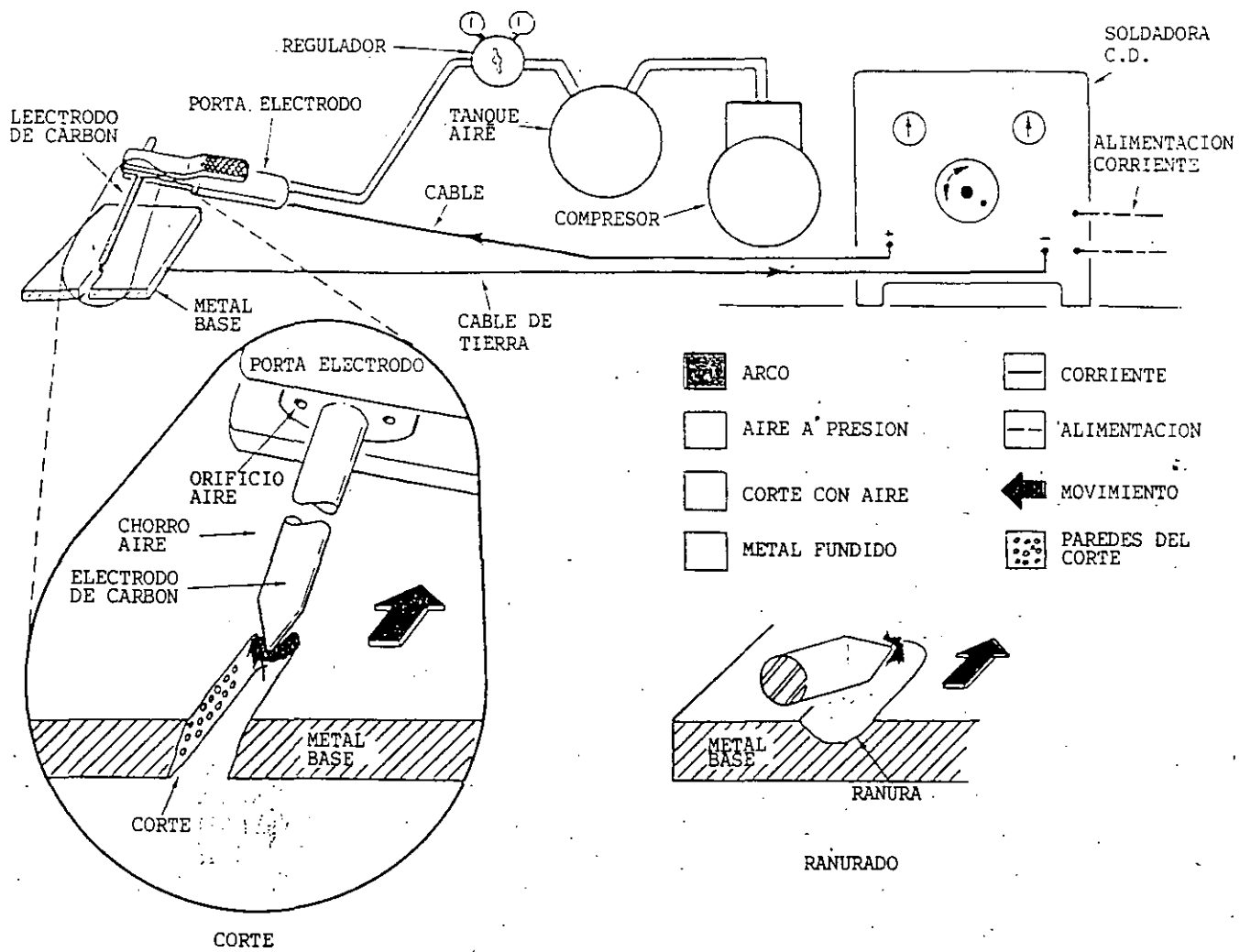
VISTA DE UN CORTADOR ENSAMBLADO EN UN MANERAL DE SOLDAR



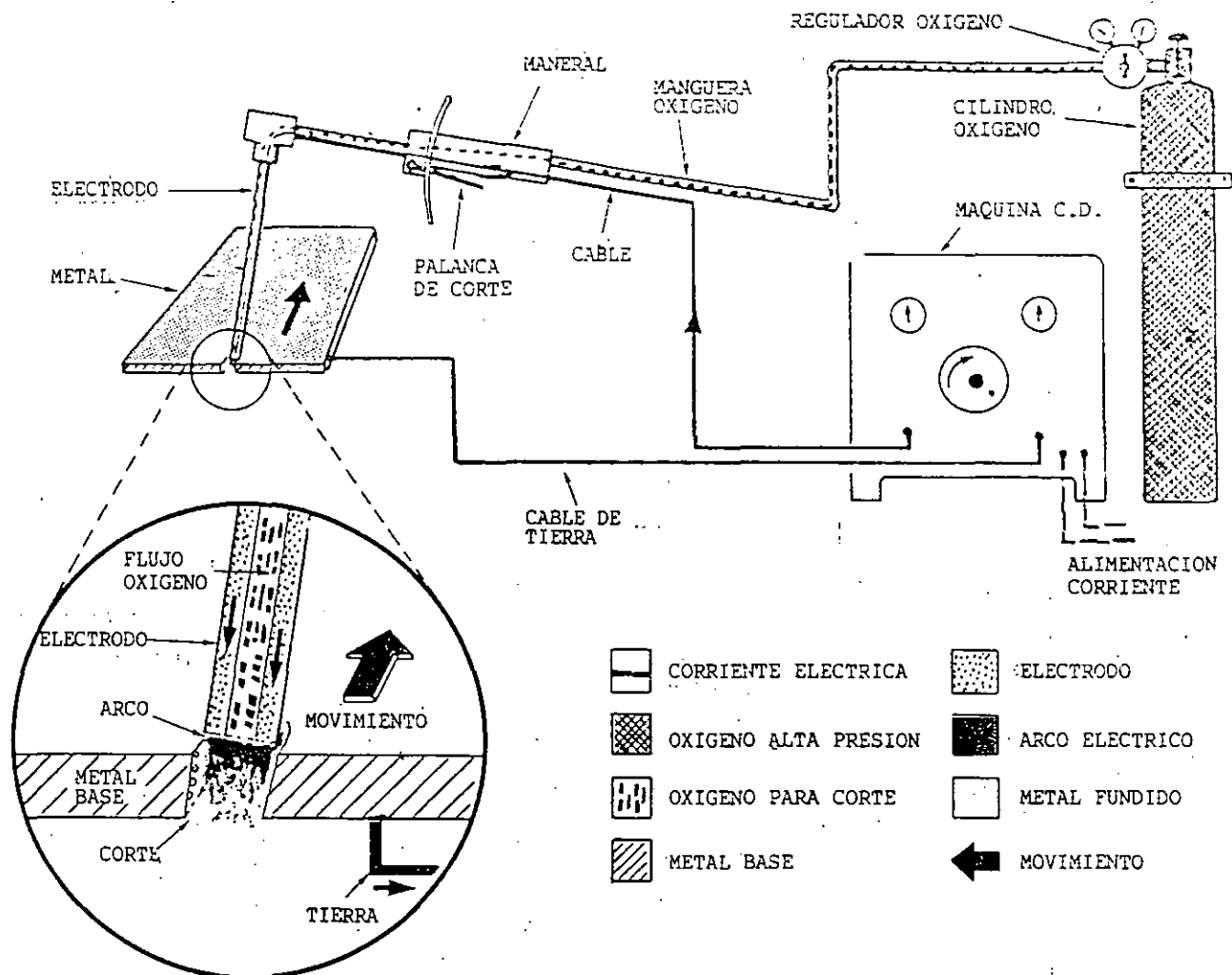
CORTE CON OXIGENO-GAS (OFC)



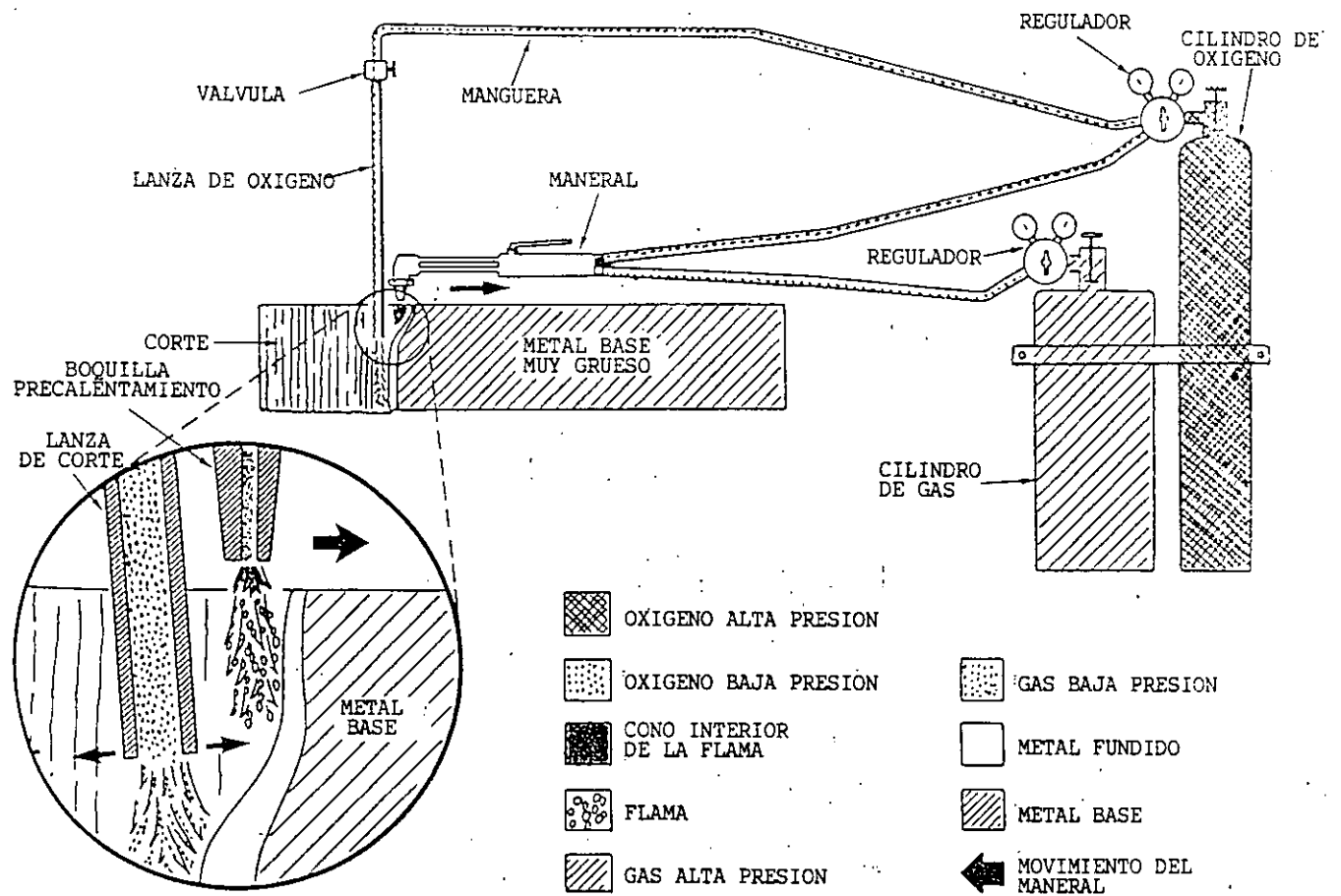
CORTE CON ARCO ELECTRICO (MAC)



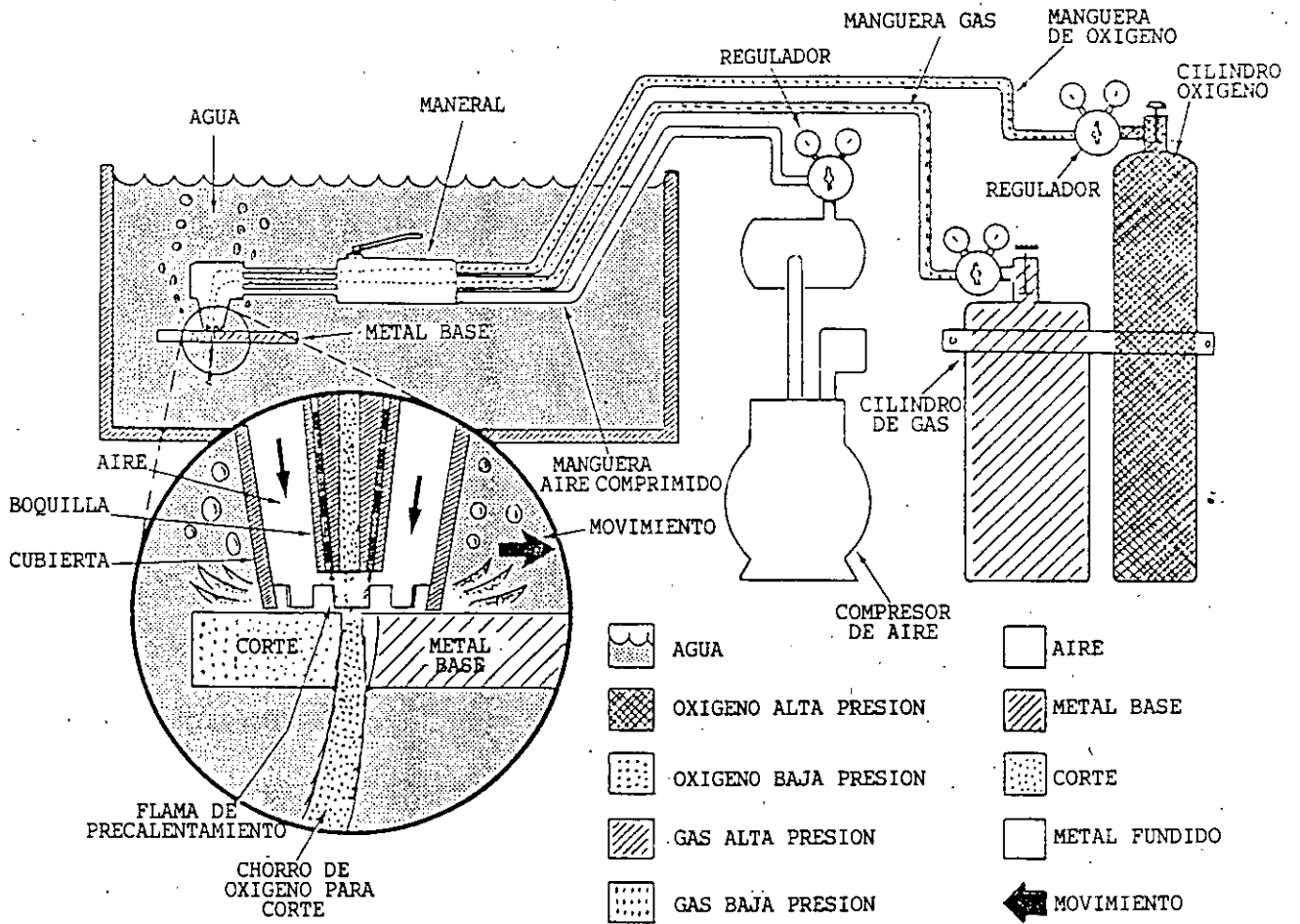
CORTE CON ARC-AIR (AAC)



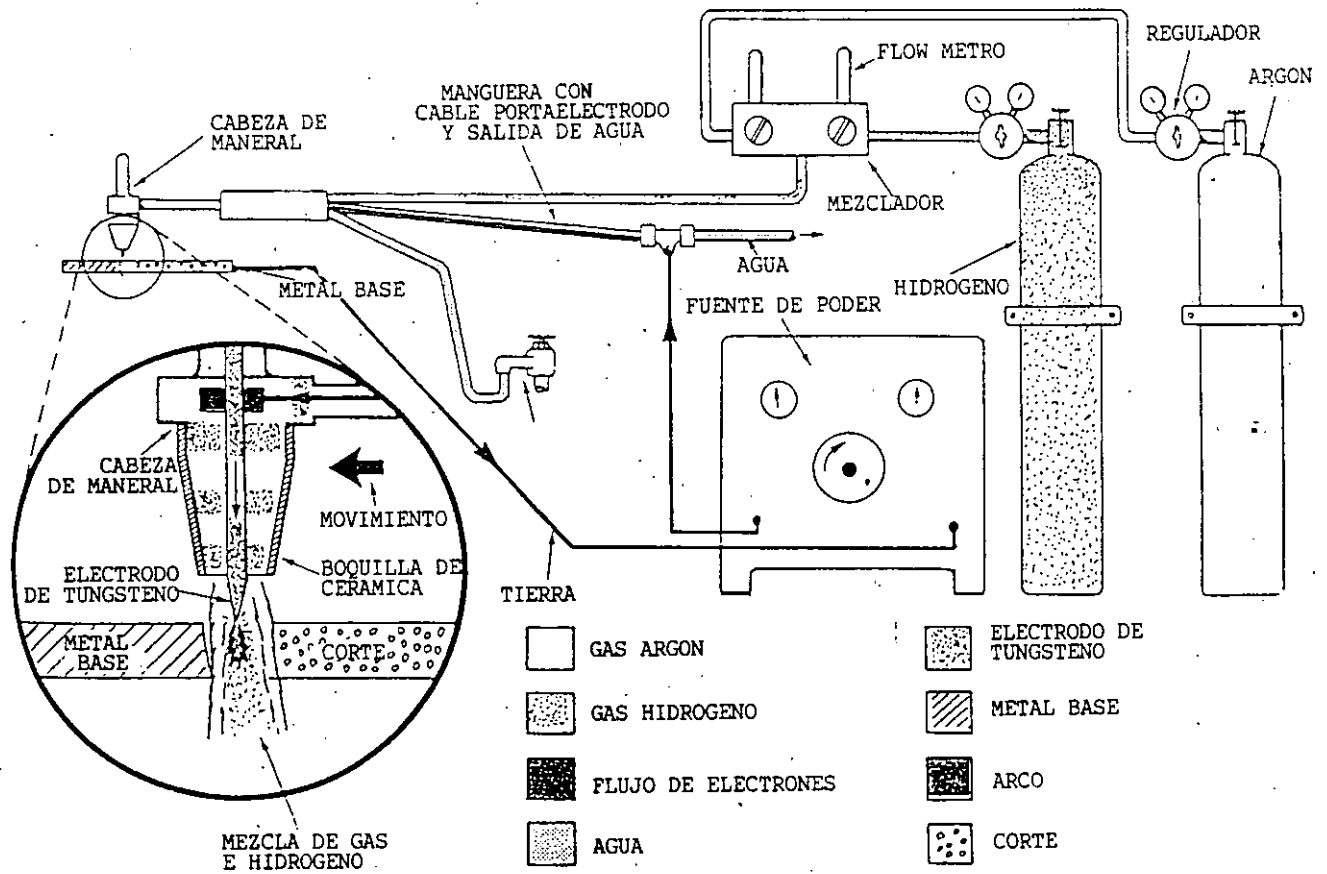
CORTE CON ARCO-OXIGENO



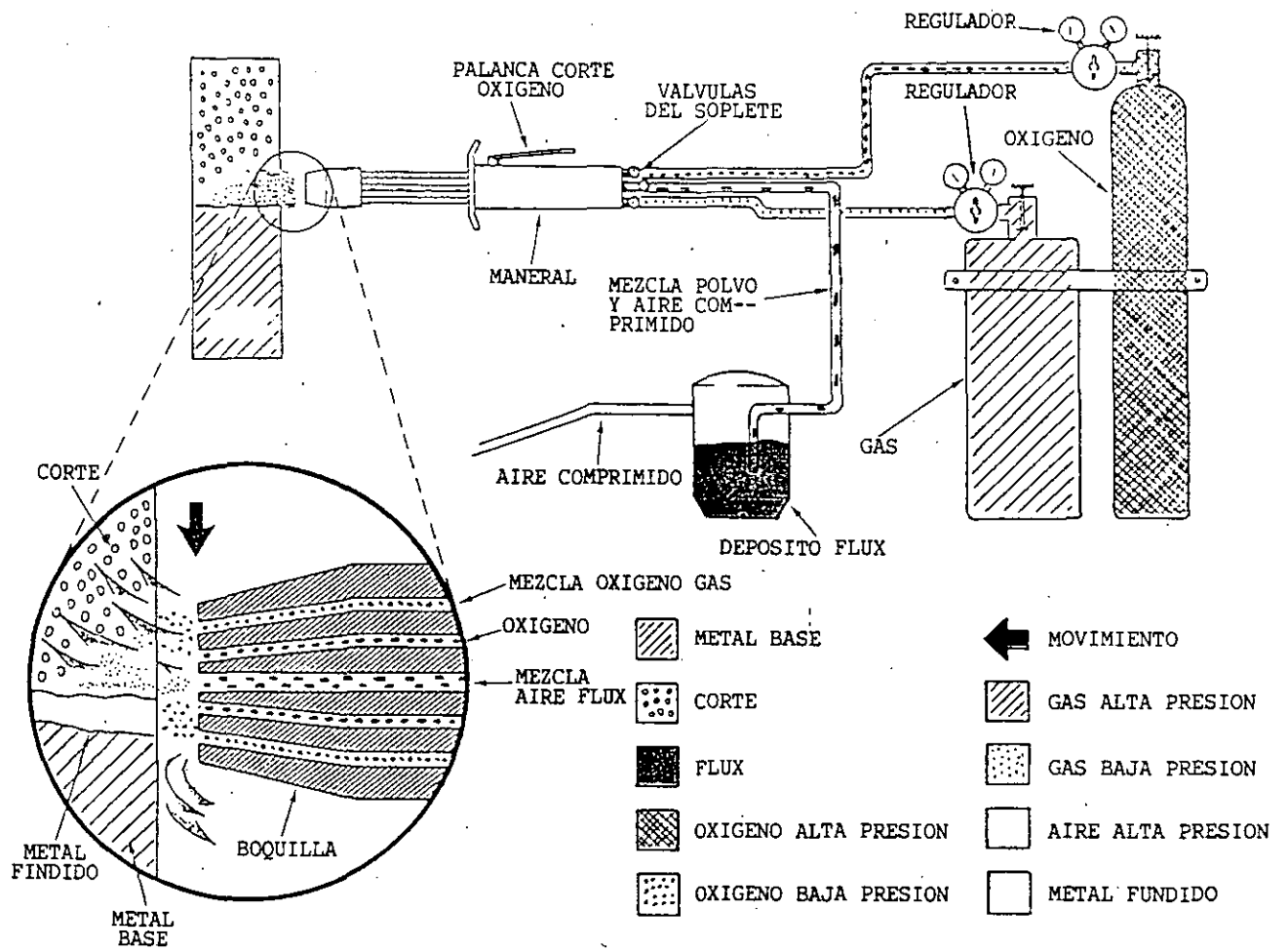
CORTE CON LANZA DE OXIGENO (LOC)



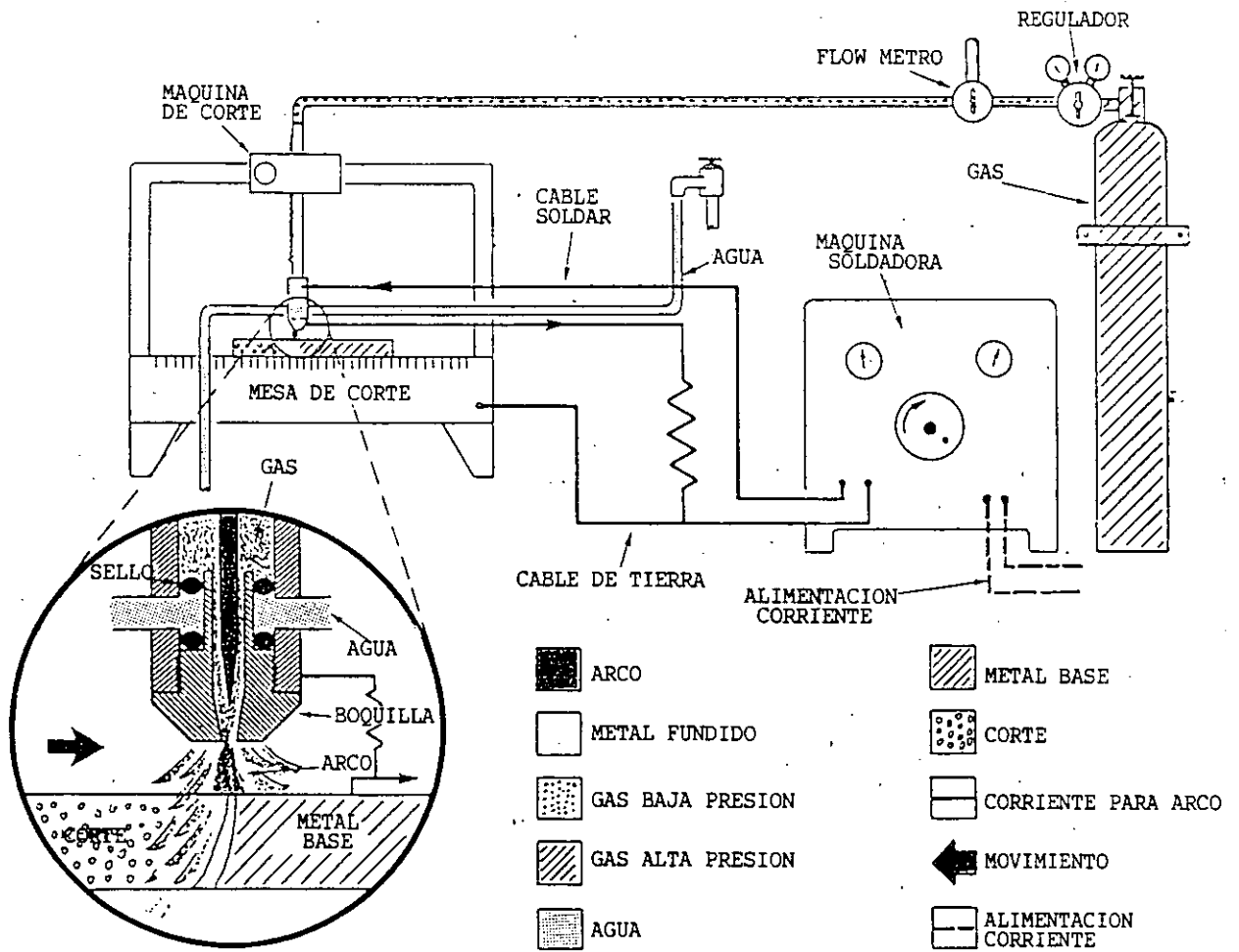
CORTE SUBMARINO CON OXIGENO-GAS (OFGUC)



CORTE CON ARCO-GAS TUNGSTENO (GTAC)



CORTE OXI-FLUX (FOC)



CORTE CON PLASMA (PAC)

SOLDADURA DE ARCO
CON CORRIENTE DIRECTA

La AWS define la soldadura de arco eléctrica :

" Un grupo de procesos de soldadura dentro de los cuales la unión se produce por calentamiento eléctrico, con un arco eléctrico o arcos, con o sin la aplicación de presión, y con o sin metal de relleno " al tocar el electrodo con el metal base se produce un arco eléctrico capaz de alcanzar de 6500 a 7000° F.

Los primeros electrodos se elaboraron desnudos y presentaban mucha dificultad para mantener el arco. La atmósfera abierta no permite la realización de una buena estabilidad de arco debido a la presencia constante del fenómeno de la oxidación.

En la fig. _____ se muestra la forma en que se produce el arco eléctrico.

En la fig. _____ se puede observar el detalle de un arco eléctrico con un electrodo desnudo.

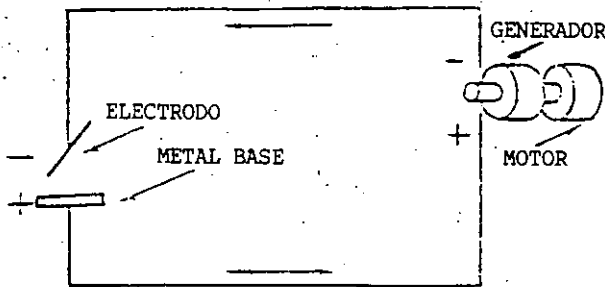


FIG. _____ CIRCUITO DE SOLDADURA DE ARCO CON ELECTRODO METALICO.

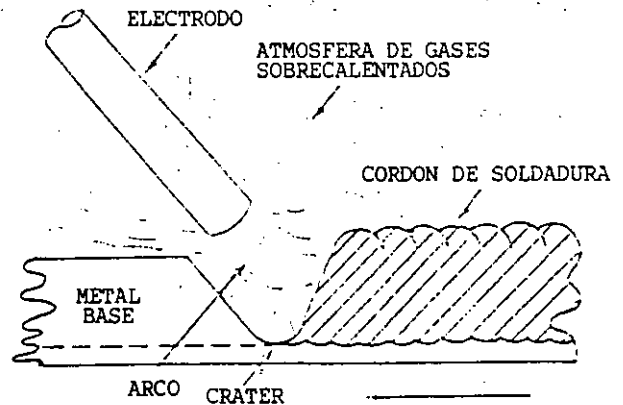


FIG. _____ SOLDADURA DE ARCO DE UN ELECTRODO DESNUDO EN PROCESO

Los electrodos revestidos permiten que el arco tenga mayor estabilidad porque crean una atmósfera de protección que ayuda a expulsar las impurezas del metal fundido y desarrolla gases inertes, los cuales mantienen las superficies exteriores del metal fundido libres de oxidación. Los elementos o componentes del revestimiento, forman una dura incrustación ó escoria que

protege la soldadura de la oxidación a la vez que la enfria.

En la fig. _____ se puede observar el detalle del arco de un electrodo revestido.

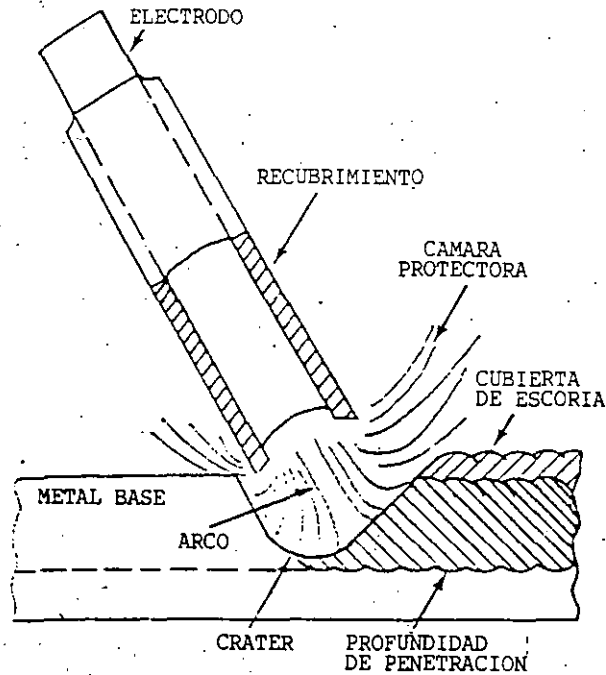


FIG. _____ SOLDADURA DE ARCO DE UN ELECTRODO REVESTIDO EN PROCESO.

En la fig. _____ se muestra una tabla que correlaciona el espesor del metal, el tamaño de electrodo, el amperaje requerido y el voltaje a utilizar.

ESPESOR DEL METAL	TAMAÑO DEL ELECTRODO	AMPERES PARA SOLDAR (EN PLANO)	VOLTAJE
1/16 - 1/8	3/32	50 - 90	15 - 17
1/8 - 1/4	1/8	90 - 140	17 - 20
1/4 - 3/8	5/32	120 - 180	18 - 21
3/8 - 1/2	3/16	150 - 230	21 - 22
1/2 - 3/4	7/32	190 - 240	22
3/4 - 1	1/4	200 - 300	22

FUNDAMENTOS DE SOLDADURA DE ARCO CON CORRIENTE DIRECTA Y POLARIDAD DIRECTA.

El circuito de soldadura que se puede observar en la fig. _____ se conoce como circuito de polaridad directa. Es conocido que los electrones están fluyendo de la terminal negativo (catodo) de la máquina a el electrodo. Los electrones continúan su viaje a través del metal base hacia la terminal positiva (anodo) de la máquina.

Aproximadamente dos tercios del total de calor producido es liberado en el metal base mientras que el tercio restante es liberado para el electrodo. La elección de la corriente directa (polaridad) depende de muchas variables tales como el material del metal base, posición de la soldadura, material del electrodo y el componente de su revestimiento.

FUNDAMENTOS DE LA SOLDADURA DEL ARCO CON CORRIENTE DIRECTA Y POLARIDAD INVERTIDA.

Es posible y algunas veces deseable, cambiar la dirección del flujo de electrones en el circuito de la soldadura por arco cuando los electrones viajan desde la terminal negativa (catodo) a el metal base, este circuito es conocido como corriente directa polaridad invertida. En este caso los electrones regresan a la terminal positiva (anodo) de la máquina desde el lado del electrodo arco, tal como se muestra en la fig. _____.

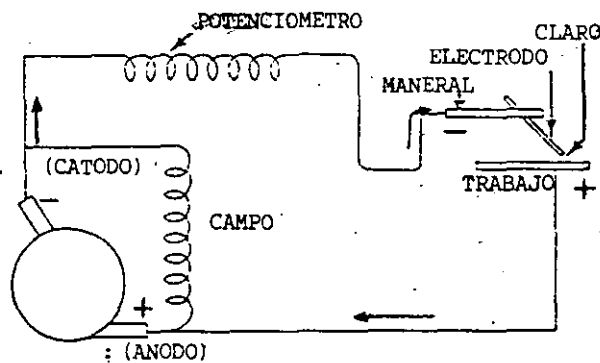


FIG. _____ DIAGRAMA ELECTRICO DE CORRIENTE DIRECTA,
POLARIDAD INVERTIDA.

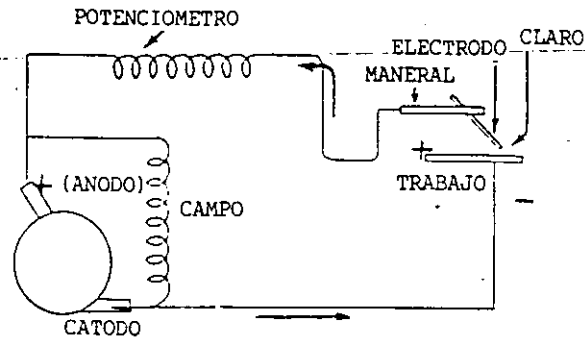
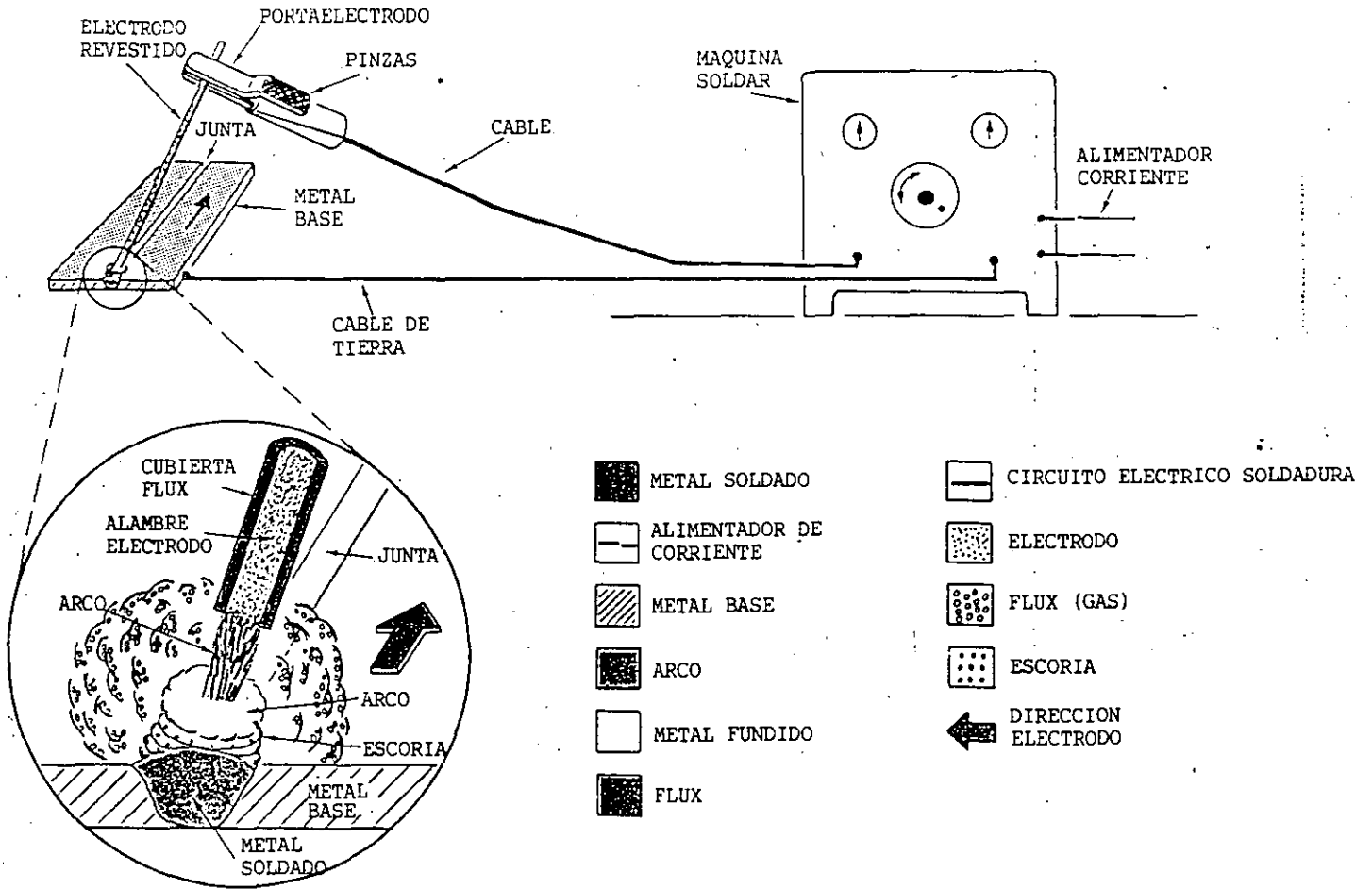


FIG. _____ DIAGRAMA ELECTRICO DEL CIRCUITO DE SOLDADURA DE ARCO, CORRIENTE DIRECTA Y POLARIDAD INVERSA. OBSERVE QUE EL FLUJO DE ELECTRONES VIAJA DEL METAL BASE A EL ELECTRODO.

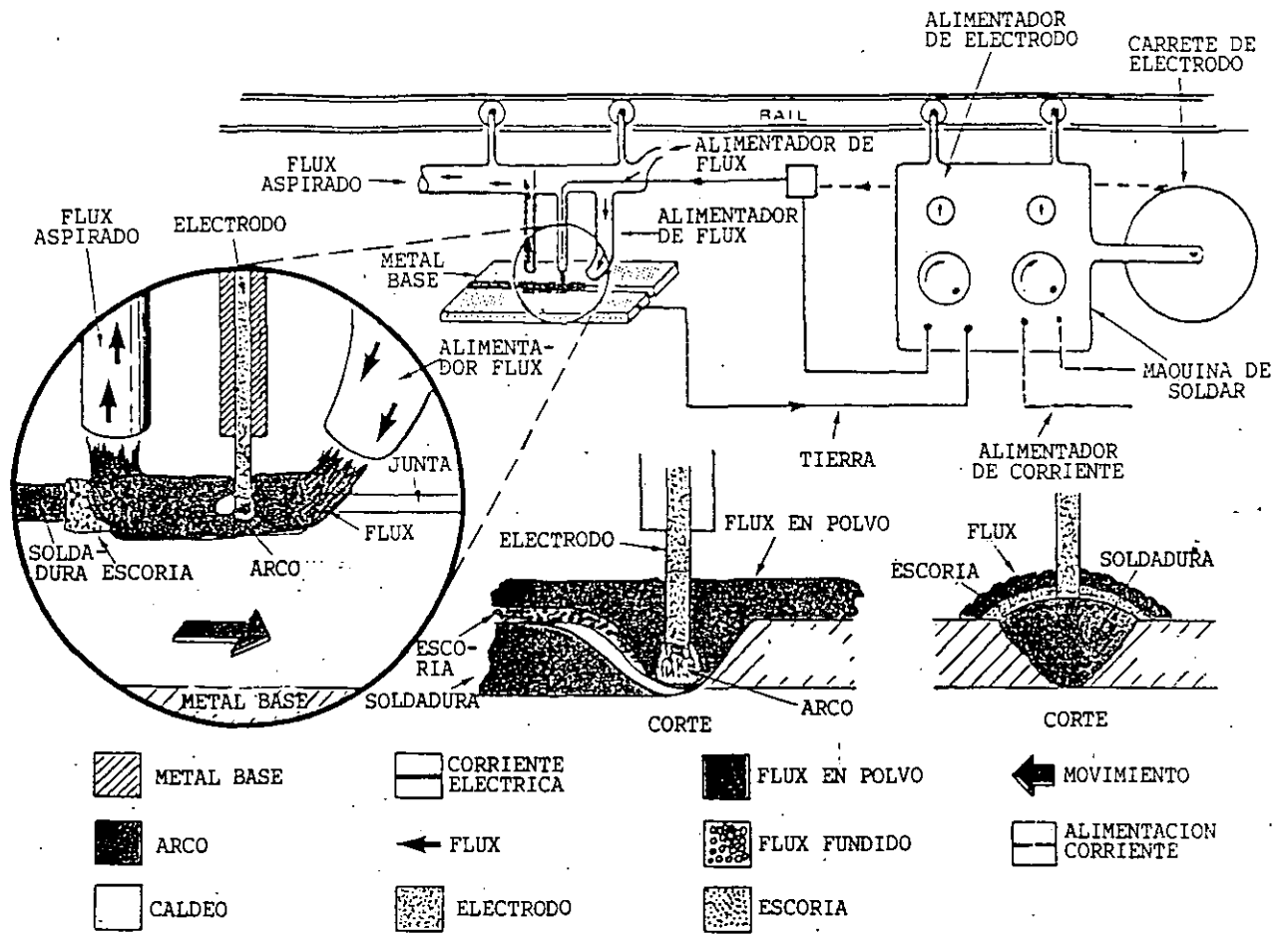
Cuanto se utiliza la polaridad invertida, un tercio del calor generado en el arco es liberado al metal base y dos tercios son liberados a el electrodo.

Con dos tercios de calor liberados al electrodo en la polaridad invertida, el electrodo metálico y los gases de protección del arco, son sobrecalentados. Este sobrecalentamiento provoca que el metal fundido del electrodo viaje a través del arco a alta velocidad.

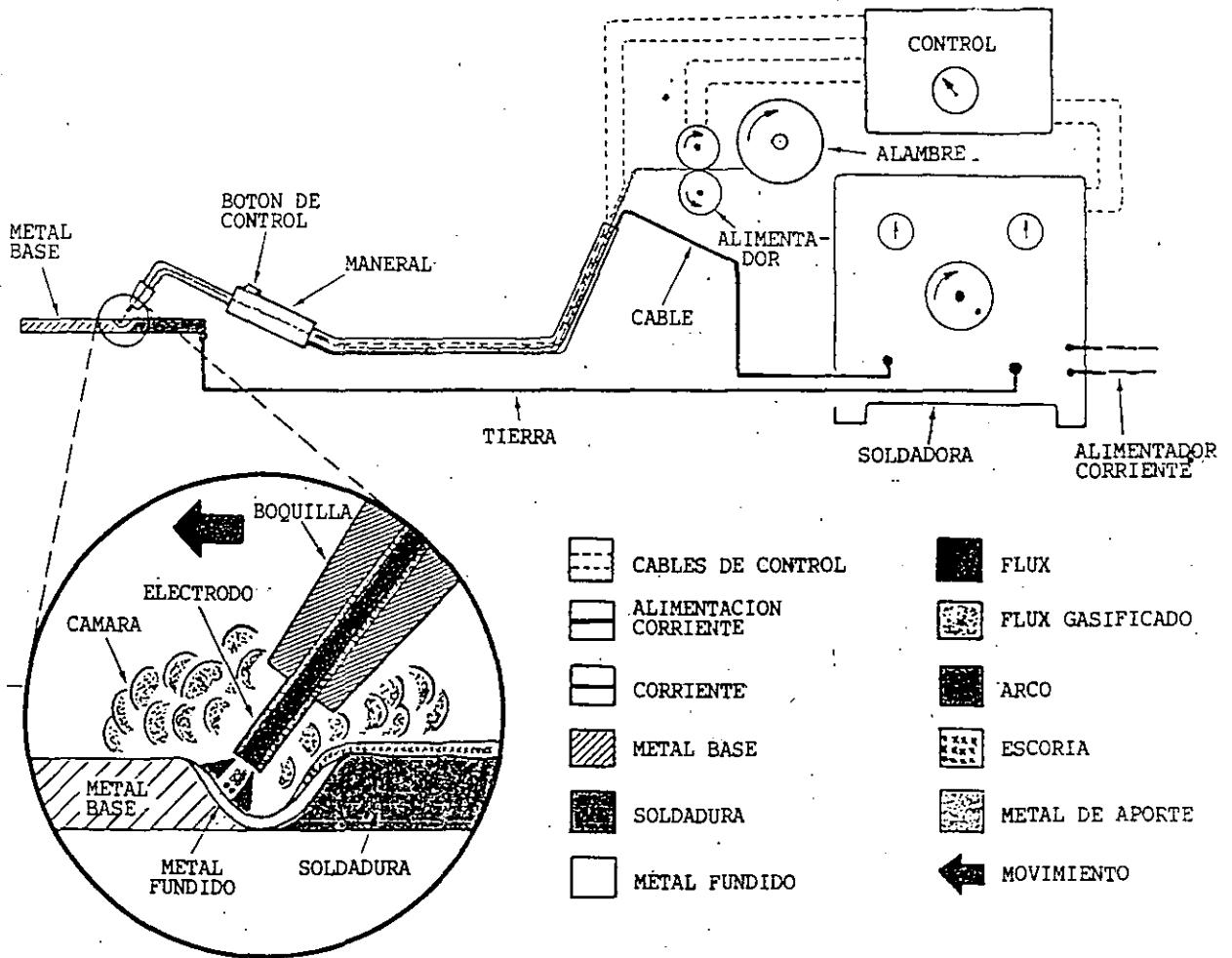
Una penetración profunda resulta de la fuerza de la alta velocidad del arco.



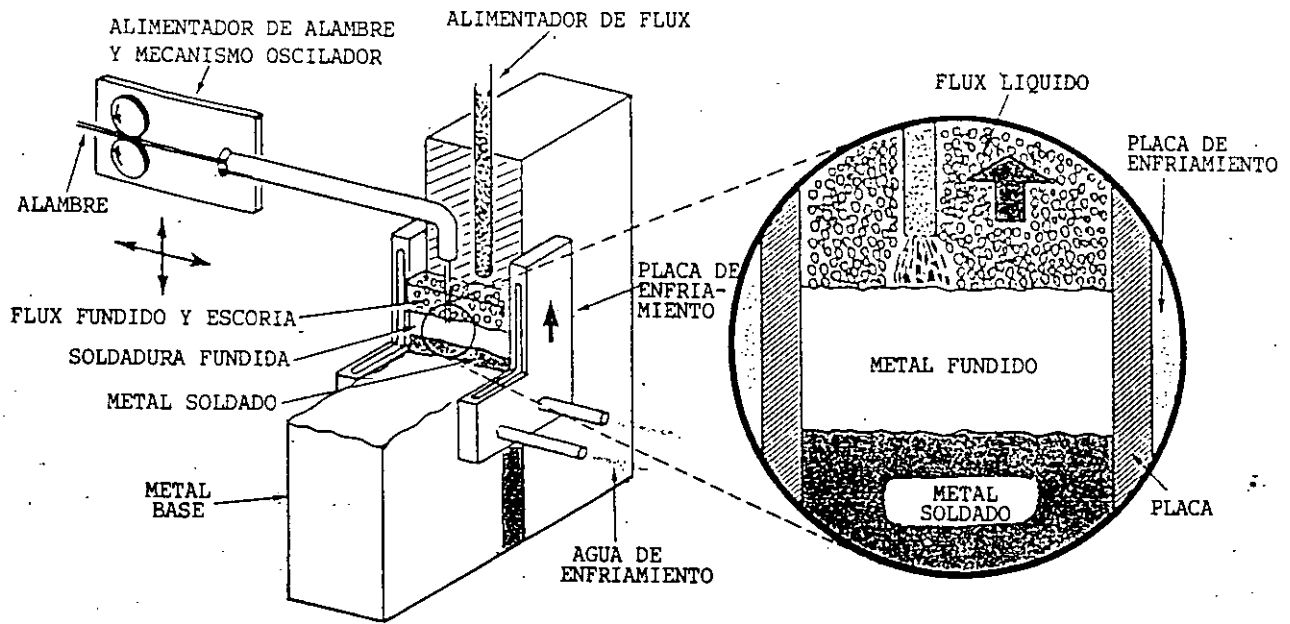
SOLDADURA ARCO ELECTRICO (SMAW)












SOLDADURA ARCO SUMERGIDO (SAW)

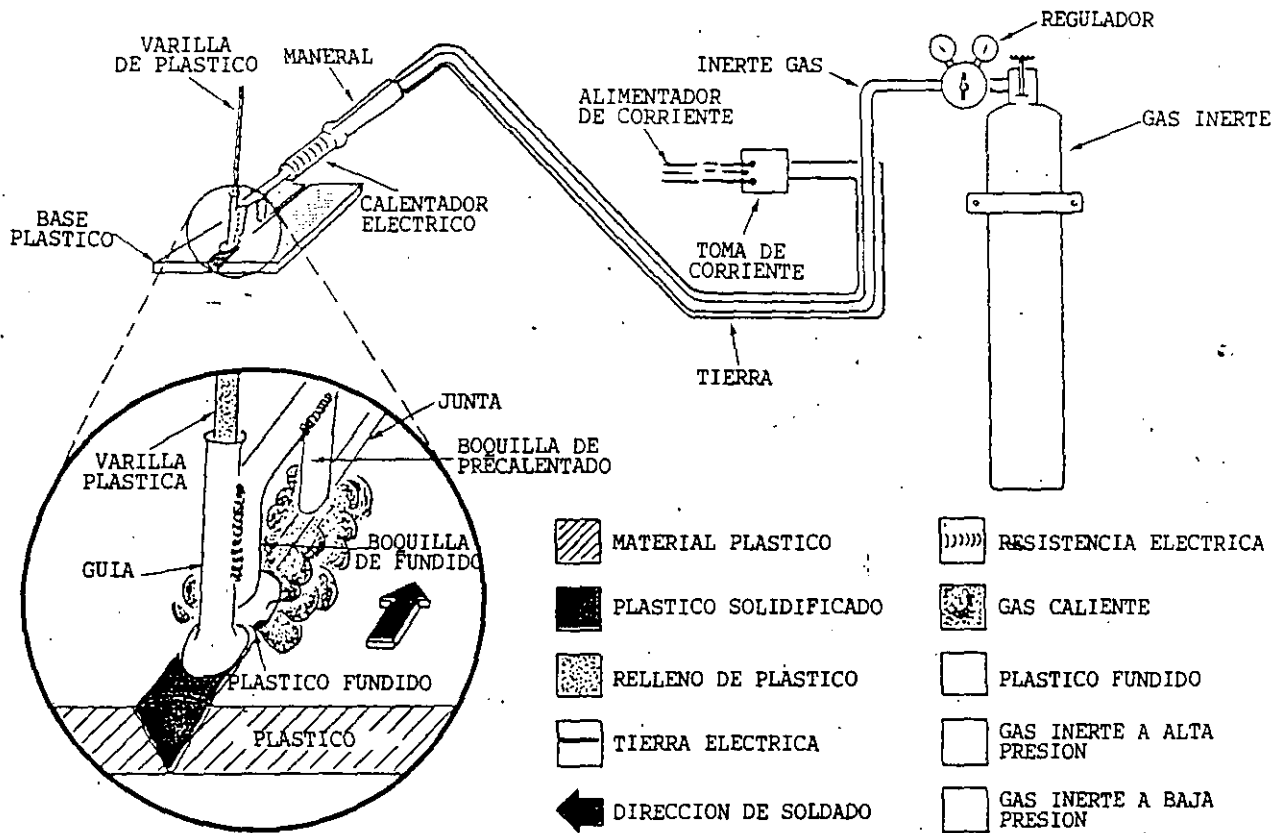


SOLDADURA CON FLUX-ALAMBRE (FCAW)

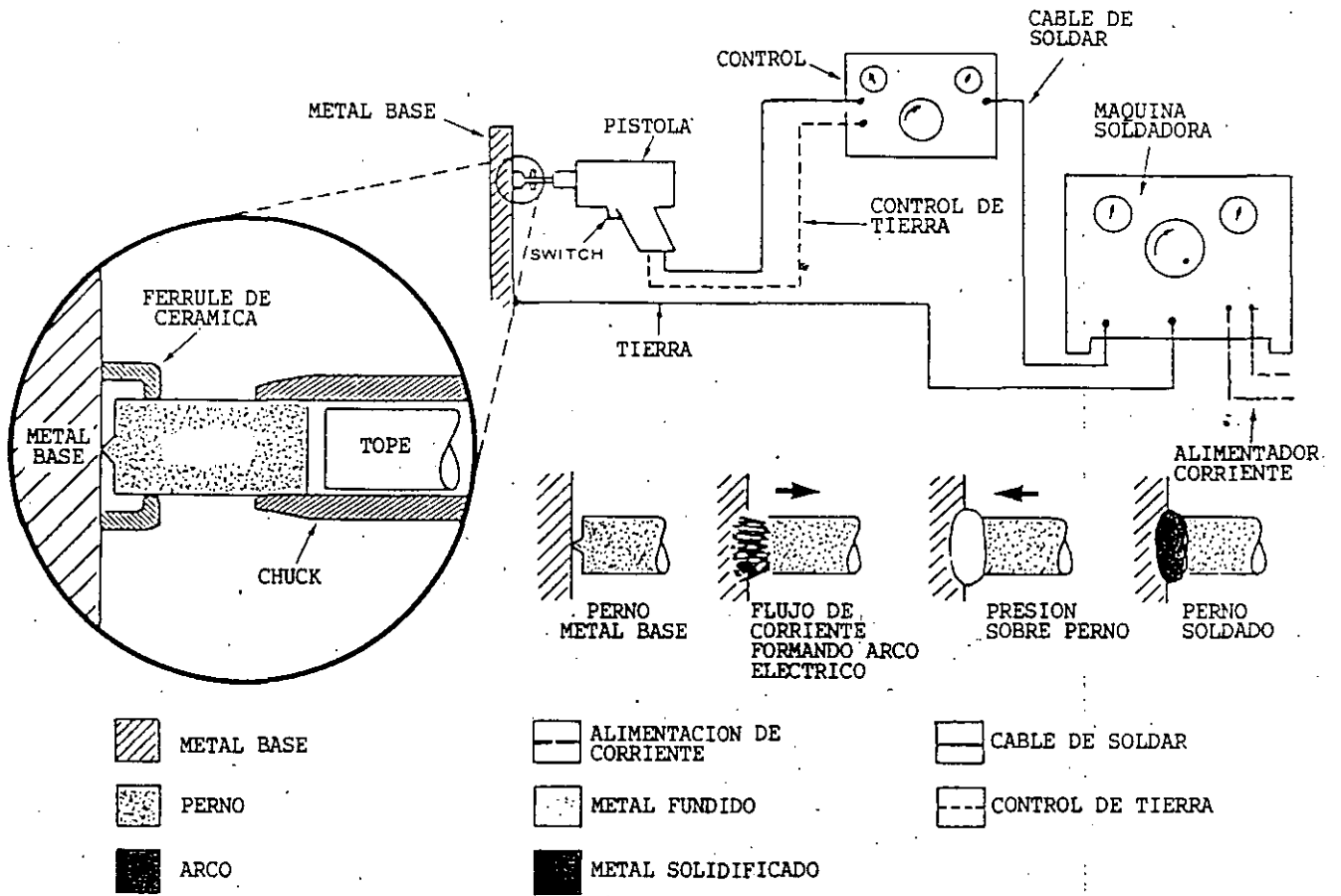


- | | | |
|---|---|--|
|  METAL BASE |  ARCO |  FLUX FUNDIDO |
|  ELECTRODO DE RELLENO |  METAL FUNDIDO |  AGUA |
|  METAL SOLDADO |  FLUX EN POLVO |  DIRECCION DE SOLDADURA |

SOLDADURA ELECTRO-ESCORIA (ESW)



SOLDADURA DE PLASTICO



SOLDADURA PERNOS (SW)

SOLDADURA DE ARCO CON GAS

En la soldadura de arco con gas, un gas inerte es alimentado hacia la soldadura. Esto es hecho para expulsar el aire atmosférico alrededor de la soldadura. Por otro lado, el oxígeno se combinaría con los metales fundidos y formaría óxidos los cuales debilitarían la soldadura.

El Helio, Argón, Dióxido de Carbón, ó una mezcla de estos puede ser usada - como gases de protección. Sustancias tales como oxígeno, hidrógeno, nitrógeno y vapor de agua en la atmósfera de la soldadura, reducen la calidad de la soldadura.

Actualmente el gas Argón es más empleado que otros debido a su condición de gas pesado. Un gas ligero como el Helio cuando es calentado en el arco eléctrico, se vuelve más ligero aún y fluye lejos del arco. El gas Argón en condiciones de calentamiento permanece en el arco y mantiene a el aire fuera de la atmósfera de la soldadura.

El principio de la soldadura de arco con gas es muy simple. El portaelectrodo esta diseñado para suministrar un flujo de gas de protección tal como el Dióxido de carbono, Helio o Argón, el cual rodea el arco eléctrico.

El gas de protección mantiene el oxígeno y otros contaminantes, lejos del metal fundido a alta temperatura. También mantiene otros elementos activos en la atmósfera, lejos del metal fundido. Con la eliminación de la oxidación y otras impurezas, las soldaduras son posibles sobre metales los cuales son imprácticos o muy difícil de soldar.

El principio de soldadura de arco con gas puede ser usado manualmente, semi automáticamente ó completamente automático.

Durante la soldadura de arco con gas el portaelectrodo impulsa gas alrededor del electrodo. Así como fluye, expulsa el aire atmosférico lejos del electrodo y del metal fundido.

La soldadura de arco con gas tiene tres grandes ventajas sobre las formas usuales de soldadura de arco. Estas ventajas son:

- 1) Es más veloz, minimizando la distorsión
- 2) Soldaduras más limpias
- 3) La facilidad para soldar metales que se consideraban muy difíciles o --

casi imposibles de soldar

Los costos por porcentajes, de los accesorios para realizar soldaduras de arco con gas, son aproximadamente:

- El electrodo de Tungsteno (cuando se usa) 3%
- La energía eléctrica 5%
- El gas de protección 92%

Las corrientes eléctricas que se utilizan para este proceso son:

- 1) Corriente directa, polaridad directa
- 2) Corriente directa, polaridad invertida
- 3) Corriente alterna

Cuando se utiliza corriente directa polaridad directa, se obtiene buena penetración debido a que la corriente de electrones fluye hacia el trabajo, concentrando el calor en la zona de trabajo.

Cuando se usa corriente directa polaridad invertida, se obtiene una buena acción de limpieza pero la penetración no es mayor debido a que la mayor parte del efecto de calentamiento toma lugar en el electrodo de Tungsteno (anodo). Este proceso es el mejor usado sobre secciones delgadas de Aluminio, Magnesio y otros materiales difíciles de soldar.

Cuando se utiliza corriente alterna con alta frecuencia, es posible obtener tanto buena penetración como buena limpieza.

SOLDADURA DE ARCO CON ELECTRODO DE TUNGSTENO Y GAS

Este proceso utiliza un electrodo de Tungsteno que no se consume. El electrodo es montado en un portaelectrodo especial el cual esta diseñado para suministrar un flujo de gas de protección alrededor del arco.

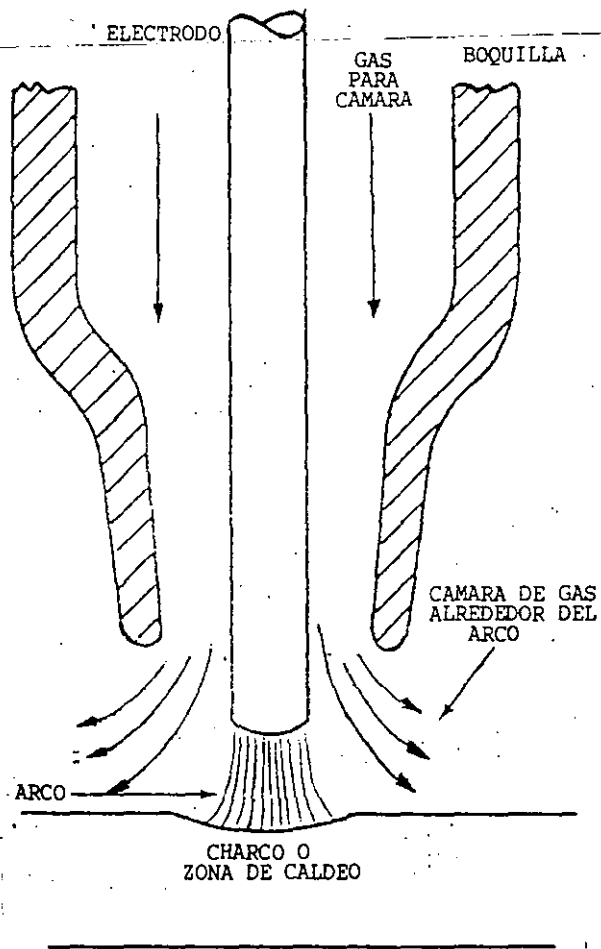


Fig. ____ principio de la soldadura de arco con protección de gas.

Los equipos para soldar con gas pueden estar enfriados por aire ó por agua.

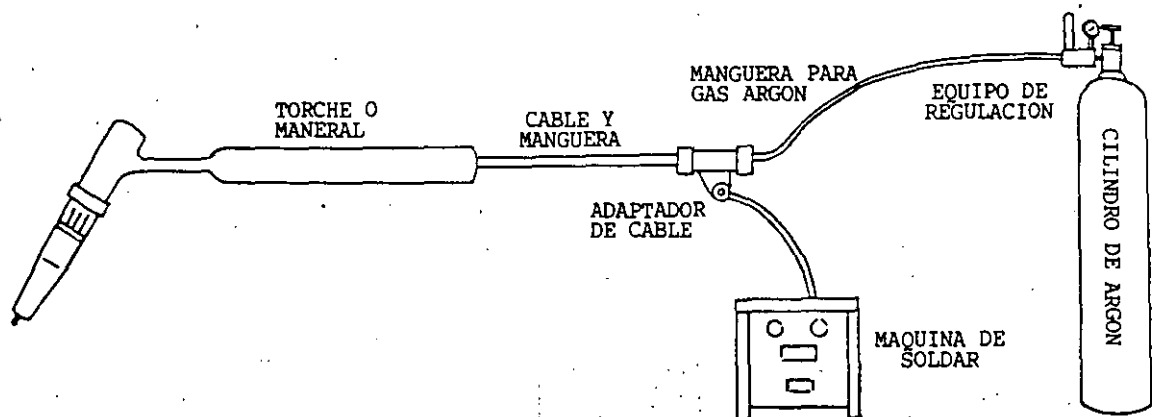


Fig. ____ equipo completo para soldadura de arco con protección de gas. -- Esta unidad tiene un portaelectrodo enfriando por aire.

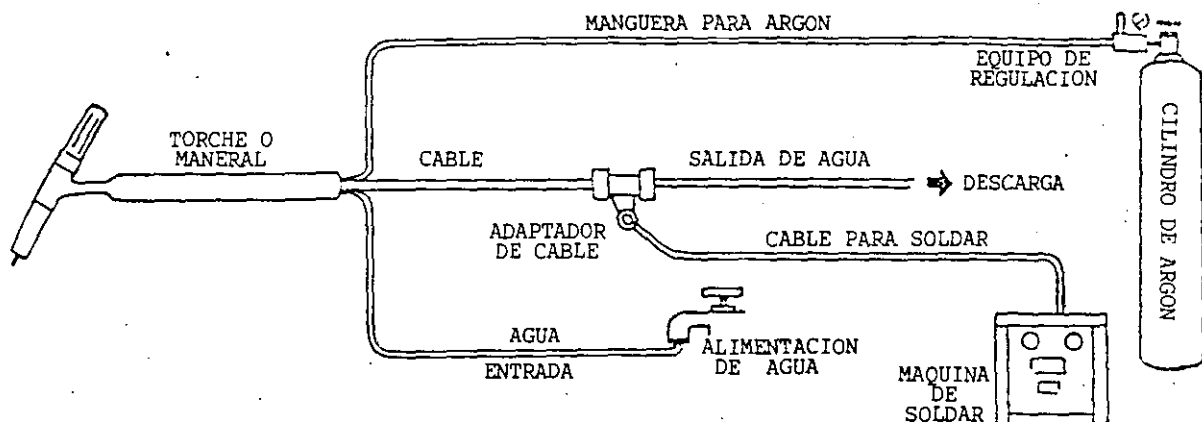


Fig. ____ Esquema de un equipo completo para soldadura de arco con protección de gas. Esta unidad esta enfriada por agua.

A continuación se anexan varios esquemas y tablas que serán de utilidad --- para el uso de la soldadura de arco con gas de protección.

DIAMETRO DEL TUNGSTENO	CORRIENTE DIRECTA			CORRIENTE ALTERNA	
	POLARIDAD DIRECTA HELIO	POLARIDAD INVERTIDA HELIO	POLARIDAD DIRECTA ARGON	HELIO	ARGON
0.040	50		65	MIN. 30	MIN. 40
1/16	50-125	10- 20	65-150	20-115	20- 60
3/32	125-225	20- 35	140-280	100-185	50-100
1/8	200-300	25- 50	250-375	150-225	75-175
3/16	250-350	30- 75	300-475	200-340	150-240
1/4	300-475	40-125	375	300-445	175-375

Fig. ____ dimensiones de electrodos de Tungsteno y las capacidades e corriente sugeridas para cada una, basada en el diámetro, el tipo de gas usado y el tipo de corriente usada.

DIAMETRO DEL ELECTRODO DE TUNGSTENO	DIAMETRO DE LA BOQUILLA DIAM. INTERIOR	FLUJO DE GAS HELIO PIES CUBICOS POR HORA
0.040	5/32 - 3/8	11
1/16	5/16 - 3/8	15
3/32	3/8 - 1/2	18
1/8	3/8 - 1/2	25
5/32	1/2 - 5/8	32
3/16	5/8	40

Fig. _____ diámetro interior de boquilla (copa) aproximado y valores del flujo de gas en relación al diámetro del electrodo de Tungsteno.

M E T A L		FLUJO DE GAS PIES ³ /HR.	
TIPO	ESPEJOR	ARGON	HELIO
ACERO	0.35-3/32	8-10	20-30
HIERRO FORJADO	1/4	16	40
ACERO INOXIDABLE	1/16-1/8	11	30
ACERO INOXIDABLE	3/16-1/4	13	32
COBRE	1/16-1/4	15	38
MAGNESIO	1/16-1/8	10	25

Fig. _____ tabla de velocidades de flujo sugeridas para metales diferentes.

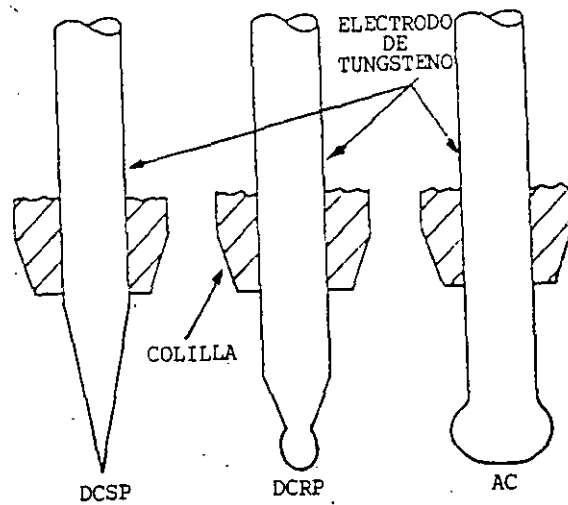
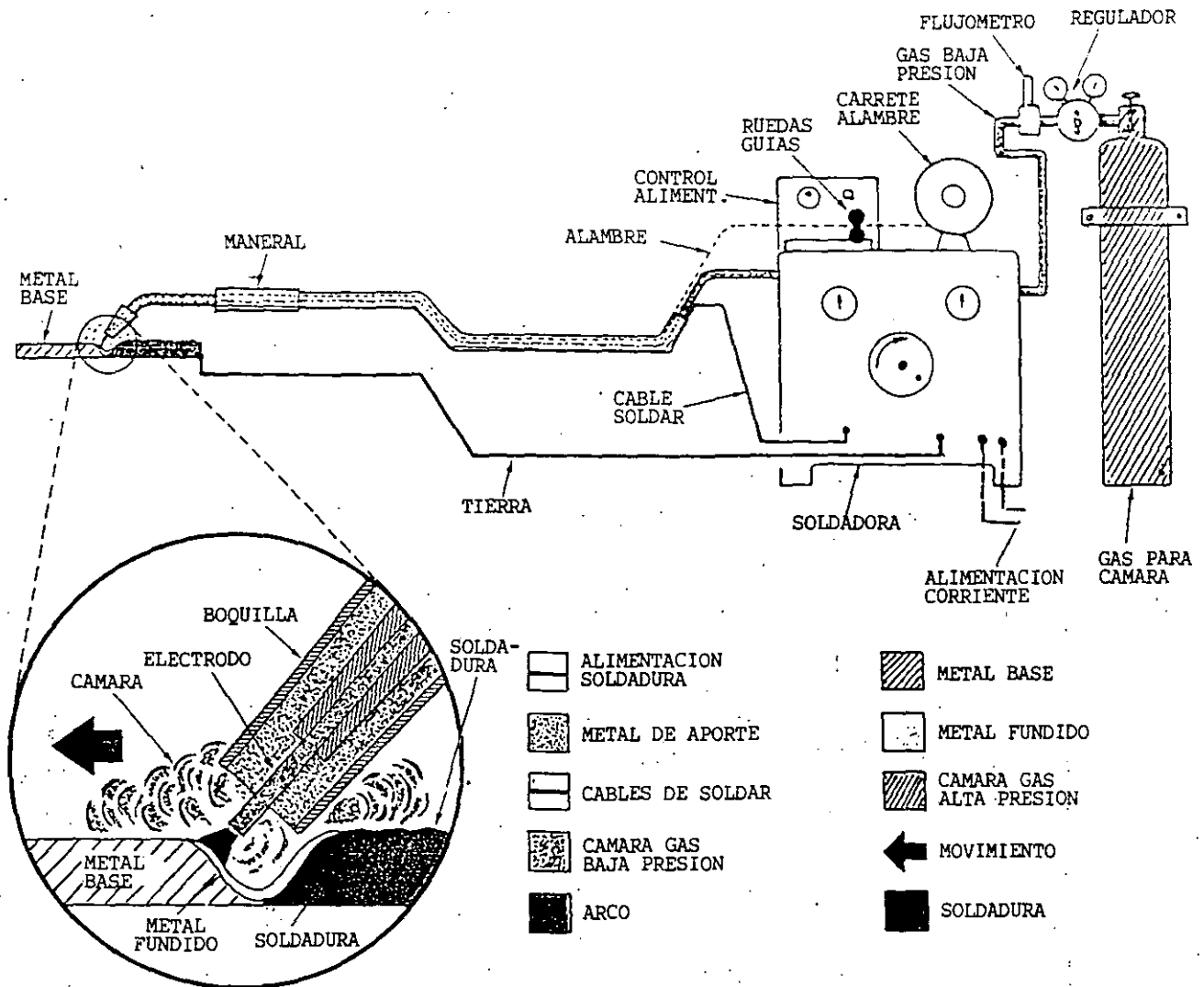
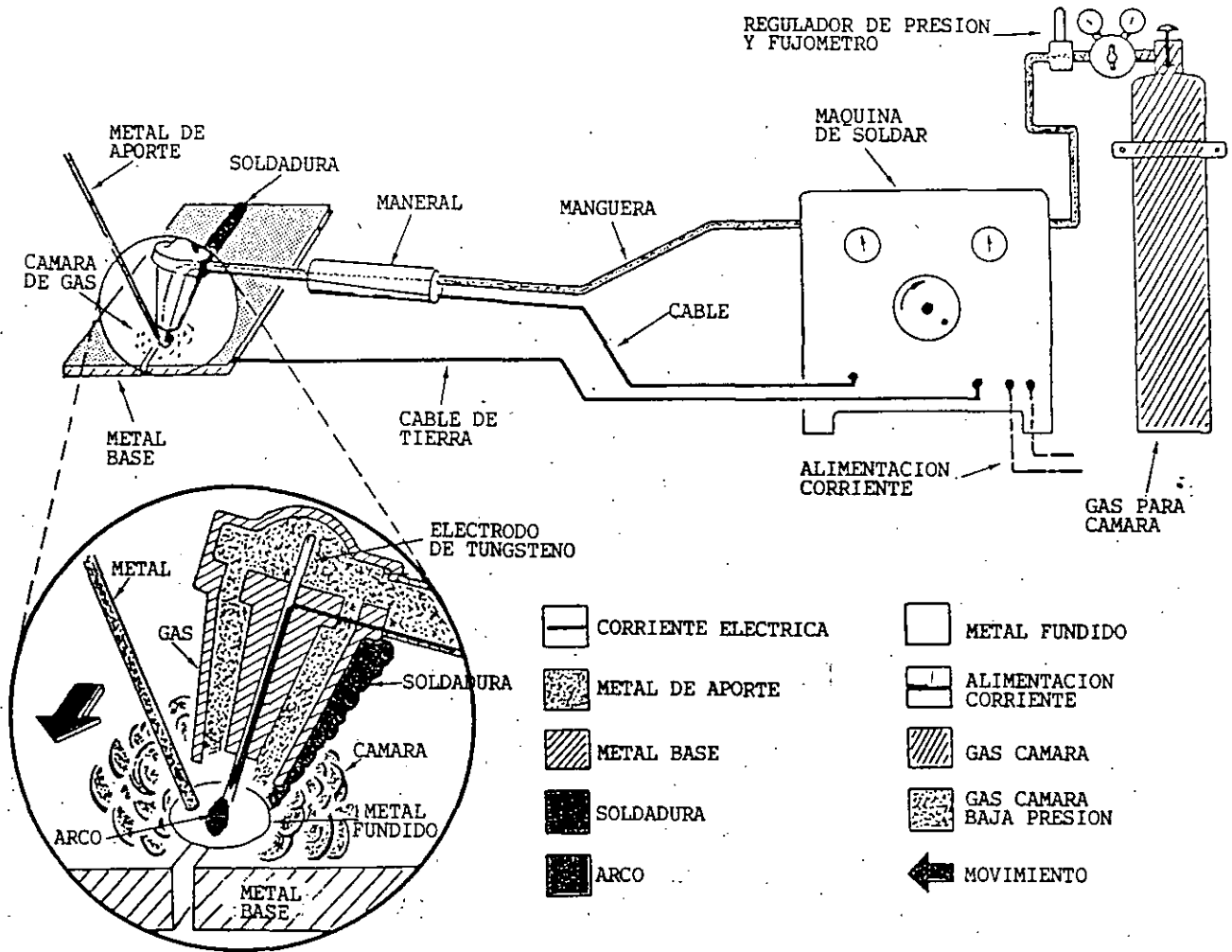


Fig. _____ forma correcta de los electrodos de Tungsteno para corriente directa polaridad directa, polaridad invertida y corriente alterna.



SOLDADURA CON ARCO-GAS METAL (GMAW)



SOLDADURA ARCO-GAS TUNGSTENO (GTAW)

SOLDADURA POR RESISTENCIA ELECTRICA

Toda la soldadura por resistencia esta basada sobre el principio fundamental que cuando una corriente eléctrica es enviada a través del metal, la resistencia de el metal a este flujo eléctrico, calienta este mismo. Por medio de la aplicación de suficiente corriente, la alta temperatura resultante puede producir temperaturas de fusión y hacer posible la soldadura.

El término soldadura por resistencia eléctrica incluye una variedad de aplicaciones de soldadura y es descrito bajo una variedad de nombres tales como soldadura de puntos, soldadura de disparo, soldadura con pistola, soldadura por centelleo, soldadura de perno, soldadura de espiga, soldadura por presión y otras.

Anteriormente se observó que si se utilizaba suficiente, corriente, los metales se volverían plásticos y después se fundirían. Si las dos piezas son prensadas juntas cuando sus superficies estan plásticas ó fundidas, las piezas se fusionarán en una misma pieza. Una máquina de soldadura por resistencia eléctrica es fundamentalmente un transformador eléctrico, operando a -- partir de un circuito de corriente alterna.

Para que la unidad soldadora pueda ejecutar la operación de soldadura, debe producir una corriente muy alta con un relativo bajo voltaje. Este requerimiento significa que el circuito primario tendrá muchas vueltas en el transformador, mientras que el arrollamiento secundario tendrá ordinariamente una sola vuelta.

La aplicación correcta de la soldadura por resistencia depende de la aplicación adecuada y control de las variables siguientes:

- 1) Corriente
- 2) Presión
- 3) Tiempo
- 4) Area de contacto del electrodo

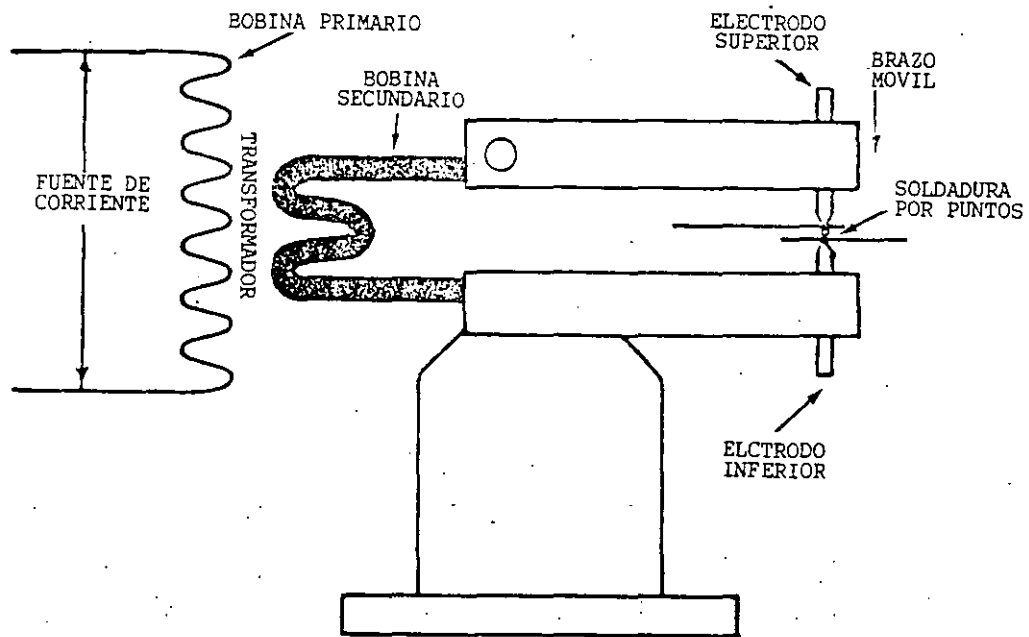


Fig. partes de una típica soldadora de resistencia por puntos.

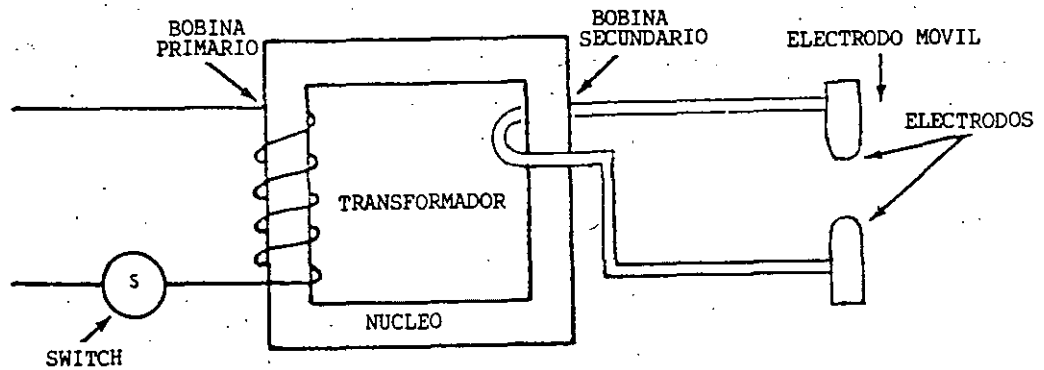
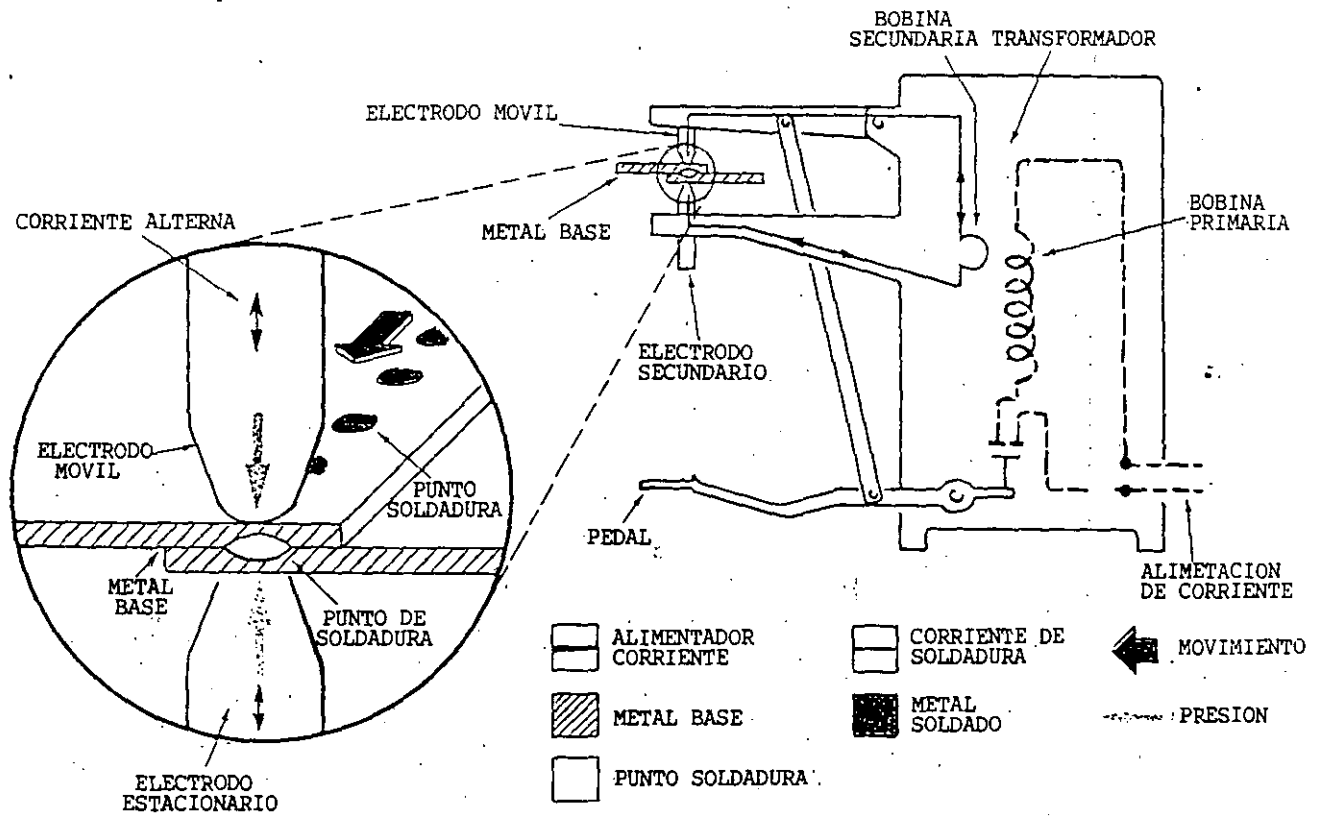


Fig. circuito básico de soldadura eléctrica por resistencia. Note que el devanado primario tiene mucho más vueltas que el devanado secundario. Este es un transformador reducido ó escalonado.



SOLDADURA POR RESISTENCIA (RSW)

SELECCION Y CLASIFICACION DE ELECTRODOS

La selección de electrodo apropiado para un trabajo dado es una de las más importantes decisiones que debe tomar el soldador.

Los electrodos se pueden diferenciar de las siguientes maneras:

- 1) Con recubrimientos ligeros y revestimientos pesados.
- 2) La composición química de la cubierta puede variar para dar los resultados deseados cuando se sueldan diferentes metales y aleaciones o para mejorar las características en posiciones diferentes:
- 3) El recubrimiento del electrodo puede ser diseñado para usarse en corriente directa (polaridad directa o invertida) o en corriente alterna.
- 4) La composición del metal del electrodo.
- 5) Los diámetros deseados de los electrodos.

Los electrodos con revestimiento pesado normalmente producirán soldaduras de resistencias superior y buena apariencia, pero son más caros.

Los electrodos están diseñados y designados por códigos de color y números, tales como E6010, E6011, etc., cada electrodo tiene cualidades las cuales puede hacerlo más deseable que algún otro para un trabajo en particular.

ELECTRODOS METALICOS

Existen muchos tipos de electrodos metálicos. Una de las formas más comunes de clasificar los electrodos es por el recubrimiento sobre el electrodo.

Esto incluye:

- 1) Electrodos desnudos
- 2) Electrodos polveados
- 3) Electrodos sumergidos en flux
- 4) Electrodos extruidos y cubiertos

De estos tipos, el electrodo con una cubierta extruida o sumergidos en flux, es el más popular. El electrodo desnudo es el menos caro. Para aplicación de soldadura en aceros para alta temperatura, aceros para herramien-

tas, aceros al Molibdeno y para soldadura resistente en aceros suaves, los electrodos recubiertos son comunmente utilizados.

Los electrodos más comunes en relación al tamaño de la varilla (dimensiones) son: 1/8, 5/32, 3/16, 7/32, 1/4, 5/16 y 3/8 en diámetro. Estas varillas vienen en una longitud de 14 pulgadas para todos los tamaños y pueden también en algunos diámetros, conseguirse en 18 pulgadas.

La mayoría de los electrodos son fabricados de acero suave pero también se fabrican en metales aleados:

- 1) Acero suave
- 2) Acero de baja aleación
- 3) Acero al niquel
- 4) Acero al Cromo-Molibdeno
- 5) Acero Molibdeno-Manganeso
- 6) Acero Molibdeno-Niquel-Manganeso
- 7) Acero Niquel-Molibdeno-Vanadio
- 8) Aluminio
- 9) Cobre-Aluminio
- 10) Bronce-Plomo
- 11) Bronce-Fósforo

CLASIFICACION DE LOS ELECTRODOS

La American Welding Society (AWS) ha desarrollado unas series de clasificaciones de números de identificación.

La letra E precediendo los cuatro ó cinco números dígitos (EXXXXX) indica un electrodo para utilizarse en soldadura de arco. Esto es en contraste con las letras RG, las cuales indican una varilla de soldadura usada para soldadura con gas. El significado de los números dígitos en la AWS es como sigue: Los primeros dos ó tres dígitos de los cuatro ó cinco dígitos (E60XX) ó (E-100XX) representan el esfuerzo a la tensión. Esto es, 60 significa ---

60,000 libras por pulgada cuadrada y 100 significa 100,000 libras por pulgada cuadrada. El esfuerzo a la tensión puede estar dado en la condición -- "Tal como se soldo" ó "Relevada de esfuerzos". Deberán consultarse las especificaciones de los fabricantes para determinar bajo qué condiciones esta indicado el esfuerzo a la tensión. "Tal como se soldo" significa sin postcalentamiento. "Relevada de esfuerzos" significa que la soldadura deberá llevar un tratamiento térmico después de terminada para aliviar los esfuerzos causados durante la soldadura.

El segundo dígito de la derecha indica la posición recomendada de la junta para la cual el electrodo esta diseñado para soldar. Por ejemplo EXX1X; --- Este electrodo soldará en todas las posiciones; EXX2X significa que este -- electrodo debe utilizarse en plano ó en posición horizontal; el EXX3X indica que el electrodo es recomendado para soldaduras en posición plana unicamente.

Los dígitos de más a la derecha, indican el tipo de suministro de energía - (corriente DIRECTA POLARIDAD DIRECTA O INVERTIDA, CORRIENTE ALTERNA), el -- tipo de recubrimiento y presencia de polvo de hierro o características de -- bajo hidrógeno o ambos.

Los últimos dígitos deberán ser observados juntos para determinar la aplicación adecuada y la composición del recubrimiento para un electrodo.

Por ejemplo:

NUMERO DE ELECTRODO	COMPOSICION DEL RECUBRIMIENTO
EXX10	Celulosa alta, Sodio
EXX11	Celulosa alta, Potasio
EXX12	Titanio alto, ó Rutilio, Sodio
EXX13	Titanio alto, ó Rutilio, Potasio
EXX14	Polvo de hierro, Titanio
EXX15	Bajo hidrógeno, Sodio
EXX16	Bajo hidrógeno, Potasio
EXX18	Polvo de Hierro, bajo Hidrógeno
EXX20	Alto oxído de Hierro
EXX24	Polvo de Hierro, Titanio
EXX27	Polvo de Hierro, Oxído de Hierro
EXX28	Polvo de Hierro, bajo hidrógeno

Ocasionalmente, un número de electrodo puede tener una letra y número después de los cuatro números normales tales como E-7010-A1 ó E-8016-B2. Esta combinación ó sufijo de letra y número se utiliza para los electrodos con acero de baja aleación. El sufijo indica la composición del metal depositado.

A1	1/2% Molibdeno
B1	1/2% Cromo, 1/2% Molibdeno
B2	1 1/4% Cromo, 1/2% Molibdeno
B3	2 1/4% Cromo, 1% Molibdeno
C1	2 1/2% Niquel
C2	3 1/4% Niquel
C3	1% Niquel, .35% Molibdeno, .15% Cromo
D1 y D2	.25 a .45% Molibdeno, 1.25 a 2.0% Manganeso
G	.50 min. de Niquel, .30 min. de Cromo, .20 min. de Molibdeno, .10 min. de Vanadio

La letra A indica un acero al carbón Molibdeno. La letra B designa a un electrodo al Cromo-Molibdeno. La letra C es para un electrodo al Niquel y la letra D es para electrodos al Manganeso-Molibdeno. El dígito final indica en el sufijo, determina la composición química bajo una de estas clasificaciones químicas. La composición química exacta se puede obtener del fabricante del electrodo.

Un ejemplo de una clasificación completa de un electrodo es el E-8016-B2.

- 1) E indica electrodo para arco eléctrico.
- 2) 80 indica que su esfuerzo a la tensión es de 80,000 libras por pulgada cuadrada.
- 3) 16 indica que puede utilizarse en todas las posiciones; que el recubrimiento contiene bajo Hidrógeno y Potasio.
- 4) El 1 indica que es un electrodo para todas las posiciones con corriente alterna ó corriente directa en polaridad invertida.
- 5) El sufijo B-2 indica que la composición química del metal depositado es un acero de baja aleación al Cromo-Molibdeno, con 1 1/4% de Cromo y 1/2% de Molibdeno.

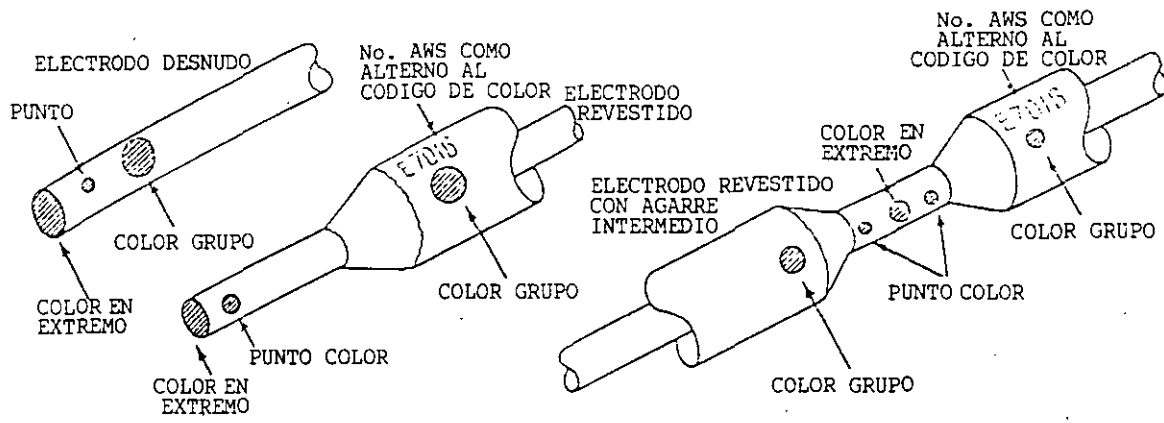


Fig. _____ la AMERICAN WELDING SOCIETY (AWS) ha estandarizado un sistema de numeración para identificar los electrodos para soldadura. Este número de electrodo esta colocado sobre la cubierta cerca de la punta del electrodo. Algunas compañías aún utilizan el código de color para identificarlos.

ELECTRODO AWS NUMBERS	POSITION	USE	TYPE CURRENT USED	ELECTRODO AWS NUMBERS	POSITION	USE	TYPE CURRENT USED
E 4520	all		DCSP	7028-X (iron powder, low hydrogen)	H (Fillets) F		DCRP or AC
E 6010	all	Penetration	DCRP	E 8010-X	all	Chrome-Moly Steel	DCRP
6011	all	Penetration	DCRP or AC	8011-X	all	Chrome-Moly Steel	DCRP or AC
6012	all	Production	DCSP or AC	8013-X	all		DCSP, DCRP or AC
6013	all	Sheet Metal and Fillets	DCSP, DCRP or AC	8015-X (low hydrogen)	all		DCRP
6020 (iron oxide)	H (Fillets) F		DCSP, DCRP or AC	8016-X (low hydrogen)	all	Nickel Alloy	DCRP or AC
6027 (iron powder)	H (Fillets) F		DCSP, DCRP or AC	8018-X (iron powder, low hydrogen)	all		DCRP or AC
E 7010	all		DCRP	E 9010-X	all	Chrome-Moly Steel	DCRP
7011	all		DCRP or AC	9011-X	all	Chrome-Moly Steel	DCRP or AC
7014 (iron powder)	all		DCSP, DCRP or AC	9013-X	all		DCSP, DCRP or AC
7015 (low hydrogen)	all		DCRP	9015-X (low hydrogen)	all		DCRP
7016 (low hydrogen)	all		DCRP or AC	9016-X (iron powder, low hydrogen)	all		DCRP or AC
7018 (iron powder, low hydrogen)	all		DCRP or AC	9018-X (iron powder, low hydrogen)	all		DCRP or AC
7020	H (Fillets) F	Chrome-Moly Steel	DCSP or AC	E 10010-X	all	Chrome-Moly Steel	DCRP
7024 (iron powder)	H (Fillets) F		DCSP, DCRP or AC	10011-X	all		DCRP or AC
7027 (iron powder)	H (Fillets) F		DCSP, DCRP or AC	10013-X	all		DCSP, DCRP or AC
7028 (iron powder, low hydrogen)	H (Fillets) F		DCRP or AC	10015-X (low hydrogen)	all		DCRP
E 7010-X	all		DCRP	10016-X (low hydrogen)	all	Nickel Alloy	DCRP or AC
7011-X	all		DCRP or AC	10018-X (iron powder, low hydrogen)	all		DCRP or AC
7014-X (iron powder)	all		DCSP, DCRP or AC	E 11015-X (low hydrogen)	all		DCRP
7015-X (low hydrogen)	all		DCRP	11016-X (low hydrogen)	all		DCRP or AC
7016-X (low hydrogen)	all		DCRP or AC	11018-X (iron powder, low hydrogen)	all		DCRP or AC
7018-X (iron powder, low hydrogen)	all		DCRP or AC	E 12015-X (low hydrogen)	all		DCRP
7020-X	H (Fillets)	Chrome-Moly Steel	DCSP or AC	12016-X (low hydrogen)	all	Nickel Alloy	DCRP or AC
7024-X (iron powder)	H (Fillets) F		DCSP, DCRP or AC	12018-X (iron powder, low hydrogen)	all		DCRP or AC
7027-X (iron powder)	H (Fillets) F		DCSP, DCRP or AC				

NOTE: The AWS X stands for the weld metal chemical composition. See Fig. 6-31.

Fig. _____ clasificación de varios electrodos AWS y sus posiciones recomendadas, aplicaciones y polaridad para utilizar cada uno de ellos.

CLASIFICACION DEL ELECTRODO	COLOR DE PUNTA	COLOR DE PUNTO	COLOR DE GRUPO
E 6010			
E 6011		AZUL	
E 6012		BLANCO	
E 6013		CAFE	
E 6020		VERDE	
E 7010 A-2	AZUL	BLANCO	
E 7016	AZUL	NARANJA	VERDE
E 7018	NEGRO	NARANJA	VERDE
E 8016 B-2	BLANCO	NEGRO	VERDE
E 9016 B-3	CAFE	AZUL	VERDE
E 10016	VERDE	NARANJA	VERDE

Fig. _____ tabla que muestre el código de color usado en la punta de los --
electrodos metálicos.

ELECTRODOS DE BAJO HIDROGENO

El hidrógeno tiene efectos dañinos sobre los aceros aleados, que causan ---
fracturas intergranulares llamadas EMBRITTLEMENT de hidrógeno, lo anterior
disminuye la resistencia a la fatiga y al esfuerzo.

Los electrodos de bajo hidrógeno depositan un mínimo de hidrógeno en la sol
dadura. Estos electrodos pueden ser usados con corriente directa polaridad
invertida o con corriente alterna. Estos electrodos deberán ser horneados a
250° F antes de usarlos.

LECTURAS DE CORRIENTE PARA ELECTRODOS DE BAJO HIDROGENO

DIAMETRO DEL ELECTRODO	AMPERES EN POSICION PLANA	AMPERES SOBRE CABEZA	VOLTAJE
1/8	140 - 150	120 - 140	22 - 26
5/32	170 - 190	160 - 180	22 - 26
3/16	190 - 250	200 - 220	22 - 26
7/32	260 - 320		24 - 27
1/4	280 - 350		24 - 27
5/16	360 - 450		26 - 29

ELECTRODOS CON POLVO DE HIERRO

La adición con polvo de hierro a las cubiertas del recubrimiento de los --- electrodos de arco, cambia el arco favorablemente. Se incrementa en buena - cantidad el metal depositado. Corrientes mucho más altas pueden ser usadas para producir soldaduras más rápidas, soldaduras más fáciles de limpiar, -- menor chisporroteo, y mejor forma de las capas de soldadura.

	E7024	E7024	E7018	E7016
PORCENTAJE DE POLVO DE HIERRO	65	50	33	0
CANTIDAD DEPOSITADA LB/HR	14	60	3	2
PORCENTAJE DE EFICIENCIA	190	160	130	80

ELECTRODOS DE CARBON

Los electrodos de carbón se usan para corte. Estos electrodos vienen en un rango de dimensiones desde 1/16" hasta 1" de diámetro. Las varillas pueden ser obtenidas en 12", 18" y 24" de longitud. La calidad de la varilla debe ser extremadamente alta, así como la estructura del carbón debe estar uni-forme. Los dos tipos de electrodos obtenibles son los electrodos de carbón

y los de grafito. El grafito tiene mejor conductividad y es usualmente de -
calidad más uniforme.

La varilla debe ser insertada en el porta electrodo con la punta del carbón
aproximadamente 10 veces el diámetro de la varilla alejado del porta elec-
trodo.

En la siguiente tabla se dan algunos requerimientos de corriente para elec-
trodos de carbón.

DIAMETRO DEL ELECTRODO PULGADAS	CORRIENTE DE SOLDADURA		MAXIMA DENSIDAD DE CORRIENTE AMPERES POR PULG.	LIBRAS DEPOSITADAS POR HORA
	MIN.	MAX.		
1/8	0	35	2980	
3/16	25	60	2200	
1/4	50	90	1855	
5/16	80	125	1650	
3/8	110	165	1510	
7/16	140	210	1420	1.5
1/2	170	260	1340	2.5
5/8	230	370	1220	4.5
3/4	290	490	1125	6.0
7/8	350	615	1035	
1	400	750	965	

TENSIONES Y DEFORMACIONES EN LAS SOLDADURAS

PRINCIPIO DE LAS TENSIONES DE SOLDADURA

La dilatación lineal de los cuerpos se rige por la fórmula $L = L_0 \alpha \Delta T$; α es el coeficiente de dilatación y es específico para cada material. Así por ejemplo el coeficiente de dilatación entre 0 y 200°C es de 0,012 mm/m y °C, siendo la del aluminio aproximadamente el doble y la del cobre una vez y media.

Al soldar habremos de tener en cuenta otros parámetros específicos como son el punto de fusión, calor específico, conductividad, límite elástico y módulo elástico que influyen de igual manera en las tensiones y encogimiento.

Un caso similar se produce en las tensiones transversales de la soldadura. Mientras el material de aportación se contrae, los flancos de soldadura tratan de separarse por la dilatación. Al estar fuertemente unidos los biselados con el material depositado, se contraen hacia el centro teórico de la soldadura.

El ancho total de las piezas unidas en frío es menor que antes de soldar. La contracción será mayor cuando mayor sea el calor introducido, menor sea la velocidad de la soldadura y mayor la zona afectada por el calor.

Tensiones en la soldadura.

TENSIONES Y DEFORMACIONES

Las tensiones y deformaciones por soldadura son debidas a la introducción de calor de un material.

El calor introducido por la soldadura no se puede utilizar totalmente para la fusión del material sino que parte se transmite al medio ambiente por conducción.

De esta forma, al introducir calor en un material por soldadura, parte de él sirve para fundir pero una gran parte se transmite al resto del material y

otra se disipa en el aire.

Al soldar dos placas con biseles rectos entre sí, los puntos de igual temperatura en un momento determinado forman elipses (isotermos).

Cada punto afectado por el calor sufre una subida y una bajada de temperatura alcanzando las temperaturas máximas las zonas más cercanas a la soldadura.

El incremento de la velocidad de soldadura supone un estrechamiento de los elipses isotérmicos, siendo menor la zona afectada por el calor y por lo tanto el enfriamiento más rápido y la diferencia de temperaturas más abrupta.

Actuando por una parte la dilatación y por otra la contracción, las zonas afectadas por el calor quedan sometidas a un movimiento mecánico.

Se producen por lo tanto, esfuerzos de tracción y compresión que llegan a un equilibrio en el momento en que el material se enfría.

Las tensiones interiores resultantes son mayores cuando mayor sea la fuerza que impida estos movimientos.

Terminada la soldadura, quedan en la pieza soldada tensiones ya que las contracciones no se pueden liberar nunca totalmente.

Si la pieza a soldar no se puede dilatar, se suelen producir deformaciones plásticas pero donde se producen la mayoría de las tensiones residuales es cuando los esfuerzos de contracción de la soldadura no pueden liberarse.

Se puede afirmar que es casi imposible soldar sin tensiones residuales.

En general, podemos decir que cuando mayor sean las deformaciones menor serán las tensiones residuales y viceversa.

Por este motivo, antes de comenzar la soldadura, tendremos que optar por una de las soluciones o deformaciones grandes con tensiones pequeñas o bien tensiones grandes y deformaciones pequeñas

CONTRACCION DE LA SOLDADURA:

Las contracciones en la soldadura se clasifican en :

contracciones transversales, contracciones longitudinales, contracciones axiales y contracciones angulares.

Aunque surgen al mismo tiempo, tienen forma y reacciones diferentes.

Se denominan contracciones transversales las resultantes en el sentido perpendicular al eje de la soldadura.

El factor de mayor influencia es sin duda el calor introducido en relación con el espesor a soldar. Como quiera que a espesores iguales la cantidad de calor a introducir es mayor cuando mas ancho sea el bisel de soldadura, habra que tener en cuenta la forma de éste.

El bisel ha de ser por lo tanto lo mas estrecho posible, por otra parte, también por razones de economía.

Las contracciones transversales originan las contracciones angulares debido a la forma de los biseles.

Las contracciones longitudinales se producen en el mismo eje de la soldadura.

La contracción axial se produce en el espesor de la soldadura y puede dar problemas en la soldadura de placas gruesas en relación con la rotura frágil.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA TENSION Y DEFORMACION

Sabemos que las tensiones y contracciones de la soldadura son inevitables. Sin embargo, es posible minimizarlas con diseño y ejecución planificada al efecto. Para ello habremos de tener en cuenta los siguientes detalles :

- a) Mínimo de soldadura
- b) Reducir la introducción de calor
- c) Reducir el material de aportación
- d) Subdividir la construcción soldada (diseño)
- e) Fijar las secuencias de soldadura
- f) Pre calentamiento (carbono equivalente)

a) Mínimo de soldadura

La menor construcción soldada es sin duda la que reduce a un mínimo la cantidad de soldaduras y consta de un mínimo de piezas.

b) Reducción de la introducción del calor

Para cada soldadura dependiendo del material, espesor, etc., habrá que elegir el procedimiento de soldadura adecuado para introducir el calor mínimo por unidad de tiempo.

c) Reducción del material de aportación

La elección del tipo de bisel para cada soldadura es de gran importancia.

En las soldaduras a tope elegiremos un bisel de poca abertura que puede ser de 60° para soldadura manual y menor para soldadura automática o semiautomática (arco sumergido, MIG, MAG).

La separación entre labios (GAP) será mínima con objeto de que la sección de soldadura se reduzca.

En las soldaduras a solape no se rebasará la medida de cálculo indicada en los planos, sino que se mantendrá estrictamente a lo indicado.

d) Subdividir la construcción en subconjuntos cuando se trata de soldar construcciones grandes; en el diseño ya se indicarán los subconjuntos a soldar con lo cual ahorraremos tiempo en el manejo y reduciremos a un mínimo las tensiones.

Se soldará desde dentro a afuera, primero las soldaduras a tope y después a solape, primero las cortas y después las largas, primero las transversales y luego las longitudinales.

En depósitos se soldarán primero las longitudinales y luego las circunferenciales.

e) En construcciones soldadas críticas, hemos de fijar la secuencia de cada cordón con objeto de reducir las tensiones o deformaciones.

f) Precalentamiento (carbono-equivalente)

Se denomina precalentamiento al calentamiento previo a la soldadura.

El precalentamiento no solo se recomienda sino que es imprescindible en muchos casos. Cuando soldamos una placa gruesa el calor introducido por la soldadura es absorbido por la masa de la placa rapidamente enfriando a velocidad crítica la zona afectada por el calor, pudiendo incluso formarse martensita.

En estas zonas de dureza extrema (400 - 750 HB) se forman grandes tensiones al actuar la contracción y no poder deformarse plásticamente.

Con un precalentamiento se consigue sobre todo :

- reducir la velocidad del enfriamiento
- reducir la temperatura diferencial entre material y base y soldadura.
- la posibilidad de fisuración en frio (300C) se reduce ya que se forman estructuras mas ductiles (menos martensita)
- las cargas de tracción y compresión transcurren más suaves y en una zona mas amplia
- el hidrógeno tiene mas tiempo para difundirse

La tendencia a formar zonas duras durante la soldadura depende de la composición química del acero, siendo el carbono el elemento que mas influencia tiene.

La dureza en la zona afectada por el calor no solo depende del porcentaje de carbono sino además de la velocidad de enfriamiento.

Con objeto de unificar de algún modo la influencia del carbono y otros elementos en la estructura de la soldadura y la zona afectada por el calor, se dedujo una fórmula que se denomina equivalente (E C = equivalente carbón; valor K).

$$EC = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Ni}{15} + \frac{Mo}{4} + \frac{Cr}{5} + \frac{Cu}{13} + \frac{Si}{4} + \frac{P}{2} + \frac{V}{5}$$

El porcentaje de cada elemento resultante del análisis químico se introduce en la fórmula resultando un valor.

Las temperaturas de precalentamiento se rigen por el resultado de este carbono equivalente.

EC Precalentamiento recomendado. °C

< 0,45	100°C
0,45 - 0,60	100 - 200°C
> 0,60	250 - 350°C. (o superior)

TRATAMIENTOS TERMICOS DE LAS SOLDADURAS

En muchos casos es necesario efectuar un tratamiento después de la soldadura con objeto de conseguir las propiedades óptimas de los aceros empleados o para el alivio de las tensiones que se han formado durante el proceso de soldadura.

En el sinóptico anexo tenemos un resumen de los tratamientos después de la soldadura.

De todos los tratamientos térmicos, los más importantes son sin duda, el normalizado y el distensionado.

El normalizado es un tratamiento térmico con un calentamiento un poco por

encima (20 - 50°C).

El material sufre una transformación doble que consigue una recristalización completa. Se consigue pues, un grano homogéneo en todas las direcciones.

El distensionado es un tratamiento térmico por debajo del punto de transformación, inferior con un enfriamiento lento con objeto de que puedan aliviarse las tensiones.

No se produce ninguna transformación en la estructura del grano.

El temple es un tratamiento térmico con enfriamiento rápido de temperaturas superiores al punto de transformación superior. Este tratamiento térmico se emplea para conseguir durezas superficiales o totales altas.

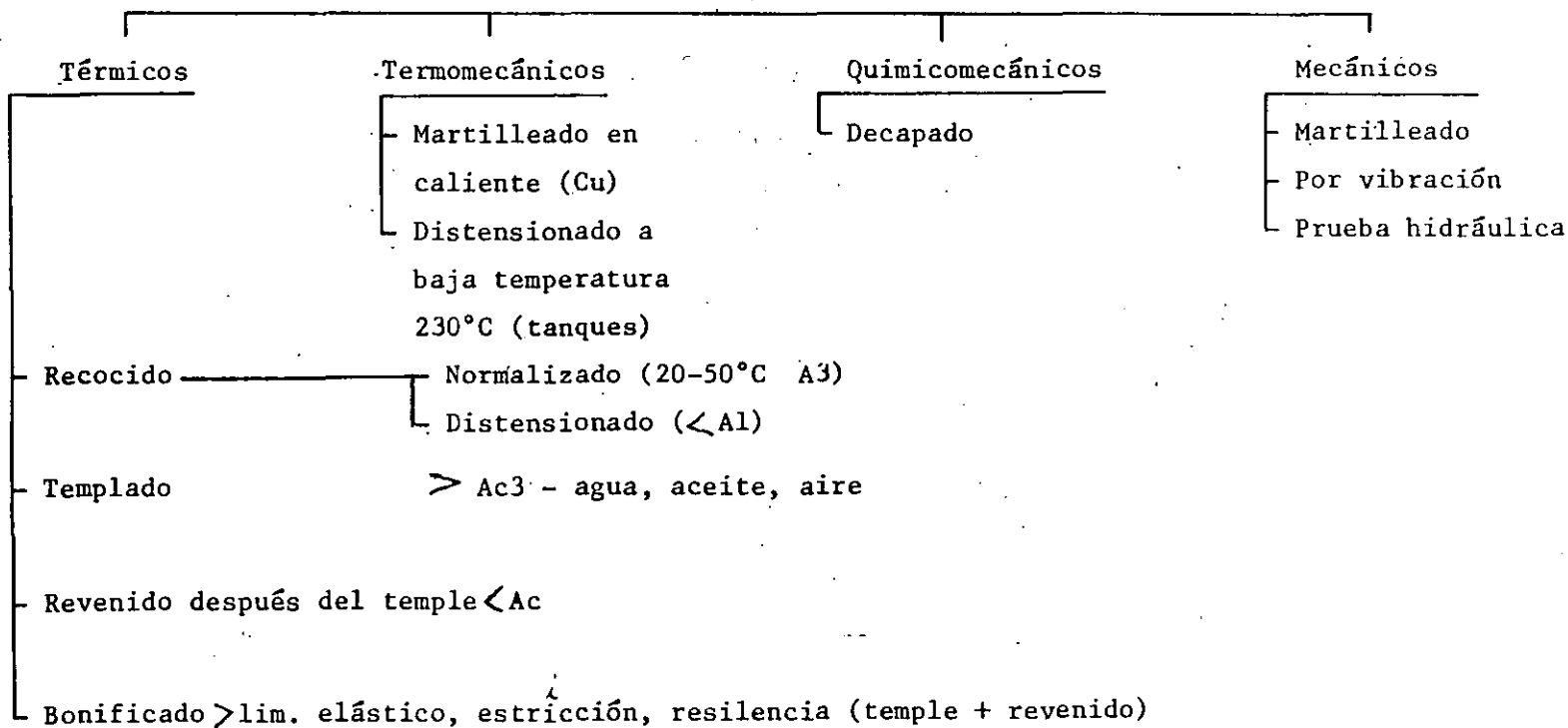
Para el enfriamiento se utiliza agua, aceite, sales o aire.

El revenido es un tratamiento térmico para conseguir tenacidades altas con cargas de rotura constantes.

Se efectúa a temperaturas inferiores al punto de transformación inferior variando la velocidad de enfriamiento para conseguir los resultados óptimos.

Se recomienda efectuar todos los tratamientos térmicos de la pieza completa aunque hay excepciones en las que se puede efectuar un tratamiento local.

Tratamientos después de la Soldadura



INSPECCION Y PRUEBAS DE SOLDADURAS

Una soldadura terminada no es siempre tan buena o tan mala como pueda parecer de acuerdo a su superficie. Debido a el incremento de altos estandares de produccion, se requieren adecuados métodos de inspeccion y pruebas en las soldaduras.

Los métodos usados para determinar la calidad de una soldadura pueden ser divididos en dos clasificaciones generales :

1. Pruebas no destructivas
2. Pruebas destructivas

El método de soldadura utilizada, la forma del artículo y el tipo de metal, influyen el tipo de prueba o inspeccion requerido.

PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

Los métodos que pueden caer bajo esta clasificación incluyen :

1. Inspeccion visual
2. Inspeccion de partículas magnéticas
3. Inspeccion de líquidos penetrantes
4. Inspeccion de ultra sonido
5. Inspeccion de rayos X
6. Inspeccion de corriente de Eddy
7. Deteccion por espectrógrafo de masas
8. Prueba de fuga de presión de aire
9. Prueba de fuga de gas halógeno

PRUEBAS DESTRUCTIVAS

Ciertos tipos de elementos soldados deben ser cortados y preparados mediante esmeril para determinar las diferentes propiedades físicas. Cuando la soldadura es destruída o dañada después de su uso, la prueba es denominada como destructiva.

Algunas pruebas destructivas son :

1. La prueba de tensión
2. Análisis químicos
3. Prueba de doblés
4. Prueba microscópica
5. Prueba macroscópica
6. Prueba de dureza
7. Prueba charpy
8. Prueba hidrostática para destrucción
9. Prueba de corteza

INSPECCION VISUAL

Una soldadura la cual no requiere tener una alta resistencia física puede ser inspeccionada para observar fracturas, inclusiones, contornos y otras cualidades visuales.

Este tipo de inspección es subjetivo por naturaleza y usualmente no es definitivo en sus límites de aceptabilidad.

Una plantilla puede ser usada para checar el contorno de la capa de soldadura. Utilizando el método de inspección visual, una inspección puede comparar una soldadura terminada con un estándar aceptado y pasar o rechazar una soldadura por el método de comparación únicamente.

INSPECCION DE PARTICULAS MAGNETICAS

Este método es el más efectivo en el chequeo de una soldadura cercana a una superficie. Es utilizado unicamente en materiales que pueden ser magnetizados.

Una solución líquida que contiene pequeñas partículas magnéticas, se rocía sobre la superficie que se va a checar y entonces el metal es sometido a un fuerte campo magnético. Estas partículas están pintadas de rojo o negro y están suspendidas en un fino vehículo de aceite. Cualquier falta de continuidad en o cerca de la superficie del metal cuando está magnetizado crea

un polo magnético local norte y sur y atrae las partículas metálicas en la solución usada. Cuando el campo magnético es retirado, el inspector encontrará una concentración de partículas magnéticas en el área de cada defecto. Si las imperfecciones son encontradas estas son esmeriladas, la parte es nuevamente soldada y de nuevo se prueba.

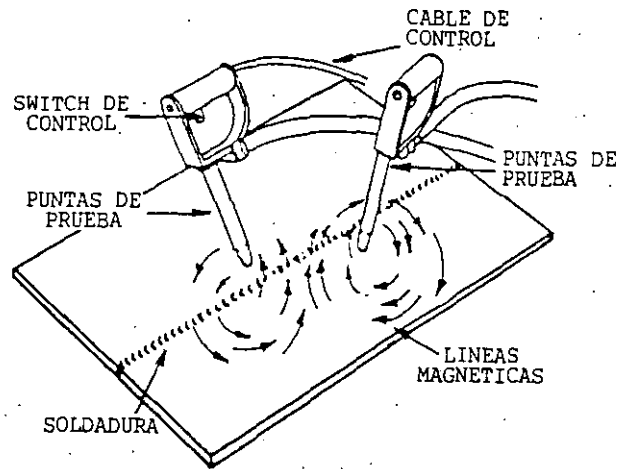


FIG. CAMPO MAGNETICO CREADO ALREDEDOR DE UNA SOLDADURA. LA CORRIENTE PASA A TRAVES DE LA SOLDADURA ENTRE LAS DOS PINZAS DE PRUEBA.

INSPECCION DE LIQUIDOS PENETRANTES

El método de inspección de líquidos penetrantes utiliza líquidos coloreados y líquidos fluorescentes para checar fallas en la superficie. Este sistema puede ser utilizado para detectar fallas en la superficie de los metales, plásticos, cerámicas y vidrio. Este método no detectará defectos bajo la superficie.

El líquido penetrante es rociado sobre la superficie limpia que va a ser inspeccionada. Después de esperar un tiempo corto para que el líquido penetre. La cantidad excedente se limpia con un buen limpiador y se seca. Después de que la superficie está completamente seca, un revelador se rocía sobre la superficie el cual regresa el color del líquido penetrante que ha penetrado dentro de alguna fisura o poro.

Un relativamente nuevo método de inspección de soldaduras es utilizar ondas de sonido de alta frecuencia. Esta técnica de prueba puede detectar defectos internos así como en la superficie. Una onda de sonido de alta frecuencia (onda de ultrasonido) es enviada dentro del metal por muy cortos periodos (1 a 3 microsegundos). Entonces la onda es detenida. La misma unidad la cual fué usada para enviar la onda de sonido actúa como receptor para escuchar la onda de ultrasonido tal como se refleja a través del metal. El sonido nuevamente, para, y su onda reflejada es recogida por el transreceptor.

Este ciclo es repetido de 1/2 a 5 millones de veces por segundo. Cada onda es visualmente representada por un osciloscopio. El osciloscopio está calibrado para recoger únicamente defectos de un tamaño los cuales pudieran considerarse dañinos. El patrón de onda del osciloscopio está también calibrado para mostrar la distancia entre la unidad rastreadora y cualquier defecto encontrado.

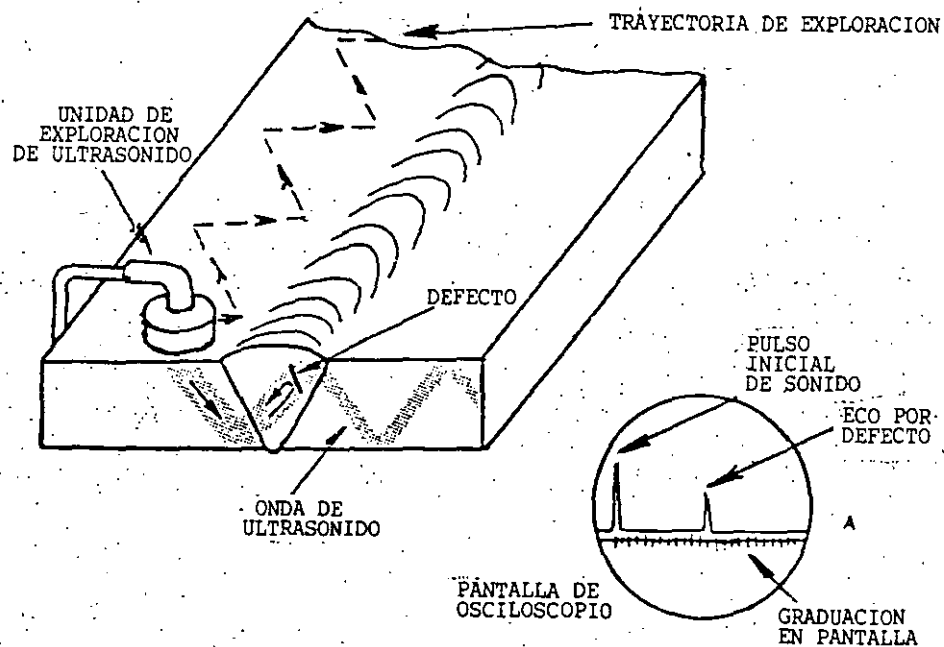


FIG. DIBUJO ESQUEMATICO MOSTRANDO EL CAMINO SEGUIDO POR LA UNIDAD DE RAS - TREGO Y EL CAMINO DE LAS ONDAS DE SONIDO TAL COMO SE MUEVEN A TRAVES DEL METAL QUE ESTA SIENDO PROBADO. EL SONIDO INICIAL, TAMBIEN EL SONI-

DO DEL ECO, SE MUESTRAN EN EL OSCILOSCOPIO DE SONIDO EN UNA MANERA SIMILAR A COMO SE MUESTRA EN A. LA DISTANCIA ENTRE PICOS ES LA INDICACION DE CUAN LEJOS ESTA EL DEFECTO DE LA CABEZA DE LA UNIDAD DE RASTREO.

INSPECCION POR RAYOS X

El Rayo X es una onda de energía el cual pasa a través de la mayoría de los materiales y reproduce su imagen sobre una película (radiografía), sobre una pantalla fluorescente (fluoroscopia) o sobre una pantalla de televisión para ver alguna mancha remota.

La energía radioactiva puede ser producida electrónicamente en una máquina de Rayos X o por medio de isotopos radioactivos. El equipo que utiliza isotopos radioactivos es portátil y puede ser usado para checar soldaduras hechas en campo.

Algunos isotopos radioactivos populares son :

Cesio	137
Cobalto	60
Iridio	192
Samario	153
Talio	70

Las energías necesitadas para Rayos X varían considerablemente. El equipo está disponible desde 50 KV hasta 24000 KV, 140 KV radiografiarían 2 pulgadas de acero mientras que 24000 KV radiografiarían 20 pulgadas de acero.

Los defectos en una soldadura usualmente son fácilmente vistos en una radiografía. Como quiera que sea, la profundidad a la cual el defecto está presente no puede ser determinada con unos Rayos X hechos a partir de una sola dirección.

El equipo requerido cuando se inspecciona por medio de Rayos X depende de :

1. Clase de material
2. Espesor por material
3. Accesibilidad de la parte a ser probada
4. La geometría de la parte a ser probada

(Por ejemplo, una placa plana es más fácil de inspeccionar que un grupo de tubería).

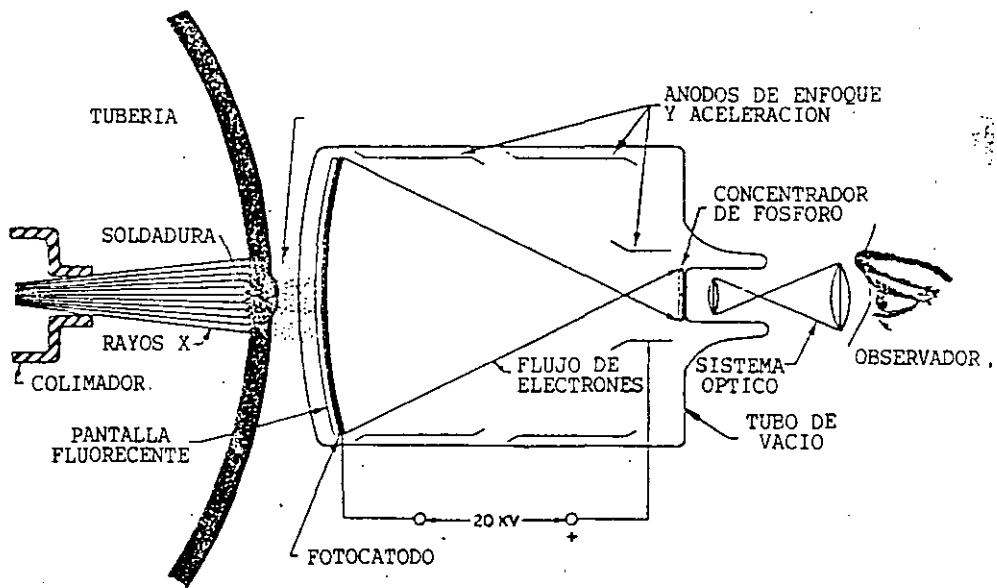


FIG. EXPLICACION DIAGRAMATICA DE UNA EXAMINACION FLUOROSCOPICA A UNA SOLDADURA DE TUBERIA.

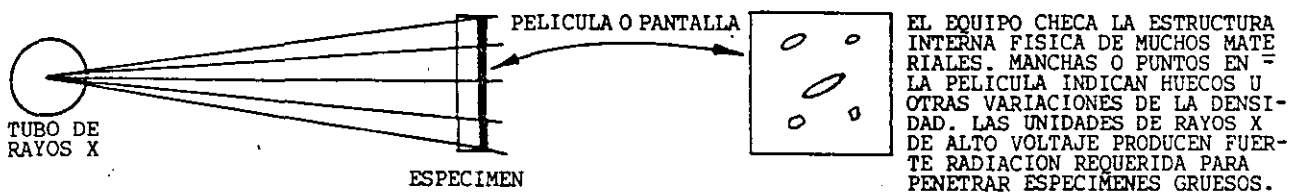


FIG. ESQUEMA DE UNA FOTOGRAFIA DE RAYOS X A UNA SOLDADURA.

BIBLIOGRAFIA

- CINSA:
CURSO GENERAL BASICO SOBRE SOLDADURA
Y TRATAMIENTOS TERMICOS; ESPAÑA

- HENRY HORWITZ:
SOLDADURA, APLICACIONES Y PRACTICA
REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA, S.A.; MEXICO

- SCHIMPKE PAUL:
TRATADO GENERAL DE SOLDADURA
EDITORIAL GUSTAVO GILI, S.A.; ESPAÑA

- JACOME JARVIO ALBERTO:
CONEXIONES SOLDADAS ESTRUCTURALES
TESIS. UNIVERSIDAD DE XALAPA, VER. 1986



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS ABIERTOS
V CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION
MODULO III CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO**

TEMA: SOLDADURA

ING. LUIS F. NUÑEZ GARCIA

CALIFICACION DE PROCEDIMIENTOS DE
SOLDADURA, SOLDADORES, OPERADORES Y
PUNTEADORES, DE ACUERDO CON EL
CODIGO AWS D1.1-90

"CODIGO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL - ACERO"

Ing. Luis F. Neñez Garcia

**CALIFICACION DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA,
SOLDADORES, OPERADORES Y PUNTEADORES, DE ACUERDO
CON EL CODIGO AWS D1.1-90
"CODIGO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL - ACERO "**

INDICE

- 1.- PRECALIFICACION DE PROCEDIMIENTOS.
2. CALIFICACION DE PROCEDIMIENTOS.
- 3.- CALIFICACION DE SOLDADORES.
- 4.- CALIFICACION DE PUNTEADORES.

1.- PRECALIFICACION DE PROCEDIMIENTOS.

El Código AWS D1.1-90, establecido para reglamentar la fabricación de estructura de acero mediante soldadura, determina que, en virtud de estar suficientemente probados ciertos procedimientos de soldadura, podrán emplearse sin calificación, considerándose precalificados.

Se consideran precalificados los siguientes procesos de soldadura:

SMAW	Soldadura de Arco de Metal Protegido.
SAW	Soldadura de Arco Sumergido.
GMAW	Soldadura de Arco de Metal con Gas.
FCAW	Soldadura de Arco con Núcleo de Fundente.

El proceso GMAW no está considerado precalificado en la variante de transferencia por corto circuito.

El fabricante deberá preparar en forma escrita los procedimientos precalificados, los cuales deben concordar en todos aspectos con las provisiones pertinentes de las secciones siguientes:

Sección 2	Diseño de Conexiones Soldadas.
Sección 3	Desempeño.
Sección 4	Técnica.
Sección 8	Estructuras Cargadas Estáticamente.
Sección 9	Estructuras Cargadas Dinámicamente.
Sección 10	Estructuras Tubulares.

Además deberán concordar con todos los requerimientos enlistados en el apéndice IV-1.- "Requerimientos Mandatorios de Código para Procedimientos de Soldadura Precalificados".

1.1.- DESCRIPCION DE LAS SECCIONES DE OBSERVANCIA OBLIGATORIA PARA LA PRECALIFICACION.

SECCION 2. DISEÑO DE CONEXIONES SOLDADAS.

Requerimientos generales:

- De simbología que deberán estar contenidos en los planos (2.1).
- Dimensiones de soldadura de:
 - a. Junta abierta (2.3.1)
 - b. Filete (2.3.2)
 - c. Tapón y ranura (2.3.3)
 - d. Combinación (Filete y abierta) (2.3.4)

Detalles estructurales:

- Requerimientos de rellenos para partes de diferente grosor (2.4.1.1)
- Conexiones estructurales con excentricidad (2.4.1.2)
- Prohibición en el uso de soldadura de penetración parcial en junta abierta, de elementos sujetos a tensión normal a su eje longitudinal (2.5)

Detalles de juntas soldadas:

- Configuración de juntas y soldadura de filete, para los procesos SMAW, SAW, GMAW (Excepto en la variante de transferencia por corto circuito) y FCAW (2.6), (2.7).
- Condiciones para la soldadura de tapón y de ranura (2.8)
- Configuración de juntas y soldadura de penetración completa en junta abierta, para los procesos SMAW, SAW, GMAW (Excepto en la variante de transferencia por corto circuito) y FCAW (2.4), estableciendo además las condiciones de precalificación de:
 - a.- Grueso del metal base
 - b.- Abertura de la junta
 - c.- Tolerancias
 - d. Posiciones
 - e.- Gas de protección
- Configuración de juntas y soldadura de penetración parcial en junta abierta, para los procesos SMAW; SAW; GMAW (Excepto en la variante de transferencia por corto circuito) y FCAW (2.10), estableciendo además las condiciones de precalificación de:
 - a.- Tamaño de la garganta efectiva
 - b.- Grueso del metal base
 - c.- Abertura de la junta
 - d.- Tolerancias
 - e.- Posiciones

(Ver tabla 2.5).

SECCION 3. DESEMPEÑO.

Establece los siguientes requerimientos:

- Condiciones del metal base, estableciendo límites de aceptación y condiciones para la reparación de discontinuidades del mismo (Tabla 3.1) (Fig. 3.1).

- Tolerancias en el ensamble de juntas soldadas (Fig. 3.3).
- Medidas de control de la distorsión y el encogimiento durante el ensamblado y unión por soldadura de miembros estructurales (3.4).
- Tolerancias dimensionales (3.5).
- Condiciones de aceptación de los perfiles de soldadura de filete y de junta abierta (Tabla 3.6).
- Condiciones para la reparación de las soldaduras (3.7).
- Condiciones para el empleo del martillado (3.8).
- Prohibición del uso de resanes ("Pescados") y golpes de arco (3.9 y 3.10).
- Recomendaciones sobre limpieza en proceso y final de la soldadura (3.11).
- Recomendaciones sobre la terminación de las soldaduras en los extremos de las juntas (3.12).
- Condiciones para el uso de placas de respaldo en estructuras de puentes, de edificios y tubulares (3.13).

SECCION 4. TECNICA.

Establece los siguientes requerimientos:

- Concordancia del metal de soldadura, en relación con los procesos de aplicación y los metales base (4) (Ver tablas 4.1 y 4.2).
- Temperaturas de precalentamiento e interpaso, y tratamiento de relevado de esfuerzos para varios tipos de metales base y grosores de los mismos (4.3), (Tabla 4.3), (4.4), (4.5).
- Condiciones de manufactura, manejo y uso de electrodos para el proceso SMAW (4.5). y procedimiento del mismo, (Tabla 4.6).
- Condiciones técnicas y electrodos y fundentes del proceso SAW (4.7, 4.8) y procedimiento del mismo con electrodos simples (4.9), electrodos paralelos y múltiples (4.10 y 4.11).
- Condiciones técnicas y electrodos de los procesos GMAW y FCAW (4.12) y procedimientos de los mismos con electrodos simples (4.14).

- Condiciones de calificación de los procesos ESW y EGW, los cuales no se consideran calificados (4.15 a 4.19) y procedimientos de los mismos.
- Condiciones técnicas de la aplicación de soldadura de tapón y ranura (4.21 y 4.22).

SECCION 8. ESTRUCTURAS CARGADAS ESTATICAMENTE. (ASME II).

Establece los siguientes requerimientos:

- Utilización de los materiales base ASTM A36, A53B, A242, A441, A500, A501, A514, A516, A517, A529, A570, A572, A588, A606-2, A607 GR45, 50, 55, A618 II, III, A633, A709, A710, A808 incluyendo sus combinaciones (8.2).
- Condiciones de diseño para esfuerzos unitarios permisibles (8.3 a 8.5).
- Condiciones para detalles estructurales tales como: a) Combinación de soldaduras; b) Combinación de soldadura con remaches y tornillos; c) Soldadura de filete; d) Excentricidad; e) Transición de grosores o anchuras; f) Conexiones finales de vigas y g) Conexiones de componentes de miembros fabricados (8.6 a 8.12).
- Tolerancias dimensionales, condiciones para las soldaduras provisionales e inspección de la soldadura (8.13 a 8.15).

SECCION 9. ESTRUCTURAS CARGADAS DINAMICAMENTE.

Establece los siguientes requerimientos:

- Utilización de los materiales base ASTM A36, A441, A500, A514, A516, A572 GR, 42, 50, A588, A618 II, III, A633, A709, A710A, A808, incluyendo sus combinaciones (9.2).
- Condiciones de diseño para esfuerzos unitarios y provisiones de esfuerzos de fatiga y esfuerzos unitarios incrementados (9.3 a 9.6).
- Condiciones para detalles estructurales tales como: a) Vigas no continuas; b) Participación del sistema de piso; c) Juntas traslapadas; d) Juntas en esquina y en "T"; e) Tipos de juntas y soldaduras prohibidas; f) Combinaciones de soldaduras; g) Soldaduras en combinación con remaches y tornillos; h) Soldaduras de filetes; i) Excentricidad de las conexiones; j) Conexiones o uniones en miembros a compresión; k) Transiciones; l) Vigas y traveses (9.7 a 9.21).
- Prefabricación del material, tolerancias dimensionales, soldaduras provisionales e inspección de la soldadura (9.22 a 9.25).

SECCION 10. ESTRUCTURAS TUBULARES.

- Identificación de las estructuras tubulares (10.1).
- Utilización de los materiales base ASTM A-36, A53B, A106B, A131, A139B, A242, A381 Y 35, A441, A500, A501, A514, A516, A517, A524, A529, A537, A570, A572, A573 GR65, A588, A595, A606-2, A607 GR45, 50, 55, A618-II, III, A633, A709, A710A, A808, API5L, B API5L GRX42, X52, AP2B, AP2H, GR 42, 50, ABS GR A, B, D, E, DS, CS, ABS GR AH32, DH32, EH32, AH36, DH36, EH36, (10.2).
- Condiciones de diseño para esfuerzos unitarios permisibles en soldaduras, limitaciones de la resistencia de conexiones tubulares soldadas, esfuerzos unitarios incrementados, fatiga y área y longitud efectivas de soldadura (10.3 a 10.8).
- Condiciones para detalles estructurales tales como combinación de soldaduras, detalles de soldaduras de filete y transición de grosores (10.9 a 10.11).
- Requerimientos de calificación de procedimientos y soldadores (10.12).
- Condiciones de precalificación de soldadura de juntas tubulares hechas por un sólo lado, sin respaldo, soldadas con SMAW, GMAW o FCAW, soldaduras provisionales, tolerancias dimensionales e inspección (10.13 a 10.19).

APENDICE IV.1.

**REQUERIMIENTOS MANDATORIOS DE CODIGO PARA PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA
PRECALIFICADOS**

Nota: Para obtener la condición de precalificación debe cumplirse con todas las provisiones aplicables enlistadas abajo. El resto de requerimientos también es obligatorio, pero las enlistadas se aplican específicamente a soldadura precalificada.

PROVISION DE CODIGO:	ASUNTO:
1.2	Metal Base
1.3.4	Procesos de Soldadura
Sec 2, Parte C.	Detalles de Juntas Soldadas
Sec. 10, Parte D.	Detalles de Juntas Soldadas
3.11	Limpieza de Soldadura
4.1	Requerimientos de Metal de Relleno
4.2	Requerimientos de Temperatura de Pre calentamiento e Interpaso
4.5.1, 4.5.4	Electrodos para SMAW
4.6	Procedimientos para SMAW
4.7.3	Diámetro Máximo de Electrodos para SAW
4.7.7	Sección Transversal de Soldadura de Junta Abierta y Filete
4.8.1	Electrodos y Fundente para SAW
4.9, 4.10, 4.11	Procedimientos para SAW con Electrodo Simple, Paralelos y Múltiples
4.12	Electrodos para GMAW y FCAW
4.14.1.2 a 4.14.1.7	Procedimientos para GMAW & FCAW, Electrodo Simple Nota: los Procesos GMAW, FCAW con electrodos múltiples y GMAW-S, EGW, ESW no tienen condición de precalificados.
8.2.1, 8.2.4	Metal Base para Estructuras Cargadas Estáticamente
9.2.1, 9.2.5	Metal Base para Estructuras Cargadas Dinámicamente
10.2.1, 10.2.4	Metal Base para Estructuras Tubulares

1.2.- LISTAS DE VERIFICACION PARA PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA PRECALIFICADOS.

Con el propósito de facilitar la definición del procedimiento calificado, en el apéndice IV, el AWS D1.1-88 estableció una lista de verificación con referencia a los párrafos aplicables de las secciones que definen la condición de precalificación de un procedimiento, mencionadas anteriormente. La lista incluye la revisión de los requerimientos generales a todos los procesos, y específicos en relación con el proceso de soldadura empleado. Aun cuando en la edición de 1990 no aparece, es una lista útil que puede utilizarse antes de llenar la forma E-1.

1.3.- ESPECIFICACION DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA DE JUNTA PRECALIFICADA.

La forma E-1 se utiliza para definir la especificación del procedimiento precalificado de soldadura. Dicha forma deberá llenarse con la información que se pide, firmando el fabricante y quien deba autorizarlo.

Con esta especificación correctamente establecida, podrá iniciarse la fabricación por soldadura, con soldadores previamente calificados de acuerdo con lo prescrito en las partes C, D, E, de la sección 5 del AWS D1.1-90.

LISTA DE VERIFICACION PARA PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA DE JUNTAS PRECALIFICADAS

Procedimiento de Soldadura N° _____ Fecha _____ Revisión No _____

Requerimientos Generales a Todos los Procesos

Variable del Procedimiento	Provisión Aplicable	Indicación de Cumplimiento
Detalles de la Junta	Figs. 2.7.1, 2.9.1 y 2.10.1 2.8.4.24, 11.1	_____
Tolerancias de la Junta		_____
Soldaduras de Filete	2.7.1.1 2.7.1.2 2.7.1.4 2.7.1.5 2.7.1.6	_____ _____ _____ _____ _____
Soldaduras de Tapón y Ranura	2.8.2 2.8.3 2.8.4 2.8.5 2.8.6 2.8.7 2.8.8	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____
Soldaduras de Junta Abierta	Penetración Completa 2.9.2.2 2.9.2.3 2.9.2.4 2.9.2.5 2.9.2.6	Penetración Parcial 2.10.2.1 2.10.2.2 2.10.2.3 2.10.2.4 2.10.3
Posición	Figs. 2.9.1, 2.10.1	_____
Grueso del Metal Base	2.9.2.1	_____
Garganta Efectiva Mínima	2.10.3	_____
Requerimientos Generales	3.1.3 3.2.1 3.3.1 Filetes 3.3.2 Sólo Penetración Parcial 3.3.3 3.3.4 3.3.5 3.3.7 3.4 3.6.1 3.6.2 3.6.3 3.6.4 3.6.5 3.6.6 3.8 3.9 3.10 3.11 3.12 3.13 4.13 4.3	_____ _____
Temperatura de Pre calentamiento e Interpaso	4.2, 7.5.5	Sólo pernos
Post calentamiento	4.4	_____
Tipo y Grado del Metal Base	8.2 9.2 10.2	_____ _____ _____

LISTA DE VERIFICACION PARA PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA DE JUNTAS PRECALIFICADAS

Procedimiento de Soldadura N° _____ Fecha _____ Revisión No _____

Requerimientos Generales a Todos los Procesos

Variable del Procedimiento	Provisión Aplicable	Indicación de Cumplimiento
Detalles de la Junta	Figs. 2.7.1, 2.9.1 y 2.10.1 2.8.4.24, 11.1	_____
Tolerancias de la Junta		_____
Soldaduras de Filete	2.7.1.1	_____
	2.7.1.2	_____
	2.7.1.4	_____
	2.7.1.5	_____
	2.7.1.6	_____
Soldaduras de Tapón y Ranura	2.8.2	_____
	2.8.3	_____
	2.8.4	_____
	2.8.5	_____
	2.8.6	_____
	2.8.7	_____
	2.8.8	_____
Soldaduras de Junta Abierta	Penetración Completa	Penetración Parcial
	2.9.2.2	2.10.2.1
	2.9.2.3	2.10.2.2
	2.9.2.4	2.10.2.3
	2.9.2.5	2.10.2.4
	2.9.2.6	2.10.3
		2.10.4
Posición	Figs. 2.9.1, 2.10.1	_____
Grueso del Metal Base	2.9.2.1	_____
Garganta Efectiva Mínima	2.10.3	_____
Requerimientos Generales	3.1.3	_____
	3.2.1	_____
	3.3.1 Filetes	_____
	3.3.2 Sólo Penetración Parcial	_____
	3.3.3	_____
	3.3.4	_____
	3.3.5	_____
	3.3.7	_____
	3.4	_____
	3.6.1	_____
	3.6.2	_____
	3.6.3	_____
	3.6.4	_____
	3.6.5	_____
	3.6.6	_____
	3.8	_____
	3.9	_____
	3.10	_____
	3.11	_____
	3.12	_____
	3.13	_____
	4.13	_____
	4.3	_____
Temperatura de Precalentamiento e Interpaso	4.2, 7.5.5	Sólo pernos
Postcalentamiento	4.4	_____
Tipo y Grado del Metal Base	8.2	_____
	9.2	_____
	10.2	_____

**REQUERIMIENTOS ESPECIFICOS APLICABLES A LOS PROCESOS SOLDADURA DE ARCO
PROTEGIDO MANUAL (SMAW)**

Variable	Provisión aplicable	Indicación de cumplimiento
Metal de Relleno (Especificación y clasificación) (Incisos y tablas 4.1.1, 4.1.4)	4.1.1	_____
	4.1.4	_____
Paso simple o múltiple	4.5.1	_____
	4.1.5.1	_____
Requerimientos generales	4.1.3	_____
	4.5	_____
	4.6.8	_____
	4.5.2	_____
Electrodos (Almacén bajo hidrógeno)	4.5.3	_____
	4.5.4	_____
	4.6.2	_____
Corriente de soldadura	4.6.2	_____
Restricciones al electrodo	4.6.3.1	_____
	4.6.3.2	_____
	4.6.3.3	_____
	4.6.3.4	_____
	4.6.3.5	_____
	4.6.4	_____
Paso de raiz y restricciones en los depósitos de soldadura	4.6.5	_____
	4.6.6.1	_____
	4.6.6.2	_____
	4.6.6.3	_____
	4.6.7.1	_____
	4.6.7.2	_____
	7.5.5.2 (Solo pernos)	_____
	4.6.9	_____
Tratamiento en la raiz	7.55.3 (Pernos)	_____
	7.5.5.4 (Pernos)	_____
	4.2.1 (Sold. tapón)	_____
	4.2.2 (Sold. ranura)	_____
Otros requerimientos		_____

**REQUERIMIENTOS ESPECIFICOS APLICABLES A LOS PROCESOS DE
SOLDADURA DE ARCO SUMERGIDO (SAW)**

Variable	Provisión aplicable	Indicación de cumplimiento
Metal de relleno (Incisos y tablas 4.1.1, 4.1.4)	4.1.1	_____
	4.1.4	_____
	4.8.1	_____
Requerimientos generales	4.7	_____
Fundentes	4.8, 4.9	_____
Paso simple o múltiple	4.1.5.2	_____
	4.10	_____
	4.11	_____
	4.10, 4.11	_____
Electrodo simple o múltiple	4.10, 4.11	_____
Corriente	4.10.3, 4.11.3	_____
Restricciones del electrodo	4.7.3	_____
	4.8.1	_____
	4.10.1	_____
	4.10.3	_____
	4.11.1	_____
	4.11.3.1 (1)	_____
	4.11.3.1 (2)	_____
	4.11.3.1 (3)	_____
	4.11.3.1 (4)	_____
	4.11.3.2	_____
	4.11.4	_____
	4.11.5	_____
	Paso de raíz y restricciones en la capa de soldadura	4.10.1
4.10.2		_____
4.11.1		_____
4.11.2		_____

SOLDADURA DE ARCO DE METAL CON GAS (GMAW) SOLDADURA DE ARCO CON NUCLEO DE FUNDENTE (FCAW)

Variable	Provisión aplicable	Indicación de cumplimiento
Metal de relleno	4.1.1	_____
	4.1.4	_____
	Tablas 4.1.1, 4.1.4, 4.1.12	_____
Restricciones del electrodo	4.12.1	_____
	4.12.2	_____
	4.12.3	_____
	4.14.1.1	_____
	4.14.1.2	_____
Paso de raíz y restricciones en la capa de soldadura	4.14.1.3	_____
	4.14.1.4	_____
Gas de protección	4.13, 4.14.3	_____
Paso simple o múltiple	4.1.5.3	_____
	4.1.5.4	_____
	4.14.1.3	_____
	4.14.1.4	_____
	4.14.1.5	_____
Corriente	4.14.2	_____
Tratamiento de la raíz	4.14.1.6	_____
Requerimientos generales	4.14.4	_____
	4.2.1 (Soldadura tapón)	_____
	4.2.2 (Soldadura ranura)	_____

Preparado por: _____
 Fabricante: _____
 Fecha: _____

ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS) SI ()
PRECALIFICADA CALIFICADA CON PRUEBAS
Y REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO (PQR) SI ()

Empresa _____
 Proceso(s) de Soldadura _____
 PQR No.(s) _____
DISEÑO DE LA JUNTA
 Tipo _____
 Simple () Soldadura Doble ()
 Respaldo Si () No ()
 Material de Respaldo _____
 Abertura de la Raiz _____ Dimensión de la Cara _____
 Angulo de la Junta _____ Radio (J-U) _____
 Escopleado Trasero: Si () No () Método _____
METALES BASE
 Especificación del Material _____
 Tipo o Grado _____
 Grueso de la Junta _____ Filete _____
 Diámetro (Tubo) _____
METALES DE RELLENO
 Especificación AWS _____
 Clasificación AWS _____
PROTECCION
 Fundente _____ Gas _____
 Composición _____
 Clase del Fundente Razón de Flujo _____
 Tamaño de la Tasa _____
PRECALENTAMIENTO
 Temp. Min. de Precal. _____
 Temp. de Interpaso Min. _____ Max. _____

Identificación # _____
 Revisión _____ Fecha _____ Por _____
 Autorizado por _____ Fecha _____
 Tipo - Manual () Semi-Automático ()
 A Máquina () Automático ()
POSICION
 Posición de la Junta _____ Filete _____
 Progresión Vertical: Asc () Desc ()
CARACTERISTICAS ELECTRICAS
 Transf. (GMAW) Corto Circuito ()
 Globular () Aspersión ()
 Corriente: AC () CDPD () CDPI () Pulsatoria ()
 Otra _____
TECNICA
 Cordón Recto u Oscilante _____
 Paso Simple o Múltiple (Por lado) _____
 No. de Electrodos _____
Espacio entre Electrodos
 Longitudinal _____
 Lateral _____
 Angulo _____
 Distancia del Tubo al Trabajo _____
 Martillado _____
 Limpieza Entre Pasos _____
TRATAMIENTO DE POSTCALENTAMIENTO
 Temperatura _____
 Tiempo _____

PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

Paso o Capas	Proceso	Metales de Relleno		C o r r i e n t e		Volts	Velocidad de Viaje	Detalles de la Junta
		Clase	Diám.	Tipo y Polaridad	Amperes o Vel. de Alim. del Electrodo			

2.- CALIFICACION DE PROCEDIMIENTOS.

Cuando no se van a utilizar procedimientos precalificados, el AWS D1.1-90 establece en su sección 5 los requerimientos para la calificación de procedimientos.

Se llena la misma forma E-1 para el "Registro de Pruebas de Calificación del Procedimiento de Soldadura" con los datos que especifique el procedimiento, como sigue:

Especificación del metal base.- El metal base a soldar bajo el AWS D1.1-90 deberá concordar con los requerimientos de la última edición de cualquiera de las especificaciones enlistadas a continuación. Podrán soldarse entre sí combinaciones de cualquiera de los metales base especificados.

Estructuras Cargadas Estáticamente

ASTM

A 36	A 572
A 53B	A 588
A 242	A 606 Tipo 2
A 441	A 607 GR 45, 50, 55
A 500	A 618 GR II, III
A 501	A 633
A 514	A 709
A 516	A 710A
A 517	A 808
A 529	
A 570	

Estructuras Cargadas Dinámicamente

ASTM

A 36
A 441
A 500
A 501
A 514
A 516
A 572 GR 42, 50
A 588
A 618 GR II, III
A 633
A 709
A 710A
A 808

Estructuras Tubulares

ASTM

A 36	A 514	A 595	ABS GRA, B, D, E, DS, CD
A 53B	A 516	A 606TH02	ABS GR AH32, DH32
A 106B	A 517	A 607 GR 45, 50, 55	EH 32, AH36, EH36
A 131	A 524	A 618 GR II, III	
A 139B	A 529	A 633	
A 242	A 537	A 709	
A 318Y-35	A 570	API 5LB	
A 441	A 572	API 5LX GR42, 52	
A 500	A 573 GR 65	API 2B	
A 501	A 588	API 2H	

PROCESO DE SOLDADURA.- El Código reconoce como utilizables los siguientes procesos:

- Soldadura de Arco de Metal Protegido (SMAW) (AWS D1.1 Capítulo 4 Parte B).
- Soldadura de Arco Sumergido (SAW) (Cap. 4, Parte C).
- Soldadura de Arco de Metal con Gas (GMAW) con excepción de la variante de transferencia por corto circuito (Capítulo 4, Parte D).
- Soldadura de Arco con Núcleo de Fundente (FCAW) (Capítulo 4, Parte D).
- Soldadura de Arco de Metal con Gas - Electro gas (GMAW - EG) (Capítulo 4, Parte E).
- Soldadura de Escoria Eléctrica (ESW) (Capítulo 4, Parte E).
- Soldadura de Pernos (SW) (Capítulo 7).

Modo de aplicación.- Manual o a máquina.

Posición de la soldadura.- La posición de la soldadura de prueba puede indicarse con el término descriptivo o con la clave, de acuerdo con el párrafo 5.8, para placa, tubería, tubing y filetes en placa, y las figuras 5.3, 5.4, 5.5 y 5.6. Al intentar la calificación del procedimiento, deben hacerse las pruebas en las posiciones más universales, de preferencia, para no tener que repetir pruebas posteriormente.

Las tablas 5.1, 5.3 y 5.4 muestran las posiciones de prueba y el alcance de calificación de las mismas.

Especificación del metal de relleno.- El código tiene establecida la concordancia entre los metales base a soldar, y el material de relleno necesario, en la tabla 4.1, incluyendo algunas recomendaciones y consideraciones relativas a los valores de prueba, como resultado del uso de algunos materiales de soldadura.

Clasificación del metal de relleno.- La clasificación AWS es el único requerimiento de clasificación bajo este código, para el metal de relleno.

Fundente.- Deberá indicarse el fundente usado en el proceso. El Código en 4.8.1 se refiere a las especificaciones AWS A5.17 y 5.23 para la determinación de las características de los fundentes de uso posible en el proceso SAW. Además, en 4.8.2, 4.8.3 y 4.8.4 se abunda sobre el manejo y almacenamiento adecuados de los fundentes.

Grado del metal de soldadura.- En el caso de que el metal de relleno no tenga clasificación AWS.

Gas de protección.- El gas de protección del arco y la razón de flujo del mismo.

Paso simple o múltiple.- El tipo de paso del cordón de soldadura.

Arco simple o múltiple.- El tipo de arco, simple o múltiple.

Corriente de soldadura.- Alterna o directa, y su polaridad.

Progresión de la soldadura.- Ascendente o descendente.

Temperatura de precalentamiento.- La temperatura mínima de calentamiento de la junta, previo a la soldadura, de acuerdo con el párrafo 4.2 el cual también establece la temperatura de interpaso necesaria.

Postcalentamiento.- El párrafo 4.4 establece los requerimientos de tratamiento térmico posterior a la soldadura.

Nombre del soldador.- Quien calificará el procedimiento.

Una vez establecida la especificación, se procede a efectuar la prueba de calificación, anotando los resultados en la misma forma E-1-2 como sigue:

Pruebas de tensión.- Se anotan los resultados de las pruebas a la tensión última de los especímenes.

Pruebas de doblez guiado.- Se anotan los resultados de las pruebas de doblez guiado de cara, raiz, doblez lateral o la opción radiográfica - ultrasónica.

Pruebas de soldadura de filete.- Se anotan los resultados de las pruebas macro, doblez lateral y de tensión del metal de soldadura.

Los valores de las pruebas de resistencia última a la tensión, punto de cedencia, y el % de alargamiento en 2", de acuerdo con ASTM A 370.

Además, deberá anotarse la siguiente información:

- a.- El número de pasos de soldadura.
- b.- El tamaño del electrodo por paso.
- c.- La corriente utilizada por paso.
- d.- La velocidad de viaje.
- e.- El detalle de la junta.

Si las pruebas dan resultados satisfactorios, se firma la forma E-1-2, constituyéndose de este modo en un procedimiento calificado.

**REGISTRO DE CALIFICACION DEL PROCEDIMIENTO (PQR) # _____
RESULTADOS DE PRUEBA**

PRUEBA DE TENSION

Espécimen No.	Ancho	Grueso	Area	Carga de Tensión Última lb	Esfuerzo Unitario Último psi	Caracter de la Falla y Lugar

PRUEBA DE DOBLEZ GUIADO

Espécimen No.	Tipo de Doblez	Resultado	Notas

INSPECCION VISUAL

Apariencia _____
 Socavado _____
 Porosidad _____
 Convexidad _____
 Fecha de Prueba _____
 Realizada por _____

Examen Radiográfico o Ultrasónico
 RT reporte No. _____ Resultado _____
 UT reporte No. _____ Resultado _____

RESULTADOS DE PRUEBA DE SOLDADURA DE FILETE

Tamaño mín., paso mult.	Tamaño máx., paso mult.
Ataque Macro	Ataque Macro
1. _____ 3. _____	1. _____ 3. _____
2. _____	2. _____

Otras Pruebas _____

Prueba de Tensión del Metal de Soldadura _____

Resistencia a la Tensión, psi _____
 Punto de Cedencia/Resistencia, psi _____
 Elongación en 2", % _____
 Prueba de Laboratorio No. _____

Nombre del soldador _____ Reloj No. _____ Sello No. _____

Pruebas conducidas por _____

Prueba No. _____

Por _____

Los abajo firmantes certificamos que lo establecido en este registro es correcto y que las soldaduras de prueba fueron preparadas, realizadas y probadas de acuerdo con los requerimientos de la sección 5, Parte B del ANSI/AWS D1.1(_____)
año

Firma _____
 Fabricante o Contratista

Por _____

Título _____

Fecha _____

Limitación de variables.

El Código AWS D1.1-90 en su parte 5.5 establece las limitaciones y permisivos de las variables del procedimiento que se haya calificado, como sigue:

- 1.- Si se califica un procedimiento con un metal base enlistado en la tabla 4.1, dentro del grupo I, todos los metales base del mismo grupo quedan automáticamente calificados, ya sea iguales o combinaciones de ellos.
- 2.- Si se califica un procedimiento con un metal base enlistado en la tabla 4.1 dentro del grupo II, todos los metales base de este grupo y del grupo I quedan automáticamente calificados, incluyendo combinaciones de metales de este grupo.
- 3.- Los metales base calificados de los grupos III, IV y V de la tabla 4.1.1 sólo califican su especificación, grado y tipo, o los del grupo I.
- 4.- La combinación de metales base de los grupos III, IV y V con metales de otros grupos, se especifica en los párrafos 5.5.1.3 y 5.5.1.4.
- 5.- Cualquier cambio en las variables esenciales establecidas en los párrafos 5.5, se considerará como un cambio esencial que requerirá establecer un procedimiento nuevo de soldadura.

Cupones de prueba.

Deben consultarse las figuras 5.9 a 5.30, para determinar el tamaño necesario del cupón de prueba, y el lugar de corte del espécimen de prueba, de manera que se obtengan los especímenes especificados por el código para las mismas.

Además deberán estudiarse los rangos calificados de las mismas tablas correspondientes para tratar de calificar el procedimiento lo más universalmente posible.

Posición de prueba.

Deberá efectuarse la prueba en la posición más universal posible de acuerdo con la tabla 5.4.

Requerimientos de Resultados de Prueba.

- I.- *Pruebas de Tensión de Sección Reducida.* La resistencia a la tensión no deberá ser menor al rango de tensión mínimo especificado del metal base usado.
- II.- *Pruebas de Doblez de Cara, de Raíz y Lateral.* La superficie convexa del espécimen se examinará en busca de grietas u otras discontinuidades. Cualquier espécimen con una

grieta o discontinuidad abierta en exceso de 1/8" medida en cualquier dirección, presente después del doblado, se considerará inaceptable. No se considerarán las grietas que aparezcan en las esquinas.

III.-*Pruebas de Ataque Macro*. El espécimen debe, para ser aceptado, concordar con los siguientes requerimientos:

- a.- Las soldaduras de penetración parcial, de junta abierta deberán tener la garganta efectiva designada.
- b.- Las soldaduras de filete deberán tener fusión en la raíz, pero no necesariamente más allá.
- c.- El tamaño de pata mínimo debe estar de acuerdo con el tamaño de soldadura especificado.

Soldaduras de juntas de penetración parcial y de filete:

- a.- No deberán tener grietas.
- b.- Deberán tener fusión completa entre capas adyacentes de los metales de soldadura y entre el metal de soldadura y el metal base.
- c.- Deberán tener los perfiles de soldadura, de acuerdo con el detalle propuesto, pero sin las variaciones prohibidas en el párrafo 3.6.
- d.- No tener socavados que excedan de los valores permitidos en 9.25.1.5.

IV.-*Pruebas de Tensión de todo el Metal de Soldadura*.

(Escoria Eléctrica y Electro-Gas). Las propiedades mecánicas de deben ser inferiores a lo especificado en el párrafo 4.16.

V.-*Pruebas No Destructivas*. Para la calificación aceptable, la soldadura revelada por prueba radiográfica o ultrasónica, deberá concordar con el párrafo 8.15, 9.25 o 10.17, el que sea aplicable.

VI.-*Inspección Visual de Tubería y Tubing*. Para considerarse aceptable la calificación, la tubería inspeccionada visualmente, debe concordar con los siguientes requerimientos:

- 1.- La soldadura debe estar libre de grietas.
- 2.- Todos los cráteres deben estar llenos en toda la sección transversal de la soldadura.
- 3.- La cara de la soldadura debe estar a ras con la superficie exterior del tubo, cuando menos y unirse suavemente al metal base. El socavado no debe exceder de 1/64" (0.4 mm). El refuerzo de la soldadura no debe exceder de lo siguiente:

<u>Grueso de pared</u>	<u>Refuerzo máximo</u>
3/8"	3/32"
> 3/8 a 3/4"	1/8"
> 3/4"	3/16"

- 4.- Debe inspeccionarse la raiz, la cual no deberá tener grietas, fusión incompleta o falta de penetración. La concavidad en la raiz se permite dentro de los límites siguientes, con tal de que el grueso total de la soldadura sea igual o mayor al grueso del metal base.

Concavidad permisible en la raiz 1/16" (1.6 mm) exceso de soldadura en la raiz (3.2 mm).

VII.-*Inspección Visual en Placa.* Para la calificación aceptable, la placa de prueba debe concordar con los requerimientos de la inspección visual del párrafo 9.25.1.

El soldador que haya calificado un procedimiento de soldadura en placa, en una junta abierta de penetración completa, queda automáticamente calificado en su habilidad para el proceso y posición de prueba en placa y tubing rectangular, en un grueso igual o menor al grueso usado en la calificación del procedimiento. Si la placa es de 1" o mayor de grueso, el soldador queda calificado para todos los grupos. Este mismo principio es aplicable al soldador que haya calificado un procedimiento de tubería, el cual quedará calificado en la posición y grueso usados en la calificación del procedimiento. Si el tubo fue de 6" de diámetro SCH 80, u 8" de diámetro SCH 120, el soldador quedará automáticamente calificado para todos los gruesos de pared de tubería.

3.- CALIFICACION DE SOLDADORES.

Se efectúan pruebas a los soldadores para determinar la habilidad de los mismos para producir soldaduras sólidas.

Limitación de variables.

- a.- La calificación obtenida con algún acero permitido por este Código, se extenderá al resto de los aceros permitidos.
- b.- Los soldadores deberán calificar cada proceso.
- c.- El soldador calificado en el proceso SMAW con un electrodo identificado en la siguiente tabla, se considerará calificado en electrodos del mismo grupo y de grupos de número inferior.

<u>Grupo</u>	<u>Clasificación AWS</u>
F4	EXX15, EXX16, EXX18
F3	EXX10, EXX11
F2	EXX12, EXX13, EXX14
F1	EXX20, EXX24, EXX27, EXX28

- d.- El soldador calificado con alguna combinación de electrodo y medio de protección del arco, está calificado en cualquier otra combinación de electrodo y medio de protección.
- e.- Un cambio en la posición de soldadura a una no calificada aun, requerirá recalificación.
- f.- Un cambio en el diámetro y grueso de pared calificado, a otro, requerirá recalificación (Tabla 5.6).
- g.- Si la placa está en posición vertical o el tubo en la posición 5G o 6G, un cambio en la dirección de la soldadura requerirá recalificación.
- h.- La omisión del material de respaldo en soldaduras de penetración completa, soldadas de un lado, requerirá recalificación.

Procedimiento.

El soldador deberá utilizar la información especificada en:

- 1.- La especificación del procedimiento de soldadura de junta precalificada; (Forma E-1-1)
o
- 2.- El registro de pruebas de calificación del procedimiento de soldadura (Forma E-1-2).

Los resultados de las pruebas deberán registrarse en la forma E-4.

AWS D1.1 -80

REGISTRO DE PRUEBA DE CALIFICACIÓN DE SOLDADORES Y OPERADORES

Nombre del Soldador _____ N° _____

Proceso de Soldadura _____ Manual _____ Semiautom. _____ Máquina _____

Posición _____

(Plana, Horizontal, Vertical, Ascendente o Descendente, Sobrecabeza)

De Acuerdo con Especificación de Procedimiento N° _____

Especificación del material _____

Diámetro y Grosor de Pared (Tubo) o Grosor de Junta _____

Rango de Grosor Calificado _____

Especificación N° _____ Metal de Relleno Clasificación _____ "F" N° _____

Describe el Metal de Relleno (Si no es AWS) _____

Se usa Placa de Respaldo? _____

Diámetro del Metal de Relleno y Marca _____ Fundente _____

(SAW) (GMAW) (FCAW)

Inspección Visual (9.25.1)

Apariencia _____ Socavado _____ Porosidad en Tubo _____

Resultados de Prueba de Doblez Guiado

Tipo	Resultado	Tipo	Resultado

Pruebas conducidas por _____ Prueba No. _____

De acuerdo con _____ Fecha _____

Resultados de Pruebas de Filete

Apariencia _____ Tamaño del filete _____

Penetración de Raiz en Prueba de Fractura _____ Macro _____

(Describe el Lugar, Naturaleza y Tamaño de las Grietas o Arranque del Espécimen)

Pruebas conducidas por _____ Prueba N° _____

De acuerdo con _____ Fecha _____

Resultados de Prueba Radiográfica

Identificación de la película	Resultados	Observaciones	Identificación de la película	Resultados	Observaciones

Prueba testimoniada por _____ Prueba N° _____

De acuerdo con _____

Los abajo firmantes testificamos que la información en este registro es correcta y que las soldaduras fueron preparadas y probadas de acuerdo con los requerimientos del Código de Soldadura Estructural AWS D1.1 5C o D.

Fabricante o contratista _____

Autorizado por _____

Fecha _____

TABLA 5.4

POSICIONES DE PRUEBA Y LIMITACIONES
CALIFICACION DE PROCEDIMIENTOS

Tipo de Soldadura y Posición Calificada

Pruebas de Calificación		Placa		Tubería	
Soldadura	Posiciones de Placa o Tubo **	Junta Abierta	Filete	Junta abierta	Filete
Placa-Junta Abierta Penetración Completa	1G	P	P	P	P
	2G	H	P, H	P, H	P, H
	3G	V	V		
	4G	SC	SC		
Placa-Junta Abierta Penetración Parcial	1G	P	P	P	P
	2G	H	P, H	P, H	P, H
	3G	V	V		
	4G	SC	SC		
Placa-Filete	1F		P		P
	2F		P, H		P, H
	3F		V		V
	4F		SC		SC
Tubería-Junta Abierta Penetración completa	1G	Girando	P	P	P
	2G		P, H	P, H	P, H
	5G		P, V, SC	P, V, SC	P, V, SC
	6G		P, H, V, SC	P, H, V, SC	P, H, V, SC
Tubería - Filete	1F	Girando			P
	2F				P, H
	2F	Girando			P, H
	4F				P, H, SC
	5F				Todas

4.- CALIFICACION DE PUNTEADORES.

El código AWS D1.1-90 especifica las pruebas requeridas para determinar la habilidad de los punteadores.

Se llama *Punteador* a la persona que, bajo la dirección de un oficial de estructura coloca puntos de soldadura para mantener dicha estructura en alineamiento adecuado, hasta que se depositen las soldaduras definitivas.

Para calificar a los punteadores, deberán aplicarse las siguientes reglas:

- I.- El punteador que se califique con algún acero permitido por este Código, se considerará calificado para puntear cualquiera de los demás aceros.
- II.- El punteador calificado en soldadura SMAW con un electrodo de la tabla siguiente, se considerará calificado para puntear con cualquier otro electrodo del mismo grupo y con los electrodos de grupos inferiores.

<u>Grupo</u>	<u>Clasificación AWS de los electrodos</u>
F4	EXX15, EXX16, EXX18
F3	EXX10, EXX11
F2	EXX12, EXX13, EXX14
F1	EXX20, EXX24, EXX27, EXX28

III.- El punteador calificado con un electrodo aprobado y combinación de medios de protección, se considerará calificado para puntear con cualquier otro electrodo aprobado y combinación de medios de protección para el proceso usado en la prueba de calificación.

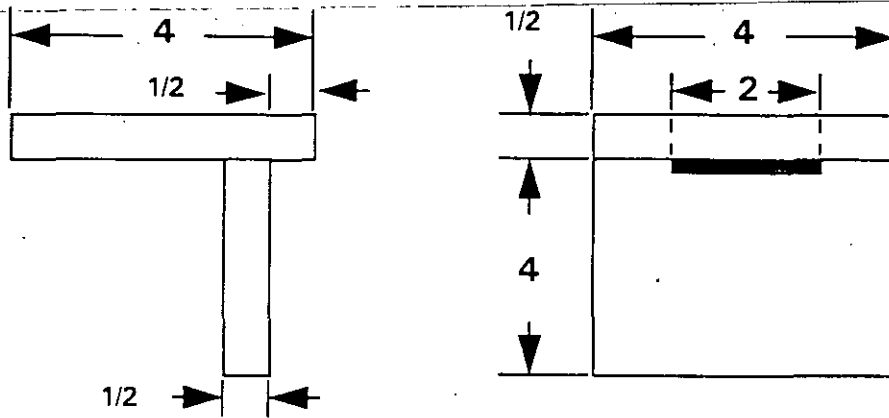
IV.- El punteador deberá calificarse para cada proceso de soldadura usado.

V.- Un cambio en la posición de punteado, según se define en las figuras 5.8, requerirá recalificación.

VI.- El metal de prueba deberá ser alguno de los enlistados en el párrafo 10.2.

Especímenes de prueba.

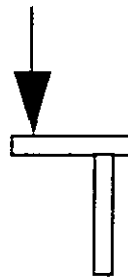
- I.- El punteador deberá hacer una soldadura de puntos de 1/4" (6.4 mm) (Filete), con una longitud de 2" (50.8 mm) en el filete de un espécimen como se describe en la figura siguiente:



Se deberá utilizar un electrodo de 5/32" de diámetro.

Método de prueba.

Se aplicará una fuerza como se muestra en la figura siguiente, hasta que ocurra la ruptura. La fuerza podrá aplicarse por cualquier medio. Deberá examinarse la superficie de la soldadura y la fractura, visualmente, en busca de defectos.



Criterios de aceptación de los resultados de prueba.

- I.- La soldadura deberá presentar una apariencia razonablemente uniforme, libre de sobremontas, grietas y socavado excesivo. No debe haber porosidad visible en la superficie de la soldadura de puntos.
- II.- La superficie fracturada debe mostrar fusión en la raíz, pero no necesariamente más allá. No debe haber fusión incompleta en el metal base ni inclusión de porosidad mayor de 3/32" en su dimensión mayor.

III.-El punteador que pase la prueba de ruptura de filete podrá puntear todos los tipos de juntas para el proceso y en la posición calificados.

Repetición de la prueba.

En caso de no pasar la prueba, el punteador podrá efectuar una prueba adicional sin reentrenamiento.

Efectividad.

El punteador calificado podrá puntear indefinidamente en las posiciones y con los procesos en que está calificado, a menos que haya una razón específica para dudar de su habilidad, en cuyo caso deberá volver a calificarse.

Registros.

Deberán documentarse los resultados de las pruebas y conservarse en lugar disponible a las autoridades que deseen examinarlos.

Your Benefits as a Member of the American Welding Society



American Welding Society

550 N.W. LeJeune Rd., PO Box 351040
Miami, Florida 33135 305 443-9353
800 443-9353; Telefax 305 443-7559
Telex AMWELD SOC 51-9245



American Welding Society



American Welding Society

When the American Welding Society was founded in 1919, it served 286 members with a staff of two. Today, the AWS is international, with a membership exceeding 41,000 worldwide and an established position at the center of the welding industry. From the Society's busy Miami headquarters pour dozens of programs which benefit its members from basic technique to advanced research.

Volunteers have always been the heart of AWS, and they are the key to its remarkable success. Through the years, thousands of them, including individuals from industry, government, and education, have worked to achieve the Society's stated goal: "To advance the science, technology and application of welding."

Local Section Meetings

AWS is organized into 22 Districts comprising 145 local Sections. Your AWS membership automatically makes you a part of your local group, one of a network of welding professionals who meet monthly to share in the vital interaction of membership in the welding industry's most prestigious organization.

Put your career on the fast track as you exchange ideas, discuss mutual problems, and develop invaluable contacts with key people in the industry's top jobs. Both you and your company will benefit from the carefully planned educational courses, technical speakers, and plant tours designed to keep you constantly up-to-date on the full spectrum of welding-related subjects.

AWS members are welders, foremen, inspectors, engineers, designers, fabricators, suppliers, researchers and educators ... just the people you need to know to keep your career in high gear!

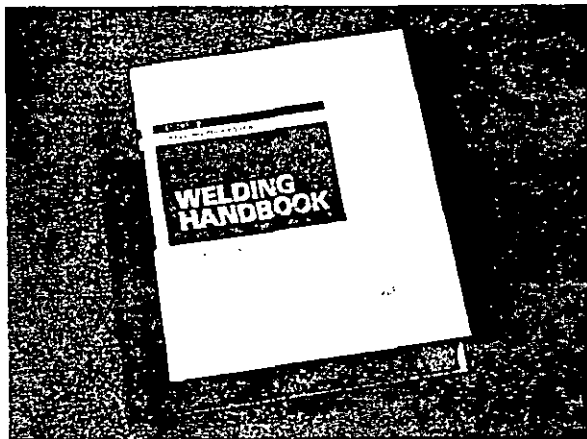
Welding Journal



The *Welding Journal* is the most widely read professional publication serving the welding industry. Bringing you the very latest information on new welding applications, products and methods, the magazine combines materials of immediate practical use with the only peer-reviewed research articles on subjects vital to the welding industry.

The *Welding Journal* will keep you informed on welding, the welding industry, and the American Welding Society. The *Welding Journal*: A \$90 value, delivered to your home or office free each month as a member of the American Welding Society!

Welding Handbook



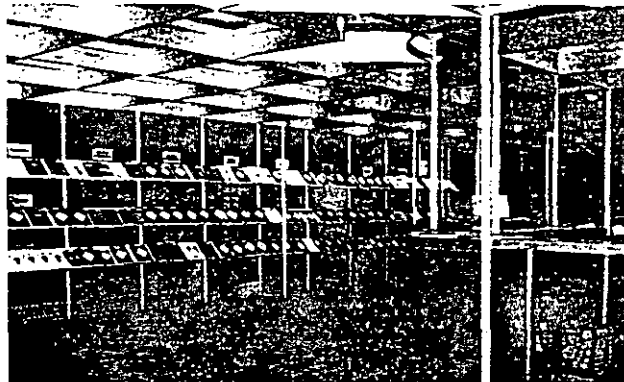
The *Welding Handbook*, Volume I – Eighth Edition, is the definitive sourcebook in the industry. Full of vital operating data and procedural information, this guide belongs on the desk of every welding professional.

As an AWS member you will receive:

- The latest volume of the *Welding Handbook* free to Full Members. (Student Members receive a discount on purchase.)
- Subsequent volumes as soon as available.

The *Welding Handbook* is the most comprehensive reference in the industry – another invaluable benefit to AWS members!

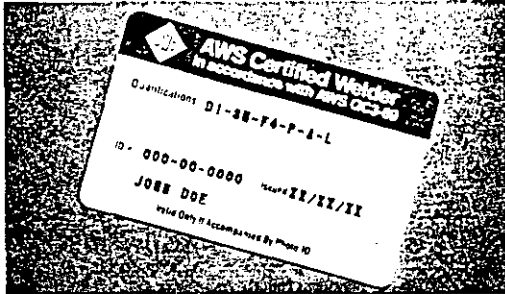
Technical Publications



The American Welding Society publishes the industry's most comprehensive offering of current significant documents about welding and related processes – more than 180 volumes, including international codes and standards, all available to members at preferred prices. Included are structural welding codes, filler metal specifications, recommended welding practices, and safety and health publications. Most of the publications have been approved by the American National Standards Institute (ANSI) and are utilized throughout the world. These technical publications reflect the expertise and cumulative knowledge of more than 1,000 welding experts and authorities serving as volunteer members of AWS technical committees.

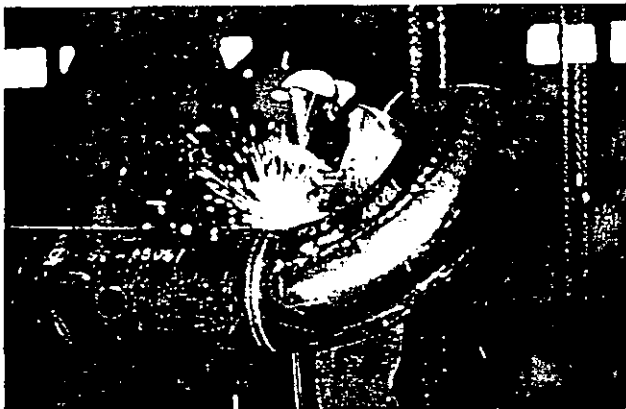
As an AWS member, you not only benefit from this wealth of information, but you may participate as a technical committee member in an area in which you have a particular interest. You also benefit by being able to purchase AWS publications at a substantial member discount. In addition, each local Section maintains a complete library of AWS technical publications at a location accessible to all members.

Certified Welders National Registry



In a move to save the welding industry millions of dollars every year, AWS has developed a comprehensive program to certify the qualifications of welders nationwide.

To earn the AWS Certified Welder designation, welders complete a series of standardized skills tests administered by Certified Welding Inspectors at facilities accredited by an independent third party. Records of successful applicants will be maintained by AWS in a nationwide welder registry, enabling employers to verify welders' qualifications easily and with confidence, without testing.



Certified Welding Inspector (CWI)



In addition to its position as the preeminent code writing body for the welding industry, AWS administers an international program for the qualification and certification of welding inspectors.

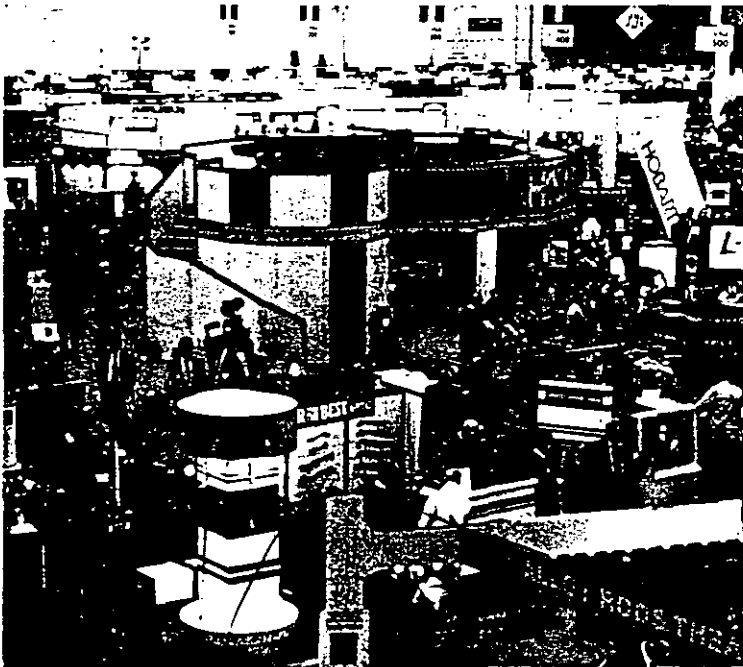
AWS Certified Welding Inspectors are recognized industry-wide as highly qualified professionals. After meeting rigid standards of training and education, they are tested to assure a comprehensive working knowledge of welding qualification and testing procedures, codes and standards, and much more. Those who pass the rigorous examination gain entrée to some of the most rewarding jobs in the welding industry, in an area where demand is surging as employers increasingly insist on the guaranteed quality of CWIs whenever weldments are required. Supplementing the CWI examination are a series of educational seminars and training materials designed to boost your knowledge to CWI standards.

This training, and the examination itself, are available to AWS members at substantially discounted rates.

International Welding Exposition and Convention

The annual AWS International Welding Exposition and Convention is the premier event in the welding industry. Attendees at this week-long event, which includes the Society's Annual Meeting, view exhibits of over 400 of the industry's top producers of welding equipment, supplies and services. More than 200 in-depth technical sessions, educational programs, plant tours and social events comprise the largest, most complete welding show in the United States.

Registration for the Exposition and Professional Program at member prices saves you more than the cost of your AWS membership. Save even more with preferred rates on accommodations and airfare. The AWS Convention and International Welding Exposition - another great return on your professional investment in AWS!



Educational Programs



Every year, AWS sponsors a variety of conferences, seminars and symposiums throughout the country. Nationally and internationally acclaimed welding experts present papers of current interest in such areas as joining research, NDT, welding inspection, AWS codes and standards, safety & health, and more.

As an AWS member, you can enhance your professional growth at substantial savings over the non-member cost of these valuable programs. Similar savings are available on AWS home-study courses.

Throughout the year, local Sections offer numerous educational activities to members at nominal cost. In addition, AWS members may participate in professional conferences in a number of foreign countries at special member prices.

As an AWS member,

You will be entitled to a number of benefits at no additional cost. These include:

- Group discounts on medical, life and auto insurance
- Courtesy discounts on automotive rental
- MasterCard & Member Loan Programs

These benefits, combined with the advantages of discounts on technical publications, educational programs and other AWS services, make AWS membership a sound financial investment.

When you evaluate the advantages of attendance at local Section programs, and the opportunity to participate in the development of industry codes and standards, you'll see why you can't afford not to join the American Welding Society!

Finally, when you also consider that you'll receive the *Welding Journal*, the *Welding Handbook*, and information about AWS programs and activities, you'll realize that AWS membership is too good an opportunity to pass up!

**Call Toll Free
800-443-9353**

Member Grades

One of these memberships is right for you!

MEMBER

When you join you receive the most recent volume of the *Welding Handbook* and a year's subscription to the monthly *Welding Journal*. You will also be eligible for substantial discounts on the purchase of AWS publications and other services.

Annual Dues.....	\$55.00
Initiation Fee.....	\$12.00

STUDENT MEMBER

If you attend a college, university, technical or vocational school, or high school in the U.S., you are eligible to become a Student Member.

When you join you receive a year's subscription to the monthly *Welding Journal*.

Annual Dues.....	\$15.00
------------------	---------

SUSTAINING MEMBER

This is the most prestigious class of AWS membership. In addition to its many tangible benefits, AWS Sustaining Membership establishes your organization as a leader in the welding industry.

Contact AWS for details.

Annual Dues (Domestic).....	\$600.00
Annual Dues (Foreign).....	\$700.00
Initiation Fee.....	\$500.00

EDUCATIONAL INSTITUTE MEMBERSHIP

Any educational institution is eligible for this class of membership. The cost is \$165 minimum, or the aggregate dues of the individual Members in the staff of the institution, whichever is greater.

Contact AWS for details.

SUPPORTING COMPANY MEMBERSHIP

Any company in the welding industry is eligible for this class of membership. The cost is \$275 minimum or the aggregate dues of the individual Members employed by the company, whichever is greater.

Contact AWS for details.



American Welding Society

As an AWS member,

You will be entitled to a number of benefits at no additional cost. These include:

- Group discounts on medical, life and auto insurance
- Courtesy discounts on automotive rental
- MasterCard & Member Loan Programs

These benefits, combined with the advantages of discounts on technical publications, educational programs and other AWS services, make AWS membership a sound financial investment.

When you evaluate the advantages of attendance at local Section programs, and the opportunity to participate in the development of industry codes and standards, you'll see why you can't afford not to join the American Welding Society!

Finally, when you also consider that you'll receive the *Welding Journal*, the *Welding Handbook*, and information about AWS programs and activities; you'll realize that AWS membership is too good an opportunity to pass up!

Call Toll Free
800-443-9353

MEMBERSHIP APPLICATION

Tear-off here

78753

Mr Mrs Ms

Last Name First Name Initial

Street Address

City State ZIP Code

Company

Company Street Address

City State ZIP Code

Address to be used for Society mail (check one) Home Company

Section Affiliation Preference

NOTE: Dues include \$17.50 for Welding Journal subscription and \$3.00 for the AWS Foundation.

Telephone _____ Social Security _____ Birth Date _____
Month Day Year

Were you ever an AWS Member? Yes No If "yes," give year _____ and Member # _____

Type of Business (check ONE only) A <input type="checkbox"/> Contract construction B <input type="checkbox"/> Chemicals & allied products C <input type="checkbox"/> Petroleum & coal industries D <input type="checkbox"/> Primary metal industries E <input type="checkbox"/> Fabricated metal products F <input type="checkbox"/> Machinery except elect. (incl. gas welding) G <input type="checkbox"/> Electrical equip. supplies, electrodes H <input type="checkbox"/> Transportation equip. - air, aerospace I <input type="checkbox"/> Transportation equip. - automotive J <input type="checkbox"/> Transportation equip. - boats, ships K <input type="checkbox"/> Transportation equip. - railroad L <input type="checkbox"/> Utilities M <input type="checkbox"/> Welding distributors & retail trade N <input type="checkbox"/> Misc. repair services (incl. welding shops) O <input type="checkbox"/> Educational services (univ. libraries, schools) P <input type="checkbox"/> Engineering & architectural services (incl. assns.) Q <input type="checkbox"/> Misc. business services (incl. commercial labs) R <input type="checkbox"/> Government (federal, state, local) S <input type="checkbox"/> Other	Job Classification (check ONE only) 01 <input type="checkbox"/> President, owner, partner, officer 02 <input type="checkbox"/> Manager, director, superintendent (or assistant) 03 <input type="checkbox"/> Sales 04 <input type="checkbox"/> Purchasing 05 <input type="checkbox"/> Engineer - welding 06 <input type="checkbox"/> Engineer - other 07 <input type="checkbox"/> Inspector tester 08 <input type="checkbox"/> Supervisor foreman 09 <input type="checkbox"/> Welder, welding or cutting operator 10 <input type="checkbox"/> Architect designer 11 <input type="checkbox"/> Consultant 12 <input type="checkbox"/> Metallurgist 13 <input type="checkbox"/> Research & development 14 <input type="checkbox"/> Technician 15 <input type="checkbox"/> Educator 16 <input type="checkbox"/> Student 17 <input type="checkbox"/> Librarian 18 <input type="checkbox"/> Customer service 19 <input type="checkbox"/> Other	Your Technical Interests (Place number on line in choice order 1-2-3, etc.) A _____ Ferrous metals B _____ Nonferrous - aluminum C _____ Nonferrous except aluminum D _____ NDT E _____ Safety & health F _____ Arc welding G _____ Brazing & soldering H _____ Cutting I _____ Gas welding J _____ Resistance welding K _____ Thermal spraying L _____ Aerospace M _____ Automotive N _____ Machinery O _____ Marine P _____ Pipe & tubing Q _____ Pressure vessels & tanks R _____ Structures S _____ Other
--	--	--

Major product or service of your organization _____

Did you learn of the Society through an AWS Member? Yes No If "yes," Member's name: _____
Member's # (if known): _____

Payment can be made (in U.S. dollars) by check or money order (international or foreign) payable to the American Welding Society, or by charging American Express, Carte Blanche, Diners Club, MasterCard, or VISA. If you prefer, we will invoice you for dues plus initiation fee.

Check Money Order American Express Carte Blanche
 Diners Club MasterCard VISA Bill Me

Your Account Number Card Expiration Date

I do not wish to have \$3.00 donated to the AWS Foundation. I realize this does not affect my total payment.

DUES SCHEDULE*		
	Member	Student
One Year	\$55	\$15
OR		
Two Years	105	30
PLUS		
Initiation*	12	0
*new members only		
Please Check Appropriate Boxes		
<input type="checkbox"/> Member	<input type="checkbox"/> Student	
*Multiyear option. First year \$55, each additional year \$50. No limit on years. Number of years: _____		

FOR OFFICE USE ONLY

Check No _____ Account No _____
Source Code 93MI Date _____ Amount _____
Grade _____ Date Joined _____ PTD _____

Application Date _____ Signature of Applicant _____

Member: You are eligible to be a Member if you have an interest, experience, or a degree in welding or its allied processes. Members receive the most recent volume of the *Welding Handbook* and a year's subscription to the monthly *Welding Journal*, as well as discounts on AWS publications and other services.
Student Member: Any individual who attends a recognized college, university, technical, vocational school, or high school shall be eligible. Student Members receive a year's subscription to the monthly *Welding Journal* and discounts on the purchase of AWS publications and other services.

Publications Catalog



**WINTER
UPDATE**

Prices Valid Until
April 1, 1993



American Welding Society

Contents

AWS Publication Index	Inside Front Cover
New Items / Winter Update	1
AWS Conferences	39
Welding Handbooks	3
Fundamentals	3
Filler Metals	4
Inspection & Qualification	2 & 5
Welding Processes	7
Brazing Handbook	7
Thermal Spraying	9
Industrial Applications	9
Structural Welding Code-Steel	9
Safety and Health	10
Metallurgy	12
Aluminum	12
Educational Materials	13
Welding Journal	16
AWS Gifts	16
Abington Publishing-Woodhead Publishing LTD	17

Ordering Information	20
Order Form	21
Computer Software	2 & 22
American Welding Institute	22
The International Institute of Welding	23
American Society of Quality Control	25
Publications from Other Sources	2 & 25
Global Engineering	26
Nondestructive Testing	27
Laser Institute	29
Welding Research Council	29
Videocourses	32
AWS Publications with Keywords	34
Wire Application	38
Membership Application	Inside Back Cover
Seminar Courses	Back Cover

4

**Easy
Ways
to
Order
from AWS**

1 CALL 800 334-9353

For Orders Only
7:30 a.m. - 5:00 p.m.

(Others Please call 800 443-9353)

3 Write to:

Order Department
American Welding Society
550 N.W. LeJeune Road
P.O. Box 351040
Miami, Florida 33135
(Locate the order form on pg 21)

2 FAX: 305 443-7559

(Locate the order form on pg 21)

4 Telex: 51-9245

AWS Publication Index

Code	Page	Code	Page	Code	Page	Code	Page	Code	Page	Code	Page
A1.1-89	3	A5.21-80	5	C3.6-90	8	D1.5-88	9	F1.5-87	12	TSS	9
A2.1-DC	3	A5.22-80	5	C3.8-90	8	D3.5-85	9	F2.1-78	12	TWFR-C	11
A2.1-WC	3	A5.23-90	5	C4.1-G	3,8	D3.6-89	9	F2.2-89	12	TWFR-S	11
A2.4-86	3	A5.24-90	5	C4.1-WC	3,8	D3.7-90	9,12	F3.1-89	12	ULR	11
A2.4-93	1	A5.25-91	5	C4.2-90	8	D5.2-84	9	F4.1-88	12	WCB-89	14
A3.0-89	3	A5.26-91	5	C4.3-83	8	D8.5-66	9	F6.1-78	12	WCI	7
A4.2-91	5	A5.28-79	5	C5.1-73	8	D8.7-88	9	FD-89	14	WCP	15
A4.3-86	5	A5.29-80	5	C5.2-83	8	D8.8-89	9	FFPWS	14,23	WFDP	11
A5.01-87	4	A5.30-79	5	C5.3-91	8	D9.1-90	9	FGW	10	WHB	3
A5.1-91	4	A5.31-92	1	C5.4-84	8	D10.4-86	9	FMC-89	4	WI-80	7,14
A5.2-92	4	A9.1-92	1	C5.5-80	8	D10.6-91	10	FSW	1	WIT	15
A5.3-91	4,12	A9.2-92	1	C5.6-89	8	D10.7-86	10,12	FWT	14	WJ	16
A5.4-81	4	AWN	10	C5.7-89	8	D10.8-86	10	HOT	14	WJB	16
A5.5-81	4	AWS	10	C6.1-89	8	D10.8-86	10	HST	15	WM1	12
A5.6-84	4	B1.10-86	5	CAWF	10	D10.9-80	7,10	IFS-87	4	WM2	12
A5.7-84	4	B1.11-88	5	CM-80	14	D10.10-90	10	IQCC	15	WOC	14
A5.8-89	4	B2.1-84	5	CP-391	14	D10.11-87	10	IWMM	15	WPH	3
A5.8-92	1	B2.1 Series	5-6	CP-488	13	D10.12-89	10	IWR	16	WS	12
A5.9-81	4	B2.2-91	7	CP-690	13	D11.2-89	10	LVDOS	11	WSD	15
A5.10-92	4,12	B4.0-85	7	CP-987	13	D14.1-85	10	OPP	13	WSH	15
A5.11-90	4	B4.0-92	1	CP-990	13	D14.2-86	10	OWS	11	WTA	13
A5.12-92	4	BRH	7	CP-991	13	D14.3-82	10	PMP	7	WZC	12
A5.13-80	4	C1.1-66	7	CP-1088	13	D14.4-77	10	QC1-88	7	Z49.1-88	12
A5.14-89	4	C1.3-70	8	CP-1090	13	D14.5-80	10	QC3-89	7		
A5.15-90	4	C2.2-67	8,9	CP-1091	14	D14.6-81	10	QC4-89	7		
A5.16-90	4	C2.14-74	8,9	CP-1190	14	D15.1-86	10	QCS-91	1		
A5.17-89	5	C2.16-92	8	CP-1291	14	ESW	7	SHP	11		
A5.18-79	5	C2.2-82	8	D1.1-92	9	F1.1-92	11	SP	11		
A5.19-80	5	C3.3-80	8	D1.2-90	9,12	F1.2-92	11	TCO-92	3		
A5.19.92	1	C3.4-90	8	D1.3-89	9	F1.3-91	11	TK	7		
A5.20-79	5	C3.5-90	8	D1.4-92	9	F1.4-87	12	TSH	9		

Winter Update of New and Revised Publications

This Winter Update includes a supplement with new and recently updated welding industry publications, their descriptions and prices. In addition to these listings, there is an updated seminar schedule through April 1, 1993, and a description of upcoming conferences. All prices in this winter edition are good through April 1, 1993.

New Items

Technical Publications

A2.4-93 Standard Symbols for Welding, Brazing and Nondestructive Examination, 100 pp, 1992†‡

The newly updated American National Standard significantly clarifies the explanation of symbols used in communicating instructions between designers and welders or brazers. It also includes a system of symbols to inform nondestructive examination technicians the extent, frequency and method of required examinations. A commentary section has been added to address subjects prompting the highest volume of inquiries such as the "typical" notation, complete joint penetration, flare groove welds, seal welds and the welding symbol chart.

Code: A2.4-93 List: \$60.00 Member: \$45.00

A5.8-92 Filler Metals for Brazing and Braze Welding, Specification for, 25pp, 1992†

Chemical composition, physical form, and packaging of more than 75 brazing filler metals are specified. Information is provided concerning the liquidus, solidus, brazing temperature range, and general areas of application recommended for each filler metal.

Code: A5.8-92 List: \$20.00 Member: \$15.00

A5.19-92 Magnesium Alloy Welding Electrodes and Rods, Specification for, 17pp, 1992†

Prescribes requirements for the classification of bare magnesium alloy welding electrodes and rods for use with the gas metal arc, gas tungsten arc, oxyfuel gas, and plasma arc welding processes.

Code: A5.19-92 List: \$20.00 Member: \$15.00

A5.31-92 Fluxes for Brazing and Braze Welding, Specification for, 11 pp, 1992†

The publication classifies 15 fluxes for brazing and braze welding according to the filler metal, form and activity temperature range. In accordance with a new classification system, designator "FB" indicates fluxes for brazing and braze welding applications. Major topics include selected classification tests, general requirements, testing procedures and packaging requirements. The specification's appendix suggests some general application guidelines.

Code: A5.31-92 List: \$20.00 Member: \$15.00

A9.1-92 Describing Arc Welds in Computerized Material Property and Nondestructive Examination Databases, Standard Guide for, 9pp, 1992†

Provides a format for the fields and types of data that uniquely define an arc weld property database.

Code: A9.1-92 List: \$20.00 Member: \$15.00

A9.2-92 Recording Arc Weld Material Property and Nondestructive Examination Data in Computerized Databases, Standard Guide for, 7pp, 1992†

Provides a format for the fields and types of mechanical property and nondestructive examination data that should be entered into a weld property database.

Code: A9.2-92 List: \$20.00 Member: \$15.00

B4.0-92 Mechanical Testing of Welds, Standard Methods for, 61pp, 1992†

Describes eight mechanical test methods that are applicable to welds and welded joints. Provides information for each testing method concerning applicable ANSI, ASTM, and API documents, the required testing, apparatus, specimen preparation, procedure to be followed, and report requirements.

Code: B4.0-92 List: \$36.00 Member: \$27.00

FSW Fire Safety in Welding and Cutting, 20pp, 1992, 100 copies

Booklet provides a brief outline of precautionary measures and safe practices that will help avoid the hazards of fire and explosion.

Code: FSW List: \$36.00 Member: \$27.00

† An American National Standard
‡ Department of Defense Adopted



American Welding Society

Inspection & Qualification

QC5-91 **Certification of Welding Educators, Standard for, 9 pp, 1991**
This standard establishes the requirements and program for the American Welding Society to certify welding educators. It describes the principles of conduct and practice by which certification may be obtained. AWS conducts written examinations which verify a person's skill and knowledge of welding fabrication and requires documentation of their teaching skill. The standard is intended to supplement the requirements of an employer or state regulations.

ISO 9000/Q90 Series of Quality Standards

ANSI/ASQC Q90, the American Equivalent of ISO 9000, is now carried by the American Welding Society. These documents are the most popular of all existing Quality Assurance Standards, and are published by the American Society of Quality Control. The Standards are listed on page 25 of this catalog.

Computer Software

MM **MetalMatch** a computer program that identifies commercial alloys by composition. It saves much of the time searching tables of alloy compositions. MetalMatch can identify the following, an alloy by composition, substitutional alloys, alloys with overlapping compositions, compositionally compatible alloys, and more. MetalMatch lists the alloys for an unknown by society designations (AISI, SAE, ASTM, AMS, AWS, AA), or type or trade names. System requirements, Macintosh: 800k HD, 2MB RAM, System 6.0.4 or later, PC: 1.3 MB free space on HD 512K RAM, DOS 3.3 or later.
Code: **MM** \$129.00

Publications from Other Sources

- 034** **The Metals Black Book**, 492 pp, 1992, Published by CASTI Publishing Inc. Over 100,000 pieces of practical up-to-date metals data. It will service everyone from trades people to research scientists, engineers of all disciplines, inspectors, technologists, instructors and students.
Code: **034** \$39.95
- 035** **The Paton Welding Journal** covers all aspects of welding including recent reports concerning theory and practice on welding processes, arc physics, welding metallurgy, testing and properties of welded structures and joints, and assessments of welding equipment. It especially concentrates on the development of welding consumables, materials and new welding processes. Published monthly.
Code: **035** One year \$765.00

SOVIET TECHNOLOGY REVIEW SERIES, Section C: Welding and Surfacing Reviews

- 036** **Volume 1, Part 1: Electron Beam Welding, Achievements and Problems, A Review** (Paton, B.E./Nazarenko, O.K.) (1989, 54+pp.) Softcover.
Code: **036** \$28.00

Continued on page 39

The American Welding Society Proudly Announces a New Center for Training in Advanced Materials Joining

The U.S. government is now transferring non-sensitive defense technology to private industry to develop peacetime products. And with it comes a new demand for trained welding technicians skilled in sophisticated materials joining.

New Opportunities in High Technology

To meet this demand, the American Welding Society and the U.S. Department of Energy have created the AWS Precision Joining Center. The modern training facility, equipped with the latest in high technology joining machinery, is in the Denver area.

Applications are being accepted from

welders, inspectors, technicians and students interested in advancing their careers or pursuing a challenging new one in the aerospace, computer, medical and communications equipment industries... as well as many others.

In-House Training Available for Industry

The Center's core courses in production and weld quality determination are available to manufacturers on an in-house basis for training qualified employees.

Be a Part of the Future

You can become a part of the exciting new technology that will play an important role in the future of welding and materials joining.

Write or Call Today for detailed information on how to make precision joining part of your future.



American Welding Society

550 N.W. LeJeune Rd., P.O. Box 351040
Miami, Florida 33135, 305 443-9353
800-443-9353 (Continental U.S.), Telefax 305 443-7559, Telex AMWELD SOC 51-9245


**Precision
Joining
Center**



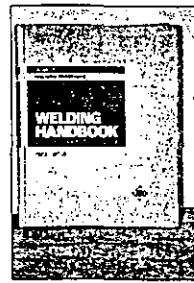
Fundamentals

- WPH** **Welding Power Handbook**, A.F. Manz, 208 pp. 1973
An easy-to-follow basic discussion of welding power sources.
Code: WPH List \$13.00 Member: \$9.75
- A1.1-89** **Metric Practice Guide for the Welding Industry**, 32 pp. 1989†
This document contains the most widely accepted version of the international System of Units (SI). It includes the base units, supplementary units, derived units, and rules for their use. Also covered are conversion factors and rules for their use in converting customary inch-pound units to SI units. Recommendations are presented for style and usage in such areas as prefixes, punctuation, number grouping etc. There are also suggestions to industry for managing transition.
Code: A1.1-89 List \$20.00 Member: \$15.00
- A2.1** **Welding Symbols Charts**, 1986
Wall size (22" x 28")
Code: A2.1-WC List \$4.00 Member: \$3.00
Desk size (11"x17")
Code: A2.1-DC List \$4.00 Member: \$3.00
- A2.4-86** **Standard Symbols for Welding, Brazing and Nondestructive Examination**, 83 pp, 1986†
Establishes a method of conveying instructions to the welder or brazer by means of symbols which may have several parts. Detailed instructions and examples are provided so that the welding or brazing symbol may be constructed and interpreted to cover most welded or brazed designs. Also included is a system of symbols for informing the nondestructive examination technician as to the method, frequency and extent of examination required.
Code: A2.4-86 List \$36.00 Member: \$27.00
- A3.0-89** **Standard Welding Terms and Definitions**, 109 pp. 1989†
This standard is a glossary of the technical terms used in the welding industry. Its purpose is to establish standard terms to aid in the communication of welding information. Since it is intended to be a comprehensive compilation of welding terminology, nonstandard terms used in the welding industry are also included. All terms are either standard or nonstandard. They are arranged alphabetically. A total of 1127 terms are defined, and the definitions are illustrated by 44 figures. Also included is the Master Chart of Welding and Allied Processes and the Joining Method Diagram with corollary classification diagrams.
Code: A3.0-89 List \$36.00 Member: \$27.00
- C4.1-G** **Oxygen Cutting Surface Roughness Gauge**
Four surface replicas.
Code: C4.1-G List \$16.00 Member: \$12.00
- C4.1-WC** **Criteria for Describing Oxygen-Cut Surfaces**, 1977
11"x25 1/2" wall chart
Code: C4.1-WC List \$4.00 Member: \$3.00

Welding Handbook Eighth Edition

- WHB-1.8** **Volume One, Welding Technology**, 638 pp, 1987

This definitive work is the first of the NEW three volume 8th Edition. All the topics covered in Volumes One and Five of the 7th Edition appear here in updated form. The expanded contents should make this volume a working reference for everyone involved in the welding industry.
Quality, cost estimating, metallurgy, safety and health; these topics and many more are covered in Volume One of the NEW 8th Edition of the Welding Handbook. Contents: Survey of Joining and Cutting Processes; Physics of Welding; Heat Flow in Welding; Introduction to Welding Metallurgy; Design for Welding, Symbols for Welding, Brazing and Nondestructive Examination; Residual Stresses and Distortion; Economics and Cost Estimating; Fixtures and Positioners; Automation and Control; Weld Quality; Testing for Evaluation of Weld Joints; Codes and Other Standards; Qualification and Certification; Inspection; Safe Practices.
Code: WHB-1.8 List \$108.00 Member: \$81.00

WHB-2.8 Volume Two, Welding Processes, 1991



Volume Two of the Welding Handbook updates and expands the information contained in Volumes Two and Three of the 7th Edition and covers the full spectrum of welding and cutting processes.

This 955-page sourcebook has 29 information filled chapters prepared by experts in specific processes. In addition, detailed charts, drawings and appendixes are included to make it a practical and indispensable reference for management and supervisory personnel, educators, welders, researchers and students.

Code: WHB-2.8 List \$108.00 Member: \$81.00

SPECIAL for multiple purchases of Welding Handbooks, 7th Ed.

	List Price	Member Price
Any one volume	\$ 50.00	\$ 37.50
Any two volumes	90.00	67.50
Any three volumes	130.00	97.50
Any four volumes	170.00	127.50
Any five volumes	200.00	150.00

Welding Handbook, 7th Ed.

- WHB-1** **Volume 1, Fundamentals of Welding, 7th Ed.**, 373 pp, 1976
Covers the physics of welding, welding metallurgy, testing and evaluation of welded joints, and residual stresses and distortion in weldments.
Code: WHB-1 List \$50.00 Member: \$37.50
- WHB-2** **Volume 2, Welding Processes — Arc and Gas Welding and Cutting, Brazing, and Soldering, 7th Ed.**, 592 pp, 1978
Covers the major welding and allied processes used in manufacturing and construction operations such as shielded metal arc, gas tungsten arc, gas metal arc, flux cored arc, submerged arc, and plasma arc welding.
Code: WHB-2 List \$50.00 Member: \$37.50
- WHB-3** **Volume 3, Welding Processes — Resistance and Solid-State Welding and Other Joining Processes, 7th Ed.**, 459 pp, 1980
Second volume covering welding and allied processes, including resistance, electron beam, laser beam, friction, ultrasonic, high frequency, explosion, and diffusion welding; also thermal spraying, and adhesive bonding.
Code: WHB-3 List \$50.00 Member: \$37.50
- WHB-4** **Volume 4, Metals and Their Weldability, 7th Ed.**, 582 pp, 1982
Covers the welding, brazing, and soldering of all metals and alloys commonly used in fabrication.
Code: WHB-4 List \$50.00 Member: \$37.50
- WHB-5** **Volume 5, Engineering, Costs, Quality and Safety, 7th Ed.**, 460 pp, 1984
Covers design, symbols, quality, inspection, and safe practices for welding and brazing; economics and cost estimating; fixtures and positioners; codes and standards.
Code: WHB-5 List \$50.00 Member: \$37.50

- TCO-92** **Technical Consultants Directory — 1992-93**, 117 pp
This directory lists 82 Welding Consultants covering more than 45 major categories of expertise. It is divided into three registers — Expertise, Geographical, and Alphabetical Consultants wishing to be listed in the Directory should submit an application and listing fees by June 1 of each year.
Code: TCO-92 List \$16.00 Member: \$12.00

† An American National Standard
‡ Department of Defense Adopted



American Welding Society

Filler Metals

- FMC-89 Filler Metal Comparison Charts — 1989.** 320 pp, 1989
More than 115 producers and marketers of filler metals have supplied trade names of thousands of products conforming to AWS filler metal classification. Products are tabulated by filler metal classifications within the thirty individual specifications.
Code: FMC-89 List \$52.00 Member: \$39.00
- IFS-87 International Filler Metal Specifications Cross-Reference List.** 22 pp, 1987
This document compares the electrode specifications of three to six countries with those of the AWS and ISO. The actual number varies from chart to chart. Nine comparison charts were developed covering the more popular families of filler metals.
Code: IFS-87 List \$16.00 Member: \$12.00
- A5.01-87 Filler Metal Procurement Guidelines.** 11 pp, 1987
This document provides a means by which the information needed for the procurement of filler metals to an AWS filler metal specification can be stated clearly, concisely, and completely. It includes a method by which the heat, lot, testing, and certification requirements that are essential to so many of today's welding applications can be specified in the procurement document.
Code: A5.01-87 List \$16.00 Member: \$12.00
- A5.1-91 Carbon Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding, Specification for,** 46pp, 1991††
Code: A5.1-91 List \$16.00 Member: \$12.00

New Item...

- A5.2-92 Carbon and Low Alloy Steel Rods for Oxyfuel Gas Welding, Specification for,** 9 pp, 1992†
This specification prescribes the requirements for classification of carbon and low alloy steel rods for oxyfuel gas welding. The requirements include the mechanical properties of the weld metal as well as requirements for classification manufacture, identification, and packaging. A guide is appended to the specification as a source of information concerning the classification system employed and the intended use of the rods.
Code: A5.2-92 List \$16.00 Member: \$12.00
- A5.3-91 Aluminum and Aluminum Alloy Electrodes for Shielded Metal Arc Welding, Specification for,** 19 pp, 1991†
This specification prescribes requirements for the classification of covered (flux coated) E1100, E3003 and E4043 aluminum alloy electrodes for shielded metal arc welding. Tests conducted for classification are chemical analysis of the core wire and tensile and bend tests on specimens from a groove weld test assembly fabricated with two sizes of electrode for each classification. Standard electrode sizes, electrode identification and chemical composition limits are specified.
Code: A5.3-91 List \$16.00 Member: \$12.00

New Item...

- A5.4-92 Stainless Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding, Specification for,** 31 pp, 1992††
Code: A5.4-92 List \$16.00 Member: \$12.00
- A5.5-81 Low Alloy Steel Covered Arc Welding Electrodes, Specification for,** 29 pp, 1981†† (Reaffirmed 1988)
Code: A5.5-81 List \$16.00 Member: \$12.00
- A5.6-84 Covered Copper and Copper Alloy Arc Welding Electrodes, Specification for,** 18 pp, 1984††
Code: A5.6-84 List \$16.00 Member: \$12.00
- A5.7-84 Copper and Copper Alloy Bare Welding Rods and Electrodes, Specification for,** 11 pp, 1984†† (Reaffirmed 1991)
Code: A5.7-84 List \$16.00 Member: \$12.00

† An American National Standard
‡ Department of Defense Adopted

- A5.8-89 Filler Metals for Brazing, Specification for,** 40 pp, 1989†
The chemical composition, physical form, and packaging of more than 75 brazing filler metals are specified. Information is provided concerning the liquidus, the solidus, the brazing temperature range and general areas of application recommended for each filler metal. The filler metal groups described include: silver, gold, aluminum, magnesium, nickel, cobalt, copper, and brazing filler metals for vacuum service.
Code: A5.8-89 List \$16.00 Member: \$12.00
- A5.9-81 Corrosion-Resisting Chromium and Chromium-Nickel Steel Bare and Composite Metal Cored and Stranded Welding Electrodes and Welding Rods, Specification for,** 17 pp, 1981††
Code: A5.9-81 List \$16.00 Member: \$12.00

New Item...

- A5.10-92 Bare Aluminum and Aluminum Alloy Welding Electrodes and Rods, Specification for,** 24 pp, 1992††
This specification prescribes requirements for the classification of bare, wrought and cast aluminum alloy electrodes and rods for use with the gas metal arc, gas tungsten arc, oxyfuel gas, and plasma arc welding processes. Classification is based upon chemical composition of the wire and a usability test. Spooled electrodes are tested by fabricating a groove weld specimen to meet a radiographic soundness requirement. Coiled or straight length rod is tested by visually inspecting a gas tungsten arc welded bead-on-plate specimen. Standard sizes, finish, winding requirements, package forms and weights, product identification, and chemical composition limits are specified.
Code: A5.10-92 List \$16.00 Member: \$12.00
- A5.11-90 Nickel and Nickel Alloy Welding Electrodes for Shielded Metal Arc Welding, Specification for,** 26 pp, 1991†
Code: A5.11-90 List \$16.00 Member: \$12.00

New Item...

- A5.12-92 Tungsten and Tungsten Alloy Electrodes for Arc Welding and Cutting, Specification for,** 8pp, 1992††
This specification prescribes the requirements for the classification of bare tungsten and tungsten alloy electrodes for gas tungsten arc welding and cutting and plasma arc welding and cutting. Classification is based upon the chemical composition of the electrode. Standard sizes finish, lengths, quantities, product identification, color coding and chemical composition limits are specified.
Code: A5.12-92 List \$16.00 Member: \$12.00
- A5.13-80 Solid Surfacing Welding Rods and Electrodes, Specification for,** 22 pp, 1980††
Code: A5.13-80 List \$16.00 Member: \$12.00
- A5.14-89 Nickel and Nickel Alloy Bare Welding Electrodes and Rods, Specification for,** 14 pp, 1989†
The chemical compositions of more than 20 nickel and nickel alloy welding electrodes and rods are specified, including four compositions not previously classed. Major topics include general requirements, testing, packaging and applicable guidelines.
Code: A5.14-89 List \$16.00 Member: \$12.00
- A5.15-90 Welding Electrodes and Rods for Cast Iron, Specification for,** 10 pp, 1990†
This publication includes requirements for filler metals suitable for welding gray, malleable, modular, compacted graphite and certain alloy cast irons. Key additions to this revision are: the addition of the grades of electrodes for gas metal arc welding of cast iron and the addition of one grade for flux cored arc welding.
Code: A5.15-90 List \$16.00 Member: \$12.00
- A5.16-90 Titanium and Titanium Alloy Welding Electrodes and Rods, Specification for,** 24 pp, 1990†
This specification introduces a new numerical alloy designation system. The specification contains testing procedures, standard sizes and forms, and identification and marking practices. The Appendix has been totally reorganized. Each of the 13 classifications is described briefly with general information concerning the application of filler metal of each classification.
Code: A5.16-90 List \$16.00 Member: \$12.00

- A5.17-89 Carbon Steel Electrodes and Fluxes for Submerged Arc Welding, Specification for, 64 pp, 1989†**
This specification provides requirements for the classification of solid and composite carbon steel electrodes and fluxes for submerged arc welding. Electrode classification is based on chemical composition of the solid electrode or low dilution weld metal produced with a composite electrode. Flux classification is based on the soundness and mechanical properties of weld metal produced with the flux and an electrode classified herein. The requirements include sizes, marking, manufacturing, and packaging. The form and usability of the flux are also listed.
Code: A5.17-89 List \$16.00 Member: \$12.00
- A5.18-79 Carbon Steel Filler Metals for Gas Shielded Arc Welding, Specification for, 21 pp, 1979††**
Code: A5.18-79 List \$16.00 Member: \$12.00
- A5.19-80 Magnesium Alloy Welding Rods and Bare Electrodes, Specification for, 18 pp, 1980††(Reaffirmed 1992)**
Code: A5.19-80 List \$16.00 Member: \$12.00
- A5.20-79 Carbon Steel Electrodes for Flux Cored Arc Welding Specification for, 20 pp, 1979††**
Code: A5.20-79 List \$16.00 Member: \$12.00
- A5.21-80 Composite Surfacing Welding Rods and Electrodes, Specification for, 16pp, 1980††**
Code: A5.21-80 List \$16.00 Member: \$12.00
- A5.22-80 Flux Cored Corrosion-Resisting Chromium and Chromium Nickel Steel Electrodes, Specification for, 20 pp, 1980††**
Code: A5.22-80 List \$16.00 Member: \$12.00
- A5.23-90 Low Alloy Steel Electrodes and Fluxes for Submerged Arc Welding, Specification for, 20 pp, 1990†**
In this publication, the classification of solid electrodes is based on the chemical composition of the electrode, and classification of composite electrodes is based on the chemical composition of the weld metal. Also included are the general requirements, classification and certification for filler metals; tension, impact and diffusible hydrogen test procedures; manufacturing identification and packaging information.
Code: A5.23-90 List \$16.00 Member: \$12.00
- A5.24-90 Zirconium and Zirconium Alloy Welding Electrodes and Rods, Specification for, 24 pp, 1990†**
This specification provides composition of three classifications of zirconium welding electrodes and rods, along with standard sizes and package forms. The appendix provides some useful information concerning the classification system, acceptance, certification, ventilation during welding, and the intended use of the filler metals.
Code: A5.24-90 List \$16.00 Member: \$12.00
- A5.25-91 Specification for Carbon and Low Alloy Steel Electrodes and Fluxes for Electroslag Welding, 19 pp, 1991††**
Code: A5.25-91 List \$16.00 Member: \$12.00
- A5.26-91 Specification for Carbon and Low Alloy Steel Electrodes for Electrogas Welding, 20 pp, 1991††**
Code: A5.26-91 List \$16.00 Member: \$12.00
- A5.28-79 Low Alloy Steel Filler Metals for Gas Shielded Arc Welding, Specification for, 21 pp, 1979††(Reaffirmed 1990)**
Code: A5.28-79 List \$16.00 Member: \$12.00
- A5.29-80 Low Alloy Steel Electrodes for Flux Cored Arc Welding, Specification for, 20 pp, 1980††**
Code: A5.29-80 List \$16.00 Member: \$12.00
- A5.30-79 Consumable Inserts, Specification for, 6 pp, 1979††**
(Mild steel, Cr-Mo steel, Cr-Ni stainless steel, nickel alloys and Cu-Ni)
Code: A5.30-79 List \$16.00 Member: \$12.00

Save Over 25% on A5-All

- A5-ALL Set of 31 Specifications, Addenda, and FMC in bookshelf binders**
Code: A5-ALL List \$360.00 Member: \$270.

Inspection & Qualification

- A4.2-91 Calibrating Magnetic Instruments to Measure the Delta Ferrite Content of Austenitic and Duplex Austenitic Ferritic Stainless Steel Weld Metal, Standard Procedures for, 18 pp, 1991†**
Contains calibration procedures for the measurement of ferrite in austenitic stainless steel weld metal. Included are procedures for the Magne-Gauge, Ferritescope, and Inspector Gauge, using primary standards. The general problems of measuring the ferrite content and the limitations encountered in such measurements are discussed in the Appendix.
Code: A4.2-91 Price List \$16.00 Member: \$12.00
- A4.3-86 Determination of Diffusible Hydrogen Content of Martensitic, Bainitic, and Ferritic Steel Weld Metal Produced by Arc Welding, Standard Methods for, 24 pp, 1986†**
A standard 25 x 12 x 80 mm test specimen and method of preparation are set forth, along with two standard methods of diffusible hydrogen analysis, mercury displacement and gas chromatography. The methods are suitable for shielded metal arc welding, gas metal arc welding, flux cored arc welding, and submerged arc welding using welding conditions and electrodes given in several applicable American Welding Society filler metal specifications.
Code: A4.3-86 List \$16.00 Member: \$12.00
- B1.10-86 Guide for the Nondestructive Inspection of Welds, 44 pp, 1986†**
Acquaints the reader with the common nondestructive inspection (NDT) methods available, and aids in selecting the method best suited for inspection of a given weld. The inspection methods included are Visual, Penetrant, Magnetic Particle, Radiography, Ultrasonic, and Eddy Current Inspection. Formerly B1.0-77.
Code: B1.10-86 List \$32.00 Member: \$24.00
- B1.11-88 Guide for the Visual Inspection of Welds, 32 pp, 1968†**
This guide contains information to assist in the visual inspection of welds. Included are sections on prerequisites, fundamentals, surface conditions and equipment. Sketches and full color photographs illustrate weld discontinuities commonly found in welding.
Code: B1.11-88 List \$32.00 Member: \$24.00
- B2.1-84 Welding Procedure and Performance Qualification, Standard for, 132 pp, 1984, Covers all metals.**
Code: B2.1-84 List \$48.00 Member: \$36.00
- B2.1.001-90 Shielded Metal Arc Welding of Carbon Steel, (M-1/P-1, Group 1 or 2), 3/16 through 3/4 inch, in the As-Welded Condition, With Backing, Standard Welding Procedure Specification for, 4 pp, 1990†**
This standard contains the essential welding variables for carbon steel plate and pipe in the thickness range of 3/16 through 3/4 in., using manual shielded metal arc welding. It cites the base metals and operating conditions necessary to make the weldment, the filler metal specifications, and the allowable joint designs for fillet and groove welds.
Code: B2.1.001-90 List \$8.00 Member: \$6.00

† An American National Standard
‡ Department of Defense Adopted.



B2.1.002-90 Gas Tungsten Arc Welding of Carbon Steel, (M-1/P-1, Group 1 or 2), 3/16 through 7/8 inch, in the As-Welded Condition, With or Without Backing, Standard Welding Procedure Specification for, 6 pp, 1990†

This standard contains the essential welding variables for carbon steel plate and pipe in the thickness range of 3/16 through 7/8 in., using manual gas tungsten arc welding. It cites the base metals and operating conditions necessary to make the weldment, the filler metal specifications, and the allowable joint designs for fillet and groove welds.

Code: B2.1.002-90 List \$8.00 Member: \$6.00

B2.1.003-90 Gas Metal Arc Welding of Galvanized Steel, 10 through 18 Gauge, in the As-Welded Condition, With or Without Backing, Standard Welding Procedure Specification for, 6 pp, 1990†

This standard contains the essential welding variables for galvanized steel in the thickness range of 10 through 18 gauge, using semiautomatic gas metal arc welding. It cites the base metals and operating conditions necessary to make the weldment, the filler metal specifications, and the allowable joint designs for fillet and groove welds.

Code: B2.1.003-90 List \$8.00 Member: \$6.00

B2.1.004-90 Gas Metal Arc Welding of Carbon Steel, (M-1, Group 1), 10 through 18 Gauge, in the As-Welded Condition, With or Without Backing, Standard Welding Procedure Specification for, 6 pp, 1990†

This standard contains the essential welding variables for carbon steel in the thickness range of 10 through 18 gauge, using semiautomatic gas metal arc welding. It cites the base metals and operating conditions necessary to make the weldment, the filler metal specifications, and the allowable joint designs for fillet and groove welds.

Code: B2.1.004-90 List \$8.00 Member: \$6.00

B2.1.005-90 Gas Metal Arc Welding of Austenitic Stainless Steel, (M-8 or P-8), 10 through 18 Gauge, in the As-Welded Condition, With or Without Backing, Standard Welding Procedure Specification for, 6pp, 1990†

This standard contains the essential welding variables for austenitic stainless steel in the thickness range of 10 through 18 gauge, using semiautomatic gas metal arc welding. It cites the base metals and operating conditions necessary to make the weldment, the filler metal specifications, and the allowable joint designs for fillet and groove welds.

Code: B2.1.005-90 List \$8.00 Member: \$6.00

B2.1.006-90 Gas Metal Arc Welding of Carbon Steel to Austenitic Stainless Steel, (M-1 to M-8 or P-8), 10 through 18 Gauge, in the As-Welded Condition, With or Without Backing, Standard Welding Procedure Specification for, 6 pp, 1990†

This standard contains the essential welding variables for carbon steel to austenitic stainless steel in the thickness range of 10 through 18 gauge, using semiautomatic gas metal arc welding. It cites the base metals and operating conditions necessary to make the weldment, the filler metal specifications, and the allowable joint designs for fillet and groove welds.

Code: B2.1.006-90 List \$8.00 Member: \$6.00

B2.1.007-90 Gas Tungsten Arc Welding of Galvanized Steel, 10 through 18 Gauge, in the As-Welded Condition, With or Without Backing, Standard Welding Procedure Specification for, 6 pp, 1990†

This standard contains the essential welding variables for galvanized gauge, using manual gas tungsten arc welding. It cites the base metals and operating conditions necessary to make the weldment, the filler metal specifications, and the allowable joint designs for fillet and groove welds.

Code: B2.1.007-90 List \$8.00 Member: \$6.00

B2.1.008-90 Gas Tungsten Arc Welding of Carbon Steel, (M-1, Group 1), 10 through 18 Gauge, in the As-Welded Condition, With or Without Backing, Standard Welding Procedure Specification for, 6 pp, 1990†

This standard contains the essential welding variables for carbon steel in the thickness range of 10 through 18 gauge, using manual gas tungsten arc welding. It cites the base metals and operating conditions necessary to make the weldment, the filler metal specifications, and the allowable joint designs for fillet and groove welds.

Code: B2.1.008-90 List \$8.00 Member: \$6.00

B2.1.009-90 Gas Tungsten Arc Welding of Austenitic Stainless Steel, (M-8 / P-8), 10 through 18 Gauge, in the As-Welded Condition, With or Without Backing, Standard Welding Procedure Specification for, 6 pp, 1990†

This standard contains the essential welding variables for austenitic stainless steel in the thickness range of 10 through 18 gauge, using manual gas tungsten arc welding. It cites the base metals and operating conditions necessary to make the weldment, the filler metal specifications, and the allowable joint designs for fillet and groove welds.

Code: B2.1.009-90 List \$8.00 Member: \$6.00

B2.1.010-90 Gas Tungsten Arc Welding of Carbon Steel to Austenitic Stainless Steel, (M-1 to M-8 or P-8), 10 through 18 Gauge, in the As-Welded Condition, With or Without Backing, Standard Welding Procedure Specification for, 6 pp, 1990†

This standard contains the essential welding variables for carbon steel plate to austenitic stainless steel in the thickness range of 10 through 18 gauge, using manual gas metal tungsten arc welding. It cites the base metals and operating conditions necessary to make the weldment, the filler metal specifications, and the allowable joint designs for fillet and groove welds.

Code B2.1.010-90 List \$8.00 Member: \$6.00

B2.1.011-91 Shielded Metal Arc Welding of Galvanized Steel, 10 through 18 Gauge, in the As-Welded Condition, With or Without Backing, Standard Welding Procedure Specification for, 6 pp, 1991†

This standard contains the essential welding variables for galvanized steel in the thickness range of 10 through 18 gauge using manual shielded metal arc welding. It cites the base metals and operating conditions necessary to make the weldment, the filler metal specifications, and the allowable joint designs for fillet and groove welds.

Code: B2.1.011-91 List \$8.00 Member: \$6.00

B2.1.012-91 Shielded Metal Arc Welding of Carbon Steel, (M-1, Group 1), 10 through 18 Gauge, in the As-Welded Condition, With or Without Backing, Standard Welding Procedure Specification for, 6 pp, 1991†

This standard contains the essential welding variables for carbon steel in the thickness range of 10 through 18 gauge using manual shielded metal arc welding. It cites the base metals and operating conditions necessary to make the weldment, the filler metal specifications, and the allowable joint designs for fillet and groove welds.

Code B2.1.012-91 List \$8.00 Member: \$6.00

B2.1.013-91 Shielded Metal Arc Welding of Austenitic Stainless Steel, (M-8 or P-8), 10 through 18 Gauge, in the As-Welded Condition, With or Without Backing, Standard Welding Procedure Specification for, 6 pp, 1991†

This standard contains the essential welding variables for austenitic stainless steel in the thickness range of 10 through 18 gauge using manual shielded metal arc welding. It cites the base metals and operating conditions necessary to make the weldment, the filler metal specifications, and the allowable joint designs for fillet and groove welds.

Code: B2.1.013-91 List \$8.00 Member: \$6.00

B2.1.014-91 Shielded Metal Arc Welding of Carbon Steel to Austenitic Stainless Steel, (M-1 to M-8 or P-8), 10 through 18 Gauge, in the As-Welded Condition, With or Without Backing, Standard Welding Procedure Specification for, 6 pp, 1991†

This standard contains the essential welding variables for carbon steel to austenitic stainless steel in the thickness range of 10 through 18 gauge using manual shielded metal arc welding. It cites the base metals and operating conditions necessary to make the weldment, the filler metal specifications, and the allowable joint designs for fillet and groove welds.

Code: B2.1.014-91 List \$8.00 Member: \$6.00

† An American National Standard
‡ Department of Defense Adopted

B2.1.015-91 Gas Tungsten Arc Welding of Aluminum, (M-22 or P-22), 10 through 18 Gauge, in the As-Welded Condition, With or Without Backing, Standard Welding Procedure Specification for, 6 pp, 1991†

This standard contains the essential welding variables for aluminum in the thickness range of 10 through 18 gauge using manual shielded metal arc welding. It cites the base metals and operating conditions necessary to make the weldment, the filler metal specifications, and the allowable joint designs for fillet and groove welds.

Code: B2.1.015-91 List \$8.00 Member: \$6.00

B2.2-91 Brazing Procedure and Performance Qualification, Standard for, 45 pp, 1991†, Applicable to all metals.

Code: B2.2-91 List \$24.00 Member: \$18.00

B4.0-85 Mechanical Testing of Welds, Standard Methods for, 42 pp, 1985†

Five mechanical test methods that are applicable to welds and welded joints are described. They are recognized as the standard methods for bend, tension and fracture toughness testing as well as fillet weld break and shear testing. For each testing method, information is provided concerning applicable ANSI and ASTM documents, the required testing apparatus, specimen preparation, procedure to be followed, and report requirements.

Code: B4.0-85 List \$24.00 Member: \$18.00

D10.9-80 Qualification of Welding Procedures and Welders for Piping and Tubing, Specification for, 60 pp, 1980 ‡

Code: D10.9-80 List \$32.00 Member: \$24.00

QC1-88 Qualification and Certification of Welding Inspectors, Specifications for, 10 pp, 1988

This standard defines the requirements and program for the American Welding Society to certify welding inspectors. The certification of visual welding inspectors requires documentation of experience, satisfactory completion of an examination and proof of visual acuity. The examination tests the inspector's knowledge of welding processes, welding procedures welder qualification, destructive testing, nondestructive testing, terms, definitions, symbols, reports, records, safety and responsibilities.

Code: QC1-88

QC3-89 AWS Certified Welders, Standard for, 23 pp, 1989

This Standard describes a program administered by the American Welding Society for the certification of welders. The AWS Certified Welder Program allows for the transference of welder qualification from employer to employer without retesting. This standard establishes the minimum requirements for welder participation in the program and the methods to be used by employers for adopting the program.

Code: QC3-89

QC4-89 Accreditation of Test Facilities for AWS Certified Welder Program, Standard for, 11 pp, 1989

This standard describes a program directed by the American Welding Society for a third-party accreditation of test facilities used to perform welding qualification, welding and testing.

Code: QC4-89

Individual copies of the above three publications are available free of charge. Please contact AWS Customer Service.

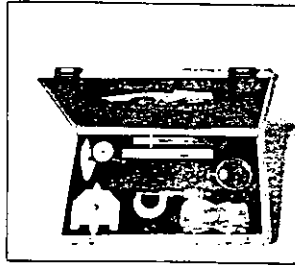
WI-80 Welding Inspection, 222 pp, 1980

Source of reference information for the inspector and others who need to be familiar with welding inspection. Discusses all aspects including quality assurance, weld discontinuities, testing, and qualification.

Code: WI-80 List \$30.00 Member: \$22.50

For information on education materials see *Welding Inspection Technology*, page 15.

Welding Inspectors Tool Kit



Training quality inspection tools, packaged in a custom heavy-duty vinyl tool case.

This kit contains:
Weld Gauge
Micrometer
Magnifier
Rule
Dial Caliper
Fillet Weld Gauge

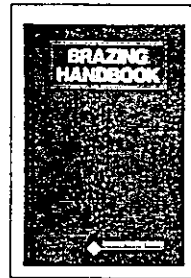
These are the same tools used in the new AWS Hands-On Certified Welding Inspectors Test Kit.

Code: TK

\$88.00

Welding Processes

BRH Brazing Handbook, 493 pp, 1991



This Handbook is a collective effort of many volunteer technical specialists to provide information to assist with the design and application of brazing processes. This publication includes 33 chapters and 3 appendixes.

Code: BRH
 List \$60.00

Member: \$45.00

ESW Electroslag Welding and Surfacing, B. E. Paton, 520 pp, Two Volume set, 1983

Translated from the Russian — limited number of copies available. This is an update of the classic 1962 work on electroslag welding.

Code: ESW

List \$36.00

Member: \$27.00

FW Friction Welding of Metals, V. I. VIII, 144 pp, 1962

First book published in English on the use of friction heat to weld metals — based on R&D at the USSR's Scientific Research Institute of Welding Equipment. (Limited no. of copies — suggested as a collectors item for the welding library.)

Code: FW

List \$24.00

Member: \$18.00

PMP Plasma Arc Metalworking Processes, R. L. O'Brien, 160 pp, 1967

Discusses plasma arc welding, cutting, and surfacing.

Code: PMP

List \$10.00

Member: \$7.50

SM Soldering Manual, Second Ed., 160 pp, 1978

Principles and applications of soldering.

Code: SM

List \$32.00

Member: \$24.00

WCI Welding of Cast Iron, 365 pp, 1985

Contains 43 outstanding articles from U.S. and foreign literature on welding of gray, ductile, malleable, and white cast iron. The various welding processes and filler metals are discussed. A subject index guides the reader to pertinent articles. This book will benefit those involved in repair of iron castings and joining of ductile iron parts.

Code: WCI

List \$60.00

Member: \$45.00

C1.1-66 Resistance Welding, Recommended Practices for, 115 p, 1966‡

Code: C1.1-66

List \$24.00

Member: \$18.00

† An American National Standard
 ‡ Department of Defense Adopted



American Welding Society

- C1.3-70 Resistance Welding Coated Low Carbon Steels, Recommended Practices for**, 11 pp, 1970† (Reaffirmed 1987)
Code: C1.3-70 List \$16.00 Member: \$12.00
- C2.2-67 Metalizing with Aluminum and Zinc for Protection of Iron and Steel, Recommended Practices for**, 9 pp, 1967
Code: C2.2-67 List \$16.00 Member: \$12.00
- C2.14-74 Corrosion Tests of Flame Sprayed Coated Steel, 19-Year Report**, 31 pp, 1974
Code: C2.14-74 List \$20.00 Member: \$15.00

New Item...

- C2.16-92 Thermal Spray Operator Qualification, Guide for**, 9pp, 1992
This guide sets forth recommended thermal spray operator qualification procedures. It covers applicable documents relating to thermal spray equipment, consumables, and safety. It also contains operator qualification and coating analysis forms.
Code: C2.16-92 List \$16.00 Member: \$12.00
- C3.2-82 Strength of Brazed Joints in Shear, Standard Method for Evaluating the**, 7 pp, 1982† (Reaffirmed 1992)
Code: C3.2-82 List \$16.00 Member: \$12.00
- C3.3-80 Design, Manufacture, and Inspection of Critical Brazed Components, Recommended Practices for**, 14 pp, 1980† (Reaffirmed 1992)
Code: C3.3-80 List \$16.00 Member: \$12.00
- C3.4-90 Specification for Torch Brazing**, 7 pp, 1990†
Fabrication and quality standards for the torch brazing of steels, copper, copper alloys, and heat- and corrosion- resistant alloys are given.
Code: C3.4-90 List \$16.00 Member: \$12.00
- C3.5-90 Specification for Induction Brazing**, 7 pp, 1990†
Fabrication and quality standards for induction brazing of steels, copper, copper alloys, and heat- and corrosion- resistant alloys are given.
Code: C3.5-90 List \$16.00 Member: \$12.00
- C3.6-90 Specification for Furnace Brazing**, 7 pp, 1990†
This specification presents minimum fabrication, equipment, material, process procedure requirements, and defect limits for the furnace brazing of steels, copper, copper alloys and heat and corrosion resistant alloys. Its purpose is to standardize furnace brazing requirements for all applications where furnace brazed joints of assured quality are required. It provides criteria for classifying furnace brazed joints based on loading, the consequences of failure, and quality assurance criteria defining the limits of acceptability of each class. The specification defines acceptable furnace brazing equipment, materials and procedures, as well as the required inspection for each class of joint.
Code: C3.6-90 List \$16.00 Member: \$12.00
- C3.8-90 Recommended Practices for Ultrasonic Inspection of Brazed Joints**, 2pp, 1990†
Included are requirements for ultrasonic test instruments and such accessory equipment as tanks, turntables, bridges, carriers, manipulators, transducers, alarms and couplants.
Code: C3.8-90 List \$16.00 Member: \$12.00
- C4.1-G Oxygen Cutting Surface Roughness Gauge**
Four surface replicas.
Code: C4.1-G List \$16.00 Member: \$12.00
- C4.1-WC Criteria for Describing Oxygen-Cut Surfaces**, 1977
11"x25 1/2" wall chart
Code: C4.1-WC List \$4.00 Member: \$3.00
- C4.2-90 Operator's Manual for Oxyfuel Gas Cutting**, 28 pp, 1990†
The new revised manual for oxyfuel gas cutting includes the latest procedures to be used in conjunction with oxyfuel gas cutting equipment. The manual also includes the latest safety requirements. Complete lists of equipment are available from individual manufacturers.
Code: C4.2-90 List \$16.00 Member: \$12.00

- C4.3-83 Gas Heating Torch Operation, Operator's Manual for**, 10 pp, 1983†
Code: C4.3-83 List \$16.00 Member: \$12.00

- C5.1-73 Plasma-Arc Welding, Recommended Practices for**, 68 pp, 1973
Code: C5.1-73 List \$16.00 Member: \$12.00

- C5.2-83 Plasma-Arc Cutting, Recommended Practices for**, 13 pp, 1983†(Reaffirmed 1989)
Code: C5.2-83 List \$16.00 Member: \$12.00

- C5.3-91 Recommended Practices for Air Carbon Arc Gouging and Cutting**, 19 pp, 1991†(Reaffirmed 1989)
This publication establishes a method of conveying to the welder-operator the proper setup and use of air carbon arc gouging and cutting. Instructions and procedures are supplied in detail so the welder/operator can establish the correct air pressure, amperage, voltage and techniques.
Code: C5.3-91 List \$16.00 Member: \$12.00

- C5.4-84 Stud Welding, Recommended Practices for**, 26 pp, 1984†
Code: C5.4-84 List \$16.00 Member: \$12.00

- C5.5-80 Gas Tungsten Arc Welding, Recommended Practices for**, 46 pp, 1980†(Reaffirmed 1989)
Code: C5.5-80 List \$32.00 Member: \$24.00

- C5.6-89 Gas Metal Arc Welding, Recommended Practices for**, 65 pp, 1989†
This standard is a recommended practice on the gas metal arc welding (GMAW) process. This document presents the basic concepts of this process and should enable the reader to obtain a fundamental understanding of this process and its variations, such as short circuit, spray, and pulse modes of metal transfer. It provides the specific technical data which will act as a guide in establishing optimum operation of the process.
Code: C5.6-89 List \$32.00 Member: \$24.00

- C5.7-89 Electrode Gas Welding, Recommended Practices for**, 64 pp, 1989†
Electrode Gas Welding (EGW) is a specialized application of the gas metal arc welding (GMAW) or the flux cored arc welding (FCAW) processes for vertical position welding. The electrode deposits filler metal in the cavity formed by shoes that bridge the groove between the plates being welded. The electrode may be solid or flux cored, and additional shielding may or may not be obtained from an externally supplied gas or gas mixture. The weld is usually completed in a single pass.

Fundamentals of the process, including the various methods of welding, are presented. A discussion of equipment, consumables, applications, and metallurgical advantages and limitations is given. The selection of process variables and operating conditions and typical EGW procedures is then presented. Inspection of welds, and training and qualification of welding procedures and operators are described. Finally, a troubleshooting guide, safety considerations, and a supplementary reading list are presented.
Code: C5.7-89 List \$32.00 Member: \$24.00

- C6.1-89 Friction Welding, Recommended Practices for**, 27 pp, 1989†
This recommended practice describes friction welding fundamentals and basic equipment requirements. Suggested procedure qualification and inspection methods and joint designs are detailed. Typical mechanical property data are referenced.
Code: C6.1-89 List \$32.00 Member: \$24.00

New Item...

- C7.1-92 Electron Beam Welding, Recommended Practices for**, 58pp, 1992
This document presents recommended practices for electron beam welding. It is intended to cover common applications of the process. Process definitions, safe practices, general process requirements, and inspection criteria are provided.
Code: C7.1-92 List \$44.00 Member: \$33.00

Thermal Spraying

- TS Thermal Spraying: Practice, Theory, and Application**, 185 pp, 1985
(Hardbound)
Code: TSH List \$68.00 Member: \$51.00
(Softbound)
Code: TSS List \$52.00 Member: \$40.00
- C2.2-67 Metalizing with Aluminum and Zinc for Protection of Iron and Steel, Recommended Practices for**, 9 pp, 1967
Code: C2.2-67 List \$16.00 Member: \$12.00
- C2.14-74 Corrosion Tests of Flame Sprayed Coated Steel, 19-Year Report**, 31 pp, 1974
Code: C2.14-74 List \$20.00 Member: \$15.00

New Item...

- C2.16-92 Thermal Spray Operator Qualification, Guide for**, 9pp, 1992
This guide sets forth recommended thermal spray operator qualification procedures. It covers applicable documents relating to thermal spray equipment, consumables, and safety. It also contains operator qualification and coating analysis forms.
Code: C2.16-92 List \$16.00 Member: \$12.00

Industrial Applications

- D1.1-92 Structural Welding Code - Steel**, 448 pp, 1992†



This code covers the welding requirements for any type of welded structure made from the commonly used carbon and low alloy constructional steels. Sections 1 through 7 and 11 constitute a body of rules for the regulation of welding in steel construction. Sections 8, 9, and 10 contain additional rules applicable to specific types of structures, i.e., statically loaded structures, dynamically loaded structures, and tubular structures, respectively, and supplement the first seven sections. There are eleven mandatory and ten non-mandatory appendixes in this Code. A Commentary of the Code is included with the document.

Code: D1.1-92 List \$120.00 Member: \$90.00

- D1.2-90 Structural Welding Code— Aluminum**, 226 pp, 1990†
This code covers the welding requirements for any type structure made from aluminum structural alloys, except for aluminum pressure vessels and fluid carrying pipelines. Sections 1 through 7 and 11 constitute a body of rules for the regulation of welding in aluminum construction. Sections 8, 9, and 10 contain additional rules applicable to specific types of structures, i.e., statically loaded structures, dynamically loaded structures, and tubular structures, respectively, and supplement the first seven sections. A Commentary on the Code is found in the document after the Code.
Code: D1.2-90 List \$44.00 Member: \$33.00

- D1.3-89 Structural Welding Code — Sheet Steel**, 64 pp, 1989†
This code covers the requirements associated with welding sheet steel having a minimum specified yield point no greater than 80,000 psi (550 MPa). The code requirements cover any welded joint made from the commonly used structural quality low carbon hot rolled and cold rolled sheet and strip steel with or without zinc coatings (galvanized). Sections 1 and 2 include rules for the specific jurisdiction of this code. Sections 3 through 5 constitute a body of rules for the implementation of welding activities. Sections 6 and 7 constitute a body of requirements for the qualification of welding procedure specifications, welders, and welding operators.
Code: D1.3-89 List \$32.00 Member: \$24.00

New Item...

- D1.4-92 Structural Welding Code — Reinforcing Steel**, 39pp, 1992†
This code covers the requirements for welding reinforcing steel in most reinforced concrete applications. It contains a body of rules for the regulation of welding reinforcing steel and provides suitable acceptance criteria for such welds.
Code: D1.4-92 List \$28.00 Member: \$21.00
- D1.5-88 Bridge Welding Code**, 220 pp, 1988†
This code covers the welding requirements for AASHTO welded highway bridges made from carbon and low alloy constructional steels. Sections 1 through 7 and 11 constitute a body of rules for the regulation of welding in steel construction. Section 9 contains additional rules applicable to bridges, and supplements the first seven sections.
Code: D1.5-88 List \$64.00 Member: \$48.00
- D3.5-85 Steel Hull Welding, Guide for**, 68 pp, 1985†
Code: D3.5-85 List \$20.00 Member: \$15.00
- D3.6-89 Underwater Welding, Specification for**, 80 pp, 1989†
This specification contains four underwater weld types A - Comparable to above-water counterparts; B - For less critical applications; C - Where load bearing is not a primary consideration; and D - To meet the requirements of a designated code or specification.
Code: D3.6-89 List \$24.00 Member: \$18.00
- D3.7-90 Aluminum Hull Welding, Guide for**, 65 pp, 1990†
Code: D3.7-90 List \$24.00 Member: \$18.00
- D5.2-84 Welded Steel Elevated Tanks, Standpipes, and Reservoirs for Water Storage, Standard for**, 89 pp, 1984 (AWWA D100-84)
Code: D5.2-84 List \$16.00 Member: \$12.00
- D8.5-66 Automotive Portable Gun Resistance Spot Welding, Recommended Practices for**, 16 pp, 1966, and supplement, 1969
Code: D8.5-66 List \$16.00 Member: \$12.00
- D8.7-88 Automotive Weld Quality — Resistance Spot Welding, Recommended Practices for**, 16 pp, 1988 (SAE J-1188)†
This document presents recommended practices for resistor spot weld quality. It is intended to cover common automotive sheet steel systems excluding high strength low alloy steel (HSLA). Definitions, spot welding requirements, and inspection requirements are provided.
Code: D8.7-88 List \$16.00 Member: \$12.00
- D8.8-89 Automotive Frame Weld Quality Arc Welding, Specification for**, 16 pp, 1989 (SAE HS J1196)†
Defined in this specification are practical tolerances needed to achieve satisfactory weld quality when dealing with the production volumes associated with automotive structural parts. Gaps in the weld joints have a significant effect on structural performance and weld quality. Automotive and robotic arc welding require good part fitup in the weld joints for consistent weld quality. Therefore, metal stampings and press formed parts must be made to produce weld joint fits within allowable gap of this specification.
Code: D8.8-89 List \$16.00 Member: \$12.00
- D9.1-90 Sheet Metal Welding Code**, 51 pp, 1990†
This document upgraded to code status, includes qualification workmanship and inspection requirements; and acceptance criteria for arc or braze welding of carbon steel, low-alloy steel, austenitic and ferritic stainless steel and aluminum, copper, nickel and their alloys.
Code: D9.1-90 List \$24.00 Member: \$18.00
- D10.4-86 Austenitic Chromium-Nickel Stainless Steel Piping and Tubing, Recommended Practices for Welding**, 34 pp, 1986†(Reaffirmed 1992)
This document presents a detailed discussion of the metallurgical characteristics and weldability of many grades of austenitic stainless steel used in pipe and tubing. The delta ferrite content as expressed by ferrite number (FN) is explained and its importance in minimizing hot cracking is discussed. A number of figures and Tables illustrate recommended joint designs and procedures. Appendix A presents information on the welding of high-carbon stainless steel cast pipe fittings.
Code: D10.4-86 List \$16.00 Member: \$12.00



- D10.6-91 Titanium Piping and Tubing, Gas Tungsten Arc Welding of, Recommended Practices for**, 12 pp, 1991†
Code: D10.6-91 List \$16.00 Member: \$12.00
- D10.7-86 Gas Shielded Arc Welding of Aluminum and Aluminum Alloy Pipe, Recommended Practices for**, 41 pp, 1986†
Presents information concerning those properties of aluminum which affect its weldability and which cause specific problems in the fabrication of aluminum pipe. Recommendations are made for solving these problems and suggested procedures are presented for welding aluminum pipe joints with the gas tungsten arc and gas metal arc welding processes.
Code: D10.7-86 List \$16.00 Member: \$12.00
- D10.8-86 Chromium-Molybdenum Steel Piping and Tubing, Recommended Practices for Welding of**, 8 pp, 1986†(Reaffirmed 1992)
Recommendations for welding chromium-molybdenum steel pipe and tubing to itself and to various other materials. Subjects covered in detail are filler metal selection, joint design, preheating, and postheating. Particular emphasis is placed on the importance of maintaining interpass temperature and dangers inherent in interrupted heating cycles.
Code: D10.8-86 List \$16.00 Member: \$12.00
- D10.9-80 Qualification of Welding Procedures and Welders for Piping and Tubing, Specification for**, 60 pp, 1980†
Code: D10.9-80 List \$32.00 Member: \$24.00
- D10.10-90 Recommended Practices for Local Heating of Welds in Piping and Tubing**, 1990†
Methods of preheating, controlling interpass temperature, and postheating by local application of heat to pipe welds are described. The reduction of stress and tempering of brittle microstructures are discussed.
Code: D10.10-90 List \$20.00 Member: \$15.00
- D10.11-87 Recommended Practices for Root Pass Welding of Pipe Without Backing**, 20 pp, 1987† (Reaffirmed 1992)
This standard presents recommended practices for welding the root pass of metal pipe joints with an open root or a consumable insert. Joint designs, assembly, consumable insert configurations, base metals, filler metals, and purging are discussed. Applicable arc welding processes and techniques are described.
Code: D10.11-87 List \$16.00 Member: \$12.00
- D10.12-89 Welding Low Carbon Steel Pipe, Recommended Practices and Procedures for**, 58 pp, 1989†
This document presents recommended practices for welding low carbon steel pipe. It is intended to cover piping systems such as for low pressure heating, air-conditioning, refrigeration, water supplies, as well as some gas or chemical systems. It provides welding techniques for oxyacetylene, shielded metal arc, and gas metal arc welding.
Code: D10.12-89 List \$20.00 Member: \$15.00
- D11.2-89 Guide for Welding Iron Castings**, 136 pp, 1989†
This standard presents briefly the history and metallurgy of cast iron and the welding processes applicable to it. A newly developed weldability test is described in detail and instructions given for its application in specific cases. Provision is made for qualification of welding procedures and welders when necessary; quality control practice is also included.
Code: D11.2-89 List \$52.00 Member: \$39.00
- D14.1-85 Industrial and Mill Crane and Other Material Handling Equipment, Specification for Welding**, 121 pp, 1985†(Reaffirmed 1991)
Overhead cranes and material handling equipment utilizing plate girders and other welded plate structures, rather than the rolled beams normally used in fabricating steel for bridges and buildings, are described. The equipment covered by this specification also includes rotating equipment and movable components which can induce vibration and moving loads to the structure. These conditions and the associated fully reversible loading, result in large numbers of load cycles in a relatively short period and local bending stresses of significant levels. The above items have significant effects on the selection of base and filler metals, weld selection and joint design. A qualification procedure for welding operators engaged in long run operations involving closely controlled procedures and welding conditions, and repetitive welds based on results of welds produced under the specific existing conditions is also described.
Code: D14.1-85 List \$36.00 Member: \$27.00

- D14.2-86 Metal Cutting Machine Tool Weldments, Specification for**, 40 pp, 1986†(Reaffirmed 1991)
Requirements are presented for welding during the manufacture of machine tools and components; also for the welding repair of welding machine tool structures and castings. Filler metals are recommended for the applicable base metals consisting of low alloy steels and AISI 304L and 316L stainless steels. Joint designs and unit stresses are provided for fillet and groove welds. The applicable welding processes are shielded metal arc (SMAW), stud, gas tungsten arc (GTAW), gas metal arc (GMAW), submerged arc (SAW), flux cored arc (FCAW), oxyfuel gas (OFW), friction, resistance, electron beam (EBW), electroslag (ESW), electrogas (EGW), and plasma arc (PAW).
Code: D14.2-86 List \$20.00 Member: \$15.00
- D14.3-82 Earthmoving and Construction Equipment, Specification for Welding**, 47 pp, 1982†
Code: D14.3-82 List \$36.00 Member: \$27.00
- D14.4-77 Machinery and Equipment, Classification and Application of Welded Joints for**, 74 pp, 1977†(Reaffirmed 1991)
Requirements for welded joints subjected to static and dynamic loading.
Code: D14.4-77 List \$36.00 Member: \$27.00
- D14.5-80 Presses and Press Components, Specification for Welding of**, 83 pp, 1980†(Reaffirmed 1991)
Code: D14.5-80 List \$24.00 Member: \$18.00
- D14.6-81 Rotating Elements of Equipment, Specification for**, 69 pp, 1981† (Reaffirmed 1991)
Minimum requirements for welded fabrication of rotating elements of equipment such as fans, pumps, and compressors.
Code: D14.6-81 List \$24.00 Member: \$18.00
- D15.1-86 Railroad Welding Specification**, 132 pp, 1986†
This specification establishes minimum standards for the manufacture and maintenance of railroad equipment. Sections A through E (Part I) cover the general requirements for welding in the railroad industry. Sections F through J (Part II) cover specific requirements for welding on railroad freight cars other than tank cars. Welding on freight cars will be as required in Part I except as specifically detailed in Part II
Code: D15.1-86 List \$52.00 Member: \$39.00

Safety and Health

- AWN Arc Welding and Cutting Noise**, 40 pp, 1979
Standardized measurements of noise generated by welding and cutting processes.
Code: AWN List \$32.00 Member: \$24.00
- AWS Arc Welding safety**, 9 pp, 1988, 100 copies
A new and improved safety guide designed for in-plant distribution to the welder.
Code: AWS List \$36.00 Member: \$27.00
- AWS-S Seguridad en la Soldadura por Arco**, 9 pp, 1988, 100 copias
Spanish language version of Arc Welding Safety (AWS)
Code: AWS-S List \$36.00 Member: \$27.00

New Item...

- BRS Braze Safety**, 14pp, 1992, 100 copies
This booklet is a brief outline of precautionary measures and safe practices that will help avoid hazards of brazing processes.
Code: BRS List: \$36.00 Member: \$27.00
- CAWF Characterization of Arc Welding Fumes**, 56 pp, 1983
Research report on six welding fumes, representing a variety of rods and wires, with particle chemistry analysis and size distribution.
Code: CAWF List \$32.00 Member: \$24.00
- FGW Fumes and Gases in the Welding Environment**, 244 pp, 1979
A follow-up study of fumes and gases generated during arc welding, brazing, thermal spraying, and oxygen cutting.
Code: FGW List \$68.00 Member: \$51.00

- LVOS** Ozone Sampling with Spill Proof Impingers, Lab Validation of, 50 pp, 1983
Code: LVOS List \$36.00 Member: \$27.00
- OWS** Oxyfuel Gas Welding, Cutting, and Heating Safely, 10 pp, 100 copies
A general safety guide designed for in-plant distribution to the welder.
Code: OWS List \$36.00 Member: \$27.00
- SHP** Welding Safety and Health Information Packet
Includes AWS Z49.1-88, F3.1-89, F4.1-88, F2.2-89, 10 copies each of AWS and OWS, plus a collection of "Fact Sheets" of useful information from the Welding Journal. All this in an attractive 3-ring binder.
Code: SHP List \$64.00 Member: \$48.00

New Item...

- SHF** Safety and Health Fact Sheets, 1992
A compilation of Fact Sheets covering several aspects of safety and health applicable to welding and cutting. Includes subjects such as fumes and gases, radiation, noise and electrical hazards.
Code: SHF List \$20.00 Member: \$15.00
- SP** Safe Practices, 36 pp, 1987, Reprinted from Welding Handbook Vol. 1, Eighth Edition
This document covers the basic elements of safety applicable to all welding, cutting and related processes. Subjects such as fumes and gases, precautionary labeling, handling of compressed gases, the electrical safety, in addition to hazards that are unique to particular welding or cutting processes, are addressed. A supplementary reading list is included.
Code: SP List \$20.00 Member: \$15.00
- TWFR** Toxicity of Welding Fumes in Rats, 186 pp, 1986†
This report contains results of a study made on the toxicity of welding fumes in rats. Six welding fumes were administered to rats by inhalation to determine relative ranking of toxicity. Fumes were generated from E6010, E7018, E70S-3, E70T-1, E308-16 and E5356 consumables. Results were evaluated in terms of acute inhalation toxicity, pulmonary pathological and fibrogenic potential, in vivo cytogenetic potential and mutagenic potential or urinary excretions. Sampling in the chamber included measurement of particle concentration and size, ozone, carbon monoxide, and oxides of nitrogen. The Summary Report contains the text of the study findings and selected tabular data. The Complete Report contains the same text, with tabular data in its entirety.
Complete Report
Code: TWFR-C List \$100.00 Member: \$75.00
Summary Report
Code: TWFR-S List \$36.00 Member: \$27.00
- ULR** Ultraviolet Reflectance of Paint, 94 pp, 1976
Data on reflectance of a number of indoor and outdoor painted surfaces.
Code: ULR Price List \$36.00 Member: \$27.00
- WFDP** Welding Fume Control, A Demonstration Project, 65 pp, 1982
Results of a welding fume control study of three exhaust methods.
Code: WFDP List \$32.00 Member: \$24.00

New Items...

- F1.1-92** Sampling Airborne Particulates Generated by Welding and Allied Processes, Methods for, 6 pp, 1992†
This document aids the reader in the proper technique for sampling welding fume in the workplace. Emphasis is placed on positioning the sampling device and calibration of the equipment.
Code: F1.1-92 List \$16.00 Member: \$12.00

SPECIAL Prices on Multiple Purchases

- | | List Price | Member Price |
|-------------------|------------|--------------|
| One volume | \$ 44.00 | \$ 33.00 |
| Any two volumes | 80.00 | 60.00 |
| Any three volumes | 116.00 | 87.00 |
| Any four volumes | 152.00 | 114.00 |
| Any five volumes | 184.00 | 138.00 |
| Any six volumes | 220.00 | 165.00 |
- EW-1** Health I, Effects Of Welding on, 121 pp, 1979
A literature review prepared as an aid in formulating a research program in welding safety and health. The review covers the technical literature through 1977.
Code: EWH-1 List \$44.00 Member: \$33.00
- EW-2** Health II, Effects of Welding on, 45 pp, 1981
Literature survey and evaluation of data recorded since EWH-1, prepared to understand and improve welding safety and health. Covers technical literature from January 1978 through May 1979.
Code: EWH-2 List: \$44.00 Member: \$33.00
- EW-3** Health III, Effects of Welding on, 50 pp, 1983
Literature survey since EWH-2, covers technical literature from June 1979 through November 1980.
Code: EWH-3 List: \$44.00 Member: \$33.00
- EW-4** Health IV, Effects of Welding on, 37 pp, 1983
Literature survey since EWH-3, covers technical Literature from December 1980 through June 1982.
Code: EWH-4 List \$44.00 Member: \$33.00
- EW-5** Health V, Effects of Welding on, 43 pp, 1987
This literature review (July 1982 through June 1984) with 105 citations has been prepared for the Safety and Health Committee of the American Welding Society to provide an assessment of current knowledge of the effects of welding on health, as well as to aid in the formation of research projects in this area, as part of an ongoing program sponsored by the Society. Previous work has included studies of the fumes, gases, radiation, and noise generated during various arc welding processes. Cited references are available from SRI International.
Code: EWH-5 List \$44.00 Member: \$33.00
- EW-6** Health VI, Effects of Welding on, 64 pp, 1989
Literature survey since EWH-5, covers technical literature from July 1984 through December 1985. This literature review with 172 citations has been prepared for the Safety and Health Committee of AWS to provide an assessment of current knowledge of the effects of welding on health, as well as to aid in the formation of research projects in this area, as part of an ongoing program sponsored by the Society. Previous work has included studies of the fume, gases, radiation, and noise generated during various arc welding processes.
Code: EWH-6 List \$44.00 Member: \$33.00
- EW-7** Health VII, Effects of Welding on, 57 pp, 1990
This document covers the characteristics of welding emissions and protective measures against them, modes and effects of exposure on various body organs and results of animal and in vitro studies. Also includes information on biological monitoring, cancer, the stability of welding fumes and effects of welding respiratory and urogenital tracts.
Code: EWH-7 List \$44.00 Member: \$33.00
- F1.2-92** Measuring Fume Generation Rates and Total Fume Emission for Welding and Allied Processes, Laboratory Method for, 9 pp, 1992†
This document outlines a laboratory method for the determination of fume generation rates and total fume emission. A test chamber is used to collect representative fume samples under carefully controlled conditions.
Code: F1.2-92 List \$16.00 Member: \$12.00
- F1.3-91** Evaluating Contaminants in the Welding Environment / Sampling Strategy Guide for, 11 pp, 1991†
Code: F1.3-91 List \$16.00 Member: \$12.00



- F1.4-87 Methods for Analysis of Airborne Particulates Generated by Welding and Allied Processes.** 18 pp, 1987†
This standard contains recommended methods for analysis of metal fume constituents, including chromium, and fluoride in welding fume, based on those used by the National Institute of Occupational Safety and Health. It complements AWS F1.1-85.
Code: F1.4-87 List \$20.00 Member: \$15.00
- F1.5-87 Methods for Sampling and Analyzing Gases from Welding and Allied Processes.** 36 pp, 1987†
This standard contains recommended sampling methods and analytical techniques for ozone, carbon monoxide, nitric oxide, nitrogen dioxide, and gaseous fluoride in welding environments. It complements AWS F1.1-85 and AWS F1.4-87.
Code: F1.5-87 List \$20.00 Member: \$15.00
- F2.1-78 Electron Beam Welding and Cutting, Recommended Safe Practices for,** 8 pp, 1978
Code: F2.1-78 List \$16.00 Member: \$12.00
- F2.2-89 Lens Shade Selector**
This chart provides minimum suggested protective lens shades and suggested comfort lens shades for a variety of commonly used welding processes.
Code: F2.2-89 List \$4.00 Member: \$3.00
- F3.1-89 Welding Fume Control, Guide for,** 18 pp, 1989†
This document introduces the reader to various types of ventilation systems, including dilution and local exhaust, for control of welding fume. It contains health hazard information on air contaminants found in the fume, sample design calculations, and drawings that illustrate ventilation techniques.
Code: F3.1-89 List \$24.00 Member: \$18.00
- F4.1-88 Preparation for Welding and Cutting of Containers That Have Held Hazardous Substances, Recommended Safe Practices for the,** 12 pp, 1988
This standard informs the reader of the necessary safe practices to be followed in the cleaning and preparation for welding or cutting of containers that have held hazardous substances. It describes various methods for cleaning, including water, steam, hot chemical and mechanical, and techniques to be used for preparation, such as inerting.
Code: F4.1-88 List \$16.00 Member: \$12.00
- F6.1-78 Sound Level Measurement of Manual Arc Welding and Cutting Processes, Method for,** 8 pp, 1978†
Code: F6.1-78 List \$16.00 Member: \$12.00
- Z49.1-88 Safety in Welding and Cutting,** 50 pp, 1988†
This standard covers all aspects of safety and health in the welding environment, emphasizing oxyfuel gas and arc welding processes with some coverage given to resistance welding. It contains information on protection of personnel and the general area, ventilation, fire prevention and protection, and confined spaces. A significant section is devoted to precautionary labeling, showing examples, and an extensive bibliography is included.
Code: Z49.1-88 List \$36.00 Member: \$27.00

Metallurgy

- WM1 Metallurgy, Welding, Carbon and Alloy Steels, G.E. Linnert, 3rd Ed.**
Volume 1 — Fundamentals, 474 pp, 1965
Information necessary to understand welding as a major tool for steel fabrication.
Code: WM1 List \$36.00 Member: \$27.00
- WM2 Volume 2—Technology,** 675 pp, 1967
Information to apply the basic knowledge from Volume 1 to the satisfactory performance of weldments.
Code: WM2 List \$36.00 Member: \$27.00

† An American National Standard
‡ Department of Defense Adopted

- WZC Zinc-Coated Steels, Welding,** 131 pp, 1972
Discusses arc welding procedures and safe practices.
Code: WZC List \$24.00 Member: \$18.00
- WS Steels, Weldability of, Fourth Edition, by Professor R.D. Stout,** 450 pp, 1987
Basic steel metallurgy and extensive welding procedure recommendations for carbon and low alloy steels.
Code: WS List \$50.00

Aluminum

- A5.3-91 Aluminum and Aluminum Alloy Electrodes for Shielded Metal Arc Welding, Specifications for,** 19 pp, 1988†
This specification prescribes requirements for the classification of covered (flux coated) E1100, E3003 and E4043 aluminum alloy electrodes for shielded metal arc welding. Tests conducted for classification are chemical analysis of the core wire and tensile and bend test on specimens from a groove weld test assembly fabricated with two sizes of electrode for each classification. Standard electrode sizes, electrode identification and chemical composition limits are specified.
Code: A5.3-91 List \$16.00 Member: \$12.00
- A5.10-92 Bare Aluminum and Aluminum Alloy Welding Electrodes and Rods, Specification for,** 24 pp, 1988†‡
This specification prescribes requirements for the classification of bare, wrought, and cast aluminum alloy electrodes and rods for use with the gas metal arc, gas tungsten arc, oxyfuel gas, and plasma arc welding processes. Classification is based upon chemical composition of the wire and a usability test. Spooled electrodes are tested by fabricating a groove weld specimen to meet a radiographic soundness requirement. Coiled or straight length rod is tested by visually inspecting a gas tungsten arc welded bead-on-plate specimen. Standard sizes, finish, winding requirements, package forms and weights, product identification, and chemical composition limits are specified.
Code: A5.10-92 List \$16.00 Member: \$12.00
- D1.2-90 Structural Welding Code—Aluminum,** 226 pp, 1990†
This code covers the welding requirements for any type structure made from aluminum structural alloys, except for aluminum pressure vessels and fluid carrying pipe lines. Sections 1 through 7 and 11 constitute a body of rules for the regulation of welding in aluminum construction. Sections 8, 9, and 10 contain additional rules applicable to specific types of structures, i.e., statically loaded structures, dynamically loaded structures, and tubular structures, respectively, and supplement the first seven sections. A Commentary on the Code is found in the document after the Code.
Code: D1.2-90 List \$44.00 Member: \$33.00
- D3.7-90 Aluminum Hull Welding, Guide for,** 65 pp, 1990†
Code: D3.7-90 List \$24.00 Member: \$18.00
- D10.7-86 Gas Shielded Arc Welding of Aluminum and Aluminum Alloy Pipe, Recommended Practices for,** 41 pp, 1986†
Presents information concerning those properties of aluminum which affect its weldability and which cause specific problems in the fabrication of aluminum pipe. Recommendations are made for solving these problems and suggested procedures are presented for welding aluminum pipe joints with the gas tungsten arc and gas metal arc welding processes.
Code: D10.7-86 List \$16.00 Member: \$12.00
- AA-1 Aluminum Standards and Data,** 216 pp, 1990
Published by the Aluminum Association. Issued biannually, this reference book contains data on chemical compositions, mechanical, physical and other properties, tolerances and information on aluminum mill products in general use. It also includes separate sections on sheet and plate, rolled rod and bar, extruded rod, bar and shapes, drawn and extruded tube, forgings, electrical conductors and other forms and shapes.
Code: AA-1 \$25.00

- AA-2 Aluminum Welder's Training Manual and Exercises**, 188 pp, 1986
Published by the Aluminum Association. Suitable for use on the job or in company or trade schools. Covers manual and automatic techniques, weldability, welding preparation, power sources, filler metals and economics.
Code: AA-2 **List \$6.00**
- AA-3 Tempers for Aluminum and Aluminum Alloy Products**, 35 pp, 1988R
Published by the Aluminum Association. Registered tempers not included in AA-1. Property data were furnished by registrants. Includes list of inactive alloys and tempers.
Code: AA-3 **List \$6.00**
- AA-4 Aluminum Structures, Specifications for**, 81 pp, 1986
Published by the Aluminum Association. Contains voluntary design and fabrication specifications for structures made of a wide range of aluminum alloys. Recommended stresses for welded and nonwelded bridge and building structures are presented in tabular form. Voluntary design considerations and fabrication procedures are also outlined.
Code: AA-4 **List \$8.00**
- AA-5 ANSI/ASC H35.1-1988, Alloy and Taper Designation Systems for Aluminum**, 9 pp, 1988
Published by the Aluminum Association. Revision of ANSI H35.1-85, clarifying changes that reflect updated practices.
Code: AA-5 **List \$6.00**
- AA-6 Aluminum Soldering Handbook**, 73 pp, 1985
Published by the Aluminum Association. Recommended procedures when joints are made simultaneously; when material cannot stand heat of brazing or welding; to avoid distortion or temper loss; for rapid field repair with hand held tools; to save on equipment cost
Code: AA-6 **List \$8.00**
- AA-7 Welding Aluminum: Theory and Practice**, 116 pp, 1991
Published by the Aluminum Association. Provides aluminum fabricators and designers with detailed technical, process and metallurgical information about welding aluminum. Examines all aspects of the aluminum welding process from design and metal preparation to TIG and MIG welding, weld performance and quality control. It also covers other arc, solid state and fusion welding processes for joining aluminum alloy materials.
Code: AA-7 **List \$50.00**
- AA-8 Aluminum Brazing Handbook**, 84 pp, 1990
Published by the Aluminum Association. Explains the various methods of brazing aluminum, and includes charts and tables to help designers plan brazing operations.
Code: AA-8 **List \$12.00**

Educational Materials

Conference Proceedings

- OPP Offshore Platforms and Pipelines, Underwater Welding of**, 189 pp, 1981
Proceedings of 1980 AWS Conference. (Hardbound)
Code: OPP **List \$25.00** **Member: \$18.75**
- WTA Aerospace Industry, Welding Technology for the**, 176 pp, 1981
Proceedings of the AWS Conference on Welding Technology for the Aerospace Industry, October 1980. (Hardbound)
Code: WTA **List \$25.00** **Member: \$18.75**
- CP-987 Proceedings from International Conference on Application of Electron and Laser Beam Welding**, 202 pp, 1987
Eleven papers on potential production applications and laboratory innovations of electron and laser beam welding, from the conference in Hartford, CT, September 16 - 17, 1987. Limited copies available. (Softbound)
Code: CP-987 **List \$50.00** **Member: \$37.50**

- CP-488 Proceedings from the Conference on Laser Modification**, 183 pp, 1988
Eleven papers on the role of lasers in the modification of metal surfaces from the conference in New Orleans, LA, April 14-15, 1988. Topics covered include corrosion, fatigue and oxidation resistance, commercial applications and service performance. Limited copies available. (Softbound)
Code: CP-488 **List \$50.00** **Member: \$37.50**
- CP-1088 Proceedings from the Conference on Shipbuilding and Metal Fabrication Technology**, 183 pp, 1989
Eleven papers or abstracts from the conference held in Hampton, VA, October 4-5, 1988. Major headings include new methods, new materials, process and control innovations, and future directions of welding and metal fabrication markets worldwide. Limited copies available. (Softbound)
Code: CP-1088 **List \$50.00** **Member: \$37.50**
- CP-690 Proceedings of the First United States - Japan Symposium on Advances in Welding Metallurgy**, 300 pp, 1990
Sixteen papers on new developments in welding metallurgy and the weldability of stainless steels, HSLA Steels and advanced materials from conference held in June 1990, both in San Francisco and Yokohama by leading world experts. (Hardbound)
Code: CP-690 **List \$80.00** **Member: \$60.00**
- CP-990 Proceedings from the Computerization of Welding Information Conference III**, 150 pp, 1991
Ten papers by professionals from major organizations presenting the latest techniques in the field of computer welding information from the conference held September 12-14, 1990 in Ypsilanti, MI. Topics include off-line weld planning systems, real-time welding information systems, data systems and data standards, and innovative industrial application and case studies. (Softbound)
Code: CP-990 **List \$50** **Member: \$37.50**
- CP-991 Welding in Space and the Construction of Space Vehicles by Welding**, 335 pp, 1991
Twenty-four papers by leading aerospace industry experts from the USSR, Germany, Japan, France, and the USA presented at the conference held September 24-26, 1991, in New Carrollton, Maryland. This conference was jointly sponsored by AWS and E. O. Paton Welding Institute of Kiev. Topics cover on-orbit maintenance and repair of satellites, vehicles and habitats, on-orbit assembly of vehicles and habitats, terrestrial design, construction and maintenance of space vehicles, and materials and joining process selection for space vehicles and habitats. (Hardbound)
Code: CP-991 **List \$150.00** **Member: \$112.50**

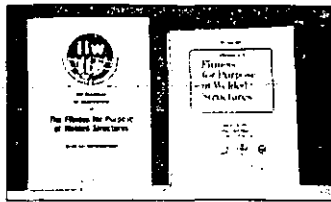


- CP-1090 Microbially Influenced Corrosion and Biodeterioration**, 581 pp, 1991
The chapters in this hardback book evolved from papers presented at the International Congress on Microbially Influenced Corrosion, held Oct 7-8, 1990, in Knoxville, TN. The chapters include theoretical considerations, mechanisms, materials considerations, case studies, monitoring technologies, control methods regulatory strategies and economics. The volume serves as a textbook on the latest understanding of a multidisciplinary phenomenon affecting the service life of many materials. (hardbound)

Code	Title	Price Per Book
CP-1090A	Microbially Influenced Corrosion and Biodeterioration (24)	\$75.00
CP-1090B	Microbially Influenced Corrosion and Biodeterioration (25-49)	\$52.00
CP-1090C	Microbially Influenced Corrosion and Biodeterioration (50+)	\$45.00



CP-1091 **Proceedings of Case Studies for IIW Conference on Fitness for Purpose of Welded Structures**, 210 pp, 1991



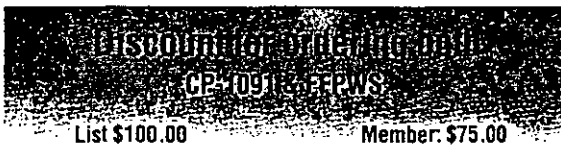
Eleven papers by leading experts involved in fitness for purpose in practice and in service. These papers were presented the second day of the two-day conference held October 23-24, 1991 in Key Biscayne, FL. The first day of the conference covered material given in the IIW Fitness for Purpose Draft Guidance Document which is listed below. (Softbound)

Code: CP-1091 List \$50.00 Member: \$37.50

FFPWS **IIW Fitness for Purpose in Welded Structures — Draft Document**

This IIW Guidance Document provides the principles of the application of a Fitness-for-Purpose approach to weld design and to the assessment of the integrity of welded structures. Main topics include reliability, stresses, instantaneous failure, environmental effects, nondestructive examination, and leak-before-break. (Softbound)

Code: FFPWS List \$75.00 Member: \$60.00



List \$100.00 Member: \$75.00

CP-1190 **Proceedings of the International Conference on the Metallurgy, Welding, and Qualification of Microalloyed Steels**, 819 pp, 1990

Thirty-one papers by internationally recognized authorities on microalloyed steels plus discussions from question and answer sessions from the conference held November 6-8, 1990, in Houston, TX. The subject matter ranges from metallurgy, steel-making and rolling practices of microalloyed steels to the welded fabrication of ships and offshore structures from these steels. (Hardbound)

Code: CP-1190 \$125.00

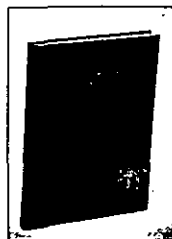
CP-391 **Proceedings of the International Conference on Underwater Welding**, 169 pp, 1991

Thirteen papers by recognized authorities in the underwater welding field presented at the conference held in New Orleans, LA, March 20-21, 1991. Topics cover state-of-the-art developments in the underwater industry including welding equipment and processes, mechanical and internal weld properties, maintenance and inspection procedures, and welding applications in shallow and deep water. (Softbound)

Code: CP-391 List \$50.00 Member: \$37.50

CP-1291 **Proceedings from the Conference on Maintenance and Repair Welding in Power Plants**, 358 pp, 1992

Twenty-eight papers by leading industry experts and representatives of major utility companies presented at the conference held in Orlando, Florida, December 9-11, 1991. Topics cover materials considerations in weld repair, advances in weld processes / equipment / inspection, recent repair cases / experiences for piping, vessels, and auxiliary components, and codes and regulations. (Hardbound)



Code: CP-1291 List \$125.00 Member: \$93.75

Other Educational Resources

FD-89 **AWS Film Directory**, 45 pp, 1989

This film directory identifies over 300 films, filmstrips, and video cassettes on welding and welding related subjects. An alphabetical topic index and a distributor index are included along with rental and purchase costs.

Code: FD-89 List \$4.00 Member: \$3.00

HOT **Hands-On Training Text**, 30 pp, 1987

Explains the use of measuring tools used in the AWS Certified Welding Inspectors Hands-On examination. Includes a practice quiz on the use of the tools.

Code: HOT List \$24.00 Member: \$18.00

WCB-89 **Welding and Joining Build a Career to Build a Country**

Career promotional flyer portraying various options for careers on welding and joining technology: welder, technician, inspector, engineer, business owner and others. Excellent for Career Day promotions and student meetings.

Code: WCB-89

Free for first 100 ordered.

Quantities over 100, add \$5.00 handling charge per 100.

WOC **Career Brief Welders and Oxygen Cutters, Careers, Inc.**, 7pp, 1990

Booklet covers training opportunities, outlook earning potential and advancement prospects plus much more.

Code: WOC \$1.25

WI-80 **Welding Inspection**, 222 pp, 1980

Source of reference information for the inspector and others who need to be familiar with welding inspection. Discusses all aspects including quality assurance, weld discontinuities, testing, and qualification.

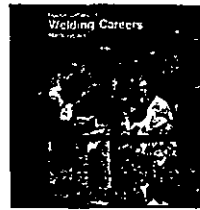
Code: WI-80 List \$30.00 Member: \$22.50

CM-80 **Certification Manual for Welding Inspectors**, 2nd Ed., 329 pp, 1980

Self-study manual for personnel preparing for AWS welding inspector examinations.

Code: CM-80 List \$44.00 Member: \$33.00

OWC **Opportunities in Welding Careers**, 160 pp, 1990



Describes the many career paths available in the modern welding industry and the importance of welding as well as new technologies, special training programs, earnings and benefits, organizations and special opportunities. Schools offering welding programs are listed, also.

Code: OWC \$11.95

WAC **Welding As A Career**, 15 min.

This video was produced by Wisconsin's Madison-Area Technical College to promote student interest in welding as a career and in educational opportunities at MATC. It portrays a range of welding career options and their benefits, such as possessing a productive skill, interesting work, good pay, and growth opportunities.

Code: WAC List \$20.00 Member: \$15.00

Self Study Courses

The following publications are used in the various Welding Inspection Seminars put on by the AWS Education Department. All the publications, listed by AWS code below, are available from AWS

D1.1 Steel Code Clinic — D1.1-90, QC1-88

Welding inspection Technology Course — WIT-T, WIT-W, WIT-M, WIT-P, A2.4-86, A3.0-89, B1.1 0-86, WI-80

Visual inspection Workshop — B1.11-86, HOT, TK

Welding Safety & Health — WSH, Z49.1-88, EWH-4, EWH-5, SHP

Welding Structural Design — WSD-T, 006

FWT **Fundamentals of Welding Technology**

Provides a fundamental understanding of the applications of welding technology for fabricators, supervisors, designers, and technicians. Particular emphasis is placed upon welding processes, power sources, electrodes and consumables, specification and blueprint reading, and welding safety and health. Course materials include a 12 module workbook (947 pp), quizzes, practical problems, and tutorial assistance as needed. (Offered in cooperation with the Welding Institute of Canada.)

Code: FWT List \$235.00 Member: \$175.00

HST Hands-On Self Training Homestudy Course
 This packaged course includes a Welding Inspectors Training Quality Tool Kit (TK), Hands-On Training text (HOT), Guide for Nondestructive Inspection of Welds (B1.10-86) and Welding Inspection (WI-80)
Code: HST List \$148.00 Member: \$126.50

IQCC Welding Inspection and Quality Control
 Provides training in inspection and quality control for persons involved in welding design and fabrication. Course material includes 14 workbooks (350 pp), the Welding Handbook, Vol. 2, and Welding Inspection. (Developed in cooperation with American Society for Metals.)
Code: IQCC List \$300.00 Member: \$225.00

WSD-H Welding Structural Design — Homestudy
 This homestudy program has been developed for the welding inspector, as well as the engineer with formal education in other disciplines but somewhat unfamiliar with welding structural design. The 464 page book, together with the 121 page workbook, covers 16 modules on the subject. Each module has a companion quiz in the workbook. Course material includes module course book, workbook, Design of Weldments by O. Blodgett and tutorial assistance as needed.
Code: WSD-H List \$300.00 Member: \$225.00

WSH Welding Safety and Health
 Provides a basic understanding of the origins of welding health hazards, fumes, gases, radiation and noise, and examines each in terms of nature and magnitude, methods of control, effects of the hazard on the human body, and the permissible levels of exposure. Contains applicable basic welding information to be of use to the industrial hygienist, safety officer, and human resources manager, as well as the industrial, manufacturing and welding engineer. Course material includes a 5 module study text, companion work book with exercises, and tutorial assistance as needed.
Code: WSH List \$300.00 Member: \$225.00

Group Courses

Welding and Cutting Processes

WCP-T Welding and Cutting Processes Text, 674 pp, 1991
 Discussion of welding in and cutting safety, electrical fundamentals for welding and cutting, shielded metal arc, gas tungsten arc, plasma arc welding and cutting, gas metal arc, flux cored arc, submerged arc, electroslag and electrogas, air carbon arc cutting, resistance spot welding, and oxyfuel welding and cutting.

Copies	Code	List Price	Member Price
1 - 5	WCP-TA	\$195.00	\$146.25
6 - 10	WCP-TB	160.00	120.00
11 - 20	WCP-TC	145.00	108.75
21 +	WCP-TD	125.00	93.75

WCP-W Welding and Cutting Processes Workbook

Copies	Code	List Price	Member Price
1 - 5	WCP-WA	\$195.00	\$146.25
6 - 10	WCP-WB	160.00	120.00
11 - 20	WCP-WC	145.00	108.75
21 +	WCP-WD	125.00	93.75

WCP-M Current Welding Processes Instructions Manual
Code: WCP-M List \$120.00 Member: \$90.00

WCP-P Current Welding Process Slides, 1008 slides
Code: WCP-P List \$495.00 Member: \$371.25

Welding Metallurgy, Introductory

IWM-T Introductory Welding Metallurgy Text, 148 pp, 1968
 Introduction to the basic metallurgy, weldability, and heat treatment of steel.
Code: IWM-T List \$16.00 Member: \$12.00

IWM-M Introductory Welding Metallurgy Instructor's Manual
Code: IWM-M List \$4.00 Member: \$3.00

IWM-P Introductory Welding Metallurgy Slides, 92 slides
Code: IWM-P List \$140.00 Member: \$105.00

Welding Structural Design

WSD-T Welding Structural Design Text, 464 pp, 1987
 This course has been developed to assist design engineers, welding supervisors, welders or manufacturing / fabrication engineers in performing their duties and hopefully bring to their attention the great potential for cost saving and efficiency attainable through the proper design of weldments.

We offer a quantity discount when you purchase more than five copies of the WSD-T.

Copies	Code	List Price	Member Price
1 - 5	WSD-TA	\$180.00	\$135.00
6 - 10	WSD-TB	\$150.00	112.50
11 - 20	WSD-TC	130.00	97.50
21 +	WSD-TD	115.00	86.25

WSD-M Welding Structural Design Instructor's Manual, 1987
 To accompany WSD-T text and WSD-S slides.
Code: WSD-M List \$120.00 Member: \$90.00

WSD-P Welding Structural Design Slides, 524 slides, 1987
Code: WSD-P List \$300.00 Member: \$225.00

Welding Inspection Technology

WIT-T Welding Inspection Technology Text, 585 pp, 1986
 Designed to assist professional welding inspectors in improving their skills. Provides a good compilation of the information needed for the AWS CWI examination, and will also serve as an excellent general instructional guide for anyone interested in learning more about the visual inspection of welds, regardless of whether they plan to become certified.

We offer a quantity discount when you purchase more than five copies of this text or the workbook.

Copies	Code	List Price	Member Price
1 - 5	WIT-TA	\$150.00	\$112.50
6 - 10	WIT-TB	120.00	90.00
11 - 20	WIT-TC	110.00	82.50
21 +	WIT-TD	95.00	71.25

WIT-W Welding Inspection Technology Workbook, 77pp, 1986
 Quizzes to go along with text plus sample CWI Fundamentals and Practical Application Examinations. (Answers included)

Copies	Code	List Price	Member Price
1 - 5	WIT-WA	\$150.00	\$112.50
6 - 10	WIT-WB	120.00	90.00
11 - 20	WIT-WC	110.00	82.50
21 +	WIT-WD	95.00	71.25

WIT-M Welding Inspection Technology Instructor's Manual, 171 pp, 1986
 To accompany WIT-P slides.
Code: WIT-M List \$120.00 Member: \$90.00

WIT-P Welding Inspection Technology Slides, 836 slides, 1986
Code: WIT-P List \$480.00 Member: \$360.00

WIT-V Welding Inspection Technology Videotape, 17 videotapes
 This tape series is broken into twelve learning modules intended to prepare individuals for the AWS Certified Welding Inspector Examination. This tape set may be used alone, or as an instructional aid in a classroom setting. Spanning more than eleven hours of on-location demonstrations, vivid illustrations, and easy-to-understand explanations, this videocourse will benefit all individuals involved with the welding profession, including inspectors, engineers, auditors, managers, welders, and oth

continued...



WIT-V (Continued description)...

Topics include: The Welding Inspector; Documents Governing Welding Inspection and Quality of Materials; Weld Joint Geometry and Welding Terminology; Welding and Nondestructive Testing Symbols; Mechanical and Chemical Properties of Metals; Destructive Testing; Welding Metallurgy for the Welding Inspector; Welding Procedure and Welder Qualification; Welding, Brazing, and Cutting Processes; Weld Metal Discontinuities; Nondestructive Testing; Effective Welding Quality Control.

Code: WIT-V List \$4,800.00 Member: \$4,320.00

WIT-VP Preview Tape, Welding Inspection Technology
Code: WIT-VP \$75.00

Do You Need A Certified Welding Inspector?

AWS can provide you with a listing of currently certified welding inspectors for any area you choose. For more information please call the American Welding Society, Q & C Department at (800) 443-9353 ext. 273.

Welding Journal Article Reprints

Reprints of articles from the Welding Journal are available. Minimum order — 100 copies. Please call AWS Order Department for details and prices.

Welding Journal

JWR Journal of Welding Research



These books contain an entire year of research papers reprinted from the Welding Journal. The volumes may be purchased individually, or at a special discount for all three.

Code:	List	Member
JWR-88 Vol. 1	\$ 50.00	\$ 37.50
JWR-89 Vol. 2	50.00	37.50
JWR-90 Vol. 3	50.00	37.50
JWR-91 Vol. 4	50.00	37.50
JWR-ALL Vols. 1, 2, 3, 4	150.00	112.50

(Buy 3, get fourth FREE)

WJ Welding Journal
Practical articles and research papers on welding and allied processes. Annual Subscription (12 issues).

Code: WJ

Price: USA	1 year	\$ 90.00	2 years	\$ 160.00
Foreign	1 year	\$ 130.00	2 years	\$ 240.00

WJB Journal Bound Volume

12 issues bound in one volume
Specify year
— limited availability.



Code: WJB USA \$135.00 Member: \$135.00

AWS Gifts

SBLZ



AWS Blazer
Stylish navy blazer has AWS logo embroidered in gray, with silver crest buttons and two patch pockets. Easy-care Dacron / Wool blend, fully lined. Please specify size. Men 36-46 short, regular or long; Women 4-20.
Code: SBLZ \$99.00

**5MW
5LW**

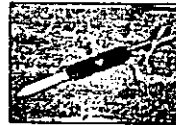
**AWS Mens Watch
AWS Ladies Watch**

Display with pride your AWS member affiliation with this handsome AWS logo, two-toned wristwatch. Gold plated watch case includes day/date precision movement, adjustable bracelet, water resistant to 3atm, scratch resistant mineral crystal, limited three year warranty, and deluxe velvet covered metal gift box. For correct sizing, please specify either man's or woman's model.



Code: 5MW \$54.00
5LW 54.00

5SK



Blue Swiss Army Knife

Beautiful pocketknife with AWS logo. This is a genuine 3 1/2" Swiss Army Knife with large blade, combination tool (cap lifter, can opener screwdriver, wire stripper), corkscrew, scissors, key ring, tweezers, toothpick and mini screwdriver.

Code: 5SK \$35.00

5P

AWS Sew on Patch

AWS logo in blue with gold trim and lettering.

Code: 5P \$1.00

5BB

AWS Custom Belt Buckle

All brass with AWS emblem.

Code: 580 \$10.00

5B

Chain Bracelet with AWS Disc Charm

Code: 5BS	Sterling Silver	\$32.00
5BG	Gold-Filled	35.00

5C

AWS Disc Charm

Code: 5C5	Sterling Silver	\$8.00
5CG	Gold-Filled	10.00

5LBGF

AWS Member Lapel Pin & Tie Tac

Code: 5LBGF \$10.00

5L

AWS Lighter by Zippo

Chrome finish with AWS logo.

Code: 5L \$10.00

5KC

AWS Pull-Apart Key Holder

Gold finish with AWS logo.

Code: 5KC \$10.00

5LP

AWS License Plate

Yellow metal plate with AWS logo in blue.

Code: 5LP \$7.00



AWS Custom Rings

Each ring has your name and dated induction into AWS incised on the shank. You have your choice of either a red ruby, blue sapphire or emerald stone. To order a ring please call the AWS Order Dept. at 1-800-334-9353 and ask for a ring order form.

Nonprecious Metal	\$120.00
10K Gold	360.00

5CP

AWS Cross Pen

Chrome Cross pen with AWS emblem.

Code: 5CP \$15.00

5T



AWS Custom Ties

Five brand new custom designed ties made specially for AWS. Silk/Poly blend, specify color; Navy/White, Brown/Tan, Blue/Red, Maroon/White, or Red/Blue.

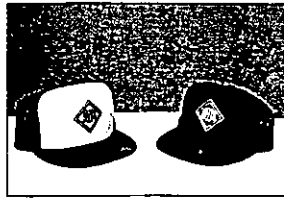
Code: 5T \$12.00

58C AWS Baseball Cap

Selection of white or blue with a one color AWS logo silk screen.

Code: 58C

\$8.00

**5TSB AWS "We've Got The Spark" T-Shirt**

Royal Blue; 50/50; Screened in white; available in small, medium, large, x-large, and xx-large, please specify.

Code: 5TSB

\$8.00

5TSW AWS T-Shirt

White 50/50 T-shirt trimmed around the neck and sleeve in navy blue; screened with the AWS logo on the front to match. Available in medium, large, x-large, and xx-large, please specify.

Code: 5TSW

\$8.00

5CM AWS Coffee Mug

White ceramic mug with AWS logo in blue.

Code: 5CM

\$3.00

5GB AWS Golf Balls

Titleist DT 90 golf balls with a one color AWS logo

Code: 5GB

\$30.00

Abington Publishing - Woodhead Publishing LTD

BFWS Brittle Fracture of Welded Structures, 22 pp, 1971

Code: BFWS

\$29.00

CCTC COD and Charpy V Test Data Correlation, 16 pp, 1981

Code: CCTC

\$29.00

CIW Welding Cast Irons, 28 pp, 1986

Code: CIW

\$29.00

CWMM Compendium of Weld Metal Microstructures and Properties; Submerged-arc welds in ferritic steel, 54 pp, 1985

Code: CWMM

\$77.00

DBPP Diffusion Bonding As A Production Process, 40 pp, 1979

Code: DBPP

\$29.00

DWF Distortion in Welded Fabrications, Control of, 73 pp, 1966

Code: DWF

\$26.00*

DIWP Developments and Innovations for Improved Welding Production, Conference Proceedings 322 pp, 1984

Code: DIWP

\$101.00

EFWP Exploiting Friction Welding Production, 80 pp, 1979

Code: EFWP

\$44.00

ERIM The Effects of Residual, Impurity and Microalloying Elements on Weldability and Weld Properties, Conference Proceedings 500 pp, 1985

Code: ERIM

\$107.00

EUS The Evaluation of Ultrasonic Signals, approx. 50 pp, 1986

Code: EUS

\$29.00

EXW Explosive Welding, 48 pp, 1976

Code: EXW

\$19.00

FAF The Facts About Fume, 31 pp, 1986

Practical information on the formation and control of welding fume.

Code: FAF

\$19.00

FFWC Faults in Fusion Welds in Constructional Steels, 43 pp, 1986

Code: FFWC

\$19.00

FPWJ Improving the Fatigue Performance of Welded Joints, 32 pp, 1983

Code: FPWJ

\$24.00

FSST Fracture-Safe Designs for Large Storage Tanks, 220 pp, 1986

Code: FSST

\$58

FTFA Test For Fracture Toughness and Fatigue Assessment: A Compilation of Stress Intensity, Compliance, and Elastic Factors, 44 pp, 1985

Code: FTFA

\$44.00FTT

Fracture Toughness Testing: Methods, Interpretation and Application, 488 pp, 1987

Code: FTT

\$112.00

GFFDS Guidelines for Fracture-Safe and Fatigue-Reliable Design of Steel Structures, 148 pp, 1983

Code: GFFDS

\$58.00

HSWA Health and Safety in Welding and Allied Processes, 232 pp, 1990. The fourth, fully updated edition of a standard health and safety text which covers the safety implications of new technological advances.

Code: HSWA

\$67.50

IMJ Introduction to Microjoining, 34 pp, 1986

Code: IMJ

\$44.00

IWFAS An Introduction to Welding Fluxes for Mild and Low Alloy Steel 16 pp, 1981

Code: IWFAS

\$19.00

LTWF Welded Steel Fabrication, Lamellar Tearing in, 16 pp, 1972

Code: LTWF

\$24.00

LWCST Laser Welding, Cutting, and Surface Treatment, 60 pp, 1984

Code: LWCST

\$34.00

NDTFPP Nondestructive Testing in the Fitness-for-Purpose Assessment of Welded Construction, 256 pp, 1985

Code: NDTFFP

\$83

RFOS Towards Rational and Economic Fabrication of Offshore Structures — Overcoming the Obstacles, Conference Proceedings 160 pp, 1987

Code: RFOS

\$120.00

RR Repair and Reclamation, 222 pp, 1986

Code: RR

\$73.00

RPW Pipeline Welding, Recent Developments in, 82 pp, 1979

Code: RPW

\$44.00

RSE Residual Stresses and Their Effect, 55 pp, 1981

Code: RSE

\$44.00

RWE Robotics for the Welding Engineer, 38 pp, 1988

Code: RWE

\$50.00

SCFS Solidification Cracking of Ferritic Steels During Submerged Arc Welding, 27 pp, 1977

Code: SCFS

\$24.00

SDAW Standard Data for Arc Welding, 126 pp, (2 volumes), 1975

Code: SDAW

\$73.00

UTBW Procedures and Recommendations for the Ultrasonic Testing of Butt Welds, 42 pp, 1971

Code: UTBW

\$29.00

WCRS Welding Creep Resistant Steels, 38 pp, 1976

Code: WCRS

\$29.00

WCS Welding Coated Steels, 40 pp, 1978

Code: WCS

\$29

WDM Welding Dissimilar Metals, 68 pp, 1986

Code: WDM

\$49.00

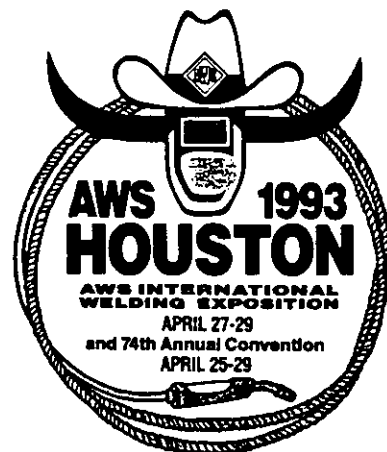


- WFG-88 Welding Fume, A Welder's Guide, 6 pp, 1988**
50 leaflets
Code: WFG-88 \$32.00
- B088 Exploiting Robots in Arc Welded Fabrication, 180 pp, 1988**
Code: B088 \$50.00
- B089 Advanced Welding Systems, 520 pp, 1987**
Papers from a Welding Institute international conference held in London November 19 - 21, 1985.
Code: B089 \$146.00
- B104 NonDestructive Testing of Welded Joints, 105 pp, 1987**
Code: B104 \$38.00
- B111 Power Beam Technology, 446 pp, 1988**
Papers from an international conference arranged by The Welding Institute in Brighton, September 10-12, 1986. The conference was sponsored by the American Welding Society, the American Society for Metals, Edison Welding Institute, the Institute of Metals and Culham Laser Applications Group.
Code: B111 \$146.00
- B115 Guide to the Welding and Weldability of Cryogenic Steels, 44 pp, 1987**
Code: B115 \$29.00
- B118 The Effect of Plate Thickness on the Fatigue Strength of Fillet Welded Joints, 48 pp, 1987**
Code: B118 \$88.00
- B119 Fatigue of Welded Construction, 534 pp, 1988**
Papers from an international conference arranged by The Welding Institute, Brighton, April 7-9, 1987.
Code: B119 \$166.00
- B121 Rational Fabrication Specifications for the Offshore Industry, 76 pp, 1988**
Code: B121 \$44.00
- B122 Welding and Performance of Pipelines, 2 volume set, Vol. 1, 378 pp, Vol. 2, 332 pp, 1987**
Papers from an international conference held by The Welding Institute, London November 18 - 21, 1986.
Code: B122 \$292.00
- B125 Handbook on the Magnetic Examination of Welds, 52 pp, 1988**
Code: B125 \$34.00
- B126 Which Process?, 96 pp, 1990**
Presents a unique scheme for selecting the most suitable processes. It shows how to do this at the drawing board stage, when the need for a connection is first decided, and gives a series of diagrams and tables to show which processes are most feasible for each particular joint. The book includes clear and practical descriptions of 28 joining processes and explains the principal methods of use and applications.
Code: B126 \$68.00
- B127 Professional Diver's Manual on Wet-Welding, 80 pp, 1990**
This training manual and reference book contains step-by-step procedures for performing basic manual metal arc welding operations together with information on welding equipment, consumables and safety
Code: B127 \$48.00
- B128 Submerged-Arc Welding, 106 pp, 1989**
This handbook provides an up-to-date guide to an important, versatile and highly productive welding process. It includes chapters on origins and development, principles, process variants, consumables, welding procedures, as well as the latest information on powder additives and narrow gap welding.
Code: B128 \$54.00
- B129 TIG and Plasma Welding, 112 pp, 1990**
Handbook for designers, engineers and metallurgists, packed with all the information they need to make the best use of TIG and plasma welding in their own companies. Explaining the basics of the process and its applications, the author outlines the latest advances in equipment and operating techniques.
Code: B129 \$48.00
- B130 Joining Plastics in Production, 180 pp, 1988**
Specially commissioned papers designed as an introduction for technologists, engineers, scientists, designers and managers who need to understand the joining of plastics and composites.
Code: B130 \$78.00

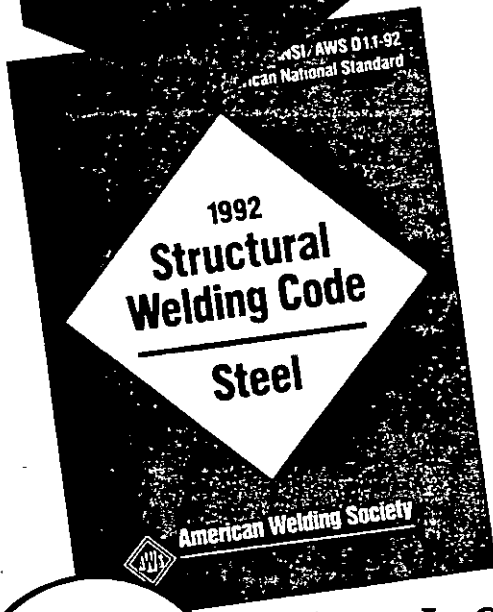
- B131 Weld Failures, 560 pp, 1989**
45 papers by over 100 leading experts at an international conference which bring together the vast store of knowledge existing worldwide on weld failures. They cover everything from product liability, inspection, and in-process monitoring of weld quality to problems associated with local brittle zones, corrosion and fatigue.
Code: B131 \$130.00
- B132 Process Pipe and Tube Welding, 160 pp, 1990**
Process options and manual techniques for pipework fabrication; TIG welding of pipework for ships; Qualification of welding procedures; Pipework associated with pressure vessels; Site mechanical construction; Mechanized arc welding; Aero-engine application; Boiler tube welding; NDT of welds in smaller diameter tubes.
Code: B132 \$70.00
- B133 Engineering Coating—Design and Application, 200 pp, 1989**
This handbook helps engineers and others in the field to understand the wide variety of processes and materials available in surfacing technology and to select the most suitable processes for given applications.
Code: B133 \$85.00
- B134 Computer Technology in Welding, 328 pp, 1990**
Third International Conference, June 1990. A state-of-the-art review of what computers can do in the workplace with details of the latest developments worldwide. Contents: Process control and analysis; Sensors and instrumentation; Robots and cell controls; Computer integrated manufacturing; Modeling; Information technology; Expert systems.
Code: B134 \$165.00

New Items...

- B135 A Practical Guide to TIG (GTA) Welding, 144 pp, 1991**
This book gives comprehensive advice on applications, techniques and the best available equipment. It is practical throughout, providing thorough, technical guide to such items as power sources, ancillary components, torches, gases, electrodes, jigs, fixtures, and heat-sinks, as well as safety aspects and automation and computer control.
Code: B135 \$72.00
- B136 Quality in Resistance Welding, 100 pp, 1991**
An analysis of the process and its control.
Code: B136 \$86.00
- B137 Design and Analysis of Fatigue Resistant Welded Structures, 378pp, 1990**
An updated English version of a successful German book on attaining adequate fatigue strength of welded joints. Both traditional and modern concepts are described.
Code: B137 \$126.00
- B138 Fundamentals of Welding Metallurgy, by H. Granjon, 240 pp, 1991**
English translation from French. Published by Abington Publishing, Ltd
This book describes the metallurgical phenomena involved in the different welding processes. Practical examples of a wide variety of metals and alloys are provided, as well as an expert commentary on steel weldability and types of cracking. Henry Granjon is an internationally recognized expert in the field.
Code: B138 \$80.00



NEW 1992 EDITION!



Structural Welding Code - Steel

(ANSI/AWS D11.92)

A comprehensive working document for designers, engineers, fabricators and contractors who erect tubular and statically or dynamically loaded steel structures, the new 1992 document is fully updated. The Code covers detailed welding requirements, allowable unit stresses, structural details, workmanship, inspection procedures and acceptance criteria ... plus extensive clarification of Code features. The Code is also approved by the American National Standards Institute.

Only \$120
AWS Members \$90

1992 Structural Welding Code - Steel is 447 pages, measures 8½ x 11 inches with soft cover and is three-hole punched.



Order Today!

In Step with Advancing Technology

A number of new requirements, major Code changes and other revisions are in this latest, authoritative edition. They include:

- ◆ Alternative Methods for Ultrasonic Examination of Groove Welds
- ◆ New Box Tube Design Rules Using Both the Allowable Stress and Load and Resistance Factor Design Methods
- ◆ New Notch Toughness Criteria for Heavy Tubular Members
- ◆ New Requirements for Welder Qualification Using the Short Circuiting Mode of Transfer for GMAW
- ◆ Revision to Appendix E - Form I for Welder, Welding Operator and Tack Welder Qualification
- ◆ Revised Rules for Prequalified Weld Procedures for Tubular Members
- ◆ Reduced Holding Times for Stress-Relief Treatments

And More...

- ◆ Nine new tables
- ◆ Nineteen new figures
- ◆ Seven revised figures
- ◆ Six revised tables

For more information -
Fill in convenient order form and return. Or for immediate action

Call: **800 334-9353**

Outside Continental U.S.:

305 443-9353

Telefax: 305 443-7559 or

Telex: 51-9245 AWWELD SOC



American Welding Society

550 N.W. LeJeune Road
P.O. Box 351040
Miami, Florida 33135

Please send me the new, Updated 1992 Structural Welding Code-Steel (ANSI/AWS D11.92)

Price: List \$120.00 AWS Member \$90.00*

Payment: P.O. No. _____ Check MasterCard AWS Use Only

Visa American Express Diners Club Carte Blanche Check No. _____

Card No. _____ Amount \$ _____

Expiration Date _____ Interbank _____ Date Rec'd. _____

Signature _____ Account No. _____

Ship to: *AWS Member Number (Required for discount) _____

Last Name _____ First Name _____

Company _____

Street Address _____

City _____ State _____ Zip _____

Telephone _____

Place your order from AWS *today* — it's easy!

Call 800 334-9353 to Place Your Order

Others please call 800 443-9353

Satisfaction Guaranteed

We Accept...



Orders Shipped same day!

AWS Standards Via FAX!

Need a Standard fast? AWS will fax a Standard to you!

U.S. and Canada - cost of Standard, plus \$1.50 per page. (\$25.00 minimum)

Foreign - cost of Standard, plus \$4.00 per page. (\$40.00 minimum)

Ordering Information

1. All orders must be prepaid unless billed to an AWS member or accompanied by a company purchase order.
2. All orders billed to a company require a purchase order.
3. A 10% shipping & handling charge will be added to all orders not accompanied by payment (not to exceed \$20.00).
4. AWS ships via UPS ground, please include Street Address — no P.O. Boxes. Please allow 7 to 10 working days for delivery. For an additional fee, shipment by UPS air or Federal Express is available.
5. AWS members must include their membership number to receive the member price.
6. There is a \$10.00 minimum order when paying with credit card.
7. Prices are subject to change without notice.
8. AWS reserves the right to require prepayment for any order or to reject any order.
9. Member prices cannot be used in conjunction with other discounts or special offers.

AWS Guarantee...

If for any reason you are not satisfied with your order, return it within 30 days for a complete refund. Videotapes may be returned only if they have audio or video defects.

25% Discount for Members

AWS Members receive a 25% discount off the list price of most publications!

Use Your Member Number To Order

To receive your member discount, you must remember to include your membership number with your order, or include a completed Membership Application (p. 39).

Foreign Orders

(includes Canada and Mexico)

Foreign customers must contact the AWS order department for a Pro Forma invoice. For fast service we can fax the Pro Forma invoice. All foreign shipments will be made by either TNT, UPS, or DHL, and the charge will appear on the Pro Forma invoice. No shipment will be made until the Pro Forma invoice is paid.

Nonmembers who wish to enjoy the member discount may do so by including their membership application form and dues with their order form. The following qualify for the member price: AWS Members; Members of the American Council of IiW; Public Libraries; Bookstores.

AWS Standards — Other Sources

AWS Standards are also available from:

Welding Technology Institute
of Australia
9 Parramatta Road
Unit 3, Suite 2
P.O. Box 28
Lidcombe, NSW 2141 Australia
Telefax: 02 748-2858

Suministros Asociados S.A.
Belgrano 333, 1-34
1642-San Isidro, Buenos Aires
Argentina
Phone: 742-1466/70
Telex: 26078
Fax: 743-6461

Nederlands Normalisatie-Institute
Postbus 5059
2600 GB Delft
Netherlands

CD ROM & Microfilm Only:

Information Handling Services
15 Inverness Way East
P.O. Box 1154
Englewood, CO 80150
Phone: 800 241-7824

Photocopies Only:

Global Engineering Documents
2805 McGraw Avenue
P.O. Box 19539 Unit
Irvine, CA 92714
Phone: 800 854-7179
Fax: 714 261-7892
Telex: 692373

SOLD TO

PUBLICATION ORDER FORM

PRICES VALID UNTIL
December 15, 1992

SHIP TO — No P.O. Boxes Please

AWS MEMBER/CUSTOMER NO. _____

Last Name _____ First Name _____

Company _____

Address (No P.O. Boxes for Shipping) _____

City _____ State _____ Zip _____

Phone _____

Last Name _____ First Name _____

Company _____

Address (No P.O. Boxes) _____

City _____ State _____ Zip _____

Phone _____

Our Most Popular Items

Qty	Code	List	Member	Total	Qty	Code	List	Member	Total	Qty	Code	List	Member	Total	
_____	A1.1-89	20.00	15.00	_____	_____	A5.26-91	16.00	12.00	_____	_____	D10.12-89	20.00	15.00	_____	
_____	A2.1-DC	4.00	3.00	_____	_____	A5.28-79	16.00	12.00	_____	_____	D11.2-89	52.00	39.00	_____	
_____	A2.1-WC	4.00	3.00	_____	_____	A5.29-80	16.00	12.00	_____	_____	D14.1-85	36.00	27.00	_____	
_____	A2.4-86	36.00	27.00	_____	_____	A5.30-79	16.00	12.00	_____	_____	D14.3-82	36.00	27.00	_____	
_____	A3.0-89	36.00	27.00	_____	_____	B1.10-86	32.00	24.00	_____	_____	D14.4-77	36.00	27.00	_____	
_____	A4.2-91	16.00	12.00	_____	_____	B1.11-88	32.00	24.00	_____	_____	D15.1-86	52.00	39.00	_____	
_____	A4.3-86	16.00	12.00	_____	_____	B2.1-84	48.00	36.00	_____	_____	F1.3-91	16.00	12.00	_____	
_____	A5-ALL	360.00	270.00	_____	_____	B2.2-91	24.00	18.00	_____	_____	F1.5-87	20.00	15.00	_____	
_____	A5.01-87	16.00	12.00	_____	_____	B4.0-85	24.00	18.00	_____	_____	F2.2-89	4.00	3.00	_____	
_____	A5.1-91	16.00	12.00	_____	_____	BRH	60.00	45.00	_____	_____	F3.1-89	24.00	18.00	_____	
_____	A5.2-92	16.00	12.00	_____	_____	C4.1-G	16.00	12.00	_____	_____	F4.1-88	16.00	12.00	_____	
_____	A5.3-91	16.00	12.00	_____	_____	C4.2-90	16.00	12.00	_____	_____	FMC-89	52.00	39.00	_____	
_____	A5.4-92	16.00	12.00	_____	_____	C5.2-83	16.00	12.00	_____	_____	HOT	24.00	18.00	_____	
_____	A5.5-81	16.00	12.00	_____	_____	C5.4-84	16.00	12.00	_____	_____	IFS-87	16.00	12.00	_____	
_____	A5.6-84	16.00	12.00	_____	_____	C5.5-80	32.00	24.00	_____	_____	JWR-89	50.00	37.50	_____	
_____	A5.7-84	16.00	12.00	_____	_____	C5.6-89	32.00	24.00	_____	_____	JWR-90	50.00	37.50	_____	
_____	A5.8-89	16.00	12.00	_____	_____	CM-80	44.00	33.00	_____	_____	JWR-91	50.00	37.50	_____	
_____	A5.9-81	16.00	12.00	_____	_____	D1.1-92	120.00	90.00	_____	_____	SHP	64.00	48.00	_____	
_____	A5.10-92	16.00	12.00	_____	_____	D1.2-90	44.00	33.00	_____	_____	SP	20.00	15.00	_____	
_____	A5.11-90	16.00	12.00	_____	_____	D1.3-89	32.00	24.00	_____	_____	TSS	52.00	40.00	_____	
_____	A5.12-92	16.00	12.00	_____	_____	D1.4-92	28.00	21.00	_____	_____	WCI	60.00	45.00	_____	
_____	A5.13-80	16.00	12.00	_____	_____	D1.5-88	64.00	48.00	_____	_____	WHB-1.8	108.00	81.00	_____	
_____	A5.14-89	16.00	12.00	_____	_____	D3.5-85	20.00	15.00	_____	_____	WHB-2.8	108.00	81.00	_____	
_____	A5.15-90	16.00	12.00	_____	_____	D3.6-89	24.00	18.00	_____	_____	WHB-1	50.00	37.50	_____	
_____	A5.16-90	16.00	12.00	_____	_____	D3.7-90	24.00	18.00	_____	_____	WHB-2	50.00	37.50	_____	
_____	A5.17-89	16.00	12.00	_____	_____	D8.7-88	16.00	12.00	_____	_____	WHB-3	50.00	37.50	_____	
_____	A5.18-79	16.00	12.00	_____	_____	D8.8-89	16.00	12.00	_____	_____	WHB-4	50.00	37.50	_____	
_____	A5.19-80	16.00	12.00	_____	_____	D9.1-90	24.00	18.00	_____	_____	WHB-5	50.00	37.50	_____	
_____	A5.20-79	16.00	12.00	_____	_____	D10.4-86	16.00	12.00	_____	_____	WI-80	30.00	22.50	_____	
_____	A5.21-80	16.00	12.00	_____	_____	D10.7-86	16.00	12.00	_____	_____	WM1	36.00	27.00	_____	
_____	A5.22-80	16.00	12.00	_____	_____	D10.8-86	16.00	12.00	_____	_____	WM2	36.00	27.00	_____	
_____	A5.23-90	16.00	12.00	_____	_____	D10.9-80	32.00	24.00	_____	_____	Z49.1-88	36.00	27.00	_____	
_____	A5.24-90	16.00	12.00	_____	_____	D10.10-90	20.00	15.00	_____	_____					
_____	A5.25-91	16.00	12.00	_____	_____	D10.11-87	16.00	12.00	_____	_____					

List Your Other Selections Here

Qty	Format	AWS Code	Page#	Price	Total

Qty	Format	AWS Code	Page#	Price	Total

*Format applies to videotapes only. Indicate "V" for VHS, "B" for Beta or "3/4" for 3/4.

Payment can be made (in U.S. dollars) by check or money order (international or foreign) payable to the American Welding Society, or by charging American Express, Carte Blanche, Diners Club, MasterCard, or VISA. Your membership number must be at the top of this form to receive the member price!

Carte Blanche Diners Club Visa Check — Number: _____

American Express Money Order Purchase Order — Number: _____

MasterCard Your Account Number _____ Expiration _____

MasterCard Inter Bank # _____ Signature (Required) _____

See Page 20 for Ordering Information Details

To become AWS Member, use the application on page 39.

Subtotal: _____

Florida Residents Add 6.5% Sales Tax: _____

Shipping and Handling Charge: _____

Foreign Service Charge: _____

TOTAL: _____

YOU CAN FAX THIS ORDER TO...
305 443-7559

MAIL: Order Department
American Welding Society
550 N.W. LeJeune Road
P.O. Box 351040
Miami, Florida 33135

Office Use Only

Check # _____ Account # _____

Date _____ Amount _____

Computer Software

ETS

NDT Expert Training System Version 3.0

Karta Technology 1988. This popular software contains questions and answers from ASNTs Q & A books and is designed to certify and train your Level I, II, and III personnel. This system enables the user to add their own questions and answers to the database and is available in the same methods as SNT-TC-1a supplements. The program is menu driven and user friendly. It operates on IBM XT or AT compatible systems with a hard drive, CGA or EGA graphics, and DOS 3.0 or higher.

Code	Description	Price
ETS	Expert Training System only	\$170.00
ETS-M	Any ETS method listed below	125.00

Individual Methods (Each module includes questions for Level I, II, and III). Purchase separately for \$125.00 each.

Ultrasonic	Magnetic Particle	Liquid Penetrant
Radiography	Eddy Current	Neutron
Bubble Leak	Mass	Radiography
Pressure Change	Spectrometer	Halogen Diode

(specify which method(s) when ordering)

WJINDEX

The Welding Journal on-line computerized index. Requirements: any computer or terminal with a 300, 1200, or 2400 baud modem compatible with the Hayes standard, using any terminal communications software which supports VT-100 emulation. Call the AWS MIS Department for more details.

Code: WJINDEX

TURBO-IX Turbo-IX, 1989 Edition

By C-Spec, a Welding Engineering Consulting Firm, is a state-of-the-art computer program developed for a fast review of welding procedure specifications for compliance with the ASME Section IX Boiler & Pressure Vessel Code. The program contains the text of Section IX, zooms to cross-referenced paragraphs, displays base metal and weld filler metal classifications, qualified thickness ranges and required mechanical test, and cross-referenced Section IX interpretations. A menu system with built in help screens allows easy access to program features. The database includes over 1400 ASME/ASTM base metal grades, over 1100 AWS/SFA filler metal classifications, and over 1,000 cross-referenced ASME Section IX interpretations. This program is a practical and cost effective tool for welding engineers, consultants, QA/QC personnel, contractors, students and instructors. It runs on IBM XT or AT compatible, 640K RAM, a hard disk and DOS 2.0 or later version. From C-spec registered users of the program receive three years of free updates. Each update incorporates the changes of the latest ASME IX addenda. One year of free technical support from C-spec.

Code: TURBO-IX \$550.00

TURBO-D Turbo-IX Demo

Is the demonstration version of the above listed Turbo-IX program. It works exactly like the program, but it does not have the complete database. Thus it provides the user with the look and feel of the program, and a sample of the data it contains. The demo is not copy protected, and the price will be credited towards the purchase of Turbo-IX.

Code: TURBO-D \$15.00

INFOWELD-PC

Includes practical weld procedures for all types of joints in all welding positions in mild, low carbon and stainless steels and also in aluminum. Data is given for thicknesses ranging from sheet as thin as .020" to thick plate welded by either SMAW with 9 electrode types, GMAW, FCAW with 5 electrode types, SAW, GTAW or Plasma processes. Electrode sizes for root and filler passes or wire sizes are recommended and a shielding gas guide is included.

Based on user supplied values for unit cost factors, the program calculates the cost per foot of weld and, if required, a complete job costing together with weld time and weight of filler metal.

The weld volume program enables a user to perform similar cost and filler metal estimates based on the use of his own joint design and welding parameters. These user defined weld procedures can be saved to disk.

A heat input program is incorporated. This makes it easy to devise a detailed weld procedure including the number of runs needed to meet the requirements of a particular specification.

INFOWELD programs are interlinked and require no prior computer experience. Available in either U.S. standard or metric units - please specify when ordering. Requirements: IBM compatible PC with 512K using PC-DOS MS-DOS 3.0 or later.

Code: INFOWELD \$495.00

New Items...

V1.0

Welding Procedures Helper

PQR, and WPS software for DOS computers. Features include popup relational database search for PQRs and WPSs, printer fonts, standard weld joint designs, document revision security. Available for D1.1, D1.2, D1.3, D1.5, D9.1 codes.

Code: V1.0 (Specify Code, i.e D1.1) \$345.00

V2.0

Welding Engineers Helper

PQR, WPS and WPQ Software for DOS computers. Features include popup relational database search for PQRs and WPSs, standard weld joint design, document revision security, automatic welder qualification renewal reminder, and much more. Available for D1.1, D1.2, D1.3, D1.5, D9.1 codes.

Code: V2.0 (Specify Code, i.e. D1.1) \$995.00



WSL

WELDSELECTOR

WELDSELECTOR recommends the optimum electrode for a welding job after asking the user a series of questions. The program considers a wide range of factors before making a recommendation, such as the welding process to be used, the weld position and the possibility of atmospheric contamination. It consistently makes the right choice for your application. Without this expert system, a welding electrode selection could take you a lot more time than just a few minutes at a PC. Requires IBM compatible computer, 640K Ram, MS DOS 2.0 or higher and hard disk storage. Program is not compatible with a 80486 processor.

Code: WSL \$95.00

FP

FERRITEPREDICTOR V.2.0 Includes WRC 1988 Constitution Diagram

In a matter of a few seconds, FERRITEPREDICTOR calculates the ferrite number of ferrite percentage of your stainless or dissimilar metal welds. This information assists you in decisions that reduce the likelihood of cracking and brittle failure of welds in service. FERRITEPREDICTOR v.3.0 has an easy to use interface and capability to print diagrams. Instead of taking hours to check all the base metals and electrodes that could be used for a particular job, FERRITEPREDICTOR takes just a few seconds to complete a Schaeffler, DeLong or WRC Diagram analysis. Requires IBM compatible computer, 640K RAM, MS DOS 2.0 or higher, mouse, VGA monitor, and hard disk storage.

Code: FP \$125.00

COR CORRAL 9 WPS/PQR
 CORRAL 9 is a database program which allows the user to enter, store, search and retrieve Welding Procedure Specifications (WPS) and Procedure Qualification Records using a personal computer. All of the information on the recommended ASME Section IX WPS and PQR forms can be entered. The user can search through the database using any combination of the following criteria: base material, thickness, process, filler material, requirement of post weld heat treatment and/or the requirement of impact test. A list of the matching records can be sent to the screen or the printer. Each WPS and PQR can also be printed on a form which is similar to the ASME Section IX recommended forms. Requires IBM or compatible computer, 640 RAM, MS DOS version 2.0 or higher and hard disk storage.
Code: COR \$295.00

New Item...

CORD CORRAL D1 WPS/PQR
 CORRAL D1 is a database program which allows the user to enter, store, search and retrieve Welding Procedure Specifications (WPS) and Procedure Qualification Records (PQR) quickly and easily. All of the information on the recommended AWS D1.1 WPS and PQR forms can be entered into the database and printed. A graphics package specifically designed for drawing joint detail is included with the program. The joint detail and/or bead sequence can be drawn, stored and printed with each procedure. The user can search the database using any combination of the following criteria: base material, thickness, process, filler materials, requirement of post weld heat treatment and/or the requirement of impact test. The program provides an electronic online code referencing system to selected portions of the ANSI/AWS D1.1 code. Requires IBM compatible computer, 640K RAM, MS DOS 2.0 or higher, mouse, VGA monitor and hard disk storage.
Code: CORD \$395.00

By publishing the above and by describing and offering various services, AWS does not intend to offer or make any warranty or guaranty with regard to any AWS literature, research services, products, or goods, and nothing in this or any AWS publication should be interpreted as creating any such warranty or guaranty. This foregoing statement also applies to AWS.

The International Institute of Welding

B114 Guide to the Metallurgy of Welding and Weldability of Low Carbon Microalloyed Hot Rolled Steels, 38 pp, 1987
 Replaces AWS product CMN
Code: B114 \$24.00

CD Classification of Defects in Metallic Fusion Welds with Defects, 30 pp
Code: CD List \$15.00 Member: \$11.25

FF-2 Welded Constructions, Fatigue Fractures In, 177 pp, 1973 (IIW)
Code: FF-2 List \$60.00 Member: \$45.00

FFPWS IIW Fitness for Purpose in Welded Structures — Draft Document
 This IIW Guidance Document provides the principles of the application of a Fitness-for-Purpose approach to weld design and to the assessment of the integrity of welded structures. Main topics include reliability, stresses, instantaneous failure, environmental effects, nondestructive examination, and leak-before-break. (Softbound)
Code: FFPWS List \$75.00 Member: \$60.00

IIW Computerized Database

The IIW has created a computerized database containing records of technical documents prepared by its various Working Units. Among the subjects covered in the IIW Database are welding processes and allied techniques, physics of welding, welding metallurgy (ferrous and non ferrous metals), residual stresses, stress relaxation and brittle fracture.

IIWD-F Complete software for searching and modifying the IIW Data-base and creating other databases as well. This version also includes the IIW Thesaurus which can be used on-line for the selection and control of keywords.

Code: IIWD-F \$1560.00
IIWD-FU \$350.00 (Annual update)
IIWD-B \$850.00
IIWD-BU \$200.00 (Annual update)

*IIWD-B Basic package allows for only searching the database

FSWS Fatigue Strength of Welded Structures
Code: FSWS List \$118.75 Member: \$95.00

ISO ISO Standards Handbook 19 — Welding, 405 pp, 1983
 Published by the International Organization for Standardization. Handbook 19 is a compilation of more than 68 International Standards, most of which were developed by ISO Technical Committee 44, Welding and allied processes. It also includes three standards relating to gas cylinders, developed by ISO/TC 58. Gas cylinders; seven standards dealing with personal eye-protection devices established by ISO/TC 94, Personal safety — Protective clothing and equipment, and two standards from ISO/TC 164, Mechanical testing of metals.
Code: ISO \$69.00

IWT-3 International Welding Thesaurus — Third Edition, 195 pp, 1988
Code: IWT-3 \$96.00

RD Radiographs of Welds, 44 pp, 1980
 Radiographs of representative flaws in steel arc welds and illustrations showing flaw locations (IIW).
Code: RD List \$14.00 Member: \$10.50

Discontinuities in Steel Welds, Reference Radiographs
 Radiographs of the most common flaws in arc welds (IIW).

RRA Discontinuities In Aluminum Welds, Reference Radiographs
 Fifty-one negatives of the most common flaws in aluminum welds (IIW).
Code: RRA List \$440.00 Member: \$330.00

RRB Butt Welds in Steel, Reference Radiographs of, (Red box) 78 radiographs
Code: RRB List \$800.00 Member: \$600.00

UEW Ultrasonic Examination of Welds, Handbook on the, 44 pp, 1977 (IIW)
 This handbook refers almost exclusively to normal electric or gas welding processes and to welds made in normal carbon and low-alloy steels or light alloys with thicknesses over 5 mm.
Code: UEW List \$32.00 Member: \$24.00

UEAW Handbook on the Ultrasonic Examination of Austenitic Welds, 48 pp, 1986
 This is the first book published by the American Welding Society for the International Institute of Welding. It provides recommendations for the ultrasonic examination of austenitic welds by manual scanning techniques which use the pulse-echo method and A-Scan presentation.
Code: UEAW List \$32.00 Member: \$24.00

UTL Ultrasonic Testing In 11 Languages (Terms for), 102 pp, 1967
Code: UTL List \$20.00 Member: \$15.00



Multilingual Collection of Terms for Welding and Allied Processes

- WT-1 Part I: General Terms in 20 languages, 510 pp, 1988
A methodical multilingual list of 868 terms in a logical order. Each of these terms is given a number which is the same for all languages. In this revised edition a considerable number of terms are explained by definitions in English and French.
Code: WT-1 List \$100.00 Member: \$75.00
- WT-2 Part II: Gas Welding — Terms in 15 languages
Code: WT-2 List: \$40.00 Member: \$30.00
- WT-4 Part IV: Resistance Welding — 360 terms in 18 languages
Code: WT-4 List \$20.00 Member: \$15.00
- WT-5 Part V: Thermal Cutting — 360 Terms in 18 languages
Code: WT-5 List \$20.00 Member: \$15.00

- WT-6 Part VI: Hot Spraying — Terms in 18 languages
Code: WT-6 List \$24.00 Member: \$18.00
- WT-7 Part VII: Brazing, Soldering and Braze Welding — Terms in languages
Code: WT-7 List \$32.00 Member: \$24.00
- WT-9 Part IX: Special Welding Processes — Terms in 16 languages
Code: WT-9 List \$24.00 Member: \$28.00
- WTS Tubular Structures, Welding of, 574 pp, 1984 (IIW)
Compilation of papers from the July 1984 IIW Conference on Welding of Tubular Structures.
Code: WTS List \$60.00 Member: \$37.50

AWS TRAVEL CLUB

Cruises ♦ Escorted & Independent Tours ♦ All Inclusive Packages
♦ Corporate Travel Program ♦

Worldwide destinations...

- Continental U.S.
- Mexico
- Caribbean
- Canada
- Russia
- Orient
- Hawaii
- Middle East



AWS TRAVEL CLUB

The AWS Travel Club extends discount travel benefits as a result of negotiated prices with preferred travel suppliers.
The AWS Travel Club can offer discounts on personal and business travel.

Call now! (800) 982-7967

4 Easy Ways to Order from AWS

1 CALL 800 334-9353

For Orders Only
7:30 a.m. - 5:00 p.m.
(Others Please call 800 443-9353)

3 Write to:

Order Department
American Welding Society
550 N.W. LeJeune Road
P.O. Box 351040
Miami, Florida 33135
(Locate the order form on pg 21)

2 FAX: 305 443-7559

(Locate the order form on pg 21)

4 Telex: 51-9245

NEW

American Society of Quality Control

T90	ANSI/ASQC Q90-1987 - Quality Management and Quality Assurance Standards - Guidelines for Selection and Use. Code: T90	\$12.00
T91	ANSI/ASQC Q91-1987 - Quality Systems - Model for Quality Assurance in Design /Development, Production, Installation, and Servicing. Code: T91	\$12.00
T92	ANSI/ASQC Q92-1987 - Quality Systems - Model for Quality Assurance in Production and Installation. Code: T92	\$12.00
T93	ANSI/ASQC Q93-1987 - Quality Systems - Model for Quality Assurance in Final Inspection and Test. Code: T93	\$ 9.00
T94	ANSI/ASQC Q94-1987 - Quality Management and Quality System Elements - Guidelines. Code: T94	\$17.50
T30	ANSI/ASQC Q90-94 (complete set) Code: T30	\$44.95

Publications from Other Sources

The following books are from a number of different publishers. They were not published or prepared by AWS, but you may find them useful. Books marked with "*" have been reviewed by AWS for technical accuracy.

001	Modern Welding 4th Edition , by Atibouse et al., 736 pp, 1988, Published by Goodheart-Wilcox Co. An authoritative, colorfully illustrated text for self-instruction. Written for students, apprentice welders, instructors. Covers fundamentals and techniques of the six major welding and cutting processes, plus briefer introductions to special processes and "professional welding" (NDT, qualification, your workshop). Code: 001*	\$31.80
002	Welding Print Reading , by John R. Walker, 208 pp, 1991, Published by Goodheart-Wilcox Co. Self-study course progressing from basics to specialized coverage of welding symbols and notations. Code: 002*	\$16.80
004	Introduction to Physical Metallurgy of Welding , by Professor Esterling, Sweden, 231 pp, 1983, Published by Butterworth Publishers. A lucid examination of the effect of the thermal weld cycle on the microstructure and properties of fusion welds. The final quarter of the book studies cracking and fractures in welds and disastrous failure of the "Alexauder Keiland" North Sea Platform. Code: 004*	\$42.95
005	Titanium Technology: Present Status and Future Trends A compilation of 17 previously published articles, and an introduction. The articles give an up-to-date concise review of titanium technology, with major references. The "Historical Perspective" article stresses current applications of titanium and future trends. Code: 005*	\$19.95

006	Design of Weldments , 464 pp, Published by The James F. Lincoln Foundation. Contains 923 illustrations, nomographs and charts. Theoretical analysis, problem solution examples, and case history studies explain how to design welded steel machine components for manufacturing economies and performance improvement. Its 8 sections comprise a system that reduces weight and cost, and improves production, and product performance: Load and Stress; Special Design Conditions: Stationary-Member Design; Rotating Member Design; Design Approach; Joint Design and Production; Design Formulas and Miscellaneous tables. Code: 006*	\$10.00
007	Design of Welded Structures , 832 pp, Published by The James F. Lincoln Foundation. Contains 966 drawings, 28 nomographs, 163 tables, 190 charts and 145 photographs. Seven "working tables" contain detailed analysis and practical examples that show how to create more efficient design for economical fabrication; Introduction to Welded Construction; Load and Stress Analysis, Column-Related Design; Girder-Related Design; Welded-Connection Design; Miscellaneous Structure Design; Joint Design and Production; Reference Design Formulas. Code: 007*	\$15.00
008	Soldering in Electronics, 2nd Edition A Comprehensive Treatise on Soldering Technology for Surface Mounting and Through-Hole Technique , By R.J. Klein Wassink, 753 pp, 1989, Published by Electrochemical Publications Ltd. This 6 x 9 hard cover book contains 499 figures, 107 tables, over 1200 references, 34 soldering specifications. Bibliography of books published on soldering between 1760 - 1988, soldering terms with their equivalents in Dutch, French, German, Swedish and Italian; and a 7 page index. Code: 008*	\$156.00
010	Robotic Welding: A Guide to Selection & Applications , 255 pp, 1987, Published by SME. Articles carefully selected from leading sources to serve as a guide to robotic welding. (Hardbound) Code: 010*	\$42.00
011	Modern Welding Technology by Howard Cary, 790 pp, 1989, Published by Prentice Hall. Major revision of this best selling welding text. Significant expansion and additions of key topics; safety & health; new power sources; mechanized, automated, and robotic arc welding; pipe welding; plastics and composites; and welding problems and solutions. Code: 011*	\$42.20
012	Maintenance Welding , by Edgar Gaham, 368 pp, 1985, Published by Prentice Hall. Code: 012	\$38.00
013	Welding Skills and Techniques , by Robert Schmidt, 254 pp, 1982, Published by Prentice Hall. Helps students master the technical information necessary to become competent welders. Is aimed particularly at repair welding, both on the job and in the field. Code: 013	\$26.67
016	The Economics of Standardization , 112 pp, 1984 The Standards of Engineering Society issued this new book giving proven treatments to the costs related to standardization. How to justify standardization programs, and to manage program cost are the main themes. Proven quantitative and qualitative techniques can be adapted to a variety of situations. In a time when cost effectiveness is such a vital factor, this book will be an important asset to your technical library. Code: 016*	\$9.95
017	The Complete Book of Home Welding , by John Todd, 496 pp, 1987, Published by Tab Books. Written especially with the do-it-yourself homeowner in mind. The reader will master oxyacetylene welding, new shielded metal arc welding, gas metal arc welding, and flux-cored arc welding techniques. Advice on metal identification and how home welders can tell when they are better off seeking help from a professional welder. Code: 017	\$19.60



- 019 Welding Processes and Practices.** by Leonard Koellhoffer, A. F. Manz and Eugene Hornberger, 482 pp, 1988. Published by John Wiley & Sons. An excellent new book for the welding student in technical or vocational school. The intent of the authors was to "Keep it simple" It describes welding procedures and basic process theory for the four most widely used arc welding processes — SMAW GTAW, GMAW and FCAW — as well as for arc and gas cutting and oxyfuel welding.
Code: 019* \$39.60
- 020 Welding Metallurgy.** by Sindo Kou, 411 pp, 1987. Published by John Wiley and Sons. This book presents the fundamental aspects of fusion welding. It emphasizes physical principles rather than putting forth a collection of case studies about various materials and conditions. stresses basic principles, with technique and results of research in electron microscopy and computer modeling incorporated throughout.
Code: 020* \$81.95
- 021 Weld Quality, The Role of Computers.** 258 pp, June 1988. Published by Pergamon Press. Proceedings of the International Conference on Improved Weldment Control with special reference to computer technology, Vienna, Austria, 4- July 1988. Reflects the ever-increasing use of computers in all aspects of welding technology: from modeling of the metallurgical processes involved, through fabrication of the weld itself, to inspection and quality assurance.
Code: 021 \$117.00
- 022 Robotic Welding (International Trends in Manufacturing Technology),** edited by Professor J. D. Lane, 448 pp, 1987. Published by IFS (Publications) Ltd. The collection of papers presented in this book represents the latest technical information available on robotic welding systems.
Code: 022* \$63.00
- 023 Flame Straightening Technology for Welders.** by John P. Stewart, 102 pp, 1981. E. N. Gregory in his review for Metal Construction said this book was for welders who want to know where to apply the flame and for how long rather than about the physical property data of material. Detailed instructions are given for most of the situations requiring rectification that a welder or engineer will encounter.
Code: 023* \$47.00
- 024 Surface Engineering for Wear Resistance,** 420 pp, 1988, Published by Prentice Hall.
Code: 024* \$52.00
- 025 Industrial Laser Handbook 1990 Edition,** Published by Penn-Well Publications. An annual source of the latest developments and applications; a reliable compilation of current statistics, trends, and forecast: source of current, comprehensive information on basic laser applications as well as new industry developments.
Code: 025 \$125.00
- 026 Practical Problems in Mathematics for Welders — Third Edition,** by Frank Schell and Bill Matcock, 225 pp, 1988, Published by Delmar Publishers. Step-by-step mastery of the problems posed and solved in this book should indeed prepare a welder. The authors are welders who have brought shop situations into the vocational welding school curriculum.
Code: 026 \$ 10.95
- 027 Blueprint Reading for Welders — 4th Edition,** By A.E. Bennett and Louis J. Sij, 325 pp, 1988, Published by Delmar Publishing. This fourth edition has been updated by a dozen types of changes, especially to bring it into agreement with AWS A2.4-86 (Welding Symbols). Stud welding has been added and the section on inspection and testing expanded.
Code: 027 \$17.95
- 028 Soladura De Los Aceros,** 505 pp, 1986, Published by Graficas Lormo, Madrid Spain. "Welding of Steels" is written entirely in Spanish and published in Spain. It covers basic welding applications and is used as a textbook in Vo-Tech schools in Spain.
Code: 028 \$50.00
- 029 One year subscription to the DVS Publication "Schweissen & Schneiden,"** with an English language supplement are now available through the American Welding Society. Price for 12 issues includes postage in the United States.
Code: 029 \$200.00
- 030 Modern Soldering & Brazing Techniques.** by Eli Lieberman, 225 pp, 1988. Published by Business News Publishing Co. This book contains in-depth how-to descriptions supplemented by unique photos and illustrations that depict often overlooked conditions which can ultimately help service personnel recognize and troubleshoot potentially serious problems commonly encountered during the soldering / brazing process. For more experienced personnel who want to expand their knowledge of metal joining skills, scientific explanations are also presented detailing why certain techniques are recommended and work better than others.
Code: 030 \$29.95
- 032 The Pipe Fitter's and Pipe Welder's Handbook,** by Thomas W. Frankland, 194 pp, 1984, Published by Glencoe Publishing Co., Inc. A pocket-size source of basic information to enable the pipe fitter to solve problems encountered in his work.
Code: 032 \$12.00
- 033 Pipe Trades Pocket Manual,** by Thomas W. Frankland, 252 pp, 1969. Published by Glencoe Publishing Co., Inc. A pocket size reference containing tables for pipe bending, piping offsets, miter turn fittings, welding elbow offsets, and solving angles with a steel square.
Code: 033 Price: \$13.00

New Item...

WAM U.S. Welding Apparatus Market, A Product-by Product look at past, current, and future trends. 150pp, 1992, Published by Leading Edge Reports. This in-depth analysis of the U.S. market for welding equipment focuses on market demand for welding equipment, components, accessories, and safety equipment. Included are in-depth analyses of market demand, end-use markets, foreign trade, competitor profiles, and more. Comprehensive statistics, accompanied by expert analyses and authoritative forecasts, round out the coverage to give you the most accurate report on the industry today.
CODE:WAM \$1950.00

IDIS Global Engineering Index and Directory of Industry Standards The fast, efficient way to identify and locate over 160,000 standards. Standards are listed in contracts, called out in bids, and essential for research and development. Now, they're all simple to locate with this comprehensive index. Newly expanded to seven volumes, the 1991 edition includes some 160,000 standards from more than 380 major organizations. Detailed indexes greatly simplify access to all subject items, as well as numeric listings, addresses, and pre-1977 ANSI Concordance identifiers. IDIS provides four easy ways to find standards fast:

1. Subject index—cross referenced to related topics—locates over 100,000 documents.
2. Society/numeric listing verifies document title and number, plus document status and complete title.
3. ANSI Concordance tracks pre-1977 designators of more than 12,000 documents.
4. Society directory lists over 380 standard developing bodies, including addresses, phone, fax and telex numbers. Volumes are available as follows:

Code: IDIS-F	Full 7-volume set	\$550.00
IDIS-U	U.S. 2-volume set	\$195.00
IDIS-I	International 3-volume set	\$255.00
IDIS-G	DIN German 2-volume set	\$175.00

Nondestructive Testing



AWS offers you access to the materials prepared by ASNT relating to the methods of inspection most widely used in our industry.

Nondestructive Testing Handbook Second Edition

- N-125** **Volume One: Leak Testing**, 850 pp, 1982
An invaluable aid to leak testing for those working in the aerospace, nuclear, petrochemical or related industries. Provides information necessary in performing responsible and safe evaluations.
Code: N-125 List \$121.25 Member: \$97.25
- N-126** **Volume Two: Liquid Penetrant Tests**, 648 pp, 1982
An updated collection of the method's most modern techniques. Describes simple, yet sensitive tests for small surface defects on nonporous solid test objects.
Code: N-126 List \$121.25 Member: \$97.25
- N-128** **Volume Three: Radiography and Radiation Testing**, 926 pp, 1985
Contains valuable information from more than 30 contributors covering radiographic applications, research and theory.
Code: N-128 List \$121.25 Member: \$97.25
- N-129** **Volume Four: Electromagnetic Testing**
Hundreds of contributors and reviewers produced this comprehensive volume. Includes detailed information on eddy current, diverted flux and microwave testing.
Code: N-129 List \$121.25 Member: \$97.25
- N-130** **Volume Five: Acoustic Emission**, 622 pp, 1987
Based on the subaudible acoustic energy released by stressed materials, acoustic emission methods have proven ideal for testing many materials, including some that are difficult or impossible to test with other techniques.
Code: N-130 List \$121.25 Member: \$97.25
- N-131** **Volume Six: Magnetic Particle Testing**, 475 pp, 1989
This volume discusses the magnetic particle test method and its value for inspecting ferromagnetic materials. Applications of the technique are presented in detail for a variety of test objects in a number of particular industries.
Code: N-131 List \$121.25 Member: \$97.25
- N-132** **Volume Seven: Ultrasonic Testing**, 1990
This hardbound volume is an extensively indexed, 900+ page book with more than 1,000 illustrations. It provides details about the physical phenomena behind the ultrasonic test methods and discusses the techniques for applying the technology to a large variety of test object configurations.
Code: N-132 List \$140.00 Member: \$112.50
- N-101** **Nondestructive Testing Handbook**, First Edition, 2 vol, 1850 pp, 1959; Edited by Robert C. McMaster
This two-volume library is designed for those who have interest in the management, engineering, research, or performance of testing in industry.
Code: N-101 List \$70.00 Member: \$52.50

Training Programs

Student Training Package

Each student's package includes an individual lecture guide, student guide, classroom training handbook (General Dynamics), worksheets and quizzes. Each program provides you with the fundamentals of the method and also serves as a refresher course.

- N-230** **Radiography Method — 40 Hrs**
Code: N-230 List \$72.50 Member: \$54.25

- N-337** **Ultrasonic Method — 40 Hrs**
Code: N-337 List \$72.50 Member: \$54.25
- N-438** **Magnetic Method — 20 Hrs**
Code: N-438 List \$64.50 Member: \$48.25
- N-543** **Liquid Penetrant Method — 16 Hrs**
Code: N-543 List \$55.50 Member: \$41.50

Instructor Training Package

In addition to the same contents of the student package, each Instructor's Package contains transparencies of the lecture guide, instructor's guide, and keys to the quizzes. The programs provide instructors all the necessary background for conducting a course.

- N-231** **Radiography Method**
Code: N-231 List \$264.75 Member: \$198.50
- N-338** **Ultrasonic Method**
Code: N-338 List \$278.25 Member: \$208.75
- N-439** **Magnetic Particle Method**
Code: N-439 List \$239.50 Member: \$179.50
- N-544** **Liquid Penetrant Method**
Code: N-544 List \$189.25 Member: \$142.00

Level III Study Guides

Master the general applications of NDT methods and the specific fundamentals of the methods with this set of four Level III study guides used in conjunction with a comprehensive NDT text.

- N-2251** **Basic Level III**, 96 pp, 1980
Covers the administration of a personnel qualification and certification program as recommended by the SNT-TC-1 A as well as general applications of NDT methods. Also discusses Material and Processes for NDT Technology (N-2250).
Code: N-2251 List \$39.00 Member: \$29.25
- N-2253** **Magnetic Particle Method**, 84 pp, 1980
Code: N-2253 List \$39.00 Member: \$29.25
- N-2255** **Liquid Penetrant Method**, 90 pp, 1980
Code: N-2255 List \$39.00 Member: \$29.25
- N-2257** **Eddy Current Method**, 72 pp, 1983
Code: N-2257 List \$39.00 Member: \$29.25
- N-2250** **Materials and Processes for NDT Technology**, 204 pp, 1981
This comprehensive text presents the fundamentals of the relationships between materials and processing technology in industry and the need for nondestructive testing. Basic Level III Study Guide (N-2251) refers to this text.
Code: N-2250 List \$44.50 Member: \$32.25

Self-Study and Classroom Training Handbooks

NDT methods at your own pace with this set of 17 self-study and classroom manuals. Prepared in cooperation with NASA's Marshall Space Flight Center, General Dynamics Convair Division provides the information you need to become completely versed in the NDT field.

- N-1501** **Introduction to Nondestructive Testing (PI-4-1)** 277 pp
Code: N-1501 List \$20.75 Member: \$15.50
- N-1502** **Liquid Penetrant Testing (PI-4-2)** 276 pp
Code: N-1502 List \$20.75 Member: \$15.50
- N-1503** **Magnetic Particle Testing (PI-4-3)** 410 pp
Code: N-1503 List \$32.25 Member: \$24.25



- N-1504 **Ultrasonic Testing, 3 Vols.** (PI-4-4) 903 pp
Code: N-1504 List \$57.75 Member: \$43.25
- N-1505 **Eddy Current Testing** (PI-4-5) 293 pp
Code: N-1505 List \$32.25 Member: \$24.25
- N-1506 **Radiographic Testing, 5 Vols.** (PI-4-6), 363 pp
Code: N-1506 List \$92.50 Member: \$69.25
- N-1507 **Save Time & Money** — Order the complete 12 volume set
N-1501 thru N-1506
Code: N-1507 List \$242.50 Member: \$182.00

Reference Manuals for Classroom Training

- N-1608 **Liquid Penetrant Testing** (CT-6-2) 128 pp
Code: N-1608 List \$12.50 Member: \$9.50
- N-1609 **Magnetic Particle Testing** (CT-5-3) 142 pp
Code: N-1609 List \$12.50 Member: \$9.50
- N-1610 **Ultrasonic Testing** (CT-6-4) 207 pp
Code: N-1610 List \$17.50 Member: \$13.25
- N-1611 **Eddy Current Testing** (CT-6-5) 201 pp
Code: N-1611 List \$17.50 Member: \$13.25
- N-1612 **Radiographic Testing** (CT-6-6) 255 pp
Code: N-1612 List \$18.50 Member: \$14.00

Certification Guides/Programs

Recommended Practice No. SNT-TC-1A

Outlines revisions in the Main Document for the eight major NDT methods. Includes recommended qualifications, training course outlines and guidelines for the employer's written practice.

- N-2045 **1988 Edition**
Code: N-2045 List \$52.00 Member: \$40.50
- N-2035 **1984 Edition**
Code: N-2035 List \$46.25 Member: \$34.75
- N-2025 **1980 Edition**
Code: N-2025 List \$46.25 Member: \$34.75

Supplements to SNT-TC-1A

Supplements contain recommended Level I, II, and III questions and answers. Supplements provide the individual with an excellent study guide in preparing for ASNT's Level III exam.

- N-2026 **Radiographic Test Method**
Question & Answer Book A, 1979
Code: N-2026 List \$31.25 Member: \$23.35
- N-2027 **Magnetic Particle Method**
Question & Answer Book B, 1980
Code: N-2027 List \$31.25 Member: \$23.35
- N-2028 **Ultrasonic Test Method**
Question & Answer Book C, 1980
Code: N-2028 List \$31.25 Member: \$23.35
- N-2029 **Liquid Penetrant Method**
Question & Answer Book D, 1980
Code: N-2029 List \$31.25 Member: \$23.35
- N-2030 **Eddy Current Test Method**
Question & Answer Book E, 1980
Code: N-2030 List \$31.25 Member: \$23.35
- N-2031 **Neutron Radiographic Test Method**
Question & Answer Book F, 1980
Code: N-2031 List \$31.25 Member: \$23.35

- N-2033 **Leak Testing Methods, (4 Books)**
Question & Answer Books H: Bubble Leak Testing, Pressure Change Measurement Testing, Halogen Diode Detector Leak Testing and Mass Spectrometer Test Method.
Code: N-2033 List \$108.25 Member: \$81.15

- N-2224 **Jaeger Eye Chart**
Metric near-vision acuity eye chart as referenced in Recommended Practice No. SNT-TC-1A. A must for employers qualifying NDT inspection personnel.
Code: N-2224 List \$4.50 Member: \$3.50

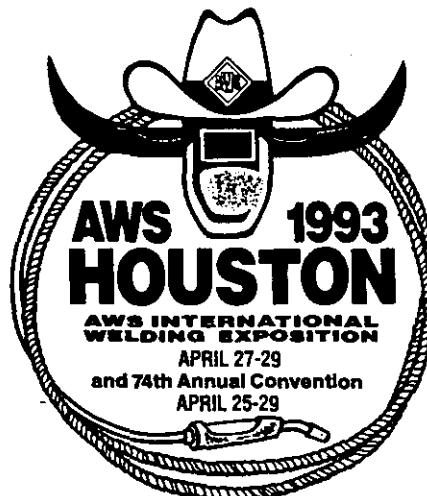
Audiovisual Courses in NDT

Produced by General Dynamics Convair Aerospace Division. Material is presented in color on videotapes, slides, or 35mm filmstrips with synchronized tape cassettes that automatically advance the film. Programs cover simplified theory, basic equipment and techniques, interpretation and special applications.

- N-1720 **Radiographic Testing, 3 Hrs.**
Code: N-1720V List \$467.50 Member: \$350.50
N-1720S \$876.50 \$584.25
- N-1721 **Ultrasonic Testing, 2 Hrs.**
Code: N-1721F List \$346.50 Member: \$241.50
N-1721V \$423.25 \$317.00
N-1721S \$612.25 \$445.25
- N-1722 **Magnetic Particle Testing, 1 1/2 Hrs.**
Code: N-1722F List \$273.00 Member: \$207.90
N-1722V \$328.50 \$246.25
N-1722S \$347.75 \$278.25
- N-1723 **Liquid Penetrant Testing, 1 Hr.**
Code: N-1723F List \$168.00 Member: \$126.00
N-1723V \$194.75 \$146.00
N-1723S \$222.50 \$167.00

F - Filmstrip V - VHS Videotape S - Slides

- N-1942 **Introduction to the Methods of Nondestructive Testing**
Developed especially for those who are not familiar with NDT. Explains in layman's terms the principles and applications of the five basic methods. An optional quiz is included at the end of the program. Has 120 slides which can be automatically advanced when used with a projector responding to a 1000 Hz advance cue. Audio cassette included.
Code: N-1942 List \$156.00 Member: \$116.75
- N-1950 **Recommended Practices No. SNT-TC-1A**
Describes the history, intent and implementation of a qualification and certification system based on ASNT's Recommended Practice No. SNT-TC-1 A. Contains a tape cassette (one side has 1000 Hz advance cues, the other has audible beeps for slide advance), 61 slides in a pre-loaded carousel tray. Slide program is 18 minutes, 20 seconds.
Code: N-1950 List \$267.25 Member: \$200.50



Laser Institute of America



Listed below are the Laser Institute of America's authoritative texts, ANSI standards, reference books and slides on lasers and their uses. Also available now are bound conference proceedings from a variety of presentations at the International Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO) in 1987, 1988 and 1989.

L-102	Laser Safety, (80 slides/pulsed tape) Code: L-102	\$250.00
L-103	Laser Safety Guide, 39 pp, 1987 Code: L-103	\$6.00
L-104	Guide for Selection of Laser Eye Protection, 18 pp Code: L-104	\$10.00
L-106	ANSI Z136.1-1986 Safe Use of Lasers, 110 pp Code: L-106	\$30.00
L-109	Laser Safety Short Course Text, 13-ring binder, 380+ pp Code: L-109	\$100.00
L-111	Regulatory Requirements for Laser Product Manufacturers, 200+ pp Code: L-111	\$75.00
L-208	International Laser Safety Conference-90 Code: L-208	\$125.00
L-503	Proceedings of the International Conference on Laser Advanced Materials Processing — Science and Application LAMP '87 Osaka, Japan, 682 pp Code: L-503	\$75.00
L-560	Laser Research In Medicine Conference, 148 pp, 1987 Code: L-560	\$55.00
L-562	Optical Methods in Flow & Particle Diagnostics Conference -88, 240pp, 1988 Code: L-562	\$55.00
L-563	ElectroOptic Sensing & Measurement Conference-87, 158pp, 1987 Code: L-563	\$80.00
L-564	Research In Medicine, Surgery & Dentistry Conference, Vol. 64, 208 pp, 1988 Code: L-564	\$55.00
L-565	Laser Materials Processing Conference-88, 280 pp, 1988 Code: L-565	\$80.00
L-566	Optical Sensing and Measurement Conference-88 Code: L-566	\$80.00
L-567	Optical Methods in Flow & Particle Diagnostic Conference. 88, Vol. 67, 300 pp, 1988 Code: L-567	\$55.00
L-568	Optical Methods in Flow & Particle Diagnostics Conference-89, 190pp Code: L-568	\$60.00
L-569	Laser Materials Processing Conference-89, Vol. 69, 265 pp, 1989 Code: L-569	\$65.00
L-570	Optical Sensing & Measurement Conference. 89, Vol. 70, 120 pp, 1989 Code: L-570	\$55.00

L-571 Laser Materials Processing Conference-90, 545+pp
Code: L-571 \$75.00

L-572 Optical Methods in Flow & Particle Diagnostic Conference-90, Vol. 71, 190 pp, 1990
Code: L-572

The Welding Research Council

The Welding Research Council Bulletin Series consists of authoritative interpretive reports, bibliographics and in-depth research on important topics. The information contained is often not available elsewhere. Collections of these reference works may be purchased at a discount or the items may be purchased individually as indicated.

WSS — The Stainless Steel Collection

WR-342	Stainless Steel Weld Metal: Prediction of Ferrite Content by C. N. McCowan, T. A. Siewert and D. L. Olson, 36 pp, 1989 Code: WR-342	\$30.00
WR-319	Sensitization of Austenitic Stainless Steels; Effect of Welding Variables on HAZ Sensitization of AISI 304 and HAZ Behavior of BWR Alternative Alloys 316NG and 347 by C. D. Lundin, C. H. Lee, R. Menon and E. E. Stansbury, 75 pp, 1986 Code: WR-319	\$35.00
WR-318	Factors Influencing the Measurement of Ferrite Content in Austenitic Stainless Steel Weld Metal Using Magnetic Instruments by E. W. Pickering, E. S. Robitz and D. M. Vandergriff and Measurement of Ferrite Content in Austenitic Stainless Steel Weld Metal Giving Internationally Reproducible Results by E. Stalmasek, 98 pp, 1986 Code: WR-318	\$35.00
WR-289	Hot Cracking Susceptibility of Austenitic Stainless Steel Weld Metals by C. D. Lundin, 80 pp, 1983 Code: WR-289	\$30.00
WR-240	Hydrogen Embrittlement of Austenitic Stainless Steel Weld Metal With Special Consideration Given to the Effects of Sigma Phase by E. W. Johnson and S. J. Hudak, 51 pp, 1978 Code: WR-240	\$25.00
WR-138	Intergranular Corrosion of Chromium-Nickel Stainless Steels — Final Report of Subcommittee on Field Corrosion Tests, 44 pp, 1976 reprint Code: WR-138	\$25.00
WR-103	Welding Age Hardenable Stainless Steels by F. G. Harkins, 25 pp, 1965 Code: WR-103	\$15.00
WSS	The Entire Stainless Steel Collection (WSS) — \$195 purchased individually. Code: WSS	\$150.00

WAA — The Aluminum Alloy Collection

WR-320	Welding Metallurgy and Weldability of High Strength Aluminum Alloys by S. Kou, 20 pp, 1986 Code: WR-320	\$25.00
WR-290	Factors Affecting Porosity In Aluminum Welds — A Review by J. H. Devletian and WE Wood, 17 pp, 1983 Code: WR-290	\$20.00
WR-286	Fatigue Behavior of Aluminum Alloy Weldments by W. W. Sanders, Jr. and R. H. Day, 21 pp, 1983 Code: WR-286	\$20.00



WR-261	Effects of Porosity on the Fracture Toughness of 5083, 5456 and 6061 Aluminum Alloy Weldments by W. A. McCarthy, Jr., H. Lamba and F. V. Lawrence, Jr., 14 pp, 1980 Code: WR-261	\$20.00
WR-242	Fatigue Behavior of 5000 Series Aluminum Alloy Weldments In Marine Environments by W. W. Sanders, Jr., and K. A. McDowell, 14 pp, 1978 Code: WR-242	\$20.00
WR-237	Investigation of Methods of Controlling and Reducing Weld Distortion in Aluminum Structures by K. Masubuchi, 27pp, 1978 Code WR-237	\$20.00
WR-234	Effects of Lack-of-Penetration and Lack of Fusion on the Fatigue Properties of 5083 Aluminum Alloy Welds by J. D. Burk and F. V. Lawrence, Jr., 14 pp, 1978 Code WR-234	\$20.00
WR-199	Fatigue Behavior of Aluminum Alloy 5083 Butt Welds by W. W. Sanders, Jr. and S. M. Gannon, 13 pp, 1974 Code WR-199	\$15.00
WAA	The Entire Aluminum Alloy Collection (WAA) — \$160 purchased individually. Code WAA	\$120.00
WTD — Studies of the Effects of Toughness and Discontinuities		
WR-333	Bibliography on Fatigue of Weldments and Literature Review of Fatigue Crack Initiation from Weld Discontinuities by C. D. Lundin, 34 pp, 1988 Code WR-333	\$25.00
WR-331	Metallurgical Investigation on the Scatter of Toughness in the Weldments of Pressure Vessel Steels by Japan Pressure Vessel Research Council, 67 pp, 1988 Code WR-331	\$40.00
WR-328	Specimen Thickness Effects for Elastic Plastic CTGD Toughness of A36 Steel by G. W. Wellman, W. A. Sorem and S. T. Rolfe and An Analytical and Experimental Comparison of Rectangular and Square CTOD Fracture Specimens of an A36 Steel by W. A. Sorem, R. H. Dodds and S. T. Rolfe, 23 pp, 1987 Code WR-328	\$20.00
WR-311	Assessment of the Significance of Weld Discontinuities; Effects of Microstructure and Discontinuities Upon Fracture Morphology by C. D. Lundin and C. R. Patriarca, 40 pp, 1986 Code WR-311	\$20.00
WR-296	Fitness-for-Service Criteria for Pipeline Girth-Weld Quality by R. P. Reed, M. B. Kasen, H. I. McHenry, C. M. Fortunko, and D. T. Read, 79 pp, 1984 Code WR-296	\$35.00
WR-295	Fundamentals of Weld Discontinuities and Their Significance by C. D. Lundin, 33 pp, 1984 Code WR-295	\$25.00
WR-291	Fracture Control of Pressure Vessels Up to 2 1/2 Inches Thick by P. O. Metz, 17 pp, 1984 Code WR-291	\$20.00
WR-268	Review of Worldwide Discontinuity Acceptance Standards by C. D. Lundin, 25 pp, 1981 Code WR-268	\$20.00
WR-245	A Fracture Mechanics Evaluation of Flaws in Pipeline Girth Welds by R. P. Reed, H. I. McHenry and M. B. Kasen, 23 1979 Code WR-245	\$20.00
WTD	The Entire Toughness Discontinuities Collection (WTD) — \$225.00 purchased individually. Code WTD	\$170.00

WPC — The Welding Process Collection

WR-338	An Interpretive Report on Electroslag, Electrogas and Related Processes by R. D. Thomas, Jr., S. Liu, 29 pp, 1988 Code WR-338	\$30.00
WR-323	Monograph on Narrow-Gap Welding Technology by V. Malin, 52 pp, 1987 Code WR-323	\$35.00
WR-225	A Review of Minor Element Effects on the Welding Arc and Weld Penetration by S. S. Glickstein and W. Yeniscavich, 18 1977 Code WR-225	\$20.00
WR-224	Interpretive Report on Underwater Welding by C. L. Tsai and K. Masubuchi, 37 pp, 1977 Code: WR-224	\$25.00
WR-223	Hot Wire Welding and Surfacing Techniques by A. F. Manz, 19 pp, 1977 Code WR-223	\$20.00
WR-201	Five Reports on Submerged Arc and Other Welding Procedures for Line Pipe by International Authors, including a State of the Art Review, Experience, Weldability Testing, Wire and Electrodes and Laser Welding, 57 pp, 1974 Code: WR-201	\$30.00
WPC	The Entire Welding Process Collection (WPC) — \$160.00 purchased individually. Code: WPC	\$120.00

WLA — The Low Alloy Steel Collection

WR-334	A Review of Properties of Thermomechanically Processed Steels — Pressure Vessel Steels for Low Temperature Service by Japan Pressure Vessel Research Council, 49 pp, 1988 Code: WR-334	\$35.00
WR-332	Characteristics of Heavy-Weight Wide Flange Structural Shapes by J. M. Barsom and B. G. Reisdorf and Data Survey on Mechanical Property Characterization of A588 Steel Plates and Weldments by A. W. Pense, 35 pp, 1988 Code: WR-332	\$30.00
WR-330	The Fracture Behavior of A588 Grade A and A572 Grade 50 Weldments by C. V. Robino, R. Varughese, A. W. Pense and R. C. Dias and Effects of Long-Time Post Weld Heat Treatment on the Properties of Constructional-Steel Weldments by P. J. Konkul, 25 pp, 1988 Code: WR-330	\$20.00
WR-322	Four Studies of ASTM A737 Grade B and Grade C Microalloyed Steels Including Effects of Stress Relieving, Welding, and Strain Aging by A. W. Pense and Coworkers, 41 pp, 1987 Code: WR-322	\$30.00
WR-231	Factors Affecting Weld Metal Properties in Carbon and Low Alloy Pressure Vessel Steels by K. E. Dorschu, 64 pp., 1977 Code: WR-231	Price \$30.00
WR-216	Preventing Hydrogen Induced Cracking After Welding Pressure Vessel Steels by Use of Low Temperature Postweld Heat Treatment by J. S. Caplan and E. Landerman, 23 pp, 1976 Code: WR-216	\$20.00
WR-213	Weldability of Niobium Containing High Strength Low Alloy Steel by M. M. Gray and A Review of the Structural Properties of Welds in Columbium or Vanadium Containing High Strength Low Alloy Steels by E. Levine and D. C Hill, 35 pp, 1976 Code: WR-213	\$20.00
WLA	The Entire Low Alloy Steel Collection (WLA) — \$185.00 purchased individually. Code: WLA	\$140.00

Audio Visual Training Aids

- WMH** "Welding, Making It Happen" This NEW 15 minute videotape portrays the many ways welding touches our everyday life. It is an excellent choice for general presentations to the public, career counselors and vocational schools. This videotape is available in VHS Beta and 3/4 industrial formats.
Code: WMH \$32.95
- WSV** **Welding Safely — The Way the Pros Do It.** VHS videotape. This new videotape produced by the National Electrical Manufacturers Association highlights the special safety precautions necessary for everyone involved in welding.
Code: WSV \$32.95
- PWQ** **Pipe Welding: Qualifying to Weld in All Positions,** prepared by Marshall Productions. This video clearly demonstrates the procedure in achieving a 6G 45 degree pipe welding test applying the shielded metal arc welding process. From joint preparation and arc strike to completed cover passes, the video shows each phase of the all-position weld qualification test. Essential preparation for anyone who wishes to become a qualified all-position pipe welder. One free copy of the training manual for this program and a viewer test with questions and answers is included in the purchase price.
Code: PWQ \$495.00
Additional Training Manuals: \$5.25 ea.
- SW** **Symbols for Welding,** prepared by Marshall Productions. This video clearly explains how to differentiate the many different commonly used welding symbols for fillet welds, groove welds, slot welds, plug welds and many others. Increases ability to read welding symbols and Improves welding efficiency. This video can be utilized in any training course. One free copy of the training manual for this program and viewer test with questions and answers is included in the purchase price.
Code: SW \$495.00
Additional Training Manuals: \$5.25 ea.
- SPW** **Pipe Welding: Qualifying to Weld in All Positions and Symbols for Welding.** This is both PWQ and SW.
Code: SPW \$949.00
- GMAW-V** **WeldTrain GMAW Video**
Learn the quick, easy way to spatter-free quality welds on any steel thickness or application by utilizing just three volt and two wire feed settings. No other video, publication or data available matches this simplified approach to the complex problem of GMAW parameter selection. Taped at an actual manufacturing facility, the easy-to-follow demonstrations make this video an ideal teaching tool for welding shops and schools. Also useful as a sales device for welding equipment distributors.
Code: GMAW-V \$59.00
- T-WT** "How To, Weld Titanium", from the Titanium Development Association
This video package includes a tape, workbook and laminated card. The video includes instruction on the correct welding equipment and work area needed for a successful titanium weld, proper joint design, anticontamination procedures, how to evaluate procedures and techniques, and a sample exercise. The workbook is a teaching aid and can be used by the welder for self-instruction or as a classroom manual. The laminated card contains short, concise rules for welding titanium. It fits in a tool box and is a handy reference.
Code: T-WT \$95.00
- UTGW** **Ultrasonic Testing of Groove Welds in Accordance with AWS D1.1**
A new videotape and workbook training program that takes students step-by-step through the required equipment qualifications, calibrations, and testing procedures according to the American Welding Society Code — D1.1.
The program is intended to train technicians who perform ultrasonic weld testing, engineers, quality control/assurance personnel and others whose task it is to audit or be familiar with the ultrasonic testing of groove welds. It can be used as an instructional aid or as a self-study program. It is also a valuable reference for working technicians.
The program consists of two videotapes and an instruction workbook. Student texts are also available.
Code: UTGW \$675.00
UTGW-W **Student Workbook**
Code: UTGW-W \$15.50
- UTGW-P** **Preview Tape, Ultrasonic Testing of Groove Welds In Accordance with AWS D1.1**
Includes one lesson from the Instructor's Workbook and a ten-minute videotape of that lesson. (nonrefundable)
Code: UTGW-P \$75.00
- RFIW** **Radiographic Film Interpretation of Weldments**
A slide / transparency presentation that proceeds from general discussion of material, joints, welding processes, radiographic techniques, codes and standards to a detailed examination of radiographs illustrating false indications, and then proceeds to the radiographic examination of the various types of discontinuities in welds and weldments.
Consists of 196 35-mm slides and 42 overhead projector transparencies with an illustrated 152 page Instructors Manual.
Code: RFIW \$975.00
- RFIW-T** **Radiographic Film Interpretation of Weldments Students Text,** 100 pp
Code: RFIW-T \$22.50
- In the following videotape training series, Chuck Hellier, a leading educator and consultant in nondestructive testing, shares the knowledge and insight gained from more than 25 years' experience. Each program contains numerous "how to do it" demonstrations, showing correct procedures for typical applications.
- H-MT** **Magnetic Particle Testing;** This program consists of three lessons, with a viewing time of 3 hours, 45 minutes. The first lesson reviews basic theory, general test procedures, and an overview of test equipment. The second and third lessons stress correct procedures and illustrate typical applications for stationary and portable test equipment.
Code: H-MT List \$1444.00 Member: \$1155.00
- H-PT** **Liquid Penetrant Testing;** This program has two lessons: Visible Dye Penetrant and Fluorescent Penetrant, with a viewing time of 2 hours, 48 minutes. Beginning with a vivid demonstration of capillary action, the program proceeds with flow diagrams to trace the sequence of steps for each type of liquid penetrant procedure. Prerequisites for specimen preparation are stresses throughout the program.
Code: H-PT List \$990.00 Member: \$793.00
- H-ET** **Eddy Current Testing;** This program introduces virtually every aspect of eddy current testing in a comprehensive two hour lesson containing seven learning modules. The display of key words on the video screen throughout the program assists of technical terms. And such features as simultaneous display of both CRT trace and recording pen deflections demonstrate a broad array of test equipment with maximum effectiveness.
Code: H-ET List \$1270.00 Member: \$1016.00
- Special Preview Option** — Two preview tapes are available for \$95.00 each, which contain excerpts from the three programs, showing the range of detailed discussion, demonstrations and applications. Tape H-ML-P is a preview of both the Magnetic Particle and Liquid Penetrant programs, while tape H-ET-P previews the Eddy Current program. If you decide to purchase the program your \$95.00 will be credited toward the full purchase price.
Code: H-ML-P \$95.00
Code: H-ET-P \$95.00



The following videotape series was developed by the Aircraft Engine Group of General Electric Company. The series was prepared to acquaint new employees with a comprehensive introduction to the various manufacturing operations they would be working with. It works equally well in the classroom by bringing to life the material you teach. The tapes were put together for the express purpose of training and were created by video educators who know how to teach by video.

- GE-148 Introduction to Metallurgy, 10 minutes**
This program points out some simple tests that can be performed to help understand the general properties and characteristics of metals. Strength, which is one of the most important characteristics of metal, is demonstrated in impact, creep, fatigue, and bending test. So that the viewer can better understand the reasons why some metals perform better than others, this program reviews the chemical makeup of metals, their molecular structure, alloying elements, and their ability to change properties.
Code: GE-148 \$200.00
- GE-149 Material Testing, 9 minutes**
The importance of material testing is explained using several industrial applications. The test procedures demonstrated are impact, fatigue, tensile, creep-rupture, bend, and hardness. Each test is fully explained so the viewer can choose which one will best fit any application.
Code: GE-149 \$200.00
- GE-154 Introduction to Joining, 8 minutes**
All the major types of metal joining are included in this program. Welding, brazing, and soldering are demonstrated on the different types of joints (T, butt, and lap). Two methods of heat generation, gas and electric, are demonstrated and explained with diagrams and actual industrial welding to show the viewer advantages and disadvantages to both.
Code: GE-154 \$200.00
- GE-155 Welding, 14 minutes**
The two major types of welding, arc and gas, are performed using several configurations of joining. The T, butt, and lap joints are demonstrated using manual and automatic equipment. The automatic equipment shown is very expensive but can be justified on large piece and mass production. Another electrical form of welding, electron beam welding, is performed within a vacuum chamber. This process involves bombarding the workpiece with a large number of high-velocity electrons. EBW is used only when other processes fail or are impractical.
Code: GE-155 \$200.00
- GE-156 Brazing and Soldering, 16 minutes**
The principles of brazing and soldering all types of joints are well-defined in this program. Definitions and explanations of the possible industrial uses of these two joining methods are also discussed. The importance of a clean surface and several methods, such as flux, to ensure a clear area are demonstrated. Also, the process of furnace brazing is explained so that the viewer will be able to use it in the proper application. The different methods of inspection that are necessary for each type of joint are shown so that the viewer can understand the importance of consistent joints.
Code: GE-156 \$250.00
- GE-169 Heat Treating, 14 minutes**
The importance of temperature, time, atmosphere, cool rate, and cool media to the successful heat treating process is explained in this program. Each step, from cleaning, heating, and annealing, is demonstrated. A discussion of the hardening process covers prescription, solid solution, transformation, surface-induction hardening, carburizing, and nitriding.
Code: GE-169 \$200.00
- GE-170 Nondestructive Testing, 15 minutes**
Flaws in the surfaces and subsurfaces of machined parts have a negative impact on product reliability. This program illustrates and explains why and how nondestructive testing is used to detect such flaws. Viewers will be presented with demonstrations of the most popular testing methods used to detect both surface and subsurface flaws. After seeing the program, viewers should be able to identify fluorescent penetrant, radiography, indications, scanning, magnetic particles, ultrasonic flaws and interpretation, and what each means in relation to various testing methods.
Code: GE-170 \$200.00

Videocourses



The video courses included in this section of catalog are comprised of 10 to 19 videotapes, with a running time of approximately 50 minutes each. Also available are reading modules for each course which include lessons, three-ring binder, and test. Included with each videocourse is a copy of the "Video Trainer's Guide" which explains how the course was designed to be given.

Take advantage of the \$95.00 Preview Package. Each videocourse has an informative Preview Package to help you evaluate the course. The package includes a tape that presents an overview of the course. If you decide to purchase the course, your \$95.00 will be credited toward the full purchase price.

M-1

Analysis of Welded Structures — VideoCourse

This videocourse is presented by Dr. Koichi Masubuchi, professor of engineering at MIT. These videotapes analyze the technology of welding and show specifically how to minimize residual stresses and distortion in structural members. Topics include Structural Materials and Joining Processes; Heat Flow in Weldments; Stress Measurement Techniques; Residual Stress; Distortion; Brittle Fracture; Fatigue Fracture; Buckling Strength; Weld Cracking; Joint Restraint; Quality Control — The complete course consists of 20 color videotapes, course manual and Professor Masubuchi's textbook "Analysis of Welded Structures"

Code: M-1	Complete Course	Price \$5400.00
M-1T	Textbook	61.00
M1-M	Video Course Manual	30.00

S-1

Welding Inspection & Quality Control, 19 video tapes

This videocourse is designed to be of tremendous benefit for personnel working to become Certified Welding Inspectors, especially since the video instructor also teaches many AWS and AWS courses to help prepare for certification. This course is also of practical use as a fundamental course for new personnel and for use as a refresher course for more experienced employees. In addition, it's a valuable tool for helping management understand the function and responsibilities of people they supervise. Developed by AWS in conjunction with ASM.

Code: S-1C	VideoCourse	\$4250.00
S-1P	Preview Package	95.00
S-1R1	Reading Modules*(1-4)	147.00 each
S-1R2	Reading Modules*(5-24)	135.00 each
S-1R3	Reading Modules*(25-49)	125.00 each
S-1R4	Reading Modules*(50+)	115.00 each

*This material is also available as part of IQCC, listed on page 14.

S-2

Composites 1: The Basics, 11 videotapes This course presents the basic information needed to understand processing and performance characteristics of composite materials. Focusing on the fiber and metal-reinforced plastic resin matrix composites, the tapes describe each material in-depth, including preferred manufacturing methods. Developed by ASM.

Code: S-2C	VideoCourse	\$3850.00
S-2P	Preview Package	95.00
S-2R1	Reading Modules(1-4)	132.00 each
S-2R2	Reading Modules(5-24)	120.00 each
S-2R3	Reading Modules(25-49)	110.00 each
S-2R4	Reading Modules(50+)	100.00 each

S-3

Mechanical Testing of Metals, 12 videotapes. The mechanical stress related properties of materials are measured using mechanical tests. It provides the means for gaging a material's suitability for an application and is an important tool for incoming material inspection, quality control and simulation of forming processes. It is also a key element in any R&D effort focused on creating new or improved processes.

Code: S-3C	VideoCourse	\$3850.00
S-3P	Preview Package	95
S-3R1	Reading Modules(1-4)	132.00 e
S-3R2	Reading Modules(5-24)	120.00 ea...
S-3R3	Reading Modules(25-49)	110.00 each
S-3R4	Reading Modules(50+)	100.00 each

S-4 Heat Treatment: Metallurgy and Application. 11 videotapes. This videocourse examines all the basic metallurgical aspects of heat treating — everything from microstructure changes brought about by heat-treating to the effects on properties of the materials, from the use of cooling curves for predicting proper heat treating time and temperature control to evaluation of resulting changes in alloy structure and properties. It's packed with valuable information which can be practically applied to increase productivity by helping employees understand how heat treating improves properties for engineering applications.

Code: S-4C	VideoCourse	\$3850.00
S-4P	Preview Package	95.00
S-4R1	Reading Modules(1-4)	132.00 each
S-4R2	Reading Modules(5-24)	120.00 each
S-4R3	Reading Modules(25-49)	110.00 each
S-4R4	Reading Modules(50+)	100.00 each

S-5 Fundamentals of Nondestructive Testing. 10 video tapes. With industry placing increasing emphasis on NDT in the areas of quality control, liability, production efficiency and economics, it's more important than ever to have a thorough working knowledge of all types of NDT techniques. This videocourse covers all this basic information and more, including which types of testing should be done for numerous applications — and why, how to analyze NDT procedures, how to interpret results, it also helps your company meet the training recommendations of SNT-TC-1 A.

Code: S-5C	VideoCourse	\$3850.00
S-5P	Preview Package	95.00
S-5R1	Reading Modules(1-4)	132.00 each
S-5R2	Reading Modules(5-24)	120.00 each
S-5R3	Reading Modules(25-49)	110.00 each
S-5R4	Reading Modules(50+)	100.00 each

S-6 Failure Analysis
Failure Analysis is the videocourse that bridges the gap between theory and practice involving material failures. This videocourse presents a very practical approach to failure analysis. It covers three principle areas of interest: Procedures for Conducting a

Failure Analysis, Failure Modes, and Typical Failures in Composites and Ceramics. Developed by ASM

This course is presented in three sections.

Section A: Introduction to Failure Analysis and Techniques for Conducting a Failure Analysis includes General History; Typical Failures; Examination of Specimens; Tools of the Trade; Product Liability. 6 videotapes.

Section B: Failure Modes includes Types of Fractures and an In-depth Study of Corrosion. 2 videotapes.

Section C: Failure Analysis of Other Engineered Materials includes Failure Analysis of Composites and Failure Analysis of Ceramics. 2 videotapes.

Code: S-6C	VideoCourse	\$3850.00
S-6P	Preview Package	95.00
S-6R1	Reading Modules(1-4)	132.00 each
S-6R2	Reading Modules(5-24)	120.00 each
S-6R3	Reading Modules(25-49)	110.00 each
S-6R4	Reading Modules(50+)	100.00 each

S-7 Solving Quality Problems with Statistical Process Control. 3 videotapes
Better quality products, manufacturing cost savings and increased customer satisfaction are all major benefits that can be attributed to implementing a program of statistical process control (SPC). In fact, from 25% - 50% of your company's quality control problems can be solved with the use of SPC, and SPC is applicable to all industries.

Code: S-7C	VideoCourse	\$895.00
S-7R	Preview Package	95.00
S-7R1	Reading Modules(1-4)	132.00 each
S-7R2	Reading Modules(5-24)	120.00 each
S-7R3	Reading Modules(25-49)	110.00 each
S-7R4	Reading Modules(50+)	100.00 each

**WELDING
METRIC
CONVERSIONS**

POCKETWELDER II

Size:
7 1/2" x 4" x 1 3/4"
(19 cm x 10 cm x 4.4 cm)
Weighs less than 1 lb
(0.45kg)
It fits in your pocket.

Code: PKW \$299.00

The Most
Comprehensive
Welding Data Source
Ever Compiled!

With the Pocketwelder II you can finally get a handle on your welding information. Simply press three keys to gain instant access to over 275,000 bytes of Northern American and European weld and cutting data.

Welding Data
on
Approximately
2000 Steels!

ASTM-AISI/SAE-API-CSA-tool steels - stainless - aluminum. Information on mechanicals - chemistry - weld pre and post heats. International steel designations. Weld consumable selection.

Over
5,000 Answers
at the
Touch of a Key

The Pocketwelder II has all the answers on GMAW - Flux Cored - SMAW - GTAW - Oxy-Fuel processes. Such as... "What is the best type and size of filler metal to use on my GMAW applications?"

100 Programs
Plus
Calculator
Functions

GMAW Steel, GMAW Stainless, GMAW Aluminum, Flux Cored, SMAW, Arc Gouging, GTAW, ASTM Plate Bar, ASTM Pipe, CSA Steels, Tool Steels, Industrial Gases, AISI SAW Steels, and Many more!



INDEX OF KEY WORDS - AWS PUBLICATIONS

A

Airborne Contaminants	
F1.3	11
F3.1	12
Airborne Particulates	
F1.4	12
Air Carbon Arc Gouging	
C5.3	8
Air Sampling	
F1.5	12
Allowable Joint Designs	
B2.1.001	5
B2.1.015	7
Allowable Stresses	
D1.1	9
D1.3	9
Aluminum Alloys	
A5.3	4
A5.8	4
A5.10	4
Aluminum Brazing	
C3.8	8
Aluminum Hulls	
D3.7	9
Aluminum Pipe	
D10.7	10
Aluminum Plate	
D1.2	9
Aluminum Rods	
A5.10	4
Analytical Methods	
F1.4	12
F1.5	12
Arc Spot Welding	
C5.6	8
Arc Welding	
A4.3	5
D8.8	9
D9.1	9
D10.8	10
Arc Welding Electrodes	
A5.25	5
Austenitic Pipe	
D10.4	9
Austenitic Stainless Steel	
A4.2	5
B2.1.009	6
B2.1.006	6
B2.1.010	6
Automotive	
D8.7	9
Automotive Inspection Requirements	
D8.7	9
Automotive Structures	
D8.8	9

B

Bare Aluminum	
A5.10	4
Bare Welding Electrodes	
A5.14	4
Base Metals	
B2.1.001	5
B2.1.002-B2.1014	6
B2.1.015	7
B2.2	7
D9.1	9
Bend Testing	
B4.0	7
Boats	
D3.7	9

Braze Welding	
D9.1	9
Brazed Joint Defects	
C3.5	8
C3.6	8
C3.8	8
Brazing	
A3.0	3
A5.8	4
C3.8	8
Brazing Alloys	
A5.8	4
Brazing Atmospheres	
BRH	7
Brazing Equipment	
C3.5	8
C3.6	8
Brazing Filler Metals	
A5.8	4
Brazing Fluxes	
BRH	7
Brazing Fundamentals	
BRH	7
Brazing Honey-Comb	
BRH	7
Brazing Materials	
C3.5	8
C3.6	8
C3.4	8
Brazing of Ceramics	
BRH	7
Brazing of Low Expansion Alloys	
BRH	7
Brazing of Refractory Metals	
BRH	7
Brazing of Stainless Steel	
BRH	7
Brazing Performance Qualification	
B2.2	7
Brazing Procedure Qualification	
B2.2	7
Brazing Procedure Specification	
B2.2	7
Brazing Processes	
B2.2	7
BRH	7
Brazing Quality Control	
C3.6	8
Break Testing	
B4.0	7
Bridges	
D1.5	9

C

Cancer	
EWH-6 & 7	11
Carbon Monoxide	
F1.5	12
Carbon Steel	
A5.2	4
A5.17	5
B2.1.011	6
Carbon Steel Electrodes	
A5.1	4
A5.25	5
A5.26	5
B2.1.001	5
B2.1.002	6
B2.1.004	6
B2.1.006	6
B2.1.008	6
B2.1.010	6
B2.1.012	6

B2.1.014	6
IFS	7
Carbon Steel Rods	
A5.2	
Cast Aluminum Alloys	
A5.10	4
Cast Iron	
A5.15	4
Castings	
D1.2	9
Chamber Welding	
D3.6	9
Chemical Analysis	
A5.01	4
Chromium	
F1.4	12
Chromium-Molybdenum Steel Pipe	
D10.8	10
Chromium-Molybdenum Steel Tubing	
D10.8	10
Chromium-Nickel Pipe	
D10.4	9
Classification of Brazed Joints	
C3.5	8
C3.6	8
Cleaning of Brazements	
BRH	7
Comparative Trade Names	
FMC	4
Composite Electrode	
A5.23	5
Consumable Classification Comparisons	
IFS	
Consumable Inserts	
D10.11	10
Containers	
F4.1	12
Conversions	
A1.1	3
Copper Alloys	
A5.8	4
A5.7	4
Copper Brazing	
BRH	7
Covered Electrodes	
A5.1	4
Cranes	
D14.1	10
Creep Resisting Steel	
A5.23	5

D

Defects	
C3.4	8
Delta Ferrite	
A4.2	5
Details of Welded Joints	
D1.3	9
Diffusible Hydrogen	
A4.3	5
Direct Drive Friction Welding	
C6.1	8
Discontinuities	
B1.11	7
Disease	
EWH-6 & 7	11

Dry Spot Welding	
D3.6	9
Duplex Stainless Weld Metal	
A4.2	5
Dynamically Loaded Structures	
D1.1	
D1.2	

E

Eddy Current Inspection	
B1.10	5
Edge Preparation	
C5.3	8
EGW	
C5.7	8
Electric Shock	
SP	11
Z49.1	12
Electrogas Welding	
A5.26	5
C5.7	8
Electroslag Welding	
A5.25	5
Explosion Hazards	
F4.1	12
Exposure	
EWB-6 & 7	11
Eye Protection	
Z49.1	12

F

Ferrite Instrument Calibration	
A4.2	5
Ferritoscope	
A4.2	5
Filler Metal	
A5.01	4
A5.17	5
A5.19	5
B2.1.001-B2.1.010	5
B2.2	7
D9.1	9
D15.1	10
Filler Metal Classifications	
FMC	4
Filler Metal Specifications	
A5.14	4
A5.15	4
A5.16	4
A5.23	5
A5.26	5
Fillet Weld Testing	
B4.0	7
Film Directory	
FD	14
Fire Hazards	
SP	11
F4.1	12
Fire Prevention	
Z49.1	12
Fluoride	
F1.5	12
F1.4	12
Flux	
A5.17	5
Flux Cored Arc Welding	
A4.3	5
Flux Cored Arc Welding Electrodes	
A5.15	4
Flywheel Friction Welding	
C6.1	8
Fracture Toughness Testing	
B4.0	7
Frame Weld Quality	
D8.8	9

Freight Cars	
D15.1	10
Friction Forging	
C6.1	8
Friction Welding	
C6.1	8
Fume Control	
F3.1	12
F4.1	12
Fumes	
F1.3	11
EWB-6 & 7	11
SP	11
Z49.1	12
Furnace Brazing	
C3.6	8
C3.8	8

G

Galvanized Steel	
B2.1.003	6
B2.1.007	6
B2.1.011	6
Gas Chromatography	
A4.3	5
Gases	
EWB-6 & 7	11
F1.3	11
Gas Metal Arc Welding	
A4.3	5
A5.10	4
A5.24	5
B2.1.003	6
B2.1.004	6
B2.1.005	6
C3.6	8
D1.2	9
D10.4	9
D10.6	10
D10.7	10
D10.11	10
D10.12	10
Gas Metal Arc Welding Electrodes	
A5.15	4
Gas Purging	
D10.11	10
Gas Tungsten Arc Welding	
A5.7	4
A5.10	4
A5.24	5
D1.2	9
D10.4	9
D10.6	10
D10.7	10
D10.11	10
D10.12	10
Gas Welding	
A5.2	4
GMAW Classifications	
IFS	4
Gold Alloys	
A5.8	4

H

Habitat Welding	
D3.6	9

Hazard Communication	
Z49.1	12
Hazardous Substances	
F4.1	12
Hazellon Laboratories	
TWFR	11
Health	
EWB-6 & 7	11
Z49.1	12
Heating Methods	
D10.10	10
High Strength Steel	
A5.23	5
Hull Construction	
D3.5	9
Hull Design	
D3.5	9
Hull Welding	
D3.7	9

I

Induction Brazing	
C3.5	8
C3.8	8
Industrial Cranes	
D14.1	10
Inertia Friction Welding	
C6.1	8
Inhalation Research	
TWFR	11
Inspection	
C3.4	8
D1.1	9
D1.2	9
D1.5	9
D9.1	9
Inspection of Brazed Joints	
C3.5	8
C3.6	8
C3.8	8
Inspection Requirements	
D8.7	9
D15.1	10
Inspector Gage	
A4.2	5
Instrument Calibration	
A4.2	5
Insulation	
D10.10	10

J

Joint Designs	
C5.6	4
D9.1	9

L

Lens Shade Selector	
F2.2	12
Literature Review	
EWB 6 & 7	11
Local Exhaust	
F3.1	12
Local Heating	
D10.10	10
Low Alloy Steel	
A5.29	5
A5.5	4
Low Alloy Steel Electrodes	
A5.23	5
A5.25	5
A5.26	5
Low Alloy Steel Rods	
A5.2	4



Low Carbon Steel Pipe	
D10.12	10
Low Carbon Steel Sheet	
D8.7	9
Low Temperature Steel	
A5.23	5

M

Machine Tool Weldments	
D14.2	10
Magne-Gage	
A4.2	5
Magnetic Particle Inspection	
B1.10	5
Manual Gas Tungsten Arc Welding	
B2.1.007	6
B2.1.010	6
B2.1.015	7
Manual Shielded Metal Arc Welding	
B2.1.001	5
B2.1.002	5
B2.1.011	6
B2.1.014	6
Marine Construction	
O3.5	9
Material Handling Equipment	
D14.1	10
Mechanical Tests	
B4.0	7
Mercury Displacement	
A4.3	5
Metal Arc Welding	
D10.12	10
Metal Cored Electrodes	
A5.25	5
Metal Cutting	
D14.2	10
Metric Practice	
A1.1	3
Mild Steel	
A5.17	5
Mill Cranes	
D14.1	10

N

Nickel	
A5.11	4
A5.14	4
Nickel Alloys	
A5.8	4
A5.11	4
Nickel Alloy Welding Electrodes	
A5.11	4
A5.14	4
Nickel Brazing	
BRH	7
Nitric Oxide	
F1.5	12
Nitrogen Dioxide	
F1.5	12
Noise	
EWH-6 & 7	11
Z49.1	12
Nondestructive Examination Symbols	
A2.4	3
Nondestructive Inspection	
B1.10	5
Nondestructive Testing	
C3.4	8
C3.5	8
C3.6	8
C3.8	8

O

Offshore Welding	
D3.5	9
One Atmosphere Welding	
D3.6	9
Operators Torches	
C4.2	8
Oxyacetylene Welding	
D10.12	10
Oxyfuel Gas Cutting	
C4.2	8
Oxyfuel Gas Welding	
A5.2	4
A5.10	4
C4.2	8
Oxygen	
C4.2	8
Ozone	
F1.5	8

P

Passenger Cars	
D8.8	9
Peel Test	
D8.7	9
Penetrant Inspection	
B1.10	5
Pipe	
B2.1.001	5
B2.1.002	6
F4.1	12
D10.11	10
Piping and Tubing	
D10.10	10
Plasma Arc Welding	
A5.10	4
A5.24	5
Plate and Pipe	
B2.1.001	5
B2.1.002	6
Postweld Heat Treating	
D10.10	10
Primary Ferrite Standards	
A4.2	5
Procurement Guidelines	
A5.01	4

Q

Qualification Variables	
B2.2	7
Quality Assurance	
A5.01	4
Quality Control	
C3.4	8
C3.5	8
C3.6	8
C3.8	8

R

Radiation	
EWH-6 & 7	11
Radiographic Inspection	
B1.10	5
Railroad Welding	
D15.1	10
Regulators	
C4.2	8
C5.6	8
Resistance Spot Welding	
D8.7	9

Respirators	
Z49.1	12
Root Pass Welding	
D10.11	10
Round-Off Rules	
A1.1	5

S

Safety	
C4.2	8
F4.1	12
Z49.1	12
Secondary Ferrite Standards	
A4.2	5
Semiautomatic Gas Metal Arc Welding	
B2.1.003 - B2.1.006	6
Severn Gage	
A4.2	5
Shear Testing	
B4.0	7
Sheet Metal	
B2.1.011 - B2.1.014	6
B2.1.015	7
O9.1	9
Sheet Steel	
D1.3	9
Shielded Metal Arc Welding	
A4.3	5
A5.1	4
A5.3	4
A5.11	4
D10.12	10
D10.4	9
D10.11	10
Shielded Metal Arc Welding Electrodes	
A5.11	4
A5.15	4
Ship Welding	
D3.5	9
D3.7	9
Silver Alloys	
A5.8	4
Silver Brazing	
BRH	7
SI Units	
A1.1	3
SMAW Classifications	
IFS	4
Solid Electrode	
A5.17	5
A5.23	5
Solid State Bonding	
C6.1	8
Spin Welding	
C6.1	8
Spot Weld Requirements	
D8.7	9
Stainless Steel	
B2.1.005	6
B2.1.006	6
B2.1.009	6
B2.1.010	6
Stainless Steel Electrodes	
IFS	4
Stainless Steel Pipe	
B2.1.005	6
B2.1.013	6
B2.1.014	6
D10.4	9
Stainless Steel Weld Metal	
A4.2	5
Statically Loaded Structures	
D1.1	9
D1.2	9

Steel	
D3.5	9
D1.1	9
Steel Hull Welding	
D3.5	9
Structural Details	
D1.1	9
D1.2	9
D1.5	9
Structural Shapes	
D1.2	9
Structural Welding	
D1.1	9
D1.2	9
D1.3	9
D1.5	9
Stud Welding	
D1.1	9
D1.2	9
D1.3	9
D1.5	9
Submerged Arc Flux	
A5.23	5
Submerged Arc Welding	
A4.3	5
A5.17	5
A5.23	5
Surface Conditions	
B1.10	5
B1.11	5

T	
Tension Testing	
B4.0	7
Thermal Cutting	
A3.0	3
Thermal Spraying	
A3.0	3
Thermocouple	
D10.10	10
Tips	
C4.2	8
Titanium	
A5.16	4
Titanium Alloy Welding Electrodes	
A5.16	4
Titanium Pipe	
D10.6	10
Titanium Welding Rods	

A5.16	4
Torch Brazing	
C3.4	8
C3.8	8
Toxicology	
EWH-6 & 7	11
TWFR	11
Trucks	
D8.8	9
Tubular Structures	
D1.1	9
D1.2	9

U	
Ultrasonic Inspection	
B1.10	5
C3.8	8
Underwater Welding	
D3.6	9

V	
Ventilation	
F3.1	12
F4.1	12
Vessel	
D3.5	9
F4.1	12
Visual Acceptance Criteria	
D1.3	9
Visual Inspection	
B1.10	5
B1.11	5

W	
Weld Discontinuities	
B1.10	5
Welded Joint Details	
D1.1	9
D1.2	9
D1.5	9
Welded Joints	
B4.0	7
Welder Qualification	
D15.1	10
Welding Cancer	
EWH-6 & 7	11
Welding Consultants	
TCD	3

Welding Definitions	
A3.0	3
Welding Films	
FD	14
Welding Fumes	
F1.3	11
F1.4	12
TWFR	11
Welding Gases	
F1.5	12
Welding Inspection	
QC1	7
Welding Procedure Specification	
B2.1.001	5
B2.1.002-B2.1.014	6
B2.1.015	7
B2.1	5
Welding Qualification	
D1.1	9
D1.2	9
D1.3	9
D1.5	9
D9.1	9
Welding Rods	
A5.15	4
Welding Terminology	
A3.0	3
Welding Symbols	
A1.1	3
A2.4	3
Workmanship	
D1.1	9
D1.2	9
D1.5	9
D1.3	9
D9.1	9
Z	
Zirconium Alloy Wire	
A5.24	5
Zirconium Welding Electrodes	
A5.24	5
Zirconium Welding Rods	
A5.24	5

AWS Standards Via FAX!

Need a Standard fast? AWS will fax a Standard to you!

U.S. and Canada - cost of Standard, plus \$1.50 per page. (\$25.00 minimum)

Foreign - cost of Standard, plus \$4.00 per page. (\$20.00 minimum)

Call

800 334 9353





WELDING INDUSTRY REFERRAL FOR EMPLOYMENT

A convenient way for people to find jobs and for employers to find people.



WELDING INDUSTRY REFERRAL FOR EMPLOYMENT - WIRE -

What is WIRE? The WIRE program is a computer referral service designed to provide a convenient way for people to find jobs and employers to find people.

How does WIRE work? AWS maintains a data bank of people looking for jobs. Their names and qualifications are entered into our computer and later forwarded to employers seeking people with those qualifications.

How long will I be in the WIRE data bank? Your name and qualifications will be maintained for six months. During that time they will be forwarded to all employers requesting someone with your qualifications.

What if I don't want my name submitted to a particular company? That's no problem. Item 5 on the WIRE application gives you the opportunity to list the company.

How much does all this cost? The fee to maintain your name in the WIRE data bank for six months is only \$10 for AWS members and \$65 for non-members.

What if.... If you have additional questions please call 1-800-443-9353 for assistance.

1. Name

2. Address

3. City/State/Zip

4. Home Phone AWS Membership #

5. I do not want my name submitted to

I am interested in the following job categories

Years of related experience

I am interested in the following locations

- Research & Development
- Welder/Operator
- Inspector/Tester
- Supervisor/Foreman
- Technician
- Engineering
- Sales/Marketing
- Educator

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- New England (ME,NH,VT,MA,RI,CT)
- Middle Atlantic (NY,NJ,PA)
- East No. Central (OH,IN,IL,MI,WI)
- West No. Central (MN,IA,MO,ND,SD,NE,KS)
- South Atlantic (DE,MD,DC,VA,WV,NC,SC,GA,FL)
- South Central (KY,TN,AL,MS,AR,LA,OK,TX)
- Mountain (MT,ID,WY,CO,NM,AZ,UT,NV)
- Pacific (AK,WA,OR,CA,HI)

Education High School Graduate College, Years completed 1 2 3 4
 Associate Degree Bachelor's Master's Doctorate

Certificates Held:

Your check or money order, payable to AWS, must accompany this form. \$10 for AWS Members
\$65 for Nonmembers

The information I have provided herein is true. I understand that AWS makes no claims or promises to find employment for me. AWS will endeavor to comply with my request not to contact the company listed in line 5 but assumes no liability should such a contact be made inadvertently. I understand this registration is active for 180 days from receipt at AWS Headquarters and it is my responsibility to make any subsequent registration. I agree to hold AWS harmless from all liability related to my registration in the WIRE Program.

If you are seeking employees, or if you have any questions about this registration form,

please contact:

Susan Willis
American Welding Society, Inc
550 N.W. LeJeune Road
Miami, FL 33126

Date

Signature

- 037 **Volume 1, Part 2: Metallurgy of Welding and Welding Materials** (Pokhodnaya, I.K./Podgaetsky, V.V.) (1989, 62+iv pp.) Softcover
Code: 037 \$30.00
- 038 **Volume 1, Part 3: The Flash Butt Welding of Pipes and Rails** (Kuchuk-Yatsenko, S.I./Cherednichok, V.T.) 1989, 78 + iv pp.) Softcover.
Code: 038 \$40.00
- 039 **Volume 1, Part 4: Surfacing in the USSR** (Gladkii, P.V./Zhudra, A.P./Yhenko, K.A.) (1989, 66 + iv pp.) Softcover
Code: 039 \$33.00
- 040 **Volume 1, Part 5: Special Electrometallurgy, A Review** (Medovar, B.I., et al.) (1989, 68 + iv pp.) Softcover
Code: 040 \$34.00
- 041 **Volume 2, Part 1: Thermal Spraying of Coatings** (Yushchenko, K.A./Borisov, Y.S.)
Composite Materials Deposited from the Vapour Phase in a Vacuum (Patron, B.E./Movchan, B.A.) (1991, 66 pp.)
Code: 041 \$37.00

GMAW-B Gas Metal Arc and Flux Cored Welding Parameters, by Ed Craig, 156 pp. Contains over 60 detailed illustrations and tables never before presented and 150 pages of practical, no nonsense information.
Code: GMAW-B \$59.00

GMAW-V GMAW Made Simple, video takes the viewer step-by-step through the world's most popular welding process. A must for all trainers, weld supervisors, engineers, decision-makers, and technicians. (VHS format only)
Code: GMAW-V \$59.00

GMAW-P Special price for both the GMAW & FCAW Parameter Selection Book and Video.
Code: GMAW-P \$99.00

AWS Conference

February 3-5, 1993 Golden Gate Materials Technology Conference San Francisco Hilton, San Francisco, CA; Cosponsored by the San Francisco and Santa Clara Sections of AWS; The Golden Gate and Santa Clara Chapters of ASM International; the San Francisco Bay Area Section of NACE; the Northern California Section of TMS; and the Golden Gate Chapter of ASNT.

Topics Include advanced welding methods and equipment, structural welding -- high strength and conventional, advancements in metals and composites, modern approaches to corrosion prevention, improvements in nondestructive inspection technologies and strategies, new approaches to materials characterization and process modeling, and improvement of productivity, reliability and profitability. Exhibits also presented.

March 8-9, 1993 Welding Technology for Improved Manufacturing Productivity, Grosvenor Resort, Orlando, FL;
Topics include developments in robotic welding and welding cells; recent work on pulsed arc applications and power sources for low fume and spatter; lasers for sheet metal and other applications; and arc monitoring for process control.

Contact AWS Education Department for complete information on conferences.

American Industry Knows the Value of the AWS Certified Welding Inspector.



You Should Too!

Total quality management places emphasis on education, training and thoroughness. These are attributes demonstrated by the American Welding Society Certified Welding Inspector.

Whatever the industry -- manufacturing, construction, transportation, aerospace and others -- where welding is performed, American Welding Society Certified Welding Inspectors are an important part of the quality assurance team. That's because the Society's CWI program is the only nationally recognized, independent certification program for qualifying visual welding inspectors.

Demand for CWIs is at an all time high as companies strive for quality welding. As a result, the valuable credential could mean a long-awaited advancement or even a new career opportunity.

Write or call our Qualification & Certification Department today to receive a free package of information on how you can become an AWS Certified Welding Inspector.



American Welding Society

550 N.W. LeJeune Rd., PO Box 351040
Miami, Florida 33135, 305-443-9353
800-443-9353, Telefax 305-443-7559
Telex AMWELD SOC 51-9245

Corral the
State-of-the-Art
in Welding,
Joining
and
Metalworking

at the
1993
AWS International
Welding
Exposition
in Houston!



The 1993 AWS International Welding Exposition rounds up the latest welding technology at the George R. Brown Convention Center, Houston, Texas, April 27-29. For three days, over 500 exhibitors occupying more than 150,000 square feet will display today's leading-edge processes, procedures and everything from fume extractors, to robots, to computer software. More than 20,000 attendees will blaze a trail to the Expo for new insights to operating efficiency and welding science through the many technical sessions and educational symposiums. Network with the entire spectrum of the industry at welding's premier event of the year.

PLUS THE INTERNATIONAL BUSINESS CENTER - AT YOUR SERVICE. Our International Business Center will again be offering important services that bring together buyers and sellers from around the world, including export counseling, interpreter services, a directory of exhibitors interested in exporting, and rooms for business meetings.

For Complete Details Mail This
Coupon Today!
Or For Immediate Action,
Call Toll-Free 800 443-9353
(Continental United States only)

American Welding Society

550 N.W. Lejeune Rd., PO Box 351040
Miami, Florida 33135, 305 443-9353
800 443-9353; Telefax 305 443-7559
Telex AMWELD SOC 51-9245



Please send me a 1993 AWS International Welding Exposition and Convention program with registration and hotel forms

Name _____
Title _____
Company _____
Division _____
Address _____
City _____
State _____ Zip Code _____
Telephone _____

Special! Advance registration saves you time and money. Call or write before March 1, 1993.

Check here if you are a member of AWS. PCW92

AWS Membership Application

Mr. Mrs. Ms.

Last Name	First Name	Initial	Section Affiliation Preference
Street Address			
City		State ZIP Code	
Company			NOTE: Dues include \$17.50 for Welding Journal subscription and \$3.00 for the AWS Foundation.
Company Street Address			
City		State ZIP Code	
Address to be used for Society mail (Check One) <input type="checkbox"/> Home <input type="checkbox"/> Company			

Telephone _____ - _____ - _____ Social Security _____ - _____ - _____ Birth Day _____ - _____ - _____

Were you ever an AWS member? Yes No If "yes," give year _____ and Member # _____

Type of Business
(Check ONE only)

- A Contract construction
- B Chemicals & allied products
- C Petroleum & coal industries
- D Primary metal industries
- E Fabricated metal products
- F Machinery except elect. (incl. gas welding)
- G Electrical equip., supplies, electrodes
- H Transportation equip. — air, aerospace
- I Transportation equip. — automotive
- J Transportation equip. — boats, ships
- K Transportation equip. — railroad
- L Utilities
- M Welding distributors & retail trade
- N Misc. repair services (incl. welding shops)
- O Educational Services (univ., libraries, schools)
- P Engineering & architectural services (incl. assns.)
- Q Misc. business services (incl. commercial labs)
- R Government (federal, state, local)
- S Other _____

Job Classification
(Check ONE only)

- 01 President, owner, partner, officer
- 02 Manager, director, superintendent (or assistant)
- 03 Sales
- 04 Purchasing
- 05 Engineer — welding
- 06 Engineer — other
- 07 Inspector, tester
- 08 Supervisor, foreman
- 09 Welder, welding or cutting operator
- 10 Architect designer
- 11 Consultant
- 12 Metallurgist
- 13 Research & Development
- 14 Technician
- 15 Educator
- 16 Student
- 17 Librarian
- 18 Customer Service
- 19 Other _____

Your Technical Interests

(Place number on line in choice order: 1-2-3, etc.)

- A _____ Ferrous metals
- B _____ Nonferrous metals — aluminum
- C _____ Nonferrous except aluminum
- D _____ NDT
- E _____ Safety & health
- F _____ Arc welding
- G _____ Brazing & soldering
- H _____ Cutting
- I _____ Gas welding
- J _____ Resistance welding
- K _____ Thermal spraying
- L _____ Aerospace
- M _____ Automotive
- N _____ Machinery
- O _____ Marine
- P _____ Pipe & tubing
- Q _____ Pressure vessels & tanks
- R _____ Structures
- S _____ Other _____

Major product or service of your organization: _____

Did you learn of the Society through an AWS Member? Yes No If "yes," Member's name: _____
Member's # (if known): _____

Payment can be made (in U.S. dollars) by check or money order (international or foreign) payable to the American Welding Society, or by charging American Express, Carte Blanche, Diners Club, MasterCard, or VISA. If you prefer, we will invoice you for dues plus initiation fee.

American Express Diners Club Carte Blanche MasterCard Visa

Check Money Order _____
Your Account Number _____ Expiration _____

Bill Me I do not wish to have \$3.00 donated to the AWS Foundation. I realize this does not affect my total payment

DUES SCHEDULE*		
	Member	Student
One Year	\$55	\$15
or Two Years	105	30
plus Initiation*	12	-0-
<small>*New members only</small>		
<small>Please Check Appropriate Boxes</small>		
<input type="checkbox"/> Member	<input type="checkbox"/> Student	
* Multiyear option...		
First year \$55, each additional year \$50. No limit on years.		
Number of years: _____		

Signature of Applicant: _____ Application Date: _____

Office Use Only	Check # _____	Account # _____	Date _____	Amount _____
	Grade _____	Date Joined _____	PTD _____	

Member: You are eligible to be a Member if you have an interest, experience, or a degree in welding or its allied processes. Members receive the most recent volume of the *Welding Handbook* and a year's subscription to the monthly *Welding Journal*, as well as discounts on AWS publications and other services.

Student Member: Any individual who attends a recognized college, university, technical, vocational school, or high school shall be eligible. Student Members receive a year's subscription to the monthly *Welding Journal* and discounts on the purchase of AWS publications and other services.



American Welding Society

550 N.W. LeJeune Road • P.O. Box 351040 • Miami, FL 33135 • Telephone 800 443-9353

Continuing Education Seminars

Welding Inspection Seminar

This AWS-designed program emphasizes welding inspection techniques and serves as a preparatory course for the Certified Welding Inspection examination. The seminar comprises three parts:

The D1.1 Steel Code Clinic has been designed to provide the participant an overview with important highlights of the AW D1.1 Structural Steel Welding Code.

The Welding Inspection Technology course has been designed to help the participant with the theoretical knowledge of inspection needed by Certified Welding Inspectors.

The Visual Inspection Workshop offers hands-on practice for CWI examination applicants.

Parameters for Optimum Weld Quality: GMAW and FCAW

The seminar will provide practical information on:

- A method to achieve consistent quality, spatter-free welds
- Practical, simple training methods
- The most cost-effective time to switch from GMAW to FCAW

Welding Structural Design

This course is for design engineers and others who need a greater understanding of the mechanics of welds and welded structures.

Welding Safety and Health

The seminar relates welding and cutting operations to plant environmental safety and health.

NDT of Welds Seminar

The seminar is for personnel whose jobs require a basic understanding of nondestructive testing theory, techniques, and equipment, but who do not do hands-on inspection.

Welding and Cutting Processes

This three-day AWS seminar is designed to provide the participant with a knowledge of 13 more commonly used welding and cutting processes. Among the topics to be discussed for each method are: process fundamentals, historical background, principles of operation, equipment requirements, important process variables, advantages and limitations, applications, quality requirements and troubleshooting, and specific safety considerations. Safety and electrical fundamentals also are covered.

Dates Set for AWS Education Courses

The AWS Education Department has released the following scheduled courses. All sites have the Welding Inspection Package (WIP), which also includes the CWI examination. **Note:** In order to take the CWI Exam, you must meet the 7 week deadline. At some locations, additional seminars will be conducted during the same week: Welding and Cutting Processes (WCP), Welding Safety and Health (WSH), Welding Structural Design (WSD), and Nondestructive Testing of Welds (NDT).

To register, contact the AWS Order Department, 550 N.W. LeJeune Road, P.O. Box 351040, Miami, FL 33135; 800 334-9353; Fax 305 443-7559. For more information on the program, call the Education Department at 800 443-9353 ext. 248.

Location	Course	Dates
Dallas, TX	WIP	January 11-16
	WSH	January 11
	WSD	January 11-12
	WCP	January 13-15
Fresno, CA	WIP	January 18-23
	NDT	January 18-20
	GMAW	January 20-21
	WIP	January 25-30
Dallas, TX	WIP	February 1-6
	WSH	February 3-5
	WIP	February 8-13
	WSD	February 8
Salt Lake City, UT	WSD	February 9-10
	WCP	February 10-12
	WIP	February 22-27
	WIP	February 22-27
Baton Rouge, LA	GMAW	February 24-25
	WIP	March 1-6
	WSH	March 1
	WSD	March 1-2
Miami, Fl.	WCP	March 3-5
	WIP	March 8-13
	WIP	March 8-13
	WIP	March 15-20
Kansas City, MO	WIP	March 15-20
	WIP	March 22-27
	WIP	March 22-27
	WIP	March 22-24
Charlotte, NC	NDT	March 29-April 3
	WIP	March 31-April 1
	GMAW	April 5-10
	WIP	April 12-17
Miami, Fl.	WIP	April 26-May 1
	WIP	April 26
	WSH	April 26-27
	WSD	April 26-27
San Francisco, CA	WCP	April 28-30
	WIP	
	WIP	
	WIP	
Atlanta, GA	WIP	
	WIP	
	WIP	
	WIP	
New Orleans, LA	WIP	
	WIP	
	WIP	
	WIP	
Tulsa, OK	WIP	
	WIP	
	WIP	
	WIP	
Los Angeles, CA	WIP	
	WIP	
	WIP	
	WIP	
Baltimore, MD	WIP	
	WIP	
	WIP	
	WIP	
Nashville, TN	WIP	
	WIP	
	WIP	
	WIP	
Atlanta, GA	WIP	
	WIP	
	WIP	
	WIP	
Phoenix, AZ	WIP	
	WIP	
	WIP	
	WIP	
Beaumont, TX	WIP	
	WIP	
	WIP	
	WIP	
Denver, CO	WIP	
	WIP	
	WIP	
	WIP	



American Welding Society

550 N.W. LeJeune Road
P.O. Box 351040
Miami, Florida 33135

NON-PROFIT ORG.
U.S. POSTAGE
PAID
PERMIT #4644
Indpls., IN

AWS CERTIFICATION PROGRAMS

- CERTIFIED WELDING INSPECTOR
- ACCREDITED TEST FACILITY
- CERTIFIED WELDER
- CERTIFIED WELDING EDUCATOR

Call AWS Qualification Dept. for additional information including test schedules, existing facilities, reference documents and application documents.

1-800-443-9353 Ext. 273



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS
V CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION
MODULO. III CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO**

TENDIDO DE TUBERIAS

ING. SERGIO ACEVES BORBOLLA

INTRODUCCION

La construcción de una línea de conducción es una obra consistente en el trabajo de equipo aunado a la capacidad técnica, paciencia, tenacidad e ingenio de un grupo de hombres que mediante la interrelación de cada una de sus actividades, avanzan por todo tipo de terrenos y cuyas vidas y lenguajes están marcados por los términos de un duro oficio.

Se conocen como líneas de conducción al conjunto de tuberías y accesorios que transportan cierto tipo de elementos gaseosos, líquidos o minerales, desde la captación hasta un tanque regulador u obra de procesamiento; o bien directamente a lo que conocemos como red de distribución, que es una red de tuberías y accesorios extendidos a todo lo largo y ancho de una localidad a servir.

Las diferentes etapas de trabajo para realizar este tipo de obras se conocen con el nombre de fases y son ejecutadas por un grupo de especialistas que pueden realizar cualquier tarea asociada con la construcción de una línea (o ducto) dentro del área geográfica que les ha sido asignada.

La actividad de transporte de productos petroleros ha alcanzado la madurez suficiente y sus perspectivas futuras son buenas, al corto y mediano plazo.

En lo que se refiere a la calidad del acero para ductos, desde hace ya algún tiempo tiene lugar una verdadera revolución, así como en los materiales empleados en las capas protectoras y en la aplicación de las mismas, en el sistema de soldadura automática y en el equipo necesario para manejar tubería de diámetros mayores en un rit

mo más rápido tanto en tierra como en mar.

Junto con las mejoras en los materiales, equipos y métodos de construcción se han desarrollado programas de computadoras que analizan las tensiones en las tuberías, realizan cálculos hidráulicos, resuelven problemas asociados con la colocación de la tubería y ayudan en la solución y en el diseño de sistemas complejos. Esta tendencia continuará y se acentuará en el control de materiales, diseño, construcción, operación y mantenimiento de ductos.

Las normas de diseño son objeto de enormes mejoras día con día y las regulaciones son más estrictas.

Los tres factores donde la eficiencia tiene que ser absoluta son la protección ambiental, la preservación de la tubería contra la corrosión y la detección de fugas.

El control de operaciones tiene que ser racional y tan automatizada como sea posible.

La ductilidad y la resistencia al corte, que se asocian con una gran dureza serán norma común en los materiales empleados.

En comparación a otros medios de transporte de carga, los ductos aún mantienen las tarifas más bajas y además no están subsidiadas.

Para aclarar un poco más la observación anterior y dada la importancia que ello implica, expondremos a continuación el análisis de alternativas que dió origen a la construcción del Ducto Troncal Sistema Nacional de Gas, Gasoducto de 48" Cactus-Monterrey.

Petróleos Mexicanos, con el objeto de aprovechar al máximo los recursos energéticos de los hidrocarburos, es-

tuvo analizando varias alternativas desde el punto de vista técnico-económico con relación al gas natural que viene asociado con el crudo de los pozos que actualmente se están explotando en los campos del cretácico localizados en los estados de Tabasco y Chiapas.

La primera alternativa consiste en quemar el gas a la atmósfera, con lo cual se tendrá una gran pérdida en las reservas económicas del país, por lo que evidentemente fue rechazada.

La segunda se refiere a la reinyección del gas a los yacimientos, requiriéndose para ello grandes inversiones en el acondicionamiento de los pozos y de equipo especializado.

La tercera alternativa contemplaba la posibilidad de la construcción a corto plazo de las instalaciones necesarias para poder utilizar este combustible en los lugares en donde se tuviera la mayor demanda, a fin de proveer el suministro de gas para el desarrollo nacional de acuerdo con el incremento de la demanda.

Para transportar el gas a los centros de consumo se estudiaron dos sistemas:

El primero consiste en licuar dicho combustible y enviarlo por buque o camión, a los distintos puertos y de ahí distribuirlos, para esto se necesitarían hacer grandes inversiones para contar con las instalaciones de licuación, terminales y medios de transporte marítimo o terrestre especializados, además de elevados costos de operación y mantenimiento, pues la base de este sistema es bajar la temperatura para obtener el estado líquido.

El segundo se refiere a la conducción del gas a través de tubería de acero, cuyo diámetro óptimo para el mane

jo del volumen requerido sería de 1.22 m. (48").

De estos dos sistemas el más conveniente es el del gasoducto que representa una inversión menor y más bajos costos de operación y mantenimiento.

Después del estudio de diferentes rutas se determinó que la más adecuada, se iniciaba en Cactus-Chiapas debiendo seguir un recorrido paralelo a la costa del Golfo de México, para utilizar en parte derecho de vía existente de Pemex, cruzando los estados de Chiapas, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas, con destino final en Nuevo León.

La tubería de 1.22 m. (48") se usaría como línea troncal para derivar ramales de distribución de gas, formando nuevos polos de desarrollo en el área de influencia a lo largo de todo el recorrido del gasoducto, lo cual provocaría generación de empleos, derrama de salarios e importantes fuentes de ingresos que impulsarían el desarrollo económico de nuestro país.

La necesidad de distribuir las riquezas energéticas de México ha originado en base a los avances tecnológicos que se planteen nuevos y más modernos sistemas de desarrollo.

A través de la Compañía Petrolera Nacional (Pemex) se planea expandir el sistema de ductos de la nación en más de 10,688 Kms. en los próximos cinco años, de los cuales 5,861 Kms. están planeados para realizarse de 1982 a 1986.

La extensión de la red de ductos de gas natural es equiparable a más de la mitad de la construcción propuesta durante este período.

Hay nueve proyectos de tubería para productos de petróleo programados para concluirse en 1983: 450 Kms. de ducto de 14 pulgadas de Tula a Salamanca y Guadalajara; - 392 Kms. de tubería de 12 pulgadas de Cd. Madero a Cd. Valle y San Luis Potosí; 109 Kms. de tubería de 10 pulgadas de Salamanca a Morelia; 225 Kms. de tubería de 12 pulgadas de Cadereyta a Río Bravo; 307 Kms. de tubería de 10 - pulgadas de Monterrey a Monclova Sabinas; 127 Kms. de tubería de 12 pulgadas de Guaymas a Ciudad Obregón; 25 Kms. de tubería de 10 pulgadas de Reynosa a Río Bravo; 98 Kms. de tubería de 10 pulgadas de Río Bravo a Matamoros y 130 Kms. de tubería de 8 pulgadas de Aguascalientes a Zacatecas.

En 1984 Pemex planea completar 300 Kms. de tubería de 14 pulgadas de Guadalajara a Manzanillo.

Pemex también añadirá cerca de 1,600 Kms. de ducto para petróleo crudo en los próximos cinco años. Cinco - oleoductos están en proyecto: uno de 24 pulgadas que tendrá una extensión de 569 Kms., de Nuevo Teapa hasta Venta de Carpio para 1983. De allí, una línea de 72 Kms. de tubería de 36 pulgadas será construida hasta Tula. Se prolongará 196 Kms. a Salamanca en 1986. De Salamanca, una línea de 30 pulgadas y aproximadamente 238 Kms. de largo se construirá hasta Guadalajara en 1986. Pemex también tiene estudios en marcha para un oleoducto de 30 pulgadas de Nuevo Teapa a Venta de Carpio.

Con lo expuesto se trata de dar un panorama de la importancia que tiene la construcción de ductos para el desarrollo de un país que como el nuestro, tiene bajo el subsuelo una riqueza energética tal que bien manejada podrá ser la plataforma de proyección del mismo a nivel mundial, como ejemplo de unidad, trabajo eficiente y productivo.

C A P I T U L O III

PROCESO CONSTRUCTIVO; DEFINICION Y DESCRIPCION DE LAS FASES O ETAPAS DEL PROCESO.

PLANEACION DE LAS LINEAS DE CONDUCCION

La planeación de las Líneas de Conducción requiere un estudio detallado de la región a la cual se proyecta abastecer de gas o de algún otro hidrocarburo, debiendo tomar en cuenta las ciudades comprendidas a lo largo de la línea, en función de su importancia demográfica y de su desarrollo industrial.

Será consecuencia de este estudio el que resulte económicamente factible construir una línea para suministro, la cual deberá planearse en forma tal, que con el mínimo de longitud pueda abastecer mayor número de poblaciones e industrias.

Como es lógico pensar, el punto de origen de las líneas de conducción, será el lugar en el cual se cuente con estos productos.

Dentro de las consideraciones más importantes en la planeación de una línea de conducción está el factor seguridad, ya que debido al tipo de material que se maneja -- (altamente inflamable), y a las zonas que atravesará el -- transporte de los hidrocarburos, tiene que ser llevado a cabo dentro de los más altos límites de seguridad.

CALCULO DE LOS VOLUMENES A MANEJAR

Para conocer el volumen del fluido que deberá de conducir la línea en estudio, es necesario elaborar un amplio análisis de las demandas de dicho fluido y, asimismo, hacer una proyección a futuro de las mismas.

Por otra parte, se debe de conocer la capacidad de la fuente generadora de dicho hidrocarburo, ya que la demanda será limitada por la capacidad de la fuente.

Estos serán los dos elementos fundamentales para determinar el volumen a manejar, siendo también la determinante principal para la obtención del diámetro de la tubería.

ESPECIFICACIONES PARA EL TRAZO DE LA LINEA

Estas especificaciones están regidas por el tipo de terreno, el fluido a transportar y el material del que esté compuesto el tubo.

En forma general, se pueden enumerar las siguientes especificaciones:

- 1.- Se tratará de seguir una línea recta entre los puntos de origen y destino. En caso de ramales internos, se buscará que la línea troncal no desvíe su alineamiento general, aunque sea esto a costa de un incremento en la longitud de los ramales.
- 2.- El alineamiento prácticamente estará fijado por los puntos obligados a seguir y previamente localizados, tratando dentro de lo posible de evitar el paso por poblaciones, cruces de barrancas, arroyos, canales, así como de carreteras o vías de ferrocarril.
- 3.- Deflexión máximo igual a 20° , en el caso de tener una deflexión mayor, se harán tantos puntos de inflexión como sean necesarios, tomando en cuenta el radio de curvatura mínimo de treinta veces el diámetro de la línea en estudio.
- 4.- Pendiente máximo del 30%.
- 5.- Obras especiales: Los cruces con arroyos, ríos, vías de FF. CC., carreteras, etc., se harán de preferencia a 90° y en donde las condiciones del terreno lo permitan.

6.- Las indicadas en el código ASTM-B-31.8 ASTM.- American Society for testing and Materials.

Las normas de "Sistemas de transporte de petróleo por tubería" prescriben una cantidad mínima de requisitos que deben ser cumplidos en los materiales y la ejecución de obra, y que deben ser verificados a base de inspecciones para la determinación de aceptaciones o rechazos en ambos aspectos. Por ejemplo en los casos en que se hayan determinado las propiedades físicas y químicas de un material no clasificado (resistencia a esfuerzos, si es un material abrasivo, etc.) y comparado con su correspondiente especificación ASTM ó API (American Petroleum Institute), solamente Pemex podrá aprobar su aplicación.

Así como en el ejemplo anterior hay infinidad de códigos de especificación para cada material, proceso, tipo de construcción, etc. que se utiliza a lo largo de la obra.

LOCALIZACION DE LAS LINEAS DE CONDUCCION DE HIDROCARBUROS.

La localización de las líneas dependen en primer lugar de la ubicación de las ciudades a las cuales se va a abastecer, como se expuso anteriormente, pero será necesario tomar muy en cuenta otros factores desde el punto de vista de la construcción de la línea, teniéndose que analizar las zonas por las que atraviesa, los obstáculos propios de la topografía del terreno, siendo todo esto compaginado con las especificaciones propias del tubo y del fluido.

Principales actividades de los proyectistas:

Elaboración de especificaciones particulares para cada ducto de acuerdo a su diámetro y a la clase de terreno que cruza.

Elaboración de un diagrama de flujo en donde se proyecta la distribución de tuberías de diferentes características y espesores a lo largo de la línea, la localización y ubicación de instalaciones para la mejor operación del sistema, como, válvulas de seccionamiento, trampas para diablos cabezales de ríos, cruzamientos, estaciones de bombeo o compresión, etc.

Elaboración del proyecto del derecho de vía de la línea. El proyecto requiere la formación de planos detallados por tramos de 3 kms. de longitud, mostrando el eje de la tubería en proyecto, su perfil, el ancho del derecho de vía, todos los accidentes, vías de comunicación que cruzan la línea o que pasan próximos a la misma, caminos de acceso, clase de terreno, uso que se le está dando a la superficie, límites de propiedad, nombre de los dueños de los terrenos que se atraviesan, volúmenes de terracerías, etc.

Elaboración de las especificaciones generales y particulares sobre la construcción del derecho de vía: tramos de desmonte, equipo que debe usarse, lugares apropiados para alojar o desperdiciar el producto del desmonte, tramos en que se deben hacer los cortes, rasante del derecho de vía, lugares para alojar el producto de los cortes, tramos que se deben rellenar, tipo de suelo a usar, bancos de préstamos, compactación necesaria, obras provisionales de drenaje y obras definitivas.

Elaboración de todos los proyectos de cruzamientos con carreteras, caminos y vías de ferrocarril:

- a) Relación completa de todos los cruzamientos que deben construirse, indicando su tipo, longitud de camisa protectora requerida, kilometrajes y procedimientos de construcción.
- b) Elaboración de los proyectos tipo.

Elaboración de los proyectos de las estaciones de bombeo o compresión de las terminales o estaciones generales de regulación y medición, especificaciones del equipo principal y selección del mismo, diagrama general de tuberías principales, estudios de mecánica de suelos, planos generales de distribución de equipo, de tuberías, de fuerza, de alumbrado. Lista de equipo y materiales. Planos constructivos detallados necesarios. Manuales de operación y mantenimiento, etc.

Elaboración de las especificaciones completas de los materiales y equipos principales (Tuberías, materiales anticorrosivos, motores, bombas, compresores, etc.). Celebración de los concursos para la adquisición del equipo principal, selección de equipo principal, con base en las características técnicas del equipo que se ofrezca, de su precio,

tiempo de entrega, condiciones de pago y de la seriedad, - prestigio y tipo de servicio del fabricante o abastecedor - correspondiente.

Elaboración de todos los proyectos de cruzamientos en ríos principales. Localización de los sitios de cruzamiento más adecuados. Definición del número y tipo de tuberías, que deben instalarse en cada cruzamiento. Definir el trazo y el perfil de proyecto de las líneas en cada cruzamiento. Localización de los sitios más adecuados para la instalación de los cabezales. Estudios hidráulicos de ríos, como son: velocidades máximas, sólidos en suspensión, arrastres; socavación, etc.

Elaboración de todos los proyectos de válvulas de seccionamiento, trampas para diablos e interconexiones. Relación completa de todas las válvulas de seccionamiento, trampas para diablos e interconexiones que se instalan a lo largo de la línea, indicando el kilometraje y su relación con instalaciones ya existentes. Elaboración de proyectos tipo y especiales. Determinación de las obras complementarias que se requieren (caminos de acceso, obras de drenaje, cercados, señales, etc.).

Determinación de los diferentes tramos de tubería que deben ser construidos en forma especial, por la naturaleza del terreno, por los índices de población de la zona, por la proximidad de otras instalaciones, etc. (tubería de mayor espesor de pared, de mayor grado, enterrada a mayor profundidad, etc.).

Proyecto de las diferentes instalaciones necesarias, para la protección catódica de la tubería.

Estimado de cantidad de obra, para base del esti

mado de costo interno y de la contratación de las obras. Elaboración de las listas completas de los materiales necesarios para la obra, debidamente clasificados, especificados y detallados, tanto para fines de adquisición de los mismos, como para control de recepciones, embarques, almacenamiento, entregas y uso de la obra.

Elaboración de los libros completos de proyecto, para uso del personal de operación y mantenimiento.

Contando con toda la información de campo y de los planos topográficos de trazo y perfil, de la línea y de las obras especiales, tales como, cruzamiento de ríos, barrancas, canales, arroyos, autopistas y carreteras, vías de ferrocarril, tuberías u obras de la industria privada, etc., así como los planos individuales de los propietarios, particulares y ejidales, que se verán afectados con el trazo, se procede a la tramitación y obtención de los permisos de paso, a la contratación de las fajas afectadas, tramitación de las expropiaciones ante las autoridades de la zona y ante las diferentes Secretarías de Estado.

DERECHO DE VIA

Se considera como derecho de vía al terreno necesario para las operaciones durante la construcción y el mantenimiento de una línea de conducción.

Esta fase constructiva se puede dividir en:

- a) **TRAZO.** Consiste en ubicar físicamente, por medio de señalamientos (estacas, mojoneras, etc.) los puntos por los cuales se va a construir la línea.
- b) **APERTURA DE BRECHAS.** Está formada por los trabajos de corte de maleza, desenraice y destronque del terreno, a todo lo ancho del derecho de vía, así como la remoción de todo el material producto del desmonte y deshierbe.

La apertura puede ser ejecutada a mano o con equipo mecánico, según convenga el caso. Los tractores atacan en dirección transversal al eje del gasoducto, desperdiciando hacia ambos lados a partir del centro de la sección, a fin de desperdiciar a la distancia más corta.

Cuando los cortes son muy pequeños, conviene atacar en forma paralela al eje del ducto, juntando material y luego desperdiciando lateralmente, el objeto de esto es trabajar con la cuchilla colmada para ser más eficientes.

Se trabaja siempre que es posible, aprovechando la pendiente natural del terreno tomando en cuenta que se dispone de más potencia cuando el tractor desperdicia en forma descendente.

- Se levantan secciones transversales del terreno natural y de la rasante para poder calcular los volúmenes movidos.
- c) **CONFORMIDAD.** Se trata de construcción de la plantilla del derecho de vía de acuerdo a la sección y niveles de la rasante del proyecto. En ésta se pueden presentar cortes y rellenos, remoción, acarreo y sobrecarreos de los materiales producto de los cortes, así como obras de arte necesarias (alcantarillas, cunetas, rompecorrientes, etc.). Aquí es muy importante considerar los drenajes que tendrá el derecho de vía, de tal forma que se consideren las pendientes necesarias.

Dicha superficie tiene características de estabilidad permanente. El proyecto normalmente se limita por las siguientes restricciones:

No se permiten terrapienes

Pend. Long. máxima: 12%

Pend. Transv. máxima: 5%

En general el eje de la plantilla sigue el perfil del terreno eliminando únicamente irregularidades y obstáculos.

Las terracerías del D.D.V. se hacen en el ancho completo del mismo y tienen por objeto, tener una plantilla que permita operar con eficiencia el equipo y garantizar el tránsito de vehículos.

Esta etapa está íntimamente relacionada con el tipo del terreno del lugar, que puede variar desde el material tipo I ó tipo A, pasando por el material tipo II ó tipo B, hasta la roca o material tipo III ó tipo C.

El terreno nos determinará cual será el equipo necesario para la óptima elaboración del trabajo. Si tenemos un terreno plano con material suave, característico de los pastizales y zonas de cultivo, bastará una motoconformadora que será suficiente para realizar todo el trabajo, con la ayuda de una cuadrilla que complementaría el trabajo del equipo. Si nos encontramos en una zona cuyo material predominante sea el tipo B y de acuerdo a la topografía se utilizará un tractor bulldozer para ejecutar los cortes y rellenos necesarios y, conjuntamente una motoconformadora para afinar el terreno y la plantilla.

Cuando se presenten zonas con roca en el trazo del derecho de vía, se hará necesario el uso de equipo más sofisticado, como lo es el "Track-drill", el compresor, así como pistolas perforadoras y martillo neumáticos. Con este equipo, y de acuerdo al caso, se podrá realizar desde una pepena y monea, hasta una completa plantilla de perforación, para hacer uso de los explosivos como herramienta principal en los cortes del terreno. Ya demolida la roca, se procederá con el tractor bulldozer a su remoción, siendo esto similar a los procesos anteriormente descritos.

Es importante aclarar que dado el avance en la tecnología, tenemos en el mercado una gran cantidad de equipos con diversas características, por lo que las condiciones en las que se realizará la obra (terreno, tiempo de ejecución, economía, etc.) son las que nos determinarán cual será el más indicado.

En relación a las obras complementarias que induce la construcción del derecho de vía, éstas se tratarán más adelante.

Como el trazo del derecho de vía atravesará gran cantidad de terrenos de todos tipos (agrícolas, ganaderos, etc.), un aspecto muy importante será el de mantener perfectamente delimitada la zona de trabajo (determinado por el ancho del terreno del derecho de vía), mediante cercados de alambre de púas, instalando a su vez, falsetes para delimitar las fronteras entre propiedades vecinas o cruces de caminos.



FIG I.- Tipo de terreno por donde atravesará el Derecho de Vía.
(éste podrá ser agrícola, ganadero, montañoso, etc.



FIG. II. = Apertura de Brecha

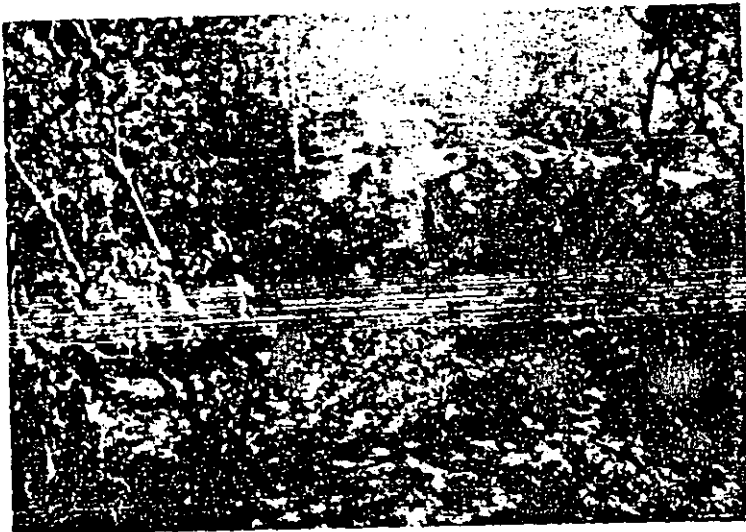


FIG. III. = Apertura de Brecha ejecutada con equipo pesado



FIG. IV. = Los tractores atacan en dirección transversal al eje del gasoducto, desperdiciando el material hacia ambos lados.



FIG. V. = Cortes con tractor, se empieza a notar la plantilla del Derecho de Vía.



FIG. VI.= Conformación del Derecho de Vía con motocformadora.

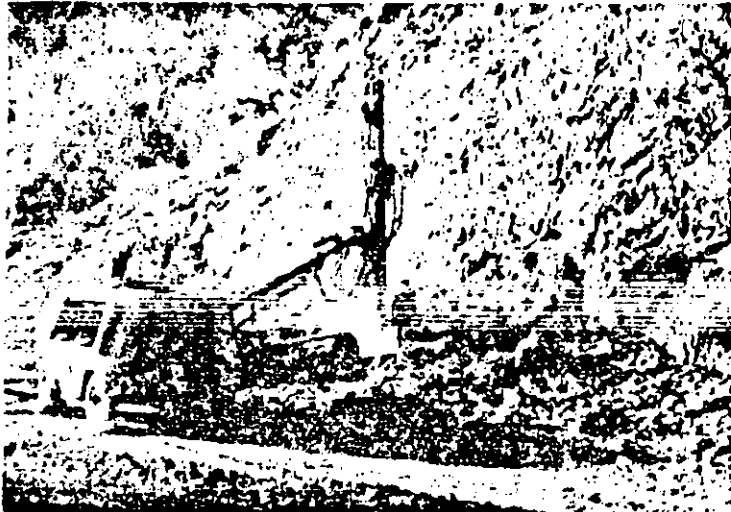
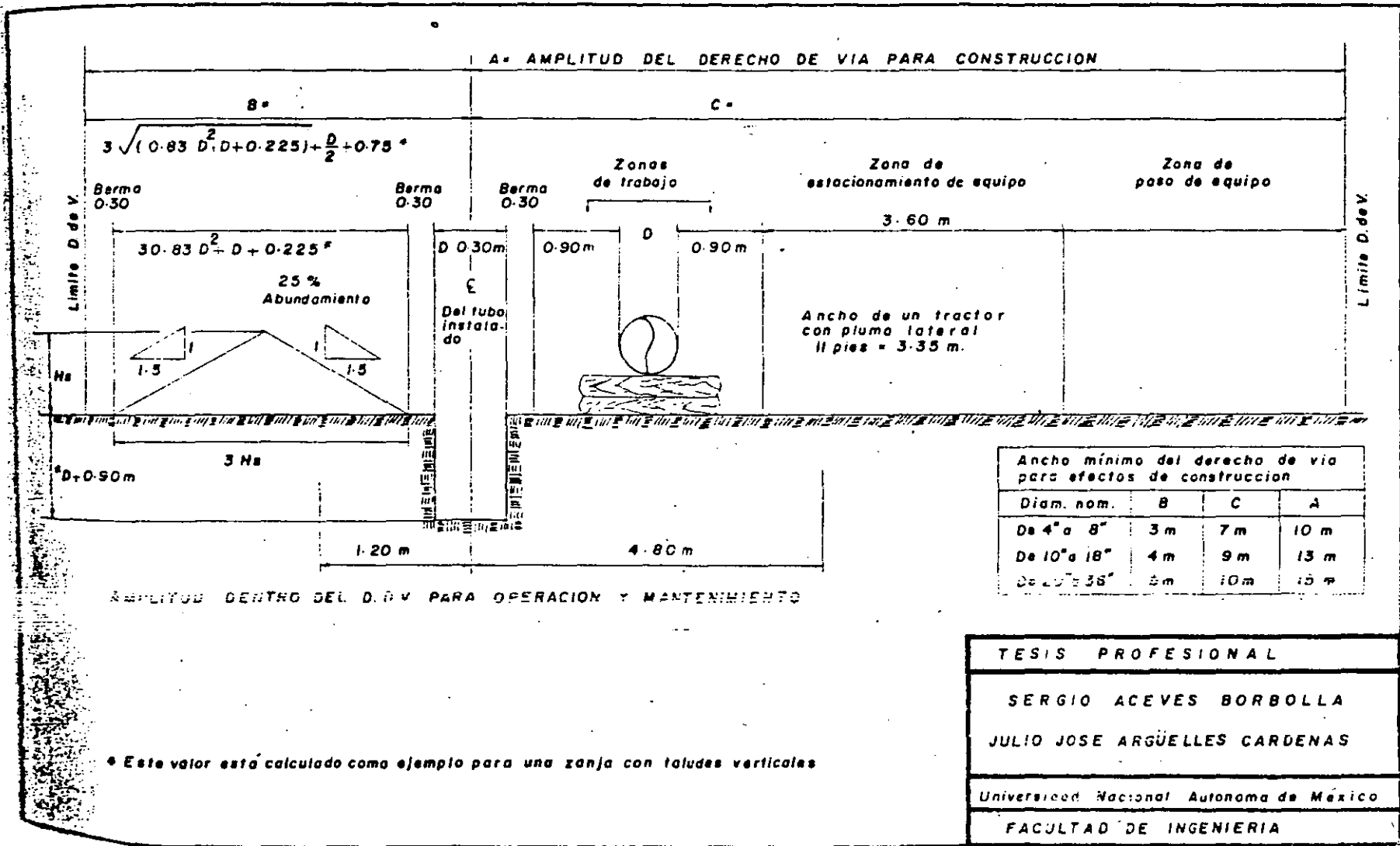


FIG. VII.= Track Drill trabajando en un corte, este equipo se usa cuando el material no se puede remover con equipo de ataque



EXCAVACION DE ZANJA

Zanja es el lugar en el que quedará alojada, en definitiva, la tubería ya soldada y protegida.

La excavación consistirá en la extracción del material, remoción de troncos y raíces y colocación del material producto de esta operación, formando un camellón en el lado opuesto al que se distribuirá la tubería.

Esta fase será posterior al derecho de vía y al igual que en éste, lo primero será realizar el trazo del eje de la zanja.

Ya trazado el eje, el procedimiento más común consiste en arar dicho trazo (Rippeo), con el objeto de aflojar el terreno y prepararlo para el equipo que realizará la excavación.

Estando el terreno preparado, se procede a excavar, siendo posible usar cualquiera de los siguientes equipos: draga de arrastre, zanjadora y más comúnmente, retroexcavadora.

La zanjadora, es una máquina que desperdicia el material lateralmente por medio de una banda transportadora, alimentada por congilones que atacan directamente al material.

Las dimensiones de la zanja varían de acuerdo al diámetro de la tubería que será alojada en ellas y al tipo (estabilidad) del terreno.

Esta excavación también se puede ejecutar con herramienta manual (pico y pala), siendo recomendable usarse

para afinar las dimensiones de la zanja, posteriormente al uso del equipo mayor.

El procedimiento constructivo variará de acuerdo al terreno, complicándose con la presencia de roca, siendo necesario el uso de explosivos.

La plantilla de la zanja debe tener un perfil tal que la tubería, al ser depositada en la misma, se apoye en el terreno en todos sus puntos. Esto puede generar que se presenten puntos en que la profundidad de la zanja sea mayor que la especificada, siendo esto necesario para evitar forzamientos o dobleces de la tubería.

Cuando estamos trabajando en zonas rocosas, es necesario tender (colocar) una cama (plantilla de arena o tierra suelta), para proteger a la tubería de las rocas agudas o cortantes.

Se llama colchón al material que se encuentra limitado por la cara superior de la tubería y nivel del terreno natural y estará determinada por el diámetro de la tubería, el tipo de material y la zona en donde cruzará la línea.

El ancho total mínimo de la zanja debe de ser de 12 pulgadas más que el diámetro de la tubería.

Es muy importante proteger a la zanja contra posibles corrientes de agua, por lo que es necesario tener previsto la colocación de rompecorrientes que pueden ser elaborados con costales de yute rellenos de arena.

Al igual que en el derecho de vía, en esta fase

se generan obras adicionales como puentes, pasos para ganado, etc., las cuales serán tratadas más adelante.

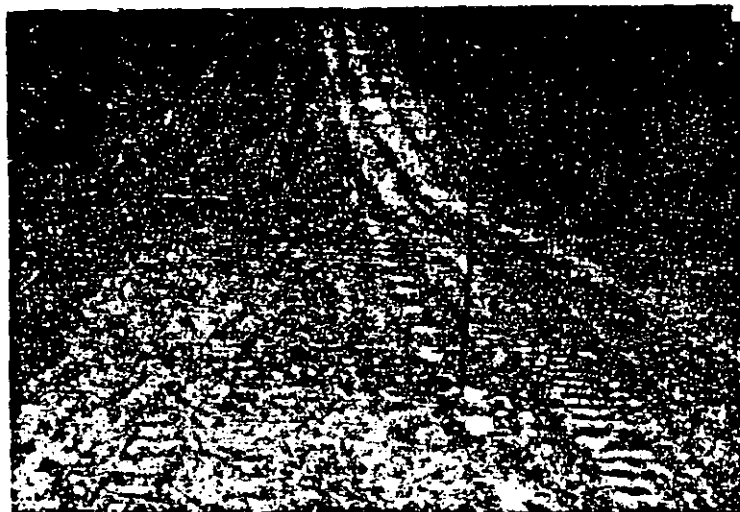


FIG. VIII.- Trazo de la Zanja, las estacas ubican a la misma



FIG. IX.- El señalamiento a través de estacas se aprecia con claridad, serán las puntas donde se va a construir la línea (eje de la línea)

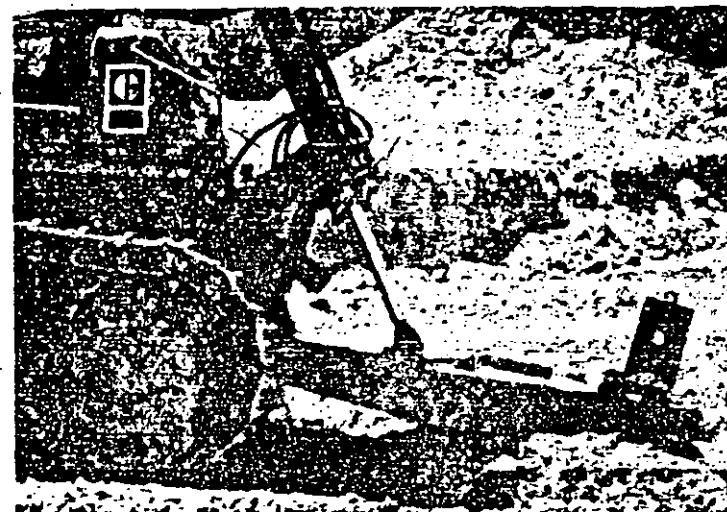


FIG. X.- Con el objeto de aflojar el terreno se Rippea con la parte posterior del tractor.

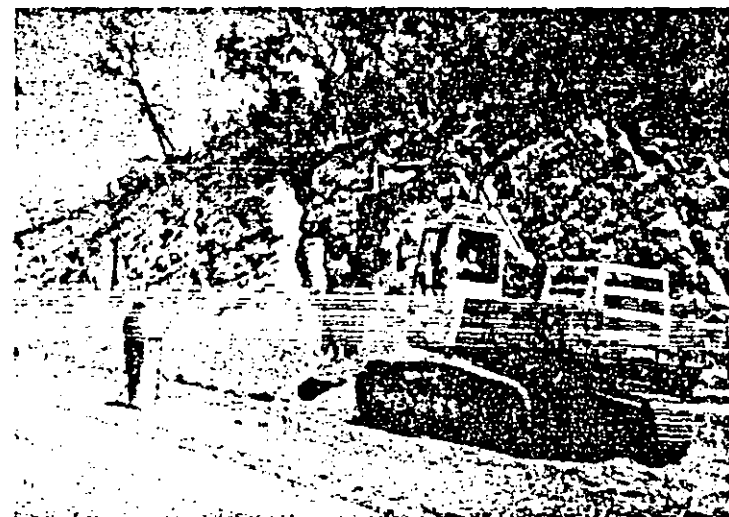


FIG. XI.- Preparado el terreno se procede a excavar, el equipo más comúnmente usado es la retroexcavadora

CLASIFICACION DEL TERRENO DE ACUERDO AL TIPO DE MATERIAL

MATERIAL A (TIPO I) En esta clasificación están comprendidos los suelos poco o nada cementados, es decir, cuando su "cohesión" medida en prueba de penetración estandar o en compresión simple, es menor o igual a 2.5Ton/m² y cuyo contenido de agua en sitio es mayor o igual al correspondiente al límite líquido.

Este suelo tiene partículas menores de 7.5 cm. de diámetro y se puede remover con pala si se hace manualmente, o con Motoescrepa si se realiza con maquinaria. Se clasifican en este tipo de material la arena, tierra orgánica, etc.

MATERIAL B (TIPO II) Es aquel material de consistencia sólida, que por su grado de cementación se requiere del uso de pico y pala para su extracción, si la excavación es hecha a mano, o bien, si se utiliza maquinaria, requiere de un tractor de oruga con cuchilla de inclinación variable de 140 a 160 caballos de fuerza en la barra, o un arado de 6-tons. jalado por un tractor de la misma potencia. Su "cohesión" medida en compresión simple es de 40 ton/m² y su contenido de agua es menor o igual al límite de contracción volumétrica, sien-

do sus partículas menores de 0.5 m³ y mayores de 7.5 cm. de diámetro. Las rocas alternadas son 100% material B cuando la separación de sus grietas es igual o menor de 5 cm.

MATERIAL C (TIPO III) Un material es tipo C cuando la resistencia a la compresión simple de una muestra inalterada es de 1120 kg/cm² o mayor, el espaciamiento entre grietas es de 100 cm. o mayor y el RQD (Rock Quality Designation) mayor de 75%.

Si la excavación se ejecuta manualmente, este tipo de material solo se puede remover con cuña y marco, o también puede hacerse mediante el uso de explosivos.



FIG XII.= Banco de Material Tipo I
(arena, tierra orgánica etc.)

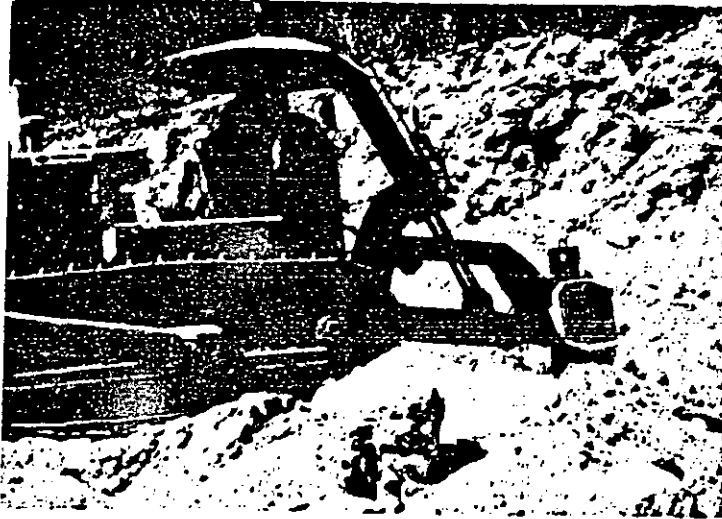


FIG. XIII.- Material tipo II
(consistencia sólida)



FIG. XIV.- Material tipo III
(Roca)

TRANSPORTE DE TUBERIA

La tubería será transportada desde su lugar de fabricación, hasta una zona cercana a su destino final usando el medio de transporte más económico, siendo éstos; el barco o el ferrocarril, según sea el caso.

La tubería será almacenada en algún lugar destinado para ello dentro de las instalaciones del puerto o la estación de FF.CC.

La descarga de la tubería deberá ejecutarse empleando una grúa con aditamentos para manejo de la misma, que cuentan con mordazas acojinadas de cierre automático, o bien ganchos iguales o similares a los de la figura adjunta, haciendo la maniobra con el cuidado necesario para evitar golpes que puedan dañar el cuerpo y los biseles de los tubos.

A partir de estos centros en donde se concentra la tubería, se distribuirá la misma a almacenes que se tendrán localizados contiguos al derecho de vía y el número y distribución de los mismos dependerá de las vías de acceso que tengamos al derecho de vía.

El transporte más usual es el de un camión de arrastre (Tractocamión) y una plataforma remolcable o un eje tandem, dependiendo del diámetro de la tubería.

Si las condiciones lo permiten, los tubos se irán descargando a todo lo largo del derecho de vía, reduciéndose al mínimo el manejo de la tubería. De no ser esto posible, se usará otro medio como un tractor pluma, o manual.

Al distribuir la tubería a lo largo del derecho

de vía, ésta deberá colocarse invariablemente sobre polines de madera con sección mínima de 20 cm. (8") por 20 cm. (8"), de manera que se evite el contacto de la tubería con el terreno y cada tramo deberá apoyarse por lo menos en dos polines y que los tramos de tubería queden en forma alternada para evitar golpes que puedan dañar los biseles.

El acomodo de los tubos en el D.D.V., uno tras otro, pero traslapados, paralelos a la zanja del lado del tránsito del equipo a una distancia tal, que no se provoquen derrumbes. Estas operaciones deben efectuarse sin que los tubos sufran casi ningún daño y sin que causen estorbos a ninguna de las partes de la obra ya construida o en construcción.

Los tubos quedan depositados sobre el terreno, paralelamente a la zanja, traslapados 10 cm. aproximadamente, cercanos al límite del talud natural del terreno de la excavación, dejando siempre un paso mínimo libre de 0.60 m. entre la orilla de la excavación y el lado cercano del tubo.

La colocación de los tubos debe de ser propicia a la operación de alineado y soldado, no dejando tubos mal colocados o con daños inadmisibles.

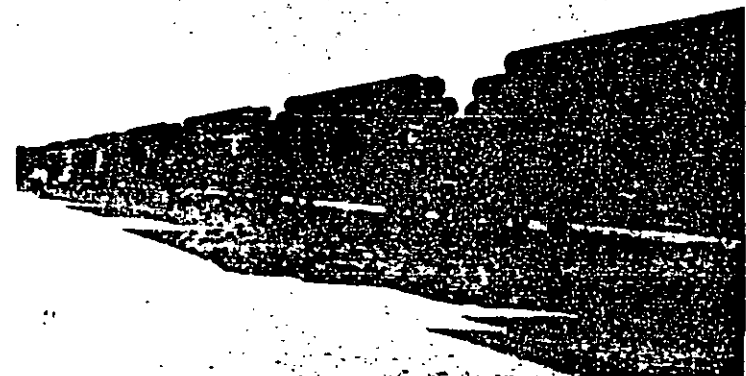


FIG. IV. - Tubería transportada por Ferrocarril.



FIG XVI.= Descarga y Almacenamiento de tubería dentro de las instalaciones de la estación de F.F.C.C.

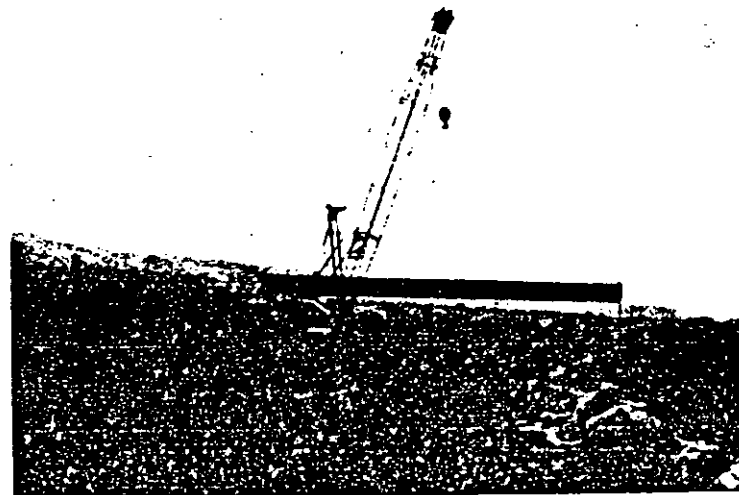


FIG.XVIII.= Almacén de tubería contiguo al Derecho de Vía.

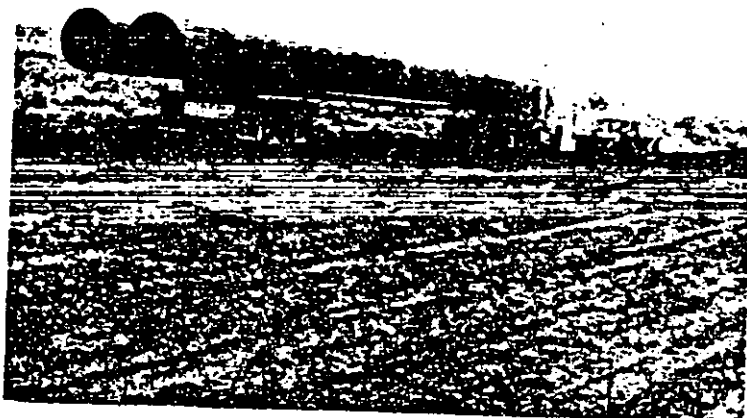


FIG.XVII.= Transporte de tubería con tractocamión al Derecho de Vía.

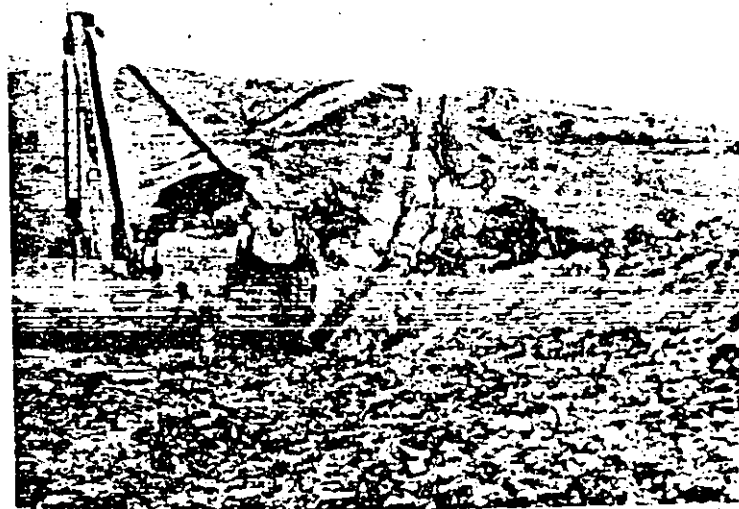


FIG. XIX.= Descarga de tubería a lo largo del derecho de Vía con tractor Pluma.

TRANSPORTE DE LOS MATERIALES ANTICORROSIVOS

Los materiales anticorrosivos tienen por objeto proteger a la tubería contra los agentes existentes en el medio ambiente y que la deterioran.

Consisten en materiales sintéticos como pinturas, fibra de vidrio, asfalto, etc., que le darán impermeabilidad al tubo, impidiendo el paso de la humedad, lo que reditúa en prolongar la vida útil del tubo.

La pintura y el esmalte se suelen manejar en tambores de lámina de 200 lts. de capacidad y deberán manejarse y transportarse con todas las precauciones necesarias para no perjudicar los envases y por lo tanto el contenido.

Hay que tomar en cuenta que el solvente de la pintura es muy inflamable y sus vapores pueden causar explosiones, por lo tanto, la pintura deberá manejarse tomando todas las precauciones acostumbradas para líquidos inflamables.

Los tambores de pintura primaria y del adelgazador se mantendrán siempre cerrados, almacenandolos en posición horizontal para evitar la pérdida del solvente por evaporación, la entrada de agua de lluvia y la contaminación de la pintura con tierra o basura.

Estos tambores se guardarán en una bodega y solamente los volúmenes estimados para el consumo diario se llevarán al sitio de la obra, vaciando los de los tambores originales de fábrica al tanque de la máquina pintadora.

En el caso del esmalte, éste deberá manejarse --

evitando la rotura prematura de los recipientes y la contaminación con tierra y basura.

Por lo que toca a los materiales para envoltura de la tubería, los rollos y cajas que contengan fibra de vidrio, felpa y fieltro asbéstico, no serán diseminados a lo largo del derecho de vía. Se almacenarán en bodegas protegidas de la intemperie y especialmente de la humedad excesiva, no debiendo estar en contacto directo con el terreno natural y el material que se utilizará en el día será transportado del almacén al sitio de la colocación en vehículos cubiertos que los protejan de la intemperie.

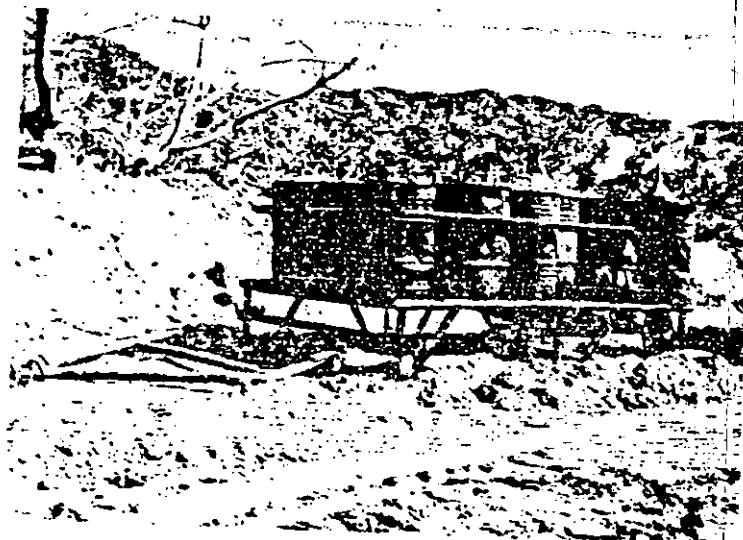


FIG. XX. = Transporte de Materiales Anticorrosivos para tubería por medio de trineo

DOBLADO

Los cambios de dirección y de elevación del terreno, hacen necesario que el tubo sea doblado, el número de dobleces de una línea se lleva al mínimo, procurando conformar el Derecho de Vía y consecuentemente el fondo de la zanja, para evitar lo más posible los cambios de pendiente que obligan a doblar la tubería.

Este doblado deberá ser efectuado en el sitio de la colocación definitiva y además será en frío. Para esto se utiliza una Dobladora Hidráulica y un Mandril.

La dobladora es una máquina que por medio de un mecanismo hidráulico, puede "empotrar el tubo", para que por medio de unos gatos hidráulicos de gran potencia, se reflexione el tubo, provocando esfuerzos mayores al límite elástico consiguiéndose así deformaciones permanentes que dan el doblado a la tubería.

El mandril es un mecanismo neumático cuyo propósito es apoyar la paredes interiores de la tubería para evitar el pandeo y eliminar la distorsión de la redondez. El mandril tiene la propiedad de expandirse dentro de la tubería y provoca una redondez casi perfecta.

Con el equipo mencionado, los dobleces se hacen sin alterar las dimensiones de la sección transversal del tubo cuando fué recto, quedando libre de arrugas, grietas y sin ninguna evidencia de daño. El diámetro del tubo no se reduce más de 2.5% del diámetro y completamente doblado permite perfectamente el paso de los Diablos.

Las especificaciones limitan el doblado a un gra

do por metro, como máximo para tubería de 48", debiéndose dejar en los extremos de los tubos, tramos rectos de 1.30 mts. como mínimo.

Sólo en situaciones especiales se permite el doblado en la zona de la soldadura transversal, debiéndose en estos casos, radiografiar la soldadura después del doblado.

Se hacen anotaciones sobre el tubo. Estas anotaciones indican el centro del doblado, la magnitud de la curva, el surtido de la misma y el número consecutivo del tubo con objeto de que el operador pueda hacer el doblado correcto.

Los dobleces los chequea el operador de la Dobladora, con un aparato especial cuyo funcionamiento es muy parecido al del clisímetro.

La dobladora no tiene locomoción propia, para transitarse debe remolcarse con un tiendetubos. Este sirve también para alimentar el tubo a la máquina.

Es práctico colocar la dobladora en terreno plano y en un mismo punto hacer varios dobleces, para luego avanzar a otro punto.

Es necesario también un compresor para poder suministrar aire al mandril.

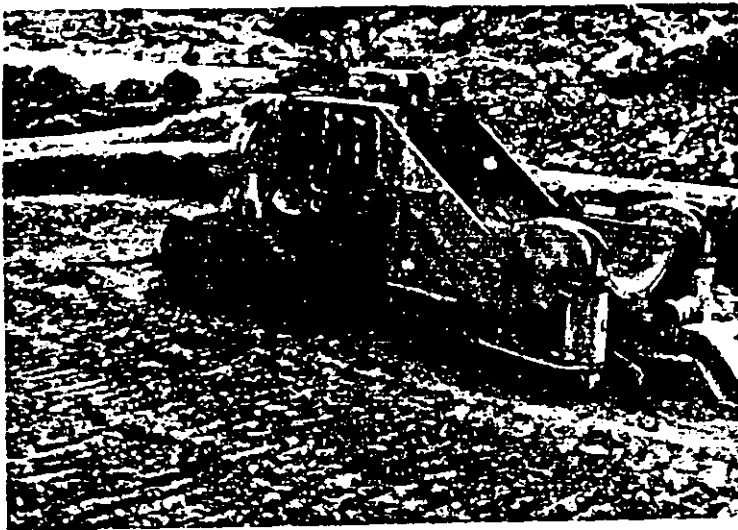


FIG. XXI. = Máquina Dobladora de Tubería.

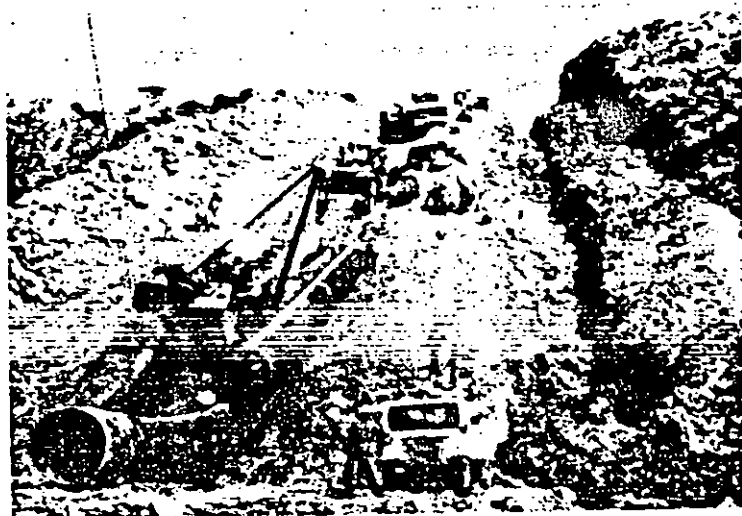


FIG. XXII. = Doblado de tubería y colocación por medio de Tractor Pluma

REGISTRO DE DOBLECES

El topógrafo recorre el D.D.V. y mide los dobleces verticales con clisímetro y los horizontales con tránsito. Deja señales sobre el terreno consistentes en estacas o banderas indicando la magnitud en grados de los dobleces y el sentido (concavidad hacia arriba o hacia abajo, deflexión derecha o izquierda).

Después mide cada uno de los tubos, anotando las longitudes en su libreta y les asigna un número consecutivo.

Se procede entonces a marcar sobre el terreno la posición en que va a quedar cada tubo, al hacer esto, la cinta no necesariamente debe de estar horizontal, sino que debe seguir el perfil del terreno.

Posteriormente anota en su registro la distancia del inicio del tubo al sitio del doblez y marca sobre los tubos, los datos antes mencionados.

Hay restricción de doblar a menos de 1.80 mts. del extremo del tubo, por lo mismo, si el sitio del doblez, coincide con el extremo del tubo o queda muy cerca de él, se procede de la siguiente manera:

Si el doblez es muy pequeño (menos de 3°) se recorre hasta el sitio permitido. Si el doblez es grande (mayor de 3°) el doblez se reparte por mitades entre los dos tubos que coinciden en esa unión, recorriéndose también hasta el sitio adecuado.

Los errores en las medidas se compensan dejando un traslape al inicio de cada lingada.

SOLDADURA

La soldadura de tubos debe considerarse como la operación más importante y de mayor atención, por constituir la continuidad de la hermeticidad y resistencia del conducto, que debe lograrse solamente con trabajadores competentes, un equipo que se mantenga siempre en buenas condiciones y una inspección que no disminuya la vigilancia y pruebas que se establezcan.

La soldadura de los tubos debe ser hecha por cualquiera de los procesos siguientes: soldadura de arco metálico protegido, soldadura de arco sumergido, soldadura de arco con electrodo de tungsteno protegido con gas, soldadura de arco metálico protegido con gas o bien por el proceso de soldadura de oxiacetileno.

Las técnicas que se apliquen en los procesos de soldadura pueden ser manuales, semiautomáticas, automáticas o la combinación de ellas y pueden ser aplicadas en soldaduras de posición o soldaduras de rolado.

El equipo de soldar tanto en el arco eléctrico como el de gas debe ser del tamaño y tipo apropiado para el trabajo y debe mantenerse en condiciones de asegurar una soldadura uniforme y aceptable, en operación continua. El equipo de arco eléctrico debe estar vigilado constantemente y debe operarse dentro de los límites de valores de corriente y tensión dados en el procedimiento calificado de soldadura. El equipo de gas para soldar debe ser operado con la flama característica y el tamaño de boquilla dado en el procedimiento.

Cualquier equipo que no cumpla los requisitos de-

funcionamiento deberá ser reparado o reemplazado.

Esta norma debe aplicarse al soldado de accesorios de tubería, de tubos API Spec 5L, API Spec 5LX y estándares ASTM aceptados.

Todos los metales de aporte deben ser conforme a las especificaciones AWS A 5.1, AWS A 5.5, AWS A 5.2, AWS A 5.17, AWS A 5.18 y AWS A 5.20.

Estos metales de aporte o electrodos así como los fundentes, deben ser almacenados y manejados evitando que se dañen, ellos y sus empaques. Aquellos que vienen con empaques abiertos deben protegerse de cualquier deterioro y los electrodos protegidos deben estar al resguardo de cambios excesivos de humedad. Los electrodos y fundentes que muestren signos de haberse dañado o deteriorado, no deben usarse.

CALIFICACION DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

Antes de iniciar la operación de soldadura en la línea, debe ser calificada la especificación detallada del procedimiento de soldadura que se usará, para determinar que las soldaduras tengan propiedades mecánicas apropiadas, puedan considerarse sanas y se puede utilizar el procedimiento aprobado. La calidad de la soldadura debe ser determinada por pruebas destructivas.

ASPECTOS DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

El procedimiento de soldadura especificado en el proyecto y que debe calificarse en el campo, debe incluir los diferentes aspectos que se enuncian a continuación, mismos que deberán ser aplicados.

PROCESO. El proceso específico de soldadura de arco o el proceso de soldadura con gas, manual, semiautomático, automático o combinado.

MATERIALES. Tubos y conexiones de tuberías, API Spec 5L, API Spec 5LX y otros materiales de especificaciones ASTM, acero al carbón, agrupados según el límite elástico mínimo especificado: 42 000 psi y menor; más de 42 000 psi y menos de 60 000 psi, más de 60 000 psi; además de comprobar la compatibilidad de las propiedades metalúrgicas de los metales base y de relleno, tratamiento térmico y propiedades mecánicas.

Agrupamiento por diámetros y por espesor de pared.

Diámetro exterior pulg. menores de 2 3/8	Espesor de pared pulg. menores de 3/16
2 3/8 a 12 3/4 incluso	3/16 a 3/4 inclusive
Mayores de 12 3/4	Mayores de 3/4

DISEÑO DE RANURAS. Forma de la ranura y ángulo del bisel, tamaño de la cara de la raíz y abertura entre raíces o espacio entre miembros a tope. Forma y tamaño del cordón de soldadura. Tipo de respaldo si se usa.

METAL DE APORTE Y NÚMERO DE CORDONES. (Tamaño y número de clasificación de metal de aporte, número mínimo y secuencia de cordones).

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS. (Corriente y polaridad, tensión y corriente para cada electrodo, sea varilla o alambre).

CARACTERÍSTICAS DE LA FLAMA. (Neutral, carburi

zante, oxidante, tamaño del orificio en antorcha tipo, para cada tamaño de varilla o alambre).

POSICIÓN. (De rolado o soldadura de posición fija).

DIRECCIÓN DE LA SOLDADURA. (Vertical hacia arriba o hacia abajo).

TIEMPO ENTRE PASOS. (Tiempo máximo entre terminación del cordón de fondo y principio del segundo cordón; tiempo máximo entre la terminación del segundo cordón y el principio de otros cordones).

TIEMPO DE ALINEADOR. (Interno, externo, no se requiere).

REMOCIÓN DEL ALINEADOR. (Después de completar 100% del fondeo).

LIMPIEZA. (Herramientas motrices, herramientas de mano).

PRE Y POSTCALENTAMIENTO. (Relevo de esfuerzo) (Métodos, temperatura, métodos de control de temperatura, fluctuación de temperatura ambiente).

GAS PROTECTOR Y GASTO. (Composición del gas, y gasto).

FUNDENTE PROTECTOR. (Tipo y tamaño).

VELOCIDAD DE RECORRIDO. (Pulgadas por minuto) (cm. por minuto).

RECALIFICACION DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

VARIABLES ESENCIALES. Un procedimiento de soldadura debe ser restablecido como una nueva especificación de procedimiento y debe ser completamente recalificado, - cuando cambian cualquiera de las variables siguientes que pertenecen al procedimiento primeramente establecido.

CAMBIO EN EL PROCESO DE SOLDADURA. (De gas a arco protegido; proceso de gas o soldadura de arco a otro proceso de gas u otra soldadura de arco; de manual a semi-automático o automático o combinación de éstos).

CAMBIO EN EL MATERIAL DE LOS TUBOS. (Grupos de ASTM o AFI, acero al carbono, con límite elástico mínimo-especificado de 42 000 psi y menor; más de 42 000 psi y menos de 60 000; más de 60 000 psi; además de comprobar la compatibilidad de las propiedades metalúrgicas del metal base y el de relleno, tratamientos térmicos y propiedades mecánicas).

CAMBIO EN EL DISEÑO DE LA JUNTA. (De ranura en V a ranura en U, etc. El cambio en el ángulo del bisel o borde de la ranura, no son variables esenciales del procedimiento especificado).

CAMBIO EN LA POSICION. (Para soldadura a toposolamente) (Un cambio de vertical a horizontal y viceversa).

CAMBIO EN EL ESPESOR DE PARED DEL TUBO. (Un cambio de grupo de espesor de pared a otro grupo).

CAMBIO EN EL METAL DE APORTE. (De un grupo cla-

sificado a otro; ver tabla "Clasificación de grupos de metales de aporte").

DISMINUCION DEL NUMERO DE SOLDADORES DEL CORDON-DE FONDEO.

CAMBIO EN EL PERIODO DE TIEMPO ENTRE EL CORDON-DE FONDEO Y EL SEGUNDO CORDON SEGUN MAXIMO ESTABLECIDO.

CAMBIO DE DIRECCION. (Vertical-abajo a vertical-arriba o viceversa).

CAMBIO DE GAS PROTECTOR. (De un gas a otro; de una mezcla de gases a mezcla diferente de los mismos gases).

CAMBIO EN EL GASTO DEL GAS. (Disminución o incremento del gasto según límites establecidos).

CAMBIO EN EL FUNDENTE PROTECTOR. (Cambio del tipo o tamaño de las partículas del fundente).

CAMBIO A MAYOR VELOCIDAD DE RECORRIDO, SEGUN LIMITES.

UNIONES DE PRUEBA, SOLDADURA A TOPE

Se denomina unión de prueba a la unión con soldadura de dos extremos, pequeños tramos de tubo que obedecen todos los detalles de las especificaciones del procedimiento para calificar y bajo las condiciones que se esperan en la producción de soldaduras en la línea.

PRUEBA DE "UNIONES DE PRUEBA" SOLDADAS A TOPE

PREPARACION. Los especímenes deber ser cortados conteniendo al centro la junta soldada, de acuerdo con la localización transversal mostrada en FIG. 1 API 1104, con las dimensiones y en las cantidades mínimas de especímenes y pruebas que deben realizarse, dadas en TABLA 1 API 1104.

Los especímenes deberán ser preparados como se muestra en FIG. 2, 3, 4 y 5. API 1104.

Para tubos menores de 2 3/8 pulg. diámetro exterior, deberán hacerse dos uniones de prueba para poder contar con el número de especímenes de prueba requeridos.

Los especímenes deben ser enfriados al aire a la temperatura ambiente, antes de que sean probados.

Para tubos de 1 5/16 pulg. diámetro exterior y menores, un espécimen de sección completa puede ser sustituido por los cuatro especímenes: dos de sección reducida de ranura y rotura y dos de doblado por la raíz. El espécimen de prueba de tensión debe ser roto bajo una carga de tensión. El esfuerzo de rotura debe ser calculado dividiendo la carga máxima a la rotura entre el área menor de la sección transversal del espécimen medido antes de aplicar la carga. La sección del espécimen debe cumplir los requisitos de la prueba de tensión que se describe más adelante.

CLASIFICACION DE GRUPOS DE METALES DE APORTE

(API Std. 1104)

Especificación AWS	Gas Protector	Electrodo.	Fundente.	Observaciones
1 A5.1-69		EXX10 EXX11		
2 A5.1-69 A5.5-69		EXX15 EXX16 EXX18		
3 A5.17-69		EL8 EL8K EM5K EM12 EM12K EM13K EM15K	F60 F61 F62 F70 F71 F72	Cualquier combinación de electrodos y fundentes mostrados.
4 A5.18-69	Bióxido de Carbono.	E70S-4 E70S-5 E70S-6		
5 A5.19-69	No especificado	E70S-C		Potencia para soldar no especificada.
6 A5.20-69	Bióxido de Carbono.	E70T-1 E70T-2 E70T-5		
7 A5.20-69	Sin protector	E70T-3 E70T-4 E70T-5		
8 A5.20-69	No especificado	E70T-C		Potencia para soldar no especificada.
9 A5.16-69	Argón o Argón y Oxígeno	E70U-1		
10 A5.2-69		RG 45 RG 60 RG 65		

NOTA:

Gas o gases, tipos de metal de aporte y fundentes no enlistados en esta tabla, pueden ser usados pero se requiere clasificación diferente de soldadores.

SOLDADO DE LA TUBERIA

a) Equipo de Soldar.

Las máquinas para soldar y todos sus accesorios (cables, portaelectrodos, etc.) deben ser del tipo y tamaños adecuados para el trabajo, deben estar en buenas condiciones para asegurar soldaduras de buena calidad, continuación de operación y seguridad para el personal. Las máquinas de soldar deben ser operadas dentro de los rangos de voltaje e intensidad de corriente recomendada por el fabricante para cada tipo y tamaño de electrodo y la clase de soldadura por efectuar.

b) Examen y competencia de los soldadores.

Todo soldador que intervenga en la construcción debe ser previamente examinado, para que se le permita soldar la tubería o cualquier otro aditamento a ella si resultase aprobado en el examen.

El examen a cada soldador debe hacerse como sigue: Hará una soldadura en tubería de diámetro, espesor y especificaciones de la clase de tubo que se empleará en la construcción del gasoducto, usando para ello "carretes" de dicha tubería y la misma clase de electrodos y condiciones que se emplearían en la construcción. El soldador al examinarse debe emplear la misma técnica de soldar y el mismo procedimiento que seguirá en la línea en caso de que saliese aprobado.

De la soldadura de prueba (carrete soldado).

debe cortarse probetas en número máximo de 12, dependiendo del diámetro del tubo en la forma siguiente:

DIAMETRO EXTERIOR DEL TUBO	No. DE PROBETAS
114.30 mm. (4") y menor	4
168.30 mm. (6") a 323.90 (12")	6
335.60 mm. (14") y mayor	12

Las pruebas deben tomarse como se indica.

Las probetas para determinar el esfuerzo a la tensión, deben romperse en el metal base, fuera de la zona de fusión. Por último, las que son sometidas a prueba de sanidad, deben mostrar una completa fusión y penetración en todo el espesor de la probeta y no mostrar inclusiones de escoria, bolsas de gas, quemaduras o cualquier otro defecto, en número y tamaño mayores de los permitidos.

c) Métodos de prueba y resultados.

Las probetas para prueba deben ser como se muestra y los resultados serán como se indica a continuación:

Para la prueba de tensión si dos o más probetas se rompen en la soldadura o en la zona de fusión, antes de alcanzar el esfuerzo de ruptura del metal base, el soldador es descalificado.

La prueba de sanidad debe mostrar completa penetración y fusión en todo el espesor de la probeta. La superficie expuesta debe mostrar como máximo 6 bolsas de gas en 645 mm.

(una pulgada cuadrada), con dimensión máxima que no exceda de 1.58 mm. (1/16"). Las inclusiones de escoria no deben ser mayores de 0.79 mm. (1/32") de profundidad ó 1.58 mm. (1/16") de ancho y separadas entre sí por lo menos 12.70 mm. (1/2") de metal sano. La prueba de doblado es aceptable si en el metal de la soldadura o en la zona de fusión no se presentan grietas u otros defectos que excedan de 3.17 mm. (1/8") en cualquier dirección después del doblado.

d) Alineamiento de los tubos.

Antes de alinear cada uno de los tubos para soldarse, deben ser cuidadosamente limpiados de su bisel, quitándole toda materia extraña y secándolo, para lograr una soldadura perfecta.

El alineamiento se hace por medio de un alineador-expansor neumático o mecánico interno dejando una abertura de raíz de 0.79 mm. (1/32") a 1.58 mm. (1/16"), de tal manera que asegure una completa penetración de la soldadura sin ocasionar quemaduras.

e) Sistema de soldar.

Con el alineador debidamente colocado y el tractor con pluma lateral inmóvil, sosteniendo al tubo a una altura mínima de 400 mm. (16") sobre el terreno (ésto es con el objeto de que los soldadores tengan un mayor movimiento de su brazo); se debe aplicar el primer paso o cordón de soldadura (fondeo), por medio de dos soldadores simultáneamente (en tubería de 254 mm. de diáme-

tro exterior y mayor), empezando en cuadrantes diametralmente opuestos, con el objeto de que el calor se reparta simétricamente en toda la unión y así evitar grietas, por contracciones al enfriarse la soldadura. Después del primer cordón, una vez que se limpia perfectamente, es aplicado un segundo cordón (paso caliente), con el fin de reforzar el fondeo y remover toda la escoria, esencialmente las líneas de escoria que hayan quedado en el primer cordón. Este segundo paso se aplicará igualmente por dos soldadores y en las mismas condiciones que el fondeo.

Enseguida se limpia perfectamente el segundo cordón, para que sean aplicados los cordones de relleno y por último el cordón de acabado o de vista. Este último paso debe ser aplicado en tal forma, que nos permita tener una unión terminada con un refuerzo no menor de 0.79 mm. (1/32") y no mayor de 1.58 mm (1/16") y cuyo ancho debe ser de 3.17 mm. (1/8") mayor que el ancho de la ranura original.

f) Calidad de la soldadura.

La resistencia a la tensión de la soldadura nunca debe ser menor que la resistencia a la tensión del material base. La sanidad de las soldaduras debe ser tal, que todas las probetas que se corten de una unión del gasoducto, muestran completa penetración y fusión en todo el espesor de la soldadura. La ductili-

dad de la soldadura tiene que ser tal que manifieste un alargamiento mínimo del 20% al doblar las probetas a un ángulo mínimo de 90° sin fracturas.

El soldado no se efectuará cuando la calidad de la soldadura sea afectada por las condiciones prevalecientes del tiempo, incluyendo humedad arrastrada por vientos, tolvane- ras, tiempo y frío y vientos fuertes. El manejo de secciones de tubería no se permitirá hasta que las soldaduras estén suficien- temente frías.



FIG. XXIII.- Máquina Soldadora; el personal que labora en el frente de soldadura es altamente especializado.

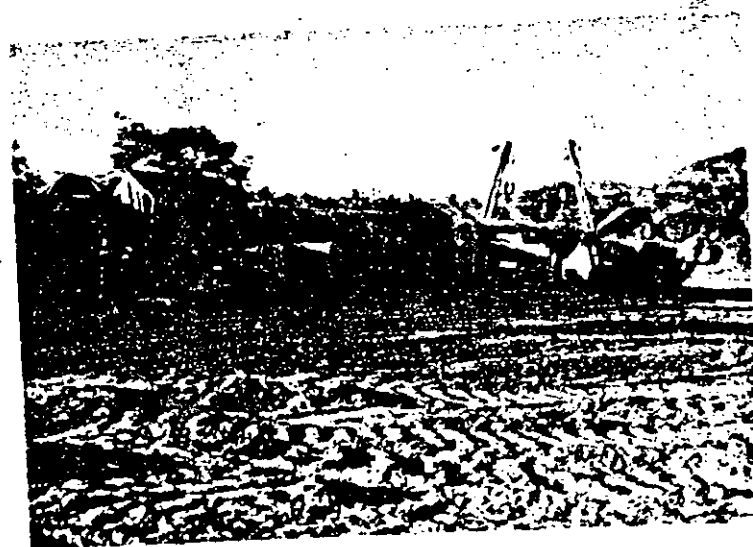
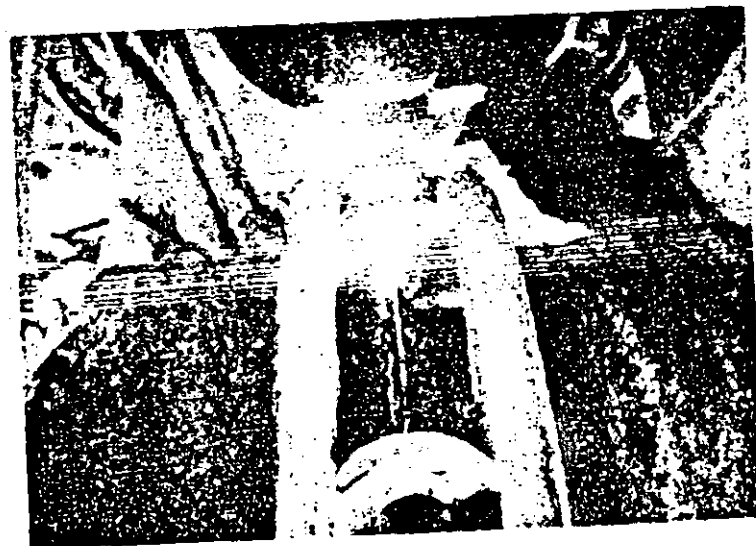


FIG. XXIV.- Frente de Soldadura



XXV.- Soldadura Semiautomática
(alineador debidamente colocado)

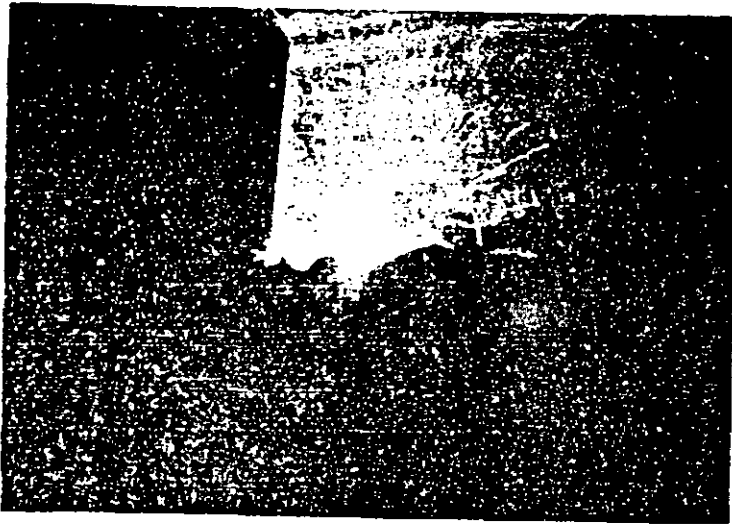
PARAMETROS DE SOLDADO

Los parámetros usados son, velocidad de avance de la máquina soldadora, velocidad de alimentación de alambre, voltaje, oscilación de la cabeza soldadora y distancia del contacto al trabajo.

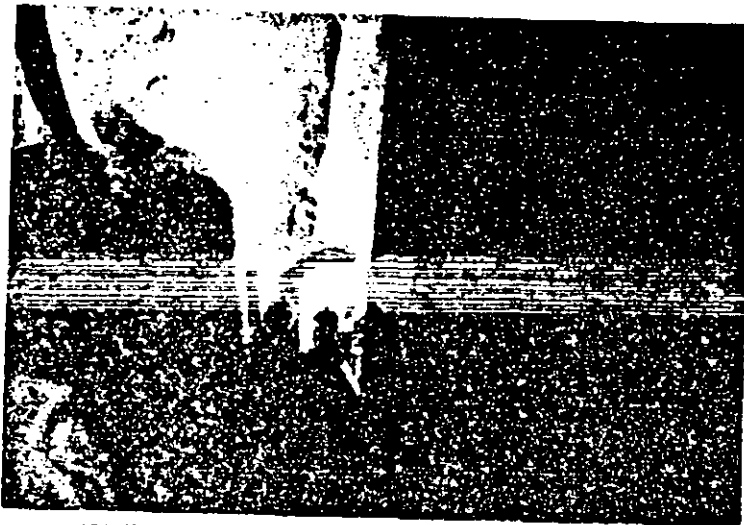
De todos éstos, los parámetros fundamentales son la velocidad de la máquina y la de la alimentación del alambre, las demás sin dejar de ser importantes no se alteran importantemente cuando se busca el ajuste del equipo.

En todos los pasos, una velocidad de avance baja puede ocasionar quemadura de los metales y una velocidad de avance más alta, una falta de fusión. En el caso de la alimentación del alambre, una alimentación demasiado rápida ocasiona quemaduras y una alimentación muy baja falta de material de depósito y por ende de fusión. Las velocidades se ajustan para lograr los resultados deseados y se mantienen constantes una vez obtenidos estos resultados.

La oscilación se ajusta también en una cierta medida para lograr que exista una adecuada fusión en las paredes del bisel y para evitar que una oscilación excesiva vaya a quemar el bisel.



XXVI.- Soldado de Tubería



XXVII.- El soldador debe ser especializado para asegurar soldaduras de buena calidad.

INSPECCION DE LA SOLDADURA

Como es de vital importancia que las uniones de la tubería presenten una óptima calidad en sus soldaduras a continuación describimos los métodos de inspección utilizados para comprobar la eficiencia de las juntas soldadas:

a) Métodos de inspección destructivas:

- Pruebas de tensión directa
- Pruebas de dobléz guiado

b) Métodos de inspección no destructivas:

- Inspección visual
- Inspección radiográfica
- Método de magna flux
- Método con pruebas ultrasónicas
- Inspección por medio de aceite penetrante

PRUEBAS DE TENSION DIRECTA

Las pruebas de tensión directa son hechas para medir la resistencia a la tensión de las juntas, mismas que deberán tener una resistencia a la ruptura mayor que la resistencia a la ruptura especificada para el material base.

PRUEBA DE DOBLEZ GUIADO.

La prueba de dobléz guiado se hace para verificar el grado de solidez y ductibilidad de las soldaduras, las probetas se cortarán del tubo de prueba, las superficies cortadas se denominan costados de probeta, llamándose las otras dos superficies cara y raíz. La superficie llamada ca ra tiene el ancho mayor de la soldadura, los dobleces hechos en la probeta pueden ser de 5 tipos:

- Dobléz transversal de costado
- Dobléz transversal de cara
- Dobléz transversal de raíz
- Dobléz longitudinal de cara
- Dobléz longitudinal de raíz

Para aceptarse, las probetas no deberán tener fracturas o aberturas que excedan 3.17 mm. (1/8") medidas en cualquier dirección de la superficie cambiada.

INSPECCION VISUAL.

El método de inspección visual es el más ampliamente usado, debido a su simplicidad, bajo costo y rapidez de aplicación. Por medio de este método es posible predecir, en cierto grado el comportamiento de la junta durante su período de servicios, por medio de una observación cuidada hecha por inspectores debidamente preparados.

Para tener una base adecuada con que juzgar la calidad de una soldadura, la inspección visual debe comprender todas las etapas del proceso de soldadura; el material debe ser examinado antes, durante el proceso y una vez terminada la junta, los tubos deben ser examinados antes de ser soldados, sobre todo en las caras o preparaciones en las que se efectuará la junta, con objeto de determinar hojeaduras, incrustaciones de elementos extraños o algún otro defecto que haya sido localizado en la inspección de la tubería en la planta.

El examen de la junta durante el proceso de la soldadura, da una buena información de su calidad. Debe vigilarse el tipo de polaridad de la corriente, que la intensidad y el voltaje usados estén de acuerdo con las especificaciones para el tipo de trabajo de la junta y exigirse el-

INSPECCION DE LA SOLDADURA

Como es de vital importancia que las uniones de la tubería presenten una óptima calidad en sus soldaduras a continuación describimos los métodos de inspección utilizados para comprobar la eficiencia de las juntas soldadas:

a) Métodos de inspección destructivas:

- Pruebas de tensión directa
- Pruebas de doblez guiado

b) Métodos de inspección no destructivas:

- Inspección visual
- Inspección radiográfica
- Método de magna flux
- Método con pruebas ultrasónicas
- Inspección por medio de aceite penetrante

PRUEBAS DE TENSION DIRECTA

Las pruebas de tensión directa son hechas para medir la resistencia a la tensión de las juntas, mismas que deberán tener una resistencia a la ruptura mayor que la resistencia a la ruptura especificada para el material base.

PRUEBA DE DOBLEZ GUIADO.

La prueba de doblez guiado se hace para verificar el grado de solidez y ductibilidad de las soldaduras, las probetas se cortarán del tubo de prueba, las superficies cortadas se denominan costados de probeta, llamándose las otras dos superficies cara y raíz. La superficie llamada cara tiene el ancho mayor de la soldadura, los dobleces hechos en la probeta pueden ser de 5 tipos:

- Doblez transversal de costado
- Doblez transversal de cara
- Doblez transversal de raíz
- Doblez longitudinal de cara
- Doblez longitudinal de raíz

Para aceptarse, las probetas no deberán tener fracturas o aberturas que excedan 3.17 mm. (1/8") medidas en cualquier dirección de la superficie cambiada.

INSPECCION VISUAL.

El método de inspección visual es el más ampliamente usado, debido a su simplicidad, bajo costo y rapidez de aplicación. Por medio de este método es posible predecir, en cierto grado el comportamiento de la junta durante su período de servicios, por medio de una observación cuidadosa hecha por inspectores debidamente preparados.

Para tener una base adecuada con que juzgar la calidad de una soldadura, la inspección visual debe comprender todas las etapas del proceso de soldadura; el material debe ser examinado antes, durante el proceso y una vez terminada la junta, los tubos deben ser examinados antes de ser soldados, sobre todo en las caras o preparaciones en las que se efectuará la junta, con objeto de determinar hojeaduras, incrustaciones de elementos extraños o algún otro defecto que haya sido localizado en la inspección de la tubería en la planta.

El examen de la junta durante el proceso de la soldadura, da una buena información de su calidad. Debe vigilarse el tipo de polaridad de la corriente, que la intensidad y el voltaje usados estén de acuerdo con las especificaciones para el tipo de trabajo de la junta y exigirse el-

uso de los electrodos adecuados.

En las soldaduras terminadas es posible tener idea de su calidad por su apariencia externa. Los filetes deben tener los perfiles aceptados por el código de la A. W. E.

INSPECCION RADIOGRAFICA.

La inspección radiográfica sirve para mostrar la presencia y naturaleza de algunos de los defectos que existen en el interior de la soldadura, en ella se usan la capacidad que tienen las radiaciones de onda corta, como los rayos "X" y los rayos gamma para pasar a través de objetos opacos, en general mientras menor sea la longitud de la onda, es mayor su poder de penetración.

No toda la radiación pasa a través de la soldadura, parte es absorbida, dependiendo la absorción de la densidad y espesor de ésta. Si existe una cavidad en la soldadura, tal como burbuja de gas o en material menos denso incrustado, que puede ser escoria, la radiación tiene que atravesar menos metal que cuando se trata de una soldadura sana, reduciéndose la absorción de los rayos en la zona defectuosa. La variación en la intensidad de la radiación se registra en la película sensitiva colocada en el lado opuesto de la soldadura a aquel en que insiden los rayos emitidos por una fuente apropiada.

Las regiones de menor densidad aparecen impresas en la película, como zonas más oscuras, pudiéndose determinar con una interpretación adecuada, el tipo de defectos existentes. La radiografía no pone de relieve la presencia de grietas microscópicas, pero es un excelente medio de

terminar la existencia de porosidades, inclusiones de escoria, faltas de penetración, faltas de fusión y grietas microscópicas.

Los poros o burbujas de gas aparecen como puntos oscuros más o menos redondos y aislados, las inclusiones de escoria tienen formas más irregulares. La falta de penetración se aprecia como una línea oscura más o menos delgada interrumpida o continua generalmente sobre el centro de la soldadura. La falta de fusión se observa como una franja un poco más ancha y más frecuentemente en los bordes de la soldadura. Las grietas aparecen como rayos en cualquier dirección.

Lo anterior es solamente una indicación de la forma en que quedan registrados los defectos ya que las interpretaciones de las radiografías deben ser hechas por personas enteradas que conozcan el proceso y método seguido en la elaboración de las soldaduras, objeto de la inspección.

Como fuente emisora puede usarse un aparato de rayos "X", que da radiografías de gran contraste y nitidez. Los aparatos comerciales son caros y difíciles de colocar y mover, por lo que sólo son útiles en algunos casos especiales, sobre todo cuando se trata de piezas de pequeño espesor. En la radiografía industrial, es más frecuente el uso de fuentes emisoras de radiaciones constituidas por pequeñas cápsulas de polvo radioactivo que son subproducto de los reactores atómicos.

Generalmente se usan en cápsulas de cesium o cobalto 60 que emiten radiaciones muy penetrantes llamadas

r s gamma, los cuales atraviesan fácilmente placas de espesor considerable. Comercialmente estas cápsulas tienen intensidades de 3 a 5 unidades curie, son fáciles de transportar y colocar aún en lugares estrechos o poco accesibles su manejo y almacenamiento requiere un cuidado especial, el operador debe ir protegido con peto y guantes que tienen delgadas placas de plomo, debe estar provisto de un aparato que registre las radiaciones absorbidas por él limitándose la cantidad diaria o semanal que puede admitir.

En México estas cápsulas son controladas por la Comisión de Energía Nuclear, periódicamente los depósitos son registrados con contadores Geiger, marcando las zonas peligrosas a su alrededor.

METODO DE MAGNA FLUX.

El método de magna flux es aplicable para la localización de grietas y discontinuidades en la superficie de la soldadura o muy cerca de ella, para encontrar este defecto se induce un campo magnético en la pieza por medio de una corriente eléctrica de alto amperaje, esto se logra enrollando un alambre en la pieza y conectándolo a una máquina soldadora, que produce una corriente con las características requeridas. Sobre la zona a inspeccionar, se riega limadura o polvo de hierro, cuando alguna grieta u otro tipo de discontinuidad interrumpe el campo, las partículas magnéticas se acumulan en los bordes formando una línea, marcando el defecto.

METODO CON PRUEBA ULTRASONICA.

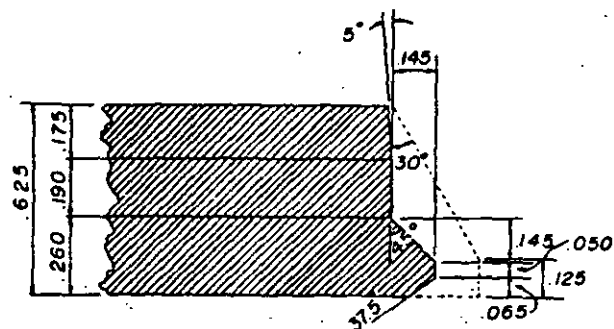
Las vibraciones ultrasónicas son usadas para lo

calizar pequeños defectos interiores en objetos metálicos-ferrosos o no ferrosos, plásticos, etc., la onda se origina por medio de una vibración mecánica muy rápida y se propaga sin pérdidas apreciables en un material homogéneo, reflejándose cuando encuentra una discontinuidad en el material. La gamma de frecuencias emitida, varía de 0.5 millones de ciclos por segundo, formando un haz delgado que permite la localización aún de pequeños defectos.

INSPECCION POR MEDIO DE ACEITE PENETRANTE.

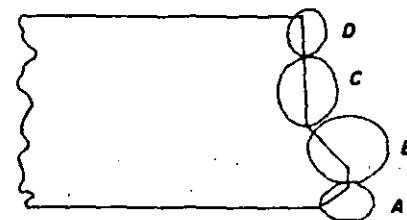
La inspección por medio de aceite penetrante sirve para poner de manifiesto defectos superficiales, generalmente son preparaciones coloreadas que al aplicarse marcan la presencia de grietas u otros defectos similares, como se pueden apreciar en las notas anteriores. La inspección juega un papel preponderante para la producción de buena soldadura, ya que las soldaduras defectuosas son las principales causas de las fallas en las tuberías actualmente en servicio.

Con el fin de evitar que la tubería se dañe con las dilataciones y contracciones producidas por los cambios de temperatura, se debe limitar la longitud máxima de las secciones soldados de tubería (lingadas) de acuerdo con el diámetro de la misma, el clima del lugar y la organización de la compañía constructora. Normalmente se dejan lingadas de 3 km. de longitud aproximadamente y completamente selladas en sus extremos, con el objeto de evitar que se introduzca algún animal o cualquier otro objeto extraño.

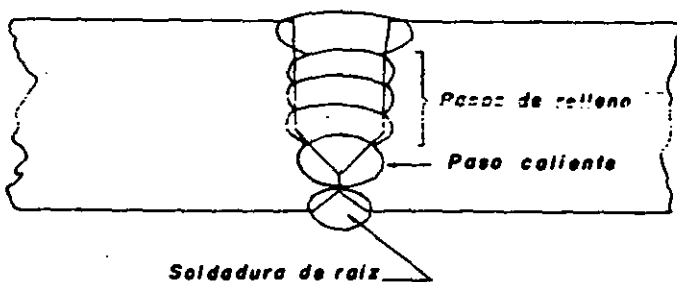


--- Bisel de fabrica
 ▨ Bisel para soldadura automatica

DETALLE DEL BISEL



ZONAS DEL BISEL



CORDONES DE SOLDADURA

TESIS PROFESIONAL

SERGIO ACEVES BORBOLLA

JULIO JOSE ARGÜELLES CARDENAS

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

LASTRADO DE TUBERIA.

Cuando la línea atravesará una zona con presencia de agua (río, laguna, pantano, mar, zona inundable, etc.) es necesario darle un peso extra a la tubería.

El peso extra debe ser suficiente para contrarrestar el empuje hidrostático (principio de Arquímedes). Este problema se resuelve mediante el uso de contrapesos de concreto armado, colocados en la tubería, o bien mediante el proceso de lastrado de toda la tubería.

CONTRAPESOS; éstos serán de concreto armado y se fabricarán en la zona donde el constructor lo decida, para que sean superpuestos a la tubería una vez que ésta se encuentre alojada en la zanja.

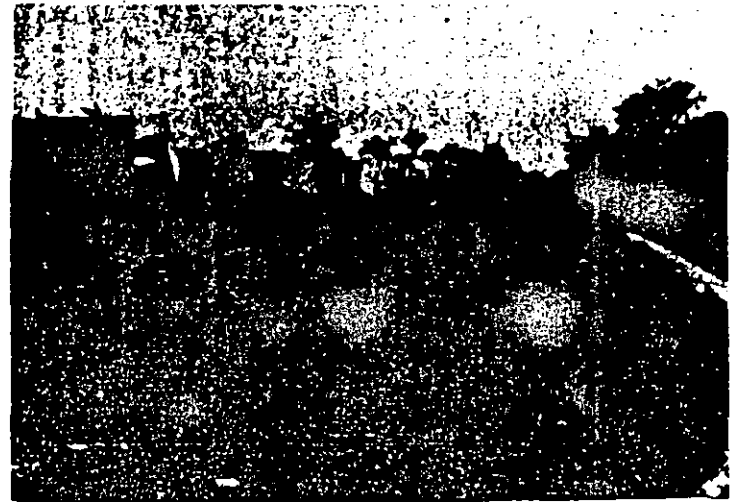
Los contrapesos pueden tener diferente forma geométrica, serán colocados en el lomo de la tubería, e impedirán que la línea flote.

El cálculo del contrapeso está basado en el "Principio de Arquímedes", buscando que la densidad del conjunto, formado por la tubería, contrapesos y aire atrapado, sea mayor que la del agua.

Otro procedimiento para darle mayor peso a la tubería consiste en recubrir el tubo con concreto armado. Generalmente el concreto armado se forma con agregados de alta densidad (residuos de mineral de hierro) y como refuerzo se usa malla de alambre galvanizado, hexagonal.

El cálculo del recubrimiento, se basa en el mismo "Principio de Arquímedes" y la colocación de este recu-

brimiento puede ser por medio de formas metálicas usadas como cimbra y colocadas en el sitio, o en plantas mecanizadas que realizan todo el proceso.



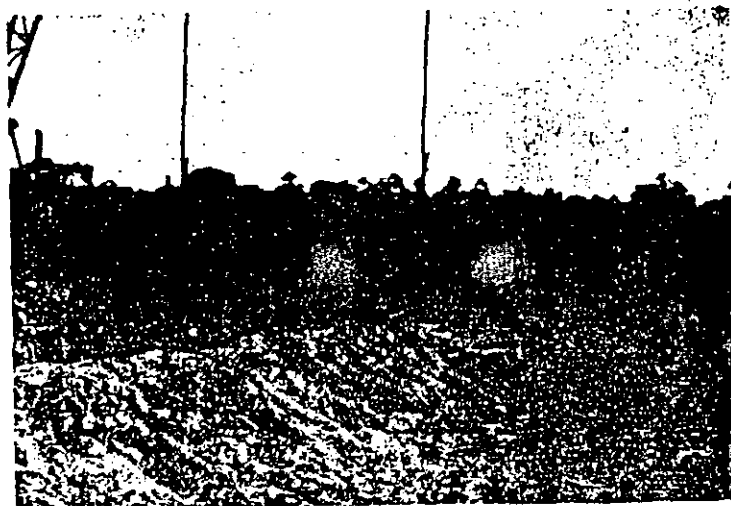
XXIX.= Contrapesos de Concreto armado



XXX.= Contrapesos superpuestos a la tubería ya alojada en la zanja.



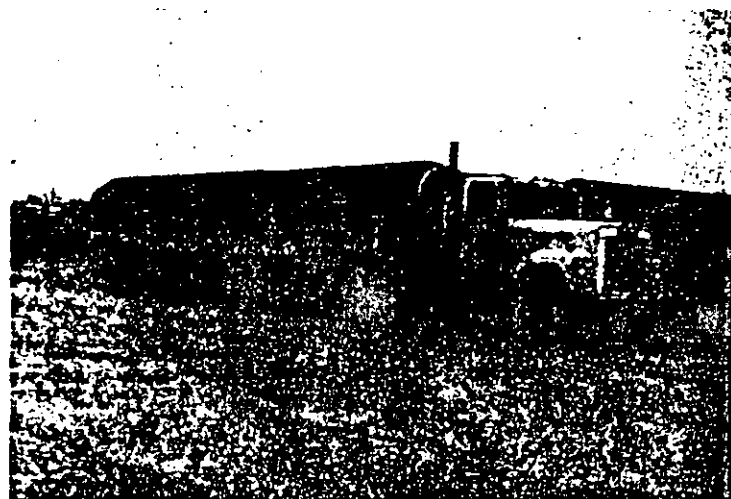
XXXI.= Planta de Pintura y Esmalte de Tubería



XXXIII.= Tubería lastrada de 48" Ø



XXXII.= Planta de Lastrado de Tubería
(residuos de mineral de hierro,
cemento y agua)



XXXIV.= Transporte por medio de plataforma
y tractocamión de Tubería Lastrada.

PROTECCION ANTICORROSIVA

La corrosión es el principal destructor de tuberías, las reparaciones son costosas y las interrupciones de servicio reducen ingresos.

Las principales causas de corrosión son los suelos que contienen productos químicos que producen reacciones electroquímicas y el agua presente en tuberías sumergidas en pantanos, lechos de río y cerca de las costas.

Los recubrimientos tienen la función principal de evitar que el agua entre en contacto con el acero de la tubería. Su efectividad se basa en su calidad y su durabilidad y el cuidado con que se aplica y el manejo que recibe antes de taparse.

Existe una gran variedad de materiales de recubrimiento, desde los más novedosos, que son cintas de polietileno hasta los esmaltes a base de brea de hulla que se aplican en caliente.

La protección anticorrosiva usada comúnmente en México consiste en:

- 1.- Pintura primaria.
- 2.- Esmalte anticorrosivo a base de brea de hulla.
- 3.- Malla de refuerzo (vidrioflex).
- 4.- Envoltura exterior (vidrcmat).

PROCEDIMIENTO DE APLICACION

Los tiendetubos levantan el tubo de los polines de apoyo donde fué colocado durante la fase de soldadura. Antes de aplicar el recubrimiento, el tubo debe estar limpio. La máquina limpiadora y pintadora autopropulsada viaja a lo largo del tubo restregando las paredes exteriores del mismo con baterías de cepillos de alambre (Rasquetas). Este proceso retira todas las costras, el óxido, la tierra y otras materias extrañas, simultáneamente se aplica la capa de pintura primaria que es de secado rápido y cuya función principal es servir de liga entre el tubo y el esmalte. El personal del frente pinta con brocha cualquier lugar no cubierto con la máquina.

Detrás de la máquina de limpieza y pintura le sigue muy cerca una máquina esmaltadora que también es autopropulsora. Antes de cubrir el tubo con esmalte se retira todo el polvo. La máquina riega el esmalte sobre las paredes exteriores del tubo.

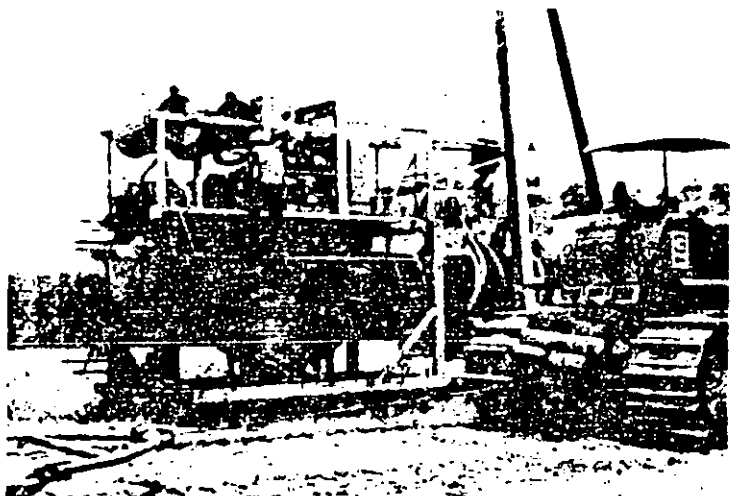
Las cabezas giradoras envuelven el tubo con la malla de refuerzo y la envoltura exterior, se mantiene una tensión suficiente para que la malla de refuerzo quede bien impregnada en el esmalte. La malla de refuerzo tiene la función de evitar el agrietamiento del esmalte, al enfriarse o debido a cambio de temperatura posteriores.

Una caldera tirada por un tiendetubos suministra el esmalte a la máquina esmaltadora a través de una manquera flexible de metal a temperaturas de 250 a 270°C.

Un detector eléctrico de fallas se hace pasar sobre la superficie inmediatamente detrás de la máquina es

maltadora, descubriéndose así todos los defectos del recubrimiento mismos que se reparan manualmente.

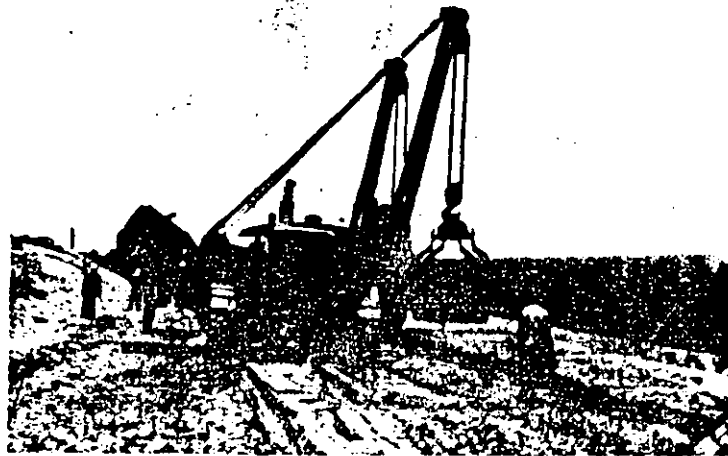
Finalmente la línea recubierta se coloca sobre polines de madera o sobre sacos rellenos de tierra para - permitir el enfriamiento y el endurecimiento del recubrimiento exterior.



XXXV. = Máquina Esmaltadora y Envolvedora en operación.



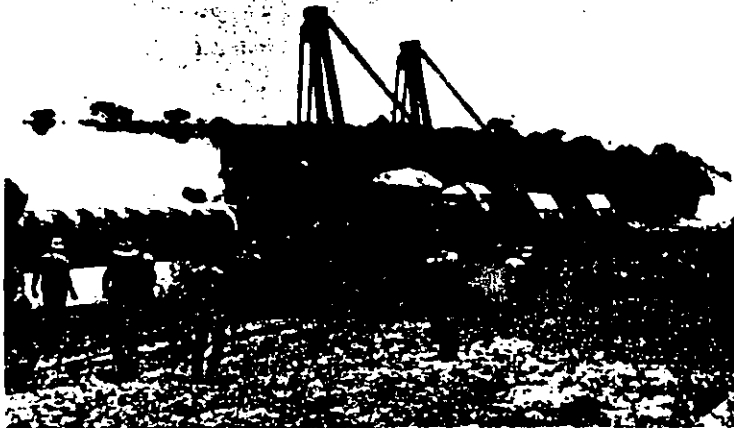
XXXVI. = Trineo con pintura y esmalte, a fondo se observa el tractor pluma levantando el tubo y la máquina envolvente trabajando.



XXXVII. = Tractor Pluma levantando la tubería



XXXVIII. = Máquina envolvente (vidrioflex, vidriomat, mats. anticorrosivos.)



XXXIX.= Caldera para Esmalte en operación



XL.= Tramo de tubería rasquetada, esmaltada y envuelta en donde se aprecia la máquina después de un turno de trabajo.

BAJADO

El bajado es la operación necesaria para remover la tubería de sus apoyos de madera y colocarla en su posición final dentro de la zanja. La tubería no debe sufrir deformaciones permanentes en su eje longitudinal ni transversalmente.

Antes de bajar la tubería se prepara el fondo de la zanja quitando los obstáculos, piedras o irregularidades que signifiquen puntos de concentración de cargas que puedan dañar el revestimiento.

Dos ó más tiendetubos levantan la tubería y extienden la pluma. El primer tiendetubos abre la pluma solo unos pocos grados, pero el último debe de extenderla hasta el centro de la zanja y permitir que el tubo descienda poco a poco hasta el fondo. Hecho ésto, el último tiendetubos - desengancha el tubo y pasa hasta adelante para levantar otra porción de tubo y así sucesivamente.

Al ser levantada la tubería de sus apoyos, se corre un detector eléctrico a lo largo de la tubería teniendo cuidado especial cuando se pasa por los puntos donde se encontraba apoyada la tubería y cualquier defecto del recubrimiento es reparado.

En los lugares excavados en roca, se prepara una capa especial de material suave que da apoyo al tubo. Puede ser tierra o arena suelta con espesor mínimo de 10 cm. En los casos en los que no se cuente con lo anterior, se puede hacer lo siguiente:

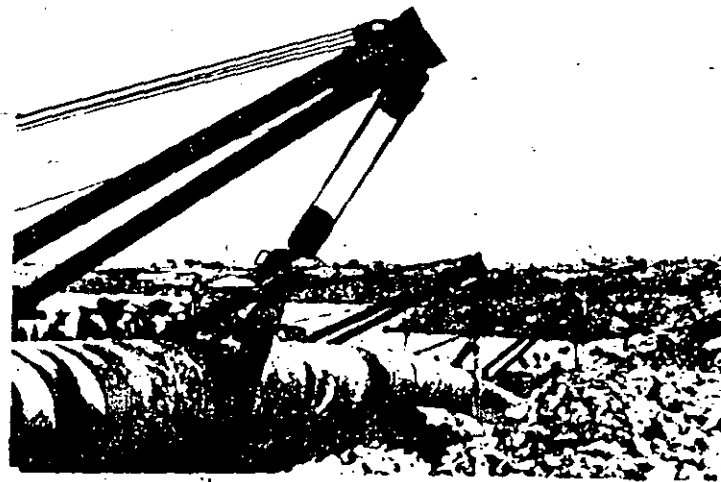
Se pueden colocar sacos de tierra o bordos a ca-

da 9 metros en la zanja para soportar el tubo.

La zanja puede ser rellena con roca suelta de tamaño (max. 1") hasta una altura de 10 cm. emparejando la superficie. Estos procedimientos requieren una mayor profundidad de la zanja para tener el espesor especificado, de la capa o colchón sobre la tubería.

También puede protegerse el recubrimiento de la tubería con una cubierta de 3/16" de espesor de cartón o fibra impregnada con asfalto conocida con el nombre de Rockshield. En este procedimiento no se necesita profundizar la zanja más allá de la excavación normal para proveer el espesor mínimo de colchón.

El bajado se hace cuidadosamente, empleando bandas de lona de 60 cms. de ancho. La maniobra se efectúa cuidando de no provocar esfuerzos a la tubería.



XLI.- Bajado de Tubería con Tractor Pluma

TAPADO

Una vez tendida la tubería dentro de la zanja, - se procede a taparla cuanto antes, lo cual tiene por objeto prevenir la posible flotación del tubo en caso de inundación y evitar daños en la tubería o en su revestimiento por movimientos originados por cambios de temperatura.

Se efectúa el relleno de la zanja con material suave, como tierra y arena, hasta un nivel de 20 cms. arriba del lomo del tubo. Después se pueden echar a la zanja materiales con fragmentos grandes y duros. Todo el sobrante de excavación se alinea sobre la zanja en forma de camellón, con excepción de aquellos lugares en donde crucen caminos, drenajes, etc.

El equipo usado es el tractor Bulldozer. En algunos casos es necesario usar un cargador frontal y varios camiones para el acarreo de material suave.

El relleno final es compactado mediante varios pasos (mínimo tres) de la banda del tractor D8 sobre la zanja.

Se reinstalarán y repararán también las obras existentes que se hayan dañado como, canales, drenes, etc., en tal forma que se restablecen lo más posible, las condiciones que existan antes de que se iniciara la construcción de la tubería.



XLIII. = Tapado de tubería con tractor Bulldozer y material acarreado con camión.

PRUEBA HIDROSTATICA

Cuando la línea está totalmente terminada, baja da a la zanja y tapada, se procede a la prueba hidrostática, la que se hace con todas las válvulas y demás accesorios ya instalados.

La prueba hidrostática es el método más acertado para probar que efectivamente tanto las soldaduras transversales como la soldadura longitudinal que se hizo al fabricar el tubo están perfectos y que además soportan la presión a la que serán sometidos durante su uso. El método simplificándolo considerablemente consiste básicamente en sellar secciones de tubo ya soldado, enterrado y tapado llenarlo de agua y subir la presión por un número de horas especificado.

Si la presión no baja más de unos grados permitidos, entonces la sección queda probada y aprobada.

El método que parece tan sencillo en realidad es una operación compleja de infinidad de detalles y de supervisión continua las 24 horas del día y por todo el tiempo que dure la prueba, desde el llenado hasta cumplir el plazo especificado.

Los pasos para probar una sección son los siguientes:

Se prepara la fabricación de los Manifolds. Los Manifolds son carretes de tubo de 2 tipos. De lanzamiento que miden 1.50 mts. y se usan para enviar al diablo y de recepción de 4.50 mts., que son para recibir el diablo.

El Manifold, lleva una tapa soldada en un extremo y válvulas de 1, 2 y 8 pulgadas que son necesarias para hacer las conexiones a las bombas de llenado y de alta presión. Se solda el Manifold a la línea regular en cada extremo de la sección.

Se corre un diablo que es empujado con agua para limpiar la línea de lodo y basura que se haya acumulado durante la construcción. Al final de esta corrida, la línea queda llena de agua.

En algunos casos hay durmientes dentro de la línea que obstruyen el paso del diablo, si esto llega a ocurrir, se tiene que cortar el punto en donde se atoró el diablo, sacar el durmiente o lo que esté obstruyendo el paso y volver a soldar para continuar con la limpieza. Ya que esto es muy tardado se recomienda muy especialmente que se tenga mucho cuidado de mantener la línea limpia de cualquier cosa que pueda causar problemas futuros.

Una vez que se corrió el diablo de limpieza y se purgó la línea de aire, la línea queda llena y con 300-PSI; cuando esto ocurre, se dice que la línea está empacada.

Se cierra la válvula de la bomba de llenado y se abre la válvula de la bomba de alta presión.

La bomba de alta presión llena la sección hasta que alcanza 1520 Psi. Estos 1520 Psi., son el 90% de presión que soporta el tubo. Generalmente se esperan 6 horas a que se establezca el flujo dentro de la línea.

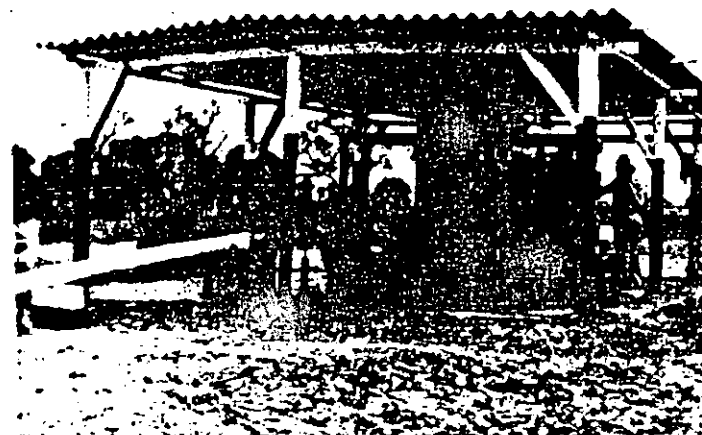
Esta presión se sostiene 24 horas. Durante es-

te tiempo se están haciendo mediciones continuas y se está tomando una gráfica que registre cualquier cambio de presión. También se usa una balanza de pesos muertos que es el instrumento de mayor presión que se usa en la prueba, ya que registra variaciones de hasta una libra, en realidad este instrumento es en el que se detectan las fugas.

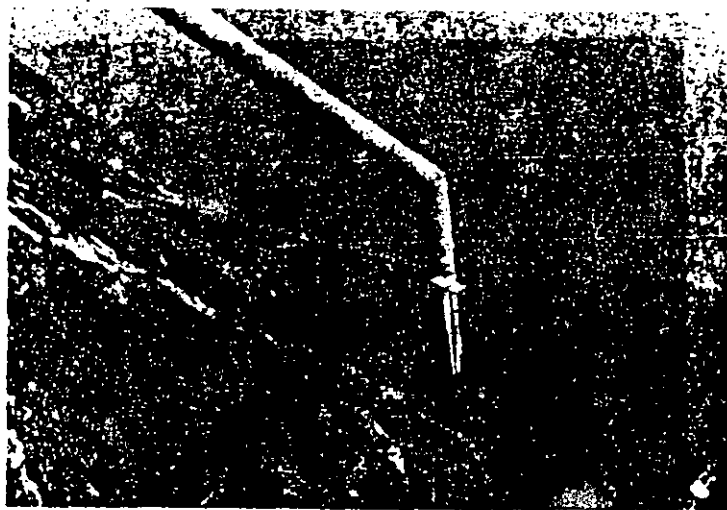
La presión se debe mantener sin variaciones considerables, se permite una baja de presión de 5 libras.

Si los cambios no son significantes, la sección queda aprobada.

Un factor muy importante, son las fuentes de abastecimiento de agua, pues en algunos casos, es necesario pasar el agua de una sección a otra.



XLV.- Estación de Bombeo



XLIV.- Extracción de agua por medio de tubería para prueba hidrostática



XLVI.- Bomba Alta Presión

FUGAS

Existe una fuga cuando la presión baja más de 5 libras. Cuando esto ocurre y no es debido a una baja en la temperatura, se vuelve a subir la presión y se inicia la prueba de nuevo. Si esto se intenta varias ocasiones y sigue bajando la presión, lo más probable es que exista una fuga en la línea.

Existen varios métodos para detectar una falla:

- a) Hacer sondeos en las partes que se observen afloramientos de agua en la superficie del terreno cerca de la línea.

Estos sondeos se hacen descubriendo partes de la línea para buscar la falla. Este procedimiento no es muy efectivo, ya que se puede tratar de afloramientos naturales causados por manantiales o arroyos subterráneos.

- b) Agregar anilinas colorantes al agua de la sección y esperar que la pintura marque el punto de la falla.

Este método puede funcionar si el terreno no es rocoso ya que si éste es el caso, el agua se desvía a través de las rocas y no aflora.

- c) El método más eficaz y definitivo de éstos es cortar la sección a la mitad y probar uno y otro lado.

Una vez detectada la mitad con la fuga, se vuelve a cortar, hasta encontrar el punto de la fuga.

SECCION DE PRUEBA

El factor principal que se toma en cuenta para decidir la longitud de una sección de prueba, es la presión que se alcanza en el punto más alto y más bajo de la sección.

Esto significa que en una sección con pendientes, el punto más alto debe alcanzar el límite inferior y el punto más bajo, no pasar el límite superior.

Otros factores de importancia son la longitud del tramo, las fuentes de abastecimiento de agua y las obras especiales que hay en el tramo.

CRUZAMIENTOS

Son las obras necesarias para que la tubería su
pere obstáculos que pueden ser:

Carreteras
Vías de Ferrocarril
Ríos
Otros

CARRETERAS

Los cruzamientos con carreteras se hacen dentro
de tubos de protección o "camisas".

El encamisado que es como se llama al procedi-
miento de meter un tubo dentro de otro, es principalmente
para proteger a la línea de asentamientos en el terreno -
que pudiera provocar daños al tubo.

El procedimiento usado para cruzar una carrete-
ra es el siguiente:

Se abre la zanja sobre la carpeta asfáltica. La
camisa (tubo de 52"Ø) es biselada, soldada, rasqueteada en
forma manual. El tubo conductor que irá metido dentro del
tubo de 52" se trabaja también en forma normal con la -
excepción de que se le aplican dos capas de esmalte de pro-
tección anticorrosiva y de radiografía el 100% de las solda-
duras.

El tubo conductor es engrasado y se le colocan
separadores y aisladores, una vez hecho lo anterior con la
ayuda de los tiendetubos se procede a lanzar la lingada de
tubo de 48" a través del tubo de 52".

El ducto y la camisa deberán ser concéntricos
y éstos se conserva por medio de los aisladores y separado-
res.

El espacio entre la línea principal y el tubo -
protector será sellado en los 2 extremos de éste, con se-
llos expansores.

Sobre la camisa se hacen orificios para la ins-
talación de las ventilas.

Una vez hecho lo anterior se baja la lingada y
se empata a la línea regular.

Como paso final se tapa la zanja y se procede a
reparar la carpeta asfáltica al estado original.

VÍAS DE FERROCARRIL

Las líneas de F.F.C.C. se cruza de manera que -
no se interrumpa el servicio, para lograr esto, se realizan
los pasos siguientes:

Una máquina tuneleadora, hace un orificio por -
debajo de la vía. Al mismo tiempo se hace el hincado de la
camisa.

Después se procede a introducir la lingada de -
tubería conductora dentro de la camisa. Esto se consigue -
usando tiendetubos.

Se usan tramos rectos de tubería para hacer el
cruce no importando que se tenga que dar sobreexcavación a
la zanja.

El proyecto procura que la longitud del cruce - sea mínima. Tratando de hacer el cruce de forma perpendicular a la vía del F.F.C.C.

Son válidas las mismas consideraciones mencionadas en los cruces de carreteras en cuanto a la preparación de la tubería, la colocación de centradores, la instalación de ventilas, etc..

No es económico hacer una desviación a la línea de F.F.C.C. por lo que nunca se hacen excavaciones a cielo abierto, para este tipo de cruces.

CRUZAMIENTOS DE RIOS

En los casos que haya que cruzar un río y no exista puente o estructuras que sean utilizables para el caso, el cruzamiento se hace tendiendo la tubería bajo el cauce de la corriente en forma semejante al tendido general del ducto, enterrándola en el fondo de una profundidad mínima de 2.2 m. para garantizar que la línea quede fuera de la posible erosión del agua a todo lo ancho del cauce.

En todos los casos se evita la colocación de curvas tanto horizontales como verticales en la zona del cauce, procurando siempre que el tramo de tubería (lingada) de cruce sea recto, con sus extremos bien empotrados en los bancos de los ríos.

Para efectuar el cruzamiento, se usa tubería lastrada ya sea concreto hidráulico o con concreto y agregado mineral. A uno y otro lado del cruzamiento, y a su superficie, se instalarán válvulas de compuerta, de operación

manual o automática, para aislar el cruzamiento en caso necesario.

Es necesario realizar estudios previos que aporten información básica para la ejecución de la obra.

El objetivo de estos estudios, es conocer de antemano las características del terreno y del cauce para determinar la erosión máxima del fondo durante avenidas máximas, de tal forma que el emplazamiento de las tuberías del pasaducto, se proyectará a una profundidad que nos asegure que estamos evitando de antemano, el que la tubería pueda llegar a quedar expuesta o ser socavada por la erosión del fondo al ocurrir el flujo máximo de las avenidas.

Asimismo, se investiga la tendencia de la divergencia lateral del eje del cauce del río, para prever de antemano la erosión de las orillas y considerando en el proyecto un margen razonable de seguridad para evitar contratiempos en el futuro.

Se investiga el sitio del cruzamiento, realizándose un levantamiento topohidrográfico para elaborar los perfiles y el plano topo-batimétrico del cauce.

Se efectúan pruebas de penetración para conocer los materiales que hay en el subsuelo.

Los pasos necesarios para cruzar un cauce son los siguientes:

A) Se prepara una lingada de la longitud apropiada, fuera del lecho del río.

En la generalidad de los casos se prepara tubería lastrada. Se amarran flotadores para

propiciar flotación. Se coloca la tubería sobre apoyos de rodillos para poderla mover fácilmente.

B) Al mismo tiempo se hace la excavación de la zanja.

Puede usarse draga de arrastre o de succión. En ocasiones es necesario el uso de explosivos.

Se efectúa el lanzamiento sujetando la lingada con tiendetubos y arrastrándola hacia su posición definitiva. Al mismo tiempo se jala la lingada por medio de un malacate empotrado en el margen opuesto.

C) La tubería se encuentra flotando sobre el agua y se acomoda sobre el eje de la zanja.

D) Se sueltan los flotadores, para permitir a la tubería ocupar su posición definitiva.

E) Se hacen los empates en la línea regular.

Puede decirse que cada cruce de río es un caso único y que casi siempre hay que hacer variaciones al procedimiento mencionado anteriormente.

Si la lingada es curva, puede ser conveniente lanzarla acostada y sin lastre. Ya en la posición correcta la tubería se lastra con contrapesos prefabricados en forma de media luna. Con esto la tubería adopta la posición adecuada.

OTROS CRUCES

Se presentan también otros obstáculos que deben

ser librados por la línea. Pueden mencionarse:

Canales

Otros ductos

Líneas de electricidad, etc.

En todos los casos se evita afectar las instalaciones. La línea del gasoducto se hace por debajo de la instalación de que se trate.

Cada cruce comprende todas las actividades de la construcción en la línea regular, pero éstas son efectuadas manualmente, a diferencia de la línea regular en la que todo se hace automáticamente.

INSTALACIONES

Son las que sirven para facilitar la operación y control del gasoducto. Dentro de ellas podemos mencionar:

Válvulas de seccionamiento

Trampas de diablos

Estaciones de compresión, etc.

VALVULAS DE SECCIONAMIENTO

Como su nombre lo indica, sirven para seccionar la línea. Son útiles en cuanto que permiten aislar un tramo de tubería para reparación de posibles fugas.

Para la colocación de una válvula es necesario abrir un cajón lo suficientemente grande sobre el eje de zanja para poder desplantar la cimentación que apoyará a

la válvula y dos cimentaciones adicionales a los lados para soportar la tubería.

Toda la instalación de conexión a la válvula es subterránea y solo queda a la vista el espigón.

Estas válvulas son del tipo de compuerta en donde de la operación se hace al subir y bajar la compuerta por medio de un activador hidroneumático. Cuentan con un By-Pass para poderse operar.

La instalación, una vez hecha la colocación de la válvula y los apoyos, consiste en soldarla a la línea regular existente. Consta además de un firme de concreto superficial y andadores. Se rodea con una cerca de alambre para protección.

TRAMPAS DE ENVIO Y RECEPCION DE DIABLOS

Se llama así a las instalaciones necesarias que se construyen para el recibo y envío de diablos de copas necesarios para la limpieza del tubo. El uso normal de la línea forma residuos en el interior del tubo provocando la necesidad de correr uno o varios diablos de limpieza.

Los diablos se corren entre una y otra sección. Una vez enviado un diablo a través de la línea, se tiene que atrapar cerrando válvulas y desviando el flujo del gas hacia el By-Pass de la trampa.

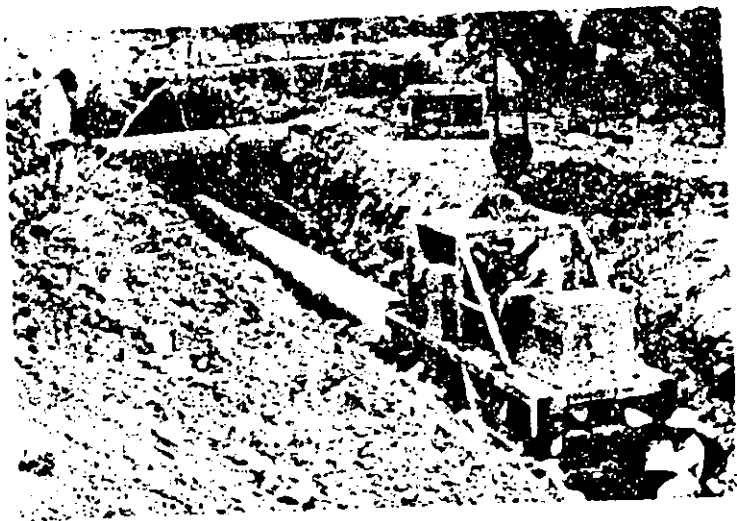
Este mismo diablo puede ser enviado nuevamente, una vez colocado en la trampa de envío y así es corrido por la siguiente sección.

Se debe de hacer excavaciones adicionales para el By-Pass y para las válvulas.

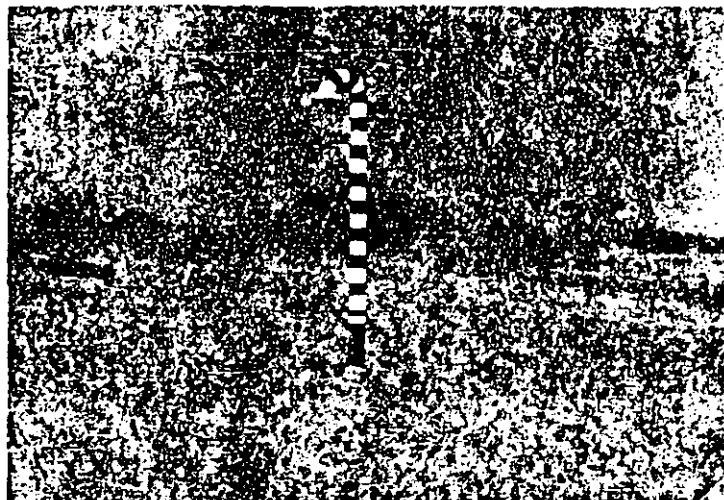
La instalación consiste en el montaje de las válvulas y en las soldaduras necesarias para la conexión con la línea (ver figura anexa).

ESTACIONES DE COMPRESION

Tienen como finalidad, bombear el gas de una estación a otra.



XLVIX. = Máquina Perforadora de Caminos



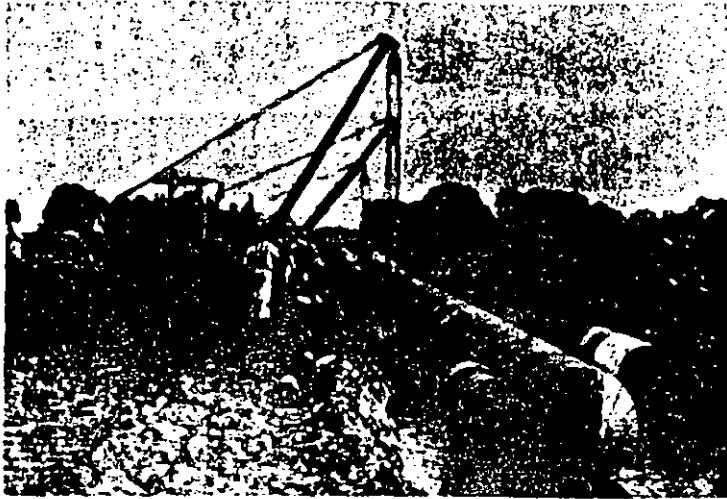
L.I. = Respiradero



L. = Cruzamiento de una Via de Ferrocarril, se aprecia la camisa de tubería que lo atravieza.



LII. = Respiraderos de tubería en un cruzamiento.



LIII. = Lanzamiento de tubería.



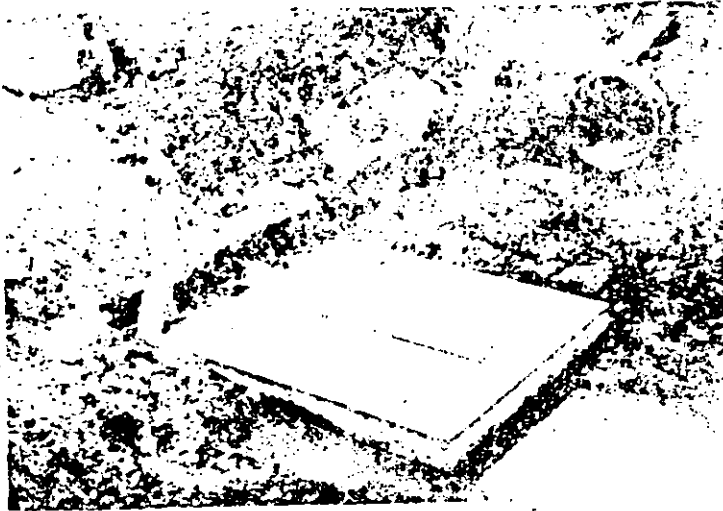
LIV. = Tubería lanzada, se aprecian los
tambos vacíos (flotadores) sujetos
a la misma, por medio de fleje.



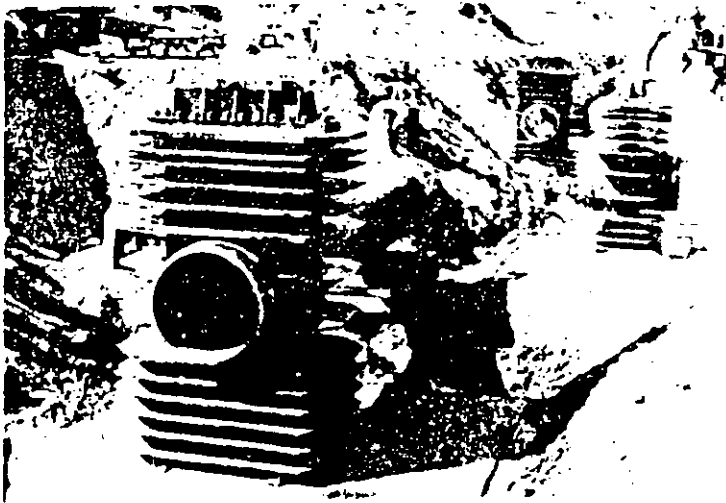
LV. = Valvulas, By Pass en una estación
de compresión.



LVI. = Estación de Compresión en construcción.



LVII.= Base de Concreto para Valvula



LVIII.= Colocación de valvulas en una estación de compresión.

CAPITULO IV

PLANEACION Y PROGRAMACION

PLANEACION Y PROGRAMACION.

Hasta este capítulo hemos visto tanto el procedimiento constructivo como las principales especificaciones de una línea de conducción de hidrocarburos.

Para complementar este estudio, en el presente capítulo se presentarán las actividades posteriores al diseño de una línea, pero previas a su construcción; éstas actividades las podemos agrupar en dos grandes rubros, la Planeación y la Programación.

En el desarrollo del capítulo se presentará en paralelo con la teoría un ejemplo práctico que nos permita visualizar la aplicación a una obra del tipo de la que se ha tratado en este texto. Este ejemplo será el de la construcción del "Poliducto de 10" Ø Salamanca-Morelia) y servirá también para los ejemplos de análisis económicos que se tratarán en el próximo capítulo.

PLANEACION

La planeación es una de las herramientas más útiles del ingeniero, tanto del constructor como del calculista o el diseñador, ya que ésta le permite identificar y ordenar todas y cada una de las actividades que se necesitarán ejecutar para llevar a cabo un proyecto de acuerdo a la idea original.

El hacer una Planeación le permite al ingeniero definir la calidad y cantidad de los recursos (Mano de obra, Maquinaria y Equipo, Materiales y Financieros) que serán necesarios, así como la forma, orden y tiempo en que éstos serán utilizados.

Dentro del gran rubro de la Planeación para la construcción de una obra, podemos encontrarlas siguientes actividades..

- Descripción del Problema:

Lo primero que tenemos que saber es que problema es el que vamos a estudiar.

Para nuestro caso particular el problema sería la construcción del Poliducto de 10" Ø Salamanca Morelia y éste nos definirá las necesidades y procedimientos opcionales que tenemos para resolverlo.

Si no sabemos que problema es que tratamos de resolver, entonces no sabremos cuáles son las necesidades para resolverlo.

- Lista de Actividades:

CAPITULO V

ANALISIS ECONOMICO

ESTUDIO ECONOMICO

Como se indicó en el capítulo anterior, en este texto nos referiremos a la construcción del Poliducto de 10" Ø Salamanca-Morelia y a manera de ejemplo se presentan tres alternativas así como varias restricciones bien definidas.

Las restricciones que se manejarán en el ejemplo son:

- El plazo de ejecución de los trabajos está fijo
- Los materiales básicos serán proporcionados por el cliente.
- El proyecto está perfectamente definido y los datos de construcción serán recibidos por el contratista con oportunidad.
- Se considerará que la situación económica del momento se mantiene estable.
- Se usará la experiencia con antecedentes de otras obras similares.

PROCEDIMIENTO DE ANALISIS

El primer paso para una evaluación económica será el definir el costo unitario de todos y cada uno de los recursos que intervendrán en el proyecto.

Para proceder es muy importante saber que existen dos tipos de costos.

Costo Directo: Son todos aquellos que intervienen directa y tangiblemente en la ejecución de un concepto dado y que se pueden cuantificar con:

certeza.

Estos se agrupan en:

- Obra de Mano
- Materiales
- Maquinaria

Costo Indirecto: Son todos aquellos que intervienen indirectamente en la ejecución de un concepto y que no se pueden cuantificar con certeza.

Como ejemplos tenemos:

- Financiamiento.
- Administración
- Supervisión
- Dirección
- Impuestos
- Imprevistos
- Etc.

Estos suelen valorarse como un porcentaje del costo directo. Porcentaje obtenido en base a la experiencia (Administración, Imprevistos) y a parámetros fijos (Impuestos, Cuotas Sindicales).

Además tendremos que fijar la política mediante la cual se valorizará el beneficio que obtendremos por ejecutar un trabajo, a esto se le llama utilidad y generalmente se manifiesta como un porcentaje de los costos, tanto directo como indirecto, el cual estará definido por políticas de

la empresa.

Es muy importante hacer notar que estos costos directos deberán ser precisos e incluir todo lo que signifique un costo para la empresa. Así por ejemplo:

Mano de Obra; deberá verse afectada por un factor que cubra las cuotas patronales a distintas instituciones, las vacaciones, el aguinaldo, bonificaciones, días perdidos por mal tiempo, faltas, etc.

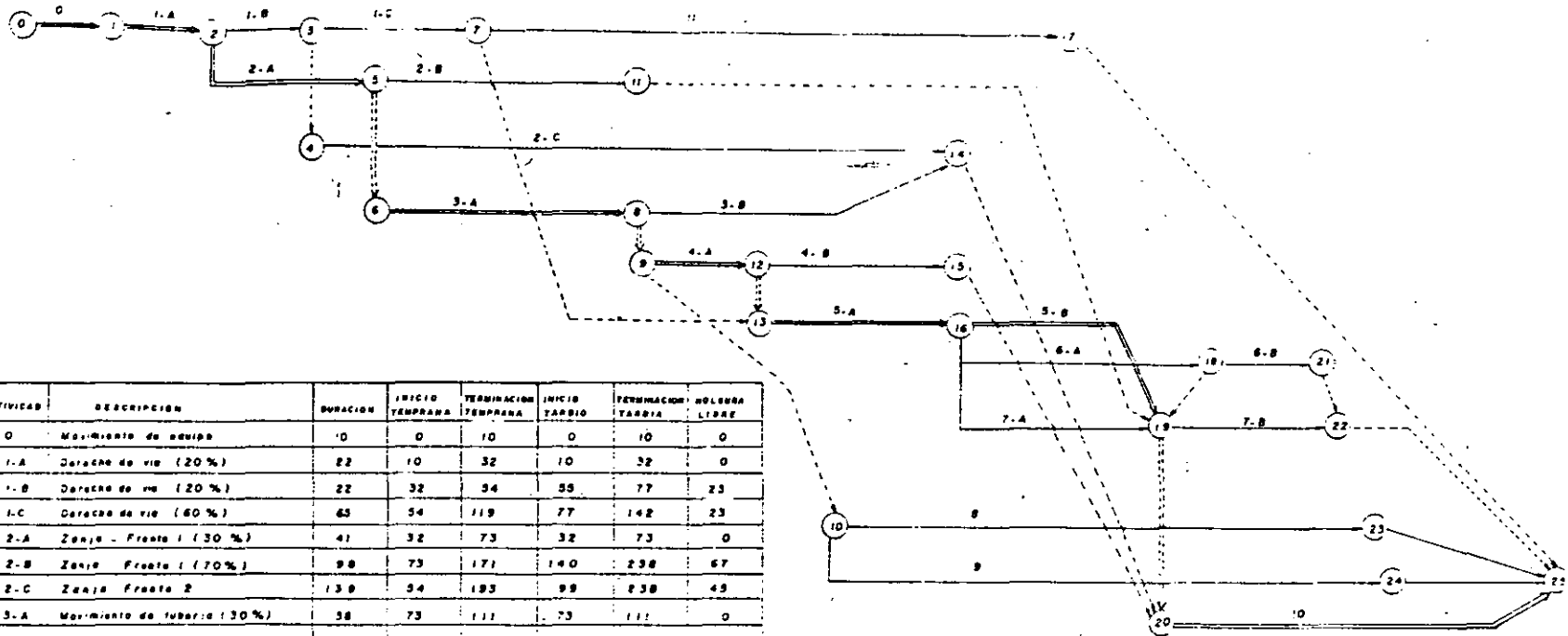
Materiales; deberá incluir el costo real de adquisición, más el flete, permisos de importación, temporal o definitiva, etc.

Maquinaria; deberá contemplar los cargos por inversión, seguros, almacenaje -- depreciación, consumos en su caso, operación en su caso, etc.

Paralelamente se podrá ir elaborando un Programa en el cual a la ejecución de una actividad se le asignen tiempos y secuencias hasta lograr un Programa de Barras o una Ruta Crítica.

A continuación se presenta la Ruta Crítica para nuestro caso particular:

RUTA CRITICA



ACTIVIDAD	DESCRIPCION	DURACION	INICIO TEMPRANA	TERMINACION TEMPRANA	INICIO TARDIA	TERMINACION TARDIA	MARGEN LIBRE
0	Movimiento de equipo	10	0	10	0	10	0
1-A	Carache de vie (20%)	22	10	32	10	32	0
1-B	Carache de vie (20%)	22	32	54	35	57	25
1-C	Carache de vie (60%)	65	54	119	77	142	23
2-A	Zanja - Frente 1 (30%)	41	32	73	32	73	0
2-B	Zanja Frente 1 (70%)	98	73	171	140	238	67
2-C	Zanja Frente 2	139	54	193	99	238	45
3-A	Movimiento de tubería (30%)	38	73	111	73	111	0
3-B	Movimiento de tubería (70%)	88	111	199	150	238	59
4-A	Soldadura (30%)	31	111	142	111	142	0
4-B	Soldadura (70%)	73	142	215	165	238	25
5-A	Formateo (30%)	25	42	67	45	70	0
5-B	Formateo (70%)	57	67	124	70	127	0
6-A	Bajada (30%)	29	171	200	209	238	38
6-B	Bajada (70%)	67	200	267	222	289	82
7-A	Tapado (30%)	30	171	201	208	238	37
7-B	Tapado (70%)	69	258	307	280	349	42
8	Obras asociadas	128	111	239	221	349	110
9	Tramos y Valvulas	108	111	220	240	349	129
10	Prueba Hidrostática	111	238	349	238	349	0
11	Acab. final del D.D.V.	120	119	239	229	349	110

TESIS PROFESIONAL

SERGIO ACEVES BORBOLLA

JULIO JOSE ARGÜELLES CARDENAS

U. N. A. M.

FACULTAD DE INGENIERIA

Como segunda etapa y con el modelo de la Ruta - Crítica establecido, analizaremos los Recursos que se requieren para la ejecución de este proyecto.

Recursos Financieros

Materiales

Maquinaria ↳ Proceso - Obra Terminada

Mano de Obra

Para elaborar una planeación se deben estudiar alternativas, teniendo como objetivo fundamental el de buscar el mínimo costo en una sola de estas alternativas.

El análisis combinatorio de cada una de las alternativas puede ser infinito, o tan complicado como se requiera. Se puede usar como herramienta la computadora para agilizar el proceso del cálculo.

En nuestro caso particular y a modo ilustrativo, nos hemos reducido a estudiar tres alternativas, por lo que tendremos las siguientes premisas:

- El plazo de ejecución está fijo.
- Los materiales básicos (tuberías, materiales para protección anticorrosiva, piezas especiales, etc.) que serán proporcionados por el cliente.
- El proyecto está definido y los datos de construcción serán entregados con oportunidad.
- Se considera que la situación económica del momento (inflación, exportaciones, etc.) se mantiene estable.
- Se usará la experiencia con antecedentes de otras obras similares.

Con lo anterior se puede anticipar que el resultado que se va a obtener en el costo de esta obra, va a depender básicamente de la estrategia escogida para atacar el problema, de la agresividad en las eficiencias supuestas, así como del establecimiento de un adecuado sistema de control y de la toma oportuna de decisiones durante su ejecución.

Control
Administrativo

Recursos Financieros

Materiales

Maquinaria ↳ Proceso - Obra Terminada

Mano de Obra

Control
Técnico

**PROGRAMA PARA LA CONSTRUCCION DEL POLIDUCTO DE 10" Ø SALAMANCA-MORELIA
110 Km.**

No.	F A S E	Duración en Días	Meses															
			NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE		
1	DERECHO DE VIA	1122																
2	ZANJA	0789																
3	TENDIDO DE TUBERIA	0.880																
4	SOLDADURA	1.087																
5	PROTECCION ANTICORROSIVA	1145																
6	BAJADO	1145																
7	TAPADO	1.111																
8	OBRA ESPECIAL	0.78%																
9	TRAMPAS Y VALVULAS	0.92%																
10	PRUEBA HIDROSTATICA	0.8%																
11	CONDICIONAMIENTO FINAL DEL D.D.V.	0.816																

TESIS PROFESIONAL
SERGIO ACEVES BORBOLLA
JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA

Como se puede observar nuestra actividad crítica más importante es la excavación de la zanja, además de ser en nuestra valuación económica la actividad más cara.

En base a esto se toma la decisión de analizar tres alternativas en torno a la excavación de la zanja.

1ra. Alternativa - Excavación de la zanja por conducto de un subcontratista.

2a. Alternativa - Excavación de la zanja con equipo rentado.

3ra. Alternativa - Uso de equipo propio de la empresa.

Para elaborar la Ruta Crítica y la valuación económica que nos permita decidir cuál alternativa es la más conveniente, se procedió con las siguientes actividades.

1) Analizar cada una de las actividades que intervienen en el proyecto (Cantidades de Obra y Tiempos).

2) Establecer una estrategia para atacar la obra, considerando todas las restricciones.

3) Imaginar uno o varios procedimientos constructivos para la ejecución de la obra.

4) Analizar los recursos y en el renglón Equipo suponer los existentes en la Empresa.

5) Escoger un número de máquinas.

6) Estimar el tiempo de ejecución con el número de máquinas escogidas y revisar si coincide con el requerido (Plazo de ejecución).

7) Analizar los Recursos Obra de Mano y Materiales, estimando su costo en el tiempo.

8) Analizar costos indirectos de obra, oficina-central o matriz y la utilidad.

9) Vaciar la información en formatos estructurados que permitan servir de base para un control.

10) Establecer la organización para el manejo de la obra.

11) Elaborar el catálogo de conceptos, cantidades de obra y precios unitarios que servirán de base para la operación contractual de la obra.

Durante el proceso mencionado se acostumbra (y así fue en este ejemplo) retroalimentar varias veces, revisar el programa establecido y buscar nuevas posibilidades. Esto nos permitirá formular diferentes combinaciones o alternativas parciales, hasta llegar a la toma de decisiones y aprobación de la alternativa o propuesta más aceptable.

b) Como restricciones propias del cliente tenemos:

- Especificaciones Técnicas.
- Forma de pago.
- Fechas de Inicio, Terminación así como Parciales.
- Montos Económicos por contrato.
- Condiciones Contractuales.
- Suministro de Materiales por parte del cliente.
- Accesos a la Obra.
- Afectaciones de Terrenos Liberados.
- Salarios (Sindicatos)
- Fletes.

c) Entre otras restricciones tenemos:

- Climatológicas.
- Topográficas.
- Económicas de Contexto General.

Existen diversos métodos para planear una obra, desde los convencionales en que se manejan las actividades con muchas restricciones definidas, hasta los más complejos en el que es necesario el uso de la computadora debido al gran número de variables y alternativas que se manejan.

En este texto nos referiremos al C.P.M. o Método de la Ruta Crítica, ya que éste nos permite las siguientes ventajas:

1) Separar la Planeación de la Programación, como ya vimos, la Planeación consiste en determinar qué actividades se van a efectuar en un proyecto y que orden de ejecución deben tener, mien

tras que Programar es el acto de trasladar el plan a una tabla de recursos.

2) Relaciona directamente tiempo y costo.

3) Suministra una base disciplinada para la planeación y alcance de un proyecto.

4) Establece un medio importante para la evaluación de estrategias y objetivos, así mismo elimina en gran medida la posibilidad de omitir un trabajo que perjudicaría al proyecto.

5) Puede mostrar las interrelaciones entre los trabajos y recursos, señalando las responsabilidades de los diferentes grupos o departamentos involucrados.

6) Permite simplificar los sistemas de control que se deben establecer, en virtud de que fácilmente llama la atención del ejecutivo en aquellas actividades que están o estarán en dificultades (Toma de decisiones).

7) Establece una herramienta útil para un completo record del desarrollo de las obras y proyectos.

Se puede decir que cubre los pasos de una planeación global; Analizar, Organizar, Integrar, Dirigir, Ejecutar y Controlar.

La información completa y oportuna es básica en el buen desarrollo de un programa de Ruta Crítica.

Una vez conocido el problema que tenemos que re solver, nos interesa saber cuáles serán las actividades necesarias por ejecutar para poder re solver el problema que se nos presenta.

Para nuestro caso particular, necesitamos identificar las actividades que se necesitan para poder llevar a cabo la construcción de la línea y éstas se pueden enlistar en:

- 1.- Apertura del Derecho de Vía.
- 2.- Conservación del Derecho de Vía.
- 3.- Terracerías.
- 4.- Excavación de Zanja.
- 5.- Movimiento de Tuberfa.
- 6.- Doblado, Alineado y Soldado de la Tuberfa.
- 7.- Protección Mecánica.
- 8.- Parcheo, Bajado y Tapado.
- 9.- Zonas Bajas, Línea en Pantano y Peras de Lanzamiento.
- 10.-Obras Especiales.
- 11.-Protección Catódica.
- 12.-Válvulas de Seccionamiento y Trampas de Diables.
- 13.-Prueba Hidrostática.

Todas estas actividades fueron descritas con anterioridad en los primeros capítulos de este texto.

Estas actividades se agruparán de acuerdo a las necesidades que se tengan y podrán ser tan generales o tan particulares y extensas como se quiera.

Conociendo las actividades se podrá generar una secuela de ejecución de las mismas, terminando en este pun-

to la Planeación.

La Planeación consiste en determinar qué actividades se van a efectuar en un proyecto, así como el orden en que éstas se ejecutarán, mientras que la Programación es el acto en el que la Planeación generada previamente se -- traslada a una tabla de recursos.

PROGRAMACION.

La Programación es una útil herramienta para el ingeniero, ya que a la vez le permite relacionar la aplicación de recursos a través del tiempo y tener elementos para llevar un seguimiento de la aplicación de los recursos durante la ejecución del proyecto y en base a las desviaciones que se presenten, poder Reprogramar el proyecto y por lo tanto tomar decisiones suficientemente oportunas y que no reditúen en costos adicionales.

Para poder elaborar el Programa de Ejecución de un Proyecto cualquiera, necesitamos conocer la Planeación previa, así como las restricciones que se presenten y que se pueden agrupar en:

- a) Propias de la Empresa Ejecutora.
- b) Propias del Cliente.
- c) Otras.

a) Las restricciones propias de la empresa ejecutora nos delimitaran el equipo y demás recursos a ser aplicados en este proyecto, así mismo, las políticas internas de la misma nos dictarán las consideraciones a seguir.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS ABIERTOS
V CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION
MODULO III CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO**

P U E N T E S

ING. ALEJANDRO CALDERON

I.- INTRODUCCION

Los principales tipos de puentes con Estructura de Acero -
son los siguientes:

- 1.- Con Viguetas o Vigas simplemente apoyados.
- 2.- Vigas Continuas.
- 3.- Vigas Gerber.
- 4.- Vigas Presforzadas.
- 5.- Armaduras
 - a).- De Paso Inferior
 - b).- De Paso Superior
 - c).- De Paso a Traves
- 6.- Cajones
- 7.- Estructuras Espaciales
- 8.- Puentes Colgantes
- 9.- Puentes Atirantados

1.- Los puentes con Viguetas o Vigas simplemente apoyados consisten en un conjunto de viguetas del tipo comercial producidas en linea por las laminadoras sobre las cuales se cuela una losa de concreto armado.

Cuando se usan los perfiles comerciales regularmente se trata de puentes de claros pequeños.

Para cubrir claros mas grandes se usan viguetas de tres placas soldadas de peralte mayor al de las viguetas comerciales y sobre las mismas se cuela la losa de concreto armado.

Antiguamente estas viguetas se hacían con remaches en vez de soldadura y se formaban con canales y placas, o bien con ángulos y placas.

2.- Puentes de Vigas Continuas es una variación de los anteriores, y se utilizan vigas de acero que pasan continuas a través de los apoyos de la Subestructura con objeto de cubrir claros mayores que los cubiertos con vigas simplemente apoyadas sin aumentar desproporcionadamente el peralte.

3.- Vigas Gerber o articuladas constituyen una variedad de los puentes con vigas continuas, siendo su mayor utilización cuando se tienen claros contiguos de diferentes dimensiones.

Para cubrir el claro mayor se prolongan las viguetas que cubren el claro menor y se liga una vigueta a través de una articulación para terminar de cubrir el claro mayor.

4.- Vigas Presforzadas; son vigas de acero soldadas a las cuales se les presfuerza para aprovechar mejor la sección y poder reducir peralte. No es una práctica muy usual, pues con los procedimientos usados hasta la fecha han resultado antieconómicos.

5.- Armaduras; podemos distinguir fundamentalmente tres tipos de puentes de armaduras en función de la colocación de la superficie de rodamiento con respecto a la armadura.

Cuando la losa o superficie de rodamiento se encuentra en la parte inferior de la armadura, este puente se llama de Paso Inferior.

Cuando la losa o superficie de rodamiento se encuentra sobre la armadura este se llama de Paso Superior.

Cuando la superficie de rodamiento se encuentra entre la cuerda superior e inferior de la armadura, se llama de Paso a Través.

Las armaduras son de diversos tipos como pueden ser entre otras la Warren, Pratt, etc.

6.- Cajones.- Estos puentes se forman con elementos delgados y atiesados formando una gran sección cerrada sobre la cual se cuelga una losa de concreto, o bien se le coloca una superficie de rodamiento del tipo asfáltico, en el caso de puentes carreteros, o bien la estructura de la vía en caso de puentes ferrocarrileros.

7.- Estructuras Espaciales.- Son armaduras tridimensionales de Paso Superior.

8.- Puentes Atirantados.- Regularmente se usan secciones cajón o armaduras de paso superior, las cuales son suspendidas por sistemas de cables que se anclan a grandes pilas.

Hay varios modelos de atirantamiento como son los sistemas de tirantes paralelos y a los lados de la calzada, o bien con tirantes al centro de la superficie de rodamiento.

9.- Puentes Colgantes.- En la mayoría de estos casos se usan armaduras que son suspendidas de la catenaria que forman los cables.

II.- TECNICAS CONSTRUCTIVAS.

1.- Remaches y Tornillos.- Los primeros puentes de Acero se hacían utilizando remaches y tornillos para lograr la unión entre los diferentes elementos, en la actualidad los remaches prácticamente han dejado de usarse y los tornillos han tenido usos muy específicos y restringidos.

2.- La soldadura ha logrado tener una importancia fundamental en la construcción moderna, pues aún en el acero de refuerzo de los puentes de concreto se utiliza para hacer uniones a tope de varillas de diametro grande (#8 a #12) y cuando los traslapes de varillas menores son muy numerosos y bloquean la separación de las mismas, se pueden usar soldaduras de filete para reducir la longitud de traslape.

En practicamente todos los tipos de puentes de acero que se construyen en la actualidad todas las juntas o uniones son realizadas con soldadura.

Al realizar la soldadura para elementos de puentes debe considerarse el uso de soldadura de comportamiento dúctil, ya que

puede estar sujeta a esfuerzos alternados de tensión y compresión o por lo menos está sujeta a variaciones de magnitud de los esfuerzos a los que trabaja. Lo anterior es ocasionado por las cargas -- móviles.

Para soldaduras de campo que se deberán hacer con arco-- eléctrico-manual (salvo que la importancia de la obra implique -- instalaciones especiales) deberá usarse electrodo de la serie - - AA18, teniendo especial cuidado de contar con hornos para almace-- nar la soldadura una vez abiertos los depósitos de fábrica, ya que estas soldaduras son altamente higroscópicas y en muchas ocasiones la presencia de humedad en los puentes es grande y dañan la solda-- dura.

Es conveniente señalar que las máquinas para soldar cono-- cidas como rectificadoras de corriente (máquinas eléctricas) son en términos generales mejores que las de generador, por lo cual es recomendable que si se requieren dos o más soldadoras en campo, se haga un equipo con un generador que alimente a las máquinas eléc-- tricas.

3.- Se han descrito 9 tipos de puentes de estructura de acero. Ahora veremos el procedimiento general de construcción de cada uno de ellos, haciendo las acotaciones más importantes de su proceso.

Puente con Viguetas o Vigas simplemente apoyadas.

Este tipo de puente representa el procedimiento más sencillo y rápido de construir un puente, pues no requiere de una fabricación

de los elementos metálicos, sino que se adquieren con los distribuidores o fabricantes de perfiles laminados; tratándose de elementos de producción en Línea; o bien se fabrican las vigas que señalan los planos del proyecto respectivo observando las especificaciones de soldadura, calibre y calidad de las placas o elementos metálicos. Cuando se trata de Vigas de más de 12 metros de longitud debe preverse la forma de transporte con el fin de no complicar el mismo. sin embargo debe considerarse que el transportar los tramos lo más grande posible representa economía y rapidez en la ejecución de los trabajos, ya que puede evitar el realizar alguna unión de campo que implica costo, tiempo y una supervisión más cuidadosa que la de taller ya que los trabajos de soldadura in situ no cuentan (regularmente) con todos los elementos que se tienen en un taller.

Hay pues necesidad de planear el trabajo desde un principio para equilibrar en tiempo, costo y seguridad los trabajos de fabricación, transporte y ensamble en campo.

Precaución fundamental al cortar las vigas en taller es señalarlas con objeto de evitar confusiones en obra.

El montaje es de lo más sencillo y deberá hacerse con grúa si se encuentra una disponible cercana a la obra, en caso contrario deberá hacerse utilizando plumas, polipastos y malacates manuales para cable de acero (tirlfords).

Una vez realizado el montaje deberá colocarse la cimbra sostenida en las mismas trabes o vigas de acero evitando totalmente la

obra falsa. Regularmente el proyecto debe prever la condición de trabajo de cimbrado y colado sin obra falsa pero deberá asegurarse de esta situación, ya que las fallas del patín de compresión puede presentarse si no se tomaron las dimensiones necesarias durante el proyecto. En la generalidad de los casos es más económico, rápido y seguro hacer de las vigas elementos autoportantes para las condiciones de colado.

Regularmente la superficie de rodamiento, o bien la superficie para colocar babito, durmientes y rieles es de concreto pero en el caso de puentes carreteros puede presentarse la alternativa de pisos de madera y en algunas ocasiones de placa ó rejillas.

Puentes con Vigas Continuas.

En terminos generales la fabricación y transporte obedece a -- los mismos principios que los descritos en el caso de puentes con vigas simplemente apoyadas, sin embargo cuando se habla de puentes con vigas continuas se está tratando de un puente de varios claros y deberá preverse el orden en que se transporten y ensamblen los tramos del puente.

Un aspecto de importancia extrema es el orden en que deben ejecutarse los trabajos de colado y que deben estar claramente señalados en los planos de proyecto estructural y de taller, ya que en ocasiones puede presentarse inclusive la posibilidad de dar la continuidad después de todo o parte del colado.

Tratándose de puentes de varios claros debe suponerse que en muchos casos el acceso a las pilas o apoyos intermedios es difícil

o costoso establecer la infraestructura para lograrlo, por lo que deberá preverse el lanzar los elementos utilizando para ello; en todo lo posible; los ya colocados.

Puentes con Articulaciones (Vigas Gerber).

De hecho estos casos nos presentan un caso particular de puentes con vigas continuas. Ya que se trata de vigas con uno o los dos extremos en voladizo donde se colocará una articulación (apoyo móvil que permite giro y desplazamiento) para recibir una viga que tendrá como apoyos las articulaciones mencionadas.

Deberá tenerse cuidado también en el orden de colado y necesariamente en el orden de montaje, ya que los tramos " suspendidos " tendrán que montarse posteriormente a los tramos con parte en voladizo.

Un recurso muy utilizado para el montaje de los tramos " suspendidos " es el de colocarlos abajo de su lugar definitivo e izarlos con plumas, poleas y malacates. En ríos muy caudalosos se usa un chalan para llevar al sitio de izaje las traves correspondientes.

Vigas Presforzadas.

Se han utilizado con objeto de reducir en los puentes los esfuerzos producidos por la carga permanente y a través de un postensado se liberan para aumentar la capacidad de la sección para recibir los esfuerzos de la carga móvil. El postensado se realiza con cable y gatos iguales a los usados para concreto, variando únicamente los dispositivos de anclaje.

Armaduras

En la actualidad ha disminuido considerablemente el uso de armaduras para puentes, sin embargo, es una de las estructuras de -- acero más versátiles y con grandes ventajas sobre otros sistemas.

Debido a que las armaduras tienen un gran número de elementos, debe tenerse mucho cuidado desde la fabricación en taller pues de no hacerlo, se tendrán grandes problemas en la obra.

El proceso debe iniciarse con la ingeniería de detalle que nos produce finalmente los planos de taller que vienen siendo planos - constructivos donde se indica con toda exactitud y magnificando los detalles las secciones y ensambles de los mismos que proyectó el - calculista.

Posteriormente deben fabricarse; midiendo cuidadosamente; las piezas que constituyen la armadura.

Para efecto del montaje debe considerarse toda la maniobra pues hay varias alternativas para realizar la colocación de la armadura en su sitio final. Las principales formas para realizar el montaje son las siguientes:

Armado en Sitio.- A través de plumas y cables se van colocando cada uno de los elementos que conforman la armadura; una vez colocados dos o más elementos que integran un nudo, éste se sujeta al sistema de plumas a través de cables para que el nudo en cuestión ocupe el lugar en el espacio que será el definitivo y así en forma consecutiva se van colocando uno por uno de los elementos hasta --

formar la armadura proyectada.

Lanzado.- Consiste en construir la armadura o conjunto de armaduras que formarán la estructura del puente antes de colocarla en su lugar. Esta construcción puede realizarse en la obra en la vecindad de uno de los apoyos, o bien parcialmente en taller y terminarla en la obra.

Una vez formada la armadura ésta se lanza en Cantiliver y aprovechando cables guía y plumas con cables y malacate, o bien grúas colocadas en el otro extremo del claro a cubrir se prosigue el lanzamiento hasta que la(s) armadura(s) ha(n) quedado en su sitio.

Esta opción implica el cálculo de las fuerzas en cada una de las barras de la armadura durante los diferentes pasos del proceso de montaje, ya que pueden presentarse condiciones críticas que hagan fallar la estructura.

Empujado.- Es una variante del proceso de lanzado con la diferencia que permite lanzar en Cantiliver toda la armadura. Regularmente se usan armaduras auxiliares provisionales que bien pueden ser delanteras (nariz) o bien posteriores que sirven en este último caso como anclas.

Izado.- Cuando se tienen grandes ríos un procedimiento recomendable es la utilización de un chalan sobre el cual se montan las armaduras y se colocan abajo de sus apoyos procediendo posteriormente a izarlas hasta colocarlas en su sitio.

Para las maniobras de Izaje, se pueden usar cables en polipas--
tos y plumas o bien mecanismos con gatos hidráulicos semejantes a
los usados para los cables de presfuerzo.

Cajones.- Este tipo de Estructuras ha sido cada vez mas usado
en virtud de las técnicas para soldar tan confiables con las que -
contamos en la actualidad.

La fabricación de los cajones debe hacerse en taller; ya sea -
en un taller colocado a pie de obra o bien en un taller remoto don
de después de fabricar el cajón se desarme en las piezas adecuadas
para poder transportarse al lugar de la obra donde se volverá a en
samblar.

Para el montaje los métodos usados son el de Lanzamiento, Empu
jado o el de Izado que se describieron para las armaduras.

Regularmente este tipo de Cajones lleva un sistema de piso de
acero, recubierto posteriormente por una carpeta asfáltica para --
dar la superficie de rodamiento.

Estructuras Espaciales.- Este tipo de Estructuras para puentes
ha sido desarrollado primero y fundamentalmente en México, aún cuan
do ya se trabaja en proyectos de este tipo en Japón, Francia, - -
Estados Unidos e Inglaterra.

La estructura es una armadura Tridimensional de acero -
con nudos soldados y una superficie de rodamiento regularmente de
concreto en puentes definitivos y de madera ó rejilla en puentes -

provisionales. En los puentes hechos en México la losa de concreto es un elemento estructural resistente como parte de la armadura.

Los elementos básicos que conforman la estructura tridimensional son pirámides de base rectangular.

El montaje regularmente se realiza con el método de lanzado, aún cuando puede hacerse con ventajas en el caso de grandes ríos con el de Izaje.

Puentes Atirantados.- Este tipo de puentes implica el cubrir grandes claros pues de lo contrario no resultaría económico. Es por lo tanto una obra de gran costo.

Regularmente se usan secciones cajón de acero con piso o superficie de rodamiento de acero también y recubierta con una car pet á s f á l t i c a.

La forma del Cajón debe tener formas aerodinámica para amortiguar la acción del viento que es una sollicitación importante que debe considerarse en el diseño.

Generalmente la magnitud de la obra implica la instalación de un Taller lo más cercano posible al sitio de la obra.

Las secciones cajón serán montadas en dovelas que una vez colocadas en su sitio se ligarán con soldadura y se les colocarán sus tirantes para sujetarlas en la forma más próxima a su sitio definitivo. La geometría del puente se va corrigiendo con retensado de los tirantes.

Los métodos para ir colocando las dovelas son el de Empujado o bien el de Izaje que tratándose de puentes sobre ríos es el más usual, siendo el de Empujado el más conveniente cuando se tra-

ta de cubrir grandes barrancas con difícil acceso al fondo de las mismas.

Puentes Colgantes.- Fueron los precursores de los puentes atirantados pero aparentemente son más económicos los atirantados por lo que han caído en desuso los puentes colgantes.

Las estructuras más usuales en los puentes colgantes - son las armaduras que quedan suspendidas de los cables principales que son colocados entre apoyos formando (los cables) una Catena-ria.

El procedimiento constructivo consiste en colocar los cables y posteriormente ir colocando las armaduras construídas en secciones (dovelas) y ligándose posteriormente entre ellas.

III.- CONSERVACION DE PUENTES DE ACERO.

La historia nos ha enseñado que dándole la debida conservación a un puente de Acero, éste se vuelve practicamente eterno ya que - si la conservación preventiva ha fallado es susceptible de ser corregida con reconstrucciones que implican un costo mínimo con relación al costo actualizado del puente en cuestión.

Los principales aspectos que debe atender la conservación son:

1.- Pintura o Protección Anti-Oxidante y Anticorrosiva.

2.- Conservación o Cambio de Apoyos.

- 3.- Restitución de remaches o soldaduras falladas.
- 4.- Observación de las cargas soportadas para reforzar la estructura oportunamente en caso de requerirlo.
- 5.- Mantenimiento y cambio si lo amerita de cables, contraventeos, o piezas dañadas por la acción del tiempo o fuerzas físicas exteriores.
- 6.- En el caso de puentes atirantados y colgantes el retensado de los Tirantes o Cables Principales.

La conservación de los puentes de acero es fácil y económica - por lo que haciendose en forma adecuada y oportuna alarga la vida útil del puente.

IV.- MODERNIZACION DE PUENTES.- Esta actividad esta resultando una acción tan o más importante que la construcción de un puente nuevo.

En nuestro país se tienen recursos muy limitados debido a la crisis en la que vivimos y sin embargo se han incrementado las cargas que circulan por la red carretera de nuestro país, y el incremento de las cargas ha sido en cantidad y magnitud.

Existen en nuestro país un gran número de puentes angostos y/o puentes diseñados para cargas mucho menores que las soportadas por ellos en la actualidad.

Se han desarrollado proyectos y equipos que han permitido hacer de los puentes antiguos puentes modernos; esto es; de antiguos puen

tes angostos se están haciendo puentes amplios y capacitados para soportar las cargas actuales..

Los casos más frecuentes son:

- 1.- Puentes sobre Viguetas.- El procedimiento de reconstrucción ha consistido en reforzar con placas adosadas a las viguetas existentes, esto con el objeto de aumentar su capacidad de carga y si se requiere aumentar el ancho de la superficie de rodamiento, se agregan viguetas nuevas lateralmente a las existentes.
- 2.- Armaduras de Paso Inferiores.- Se han reforzado todos los elementos de la armadura que de acuerdo con el cálculo lo han requerido. Este refuerzo consiste en agregar área a través de placas a los elementos que trabajan a tensión y para los elementos cuyo trabajo crítico es el de compresión se han agregado placas ó perfiles que permiten modificar el área y el momento de inercia de la sección.

Una vez reforzadas las armaduras se procede a cortar el puente a todo lo largo y se deslizan las armaduras lateralmente para dar el nuevo ancho complementando posteriormente las piezas de puente y reforzándolas para que sean capaces de resistir las nuevas cargas con su nueva longitud.

Debido a que las desviaciones son muy costosas se han diseñado mecanismos que permiten CORTAR EL PUENTE A TODO LO LARGO SIN INTERRUMPIR EL TRANSITO.

El mecanismo más sencillo para lograr lo anterior, consiste en la colocación de armaduras provisionales que su jetan a las piezas de puente mientras se deslizan lateralmente las armaduras definitivas.

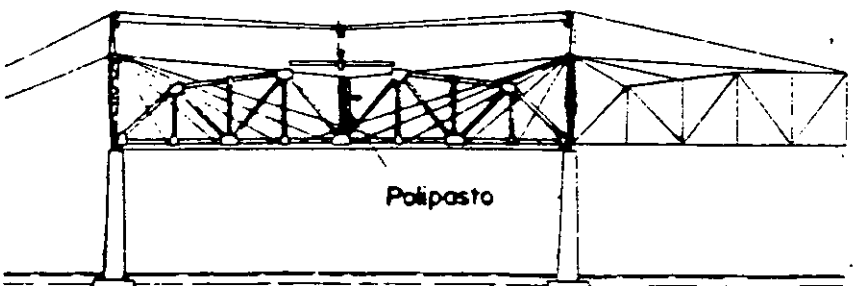
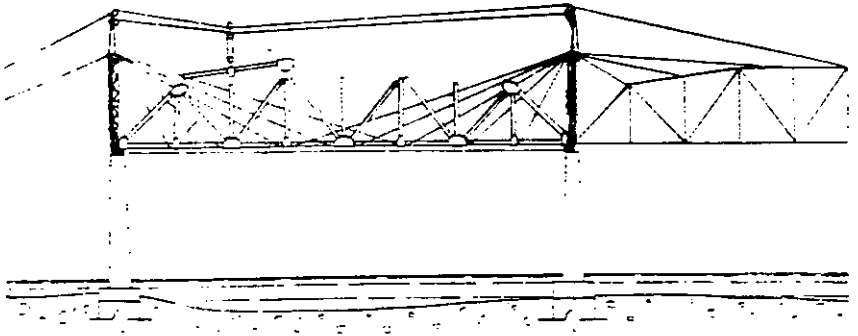
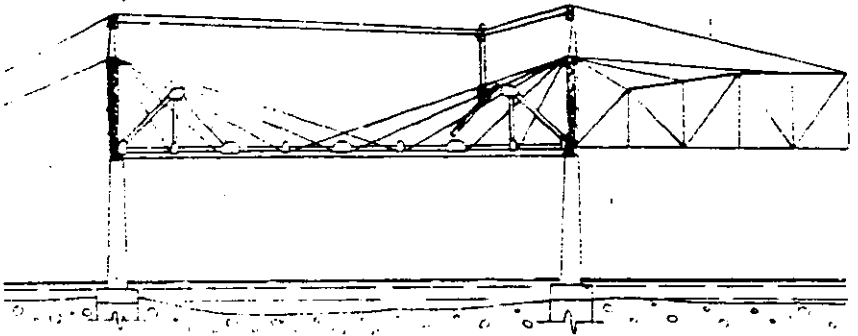
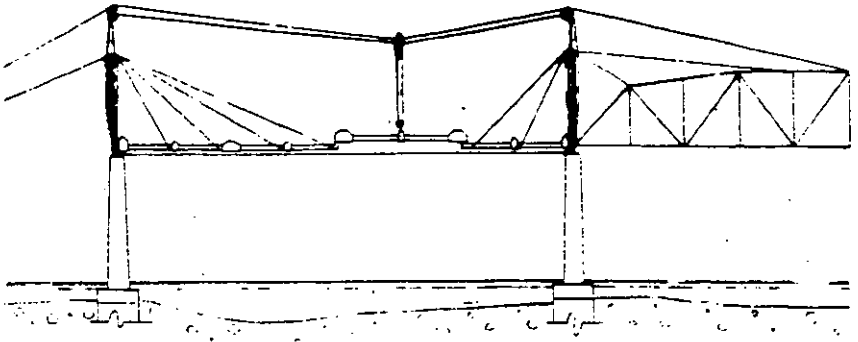
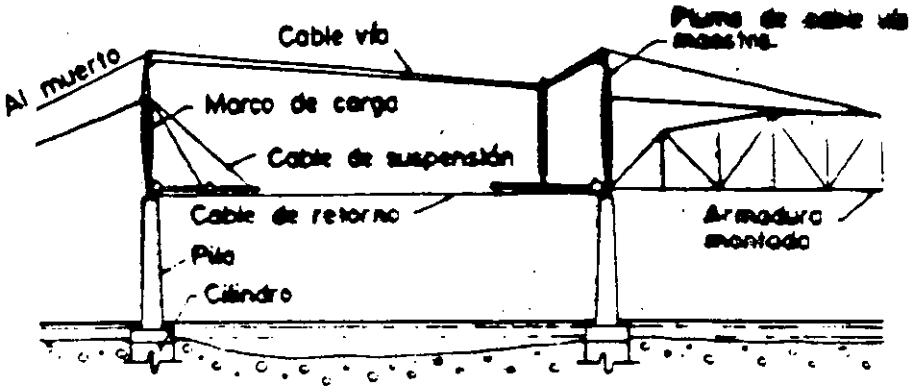
Por último se cuela la franja de concreto que se de molió mas la franja de concreto que hay que aumentar debido al nuevo ancho del puente.

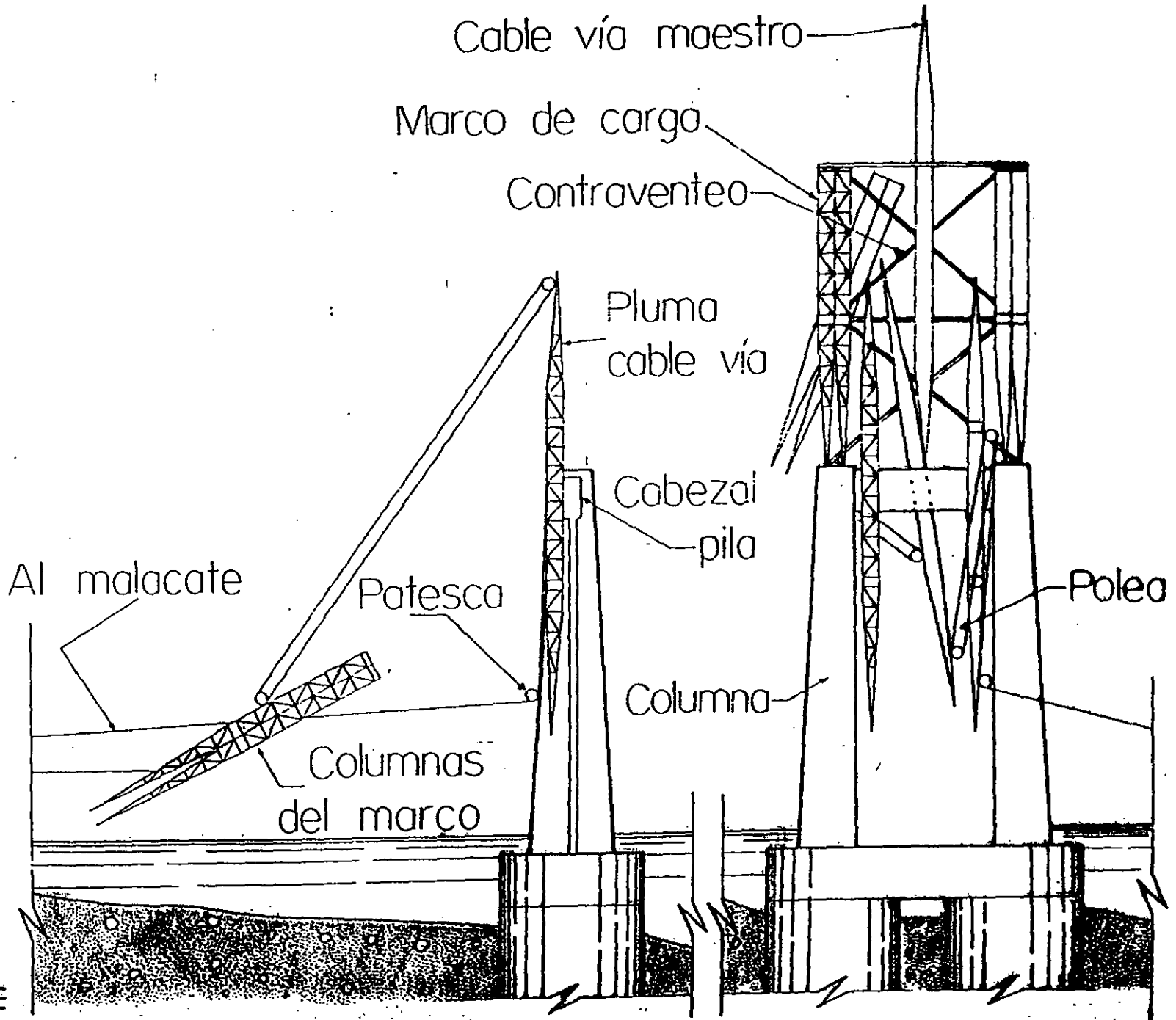
3.- Armaduras de Paso Superior.- Para modernizar este tipo de puentes, se han reforzado las armaduras existentes, y se han agregado nuevas armaduras inclinadas que coincidan en su cuerda inferior con las armaduras existentes, estas nuevas armaduras nos permiten ensanchar la calzada sin que los elementos soportantes de esta (Piezas de Puente y Largueros) estén trabajando en Cantiliver.

Una vez hecho el trabajo de reforzar las armaduras existentes y colocar las nuevas armaduras inclinadas, se agregan franjas laterales de losa de concreto armado para dar un ancho nuevo a la superficie de rodamiento.

VIII MONTAJE DE ARMADURAS

PROCESO DE MONTAJE CON CABLE VIA

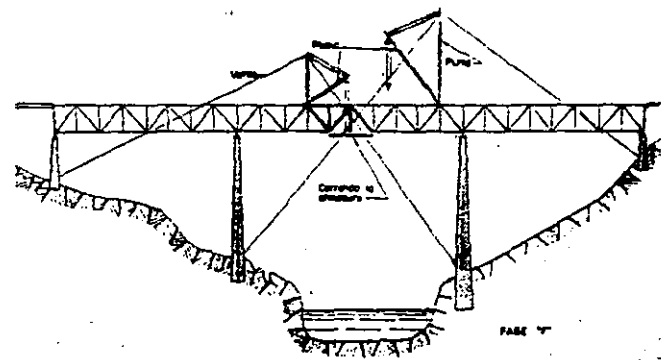
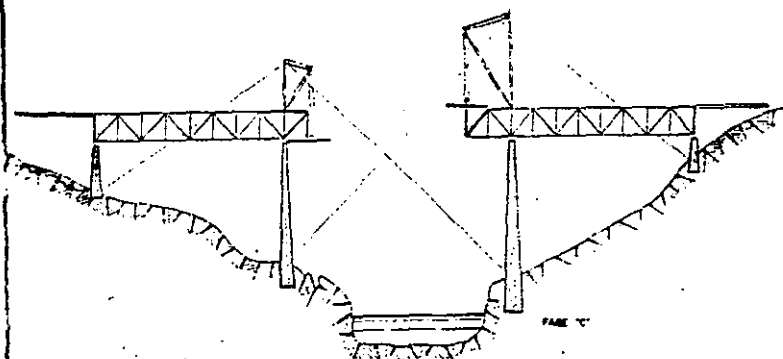
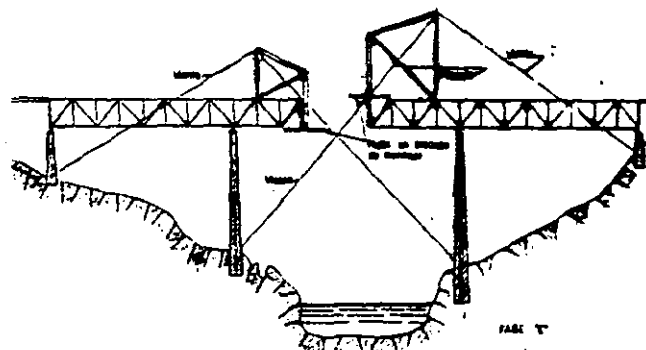
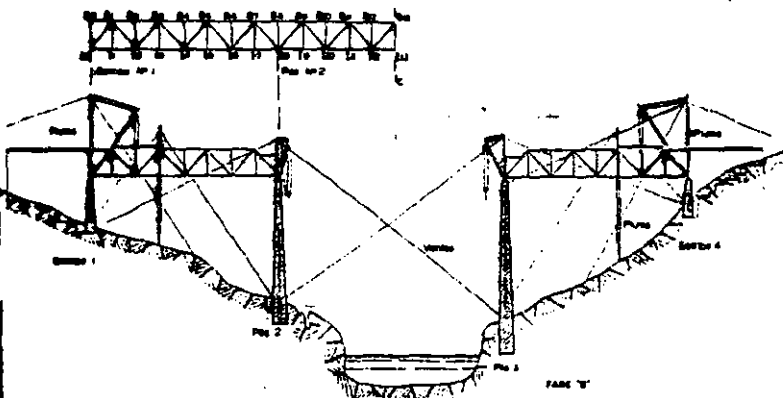
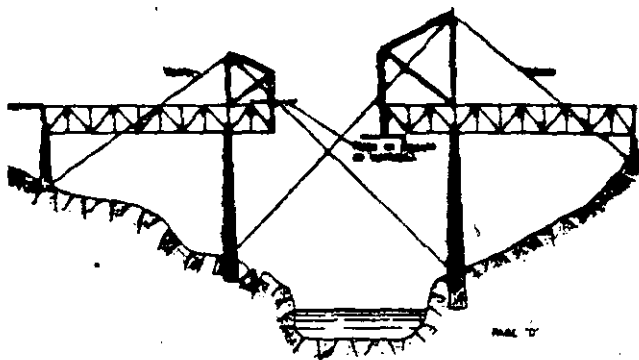
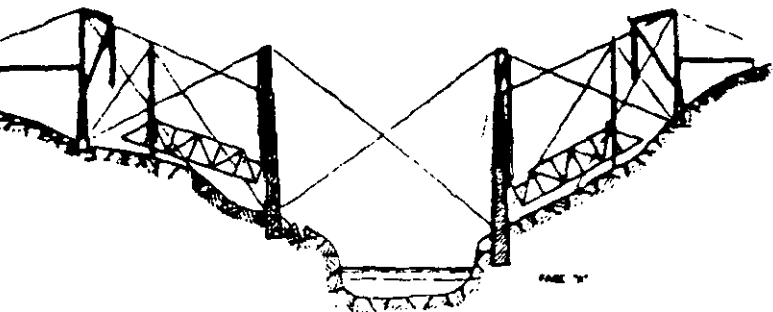


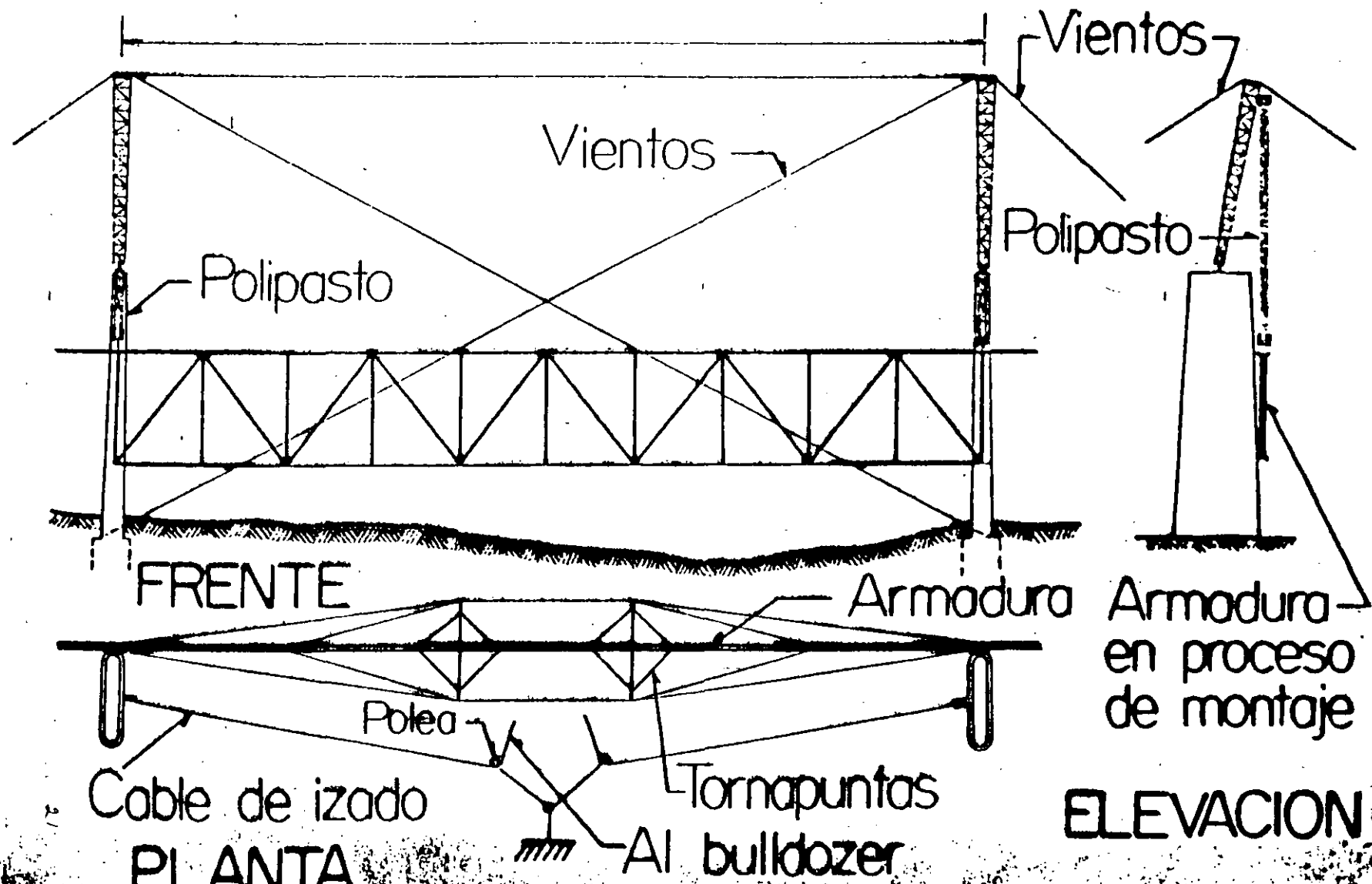


3-VIII

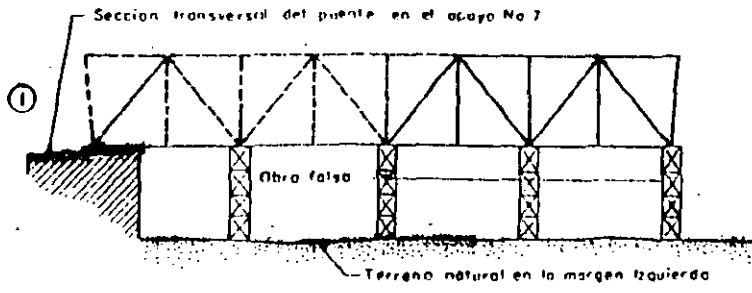
MONTAJE SISTEMA CABLES VIAS

PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DE LOS TRAMOS LATERALES Y CENTRAL DE LA SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE CHIMPAS

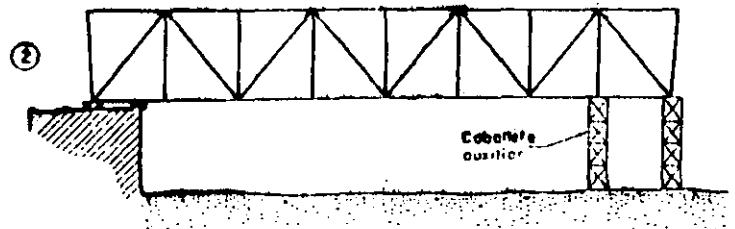




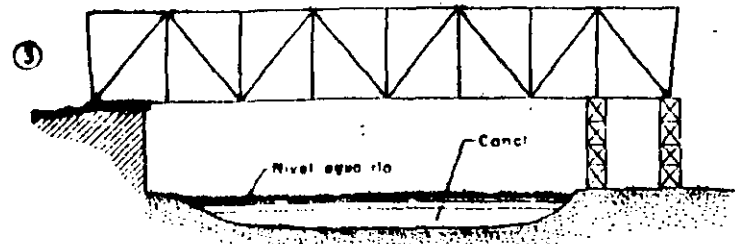
MONTAJE ARMADURA CENTRAL



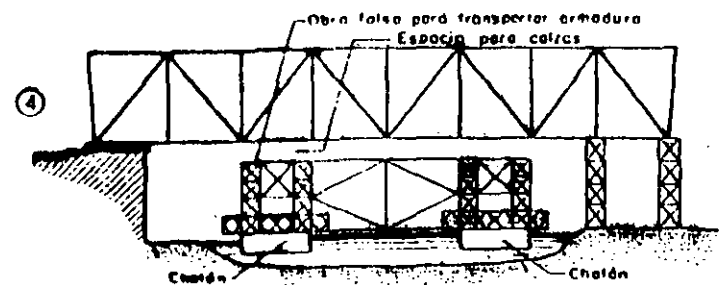
ARMADURA EN PROCESO DE ARMADO SOBRE CABALLETES PROVISIONALES



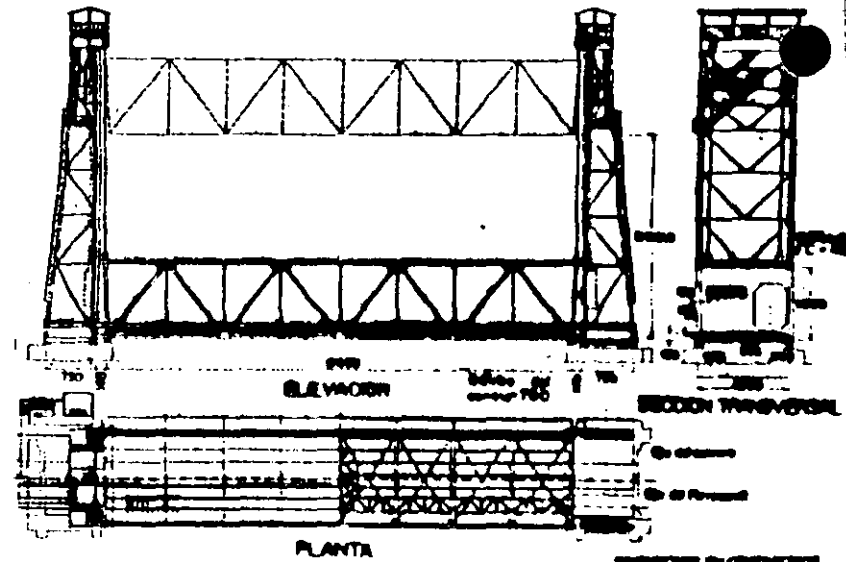
ARMADURA REACCIONANDO EN SUS EXTREMOS SOBRE APOYOS PROVISIONALES



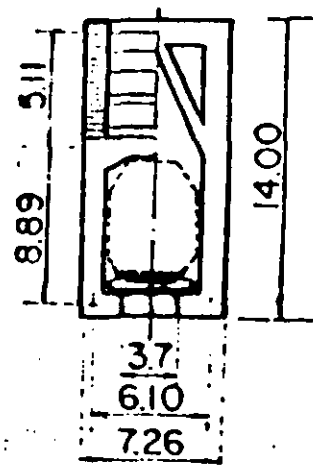
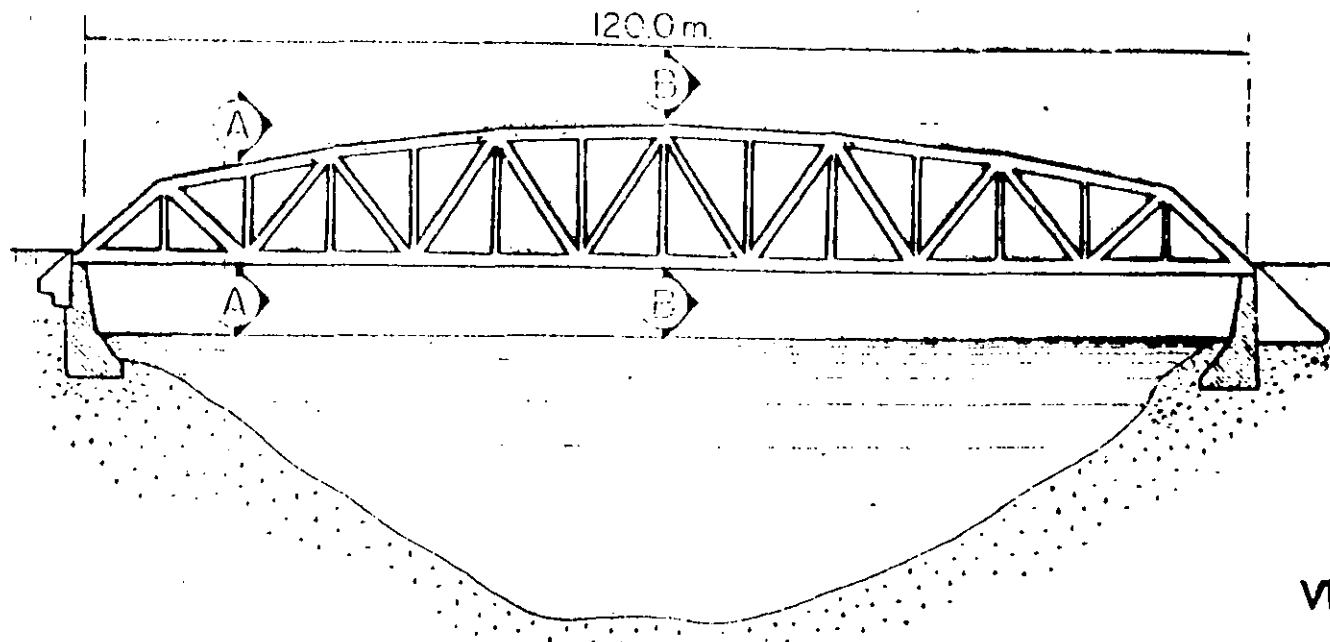
CANAL CON SALIDA AL RIO CONSTRUIDO EN LA MARGEN BAJO LA ESTRUCTURA



INTRODUciendo EN MAREA BAJA UNA OBRA FALSA APOYADA SOBRE CHALONES PARA RECIBIR LA ARMADURA Y TRANSPORTARLA A SU LUGAR DEFINITIVO EN EL PUENTE



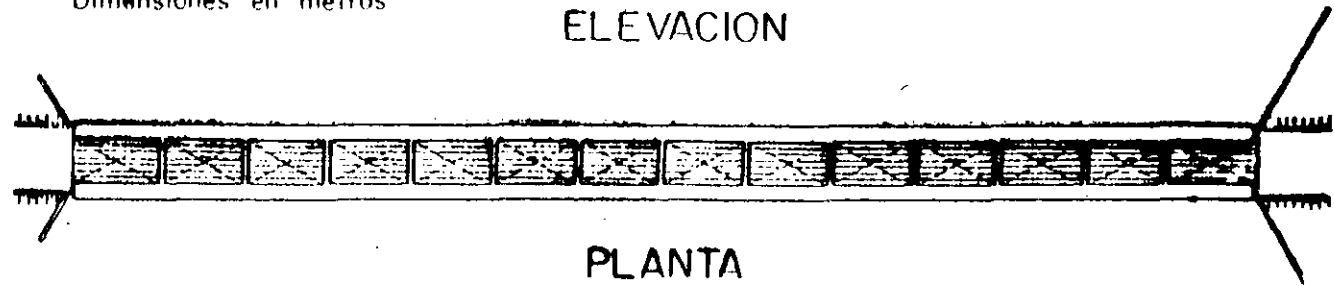
20-VII VISTA DE CONJUNTO DEL TRAMO LEVADIZO DEL PUENTE COATZACOALCOS



VISTA A-A CORTE B-B

Dimensiones en metros

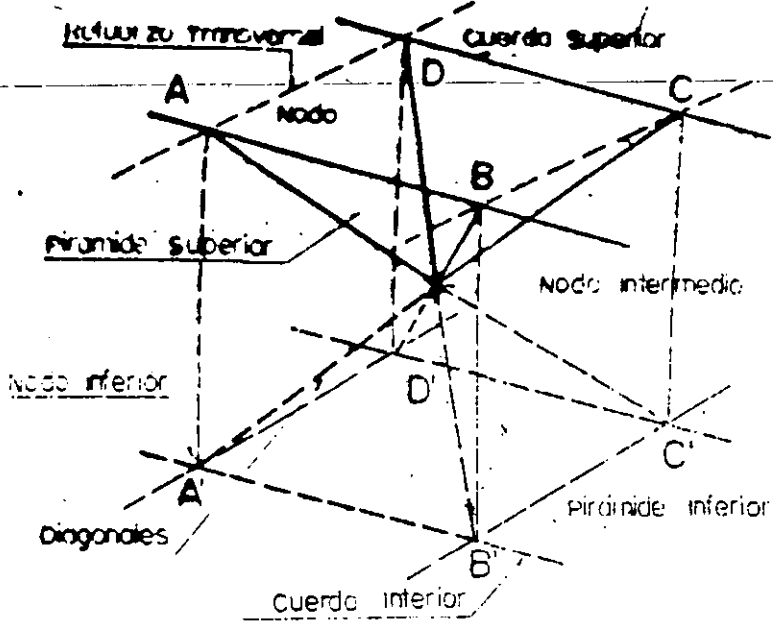
ELEVACION



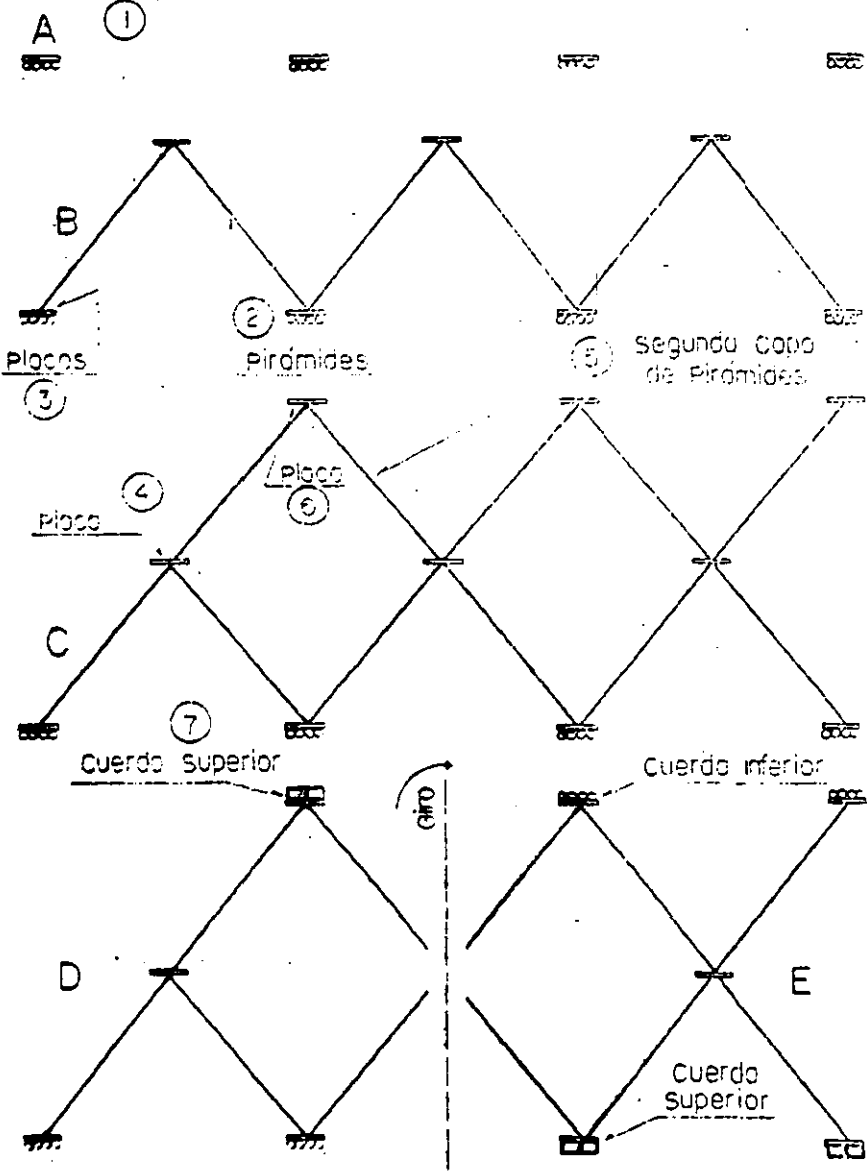
PLANTA

PUENTE SAN SALVADOR
 FERROCARRIL CORONDIRO L. CARDENAS

24-VIII

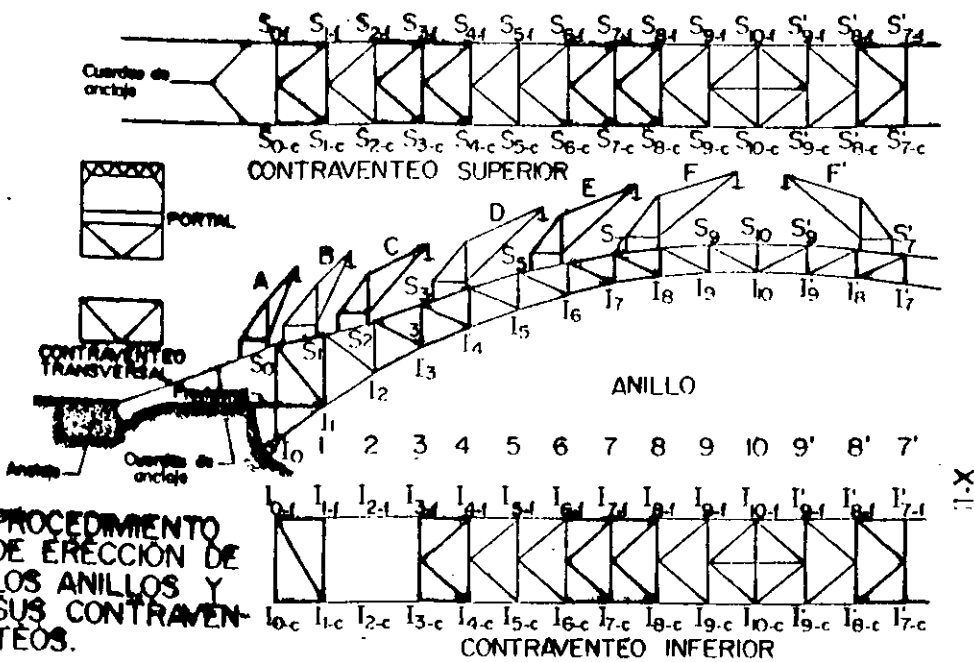


GEOMETRIA DE UN MODULO



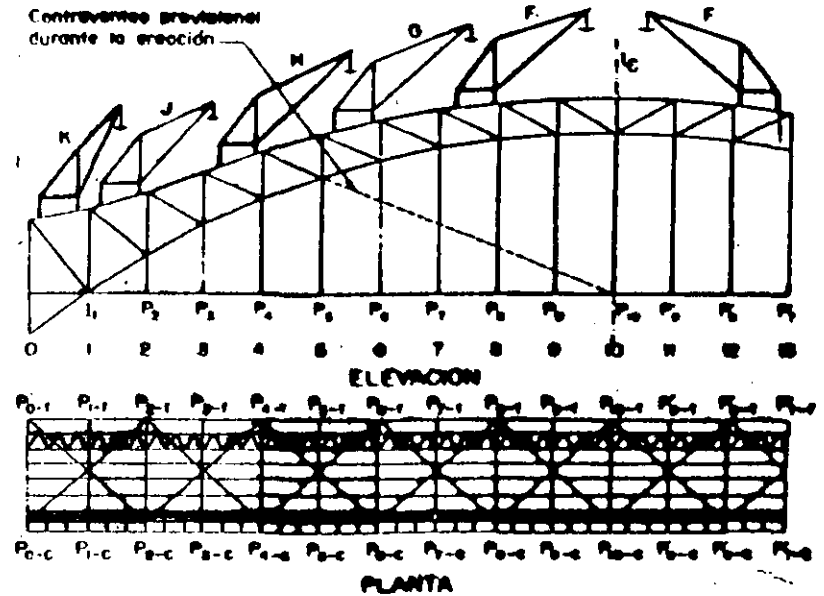
MONTAJE PIRAMIDES

X ARCOS METALICOS



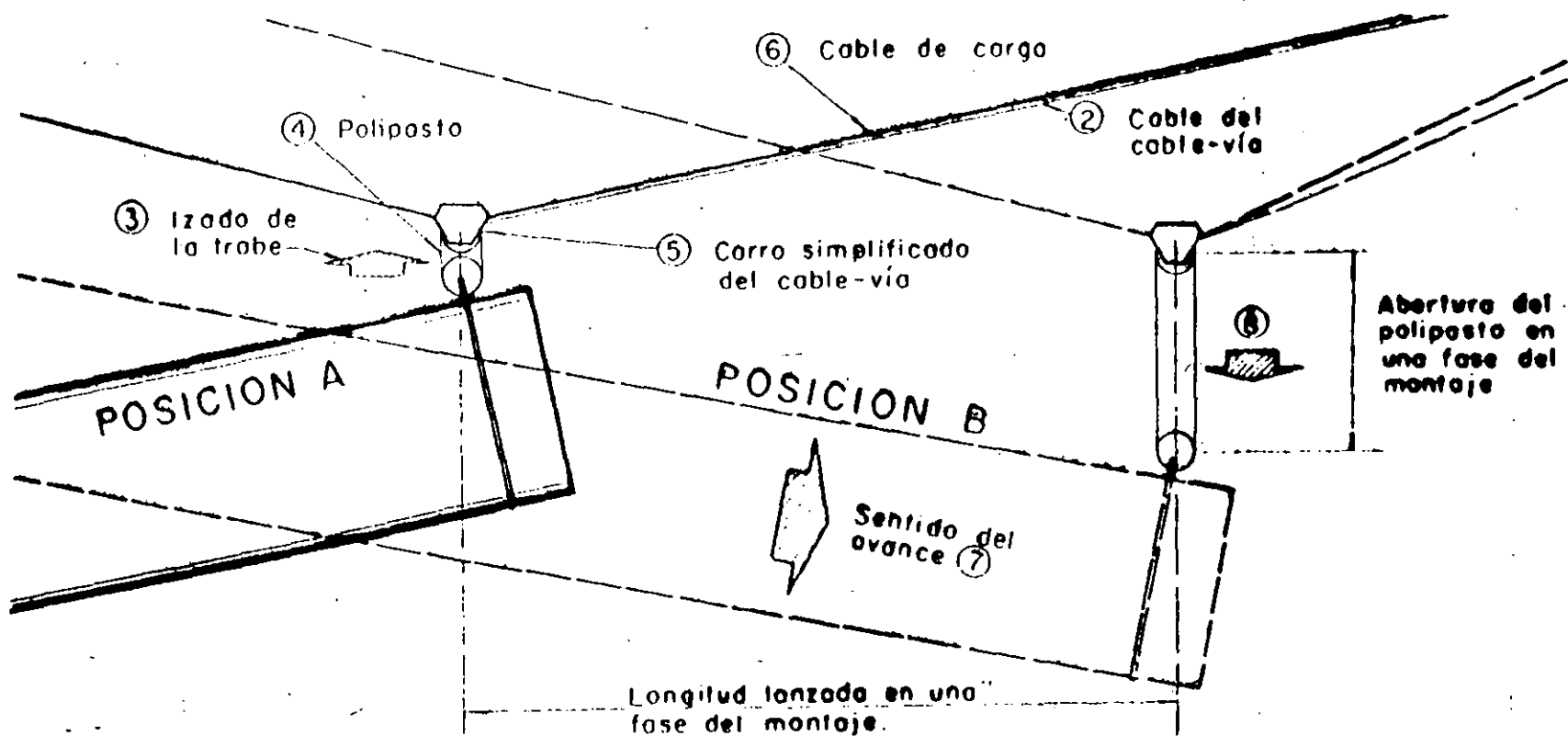
PROCEDIMIENTO DE ERECCION DE LOS ANILLOS Y SUS CONTRAVENIENTOS.

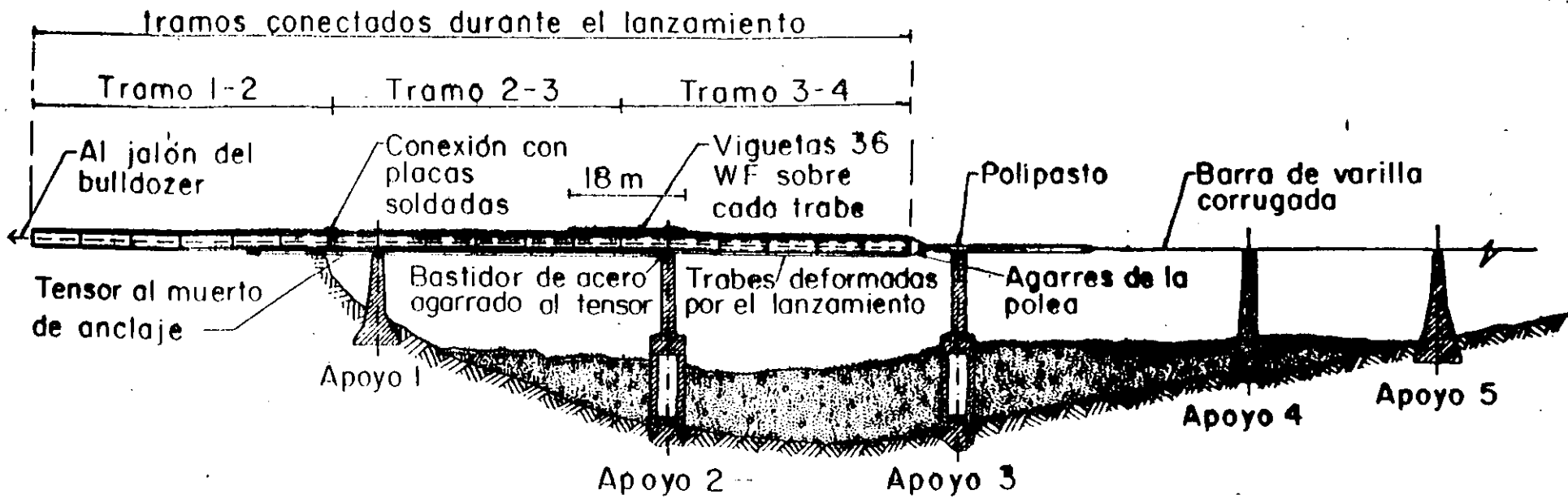
PUENTE USUMACINTA DEL FERROCARRIL DEL SURESTE.



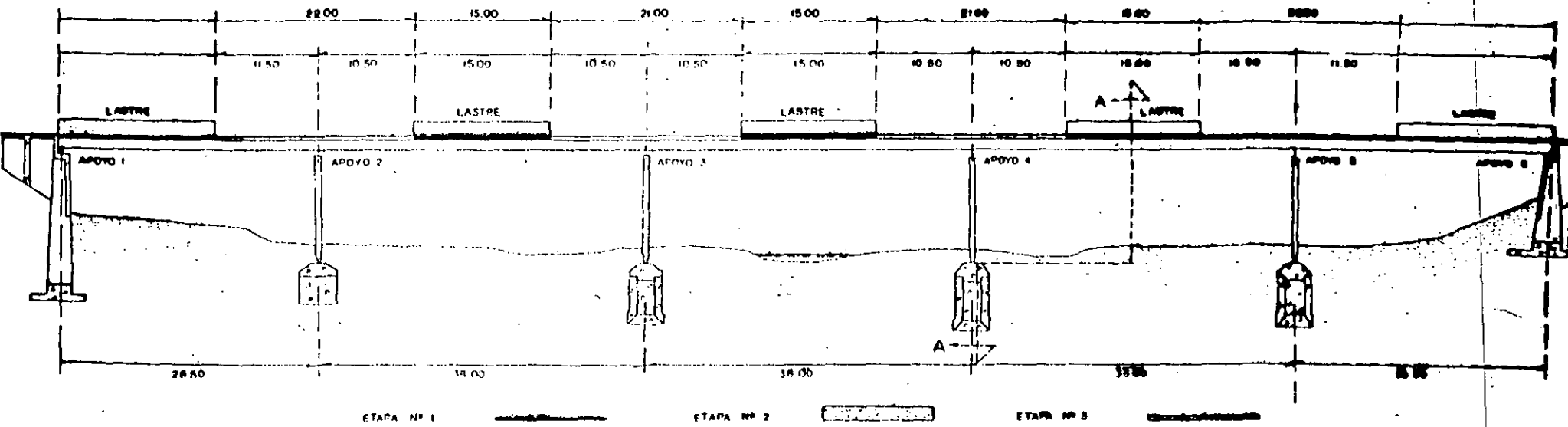
PROCEDIMIENTO DE ERECCION DE LAS PENDOLAS Y DEL SISTEMA DE PISO

XI MONTAJE DE TRABES METALICAS





PROCEDIMIENTO DE MONTAJE POR LANZAMIENTO



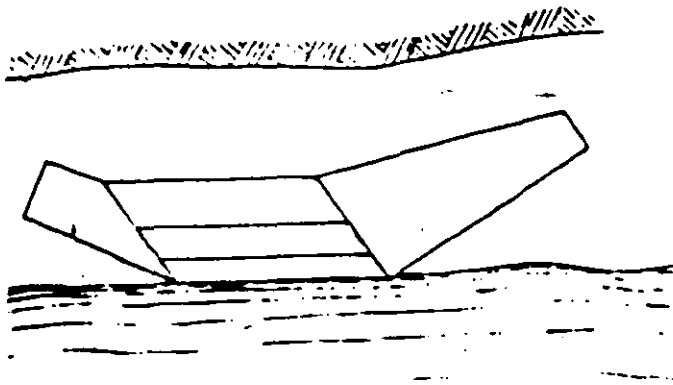
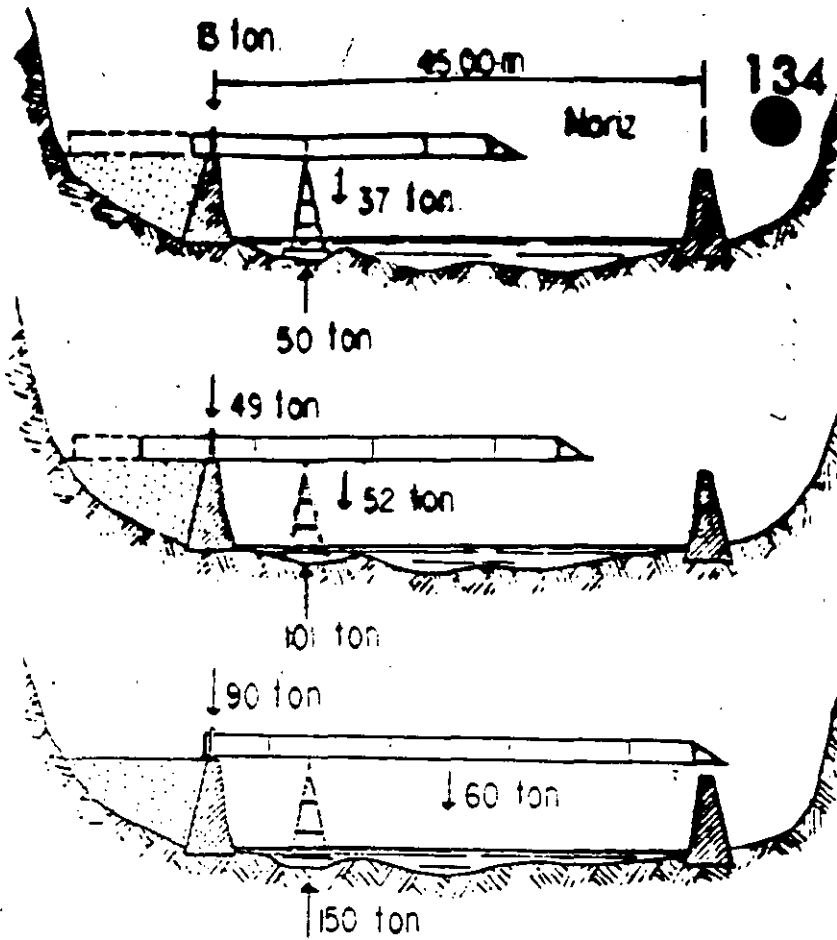
ORDEN DE COLADO DE LA LOSA SOBRE VIGUETAS Y LASTRES ESPECIFICADOS

DIMENSIONES EN METROS

8/0

11.00

MANIOBRAS DE MONTAJE



- Estribo margen derecha

Troces en proceso de lanzamiento

Sentido de la corriente

Estribo margen izquierdo

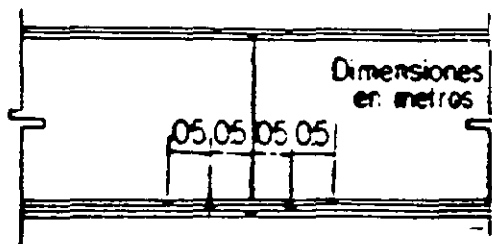
ETAPAS DEL LANZAMIENTO

Apoyo provisional para efectos del lanzamiento

Marco sujetador

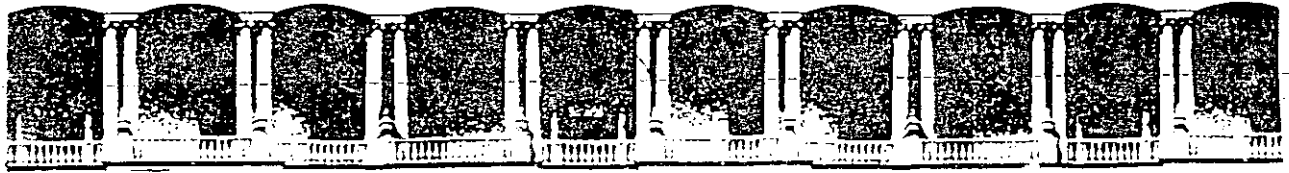
Grua

Polea



DETALLE UNION DE DOVELAS

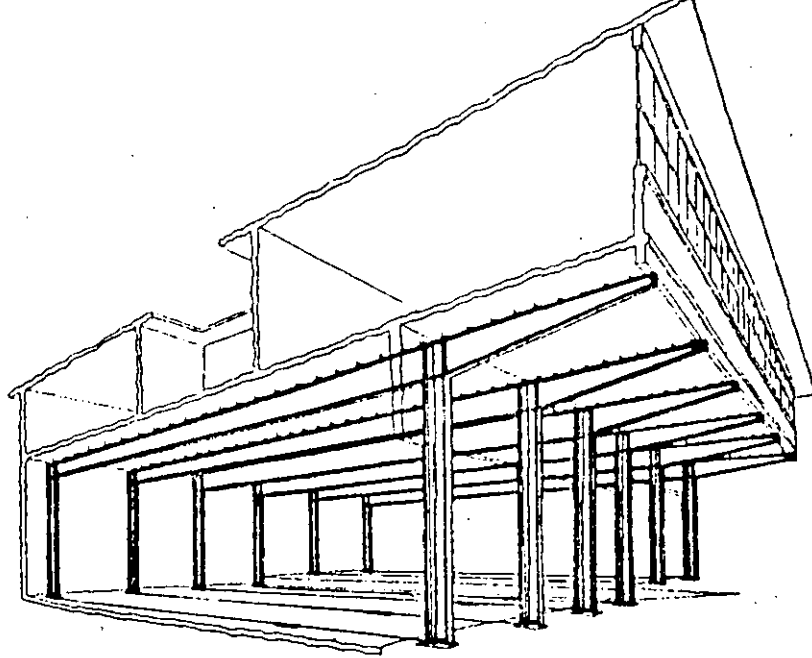
PUENTE ROMULO O'FARRILL



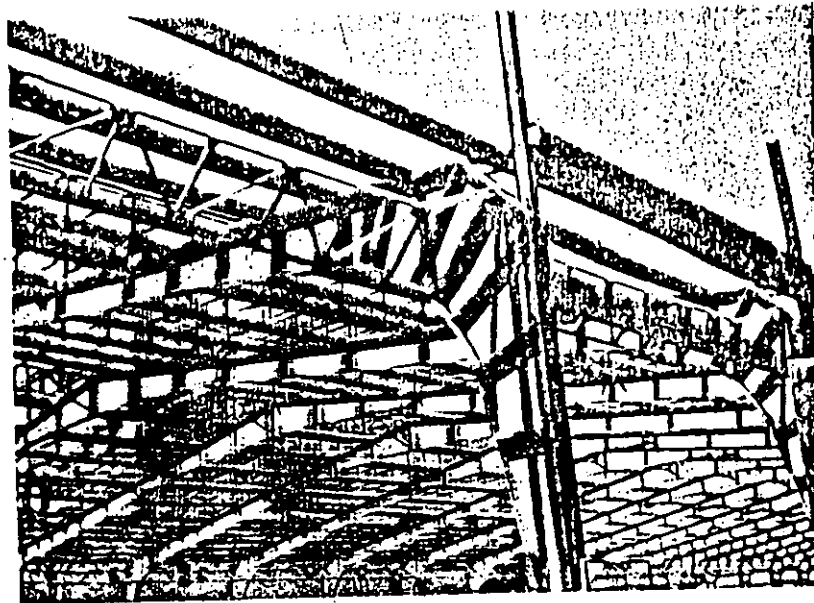
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS ABIERTOS
V CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION
MODULO III CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO

PLANEACION DE UN TALLER

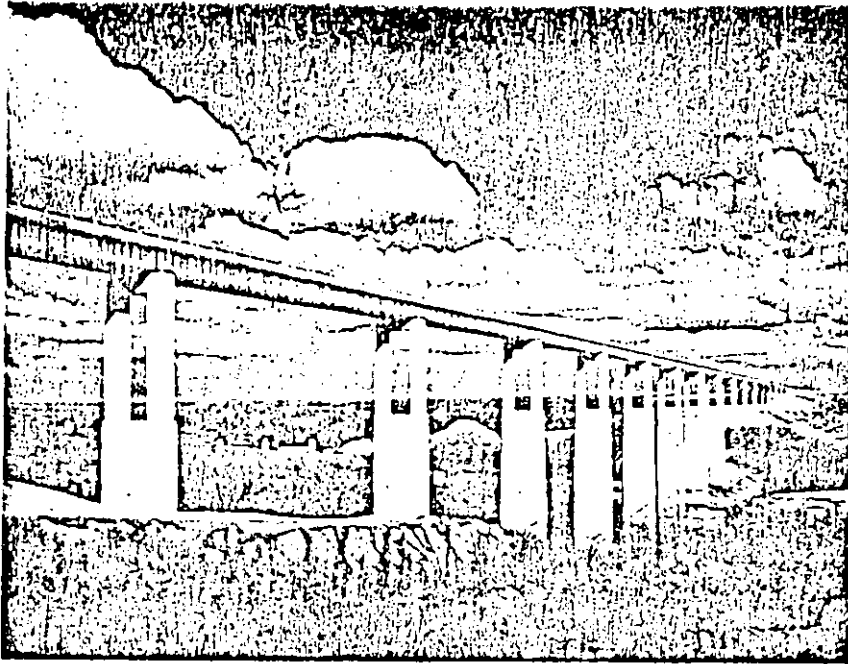
ING. ARTURO MATA MALACARA



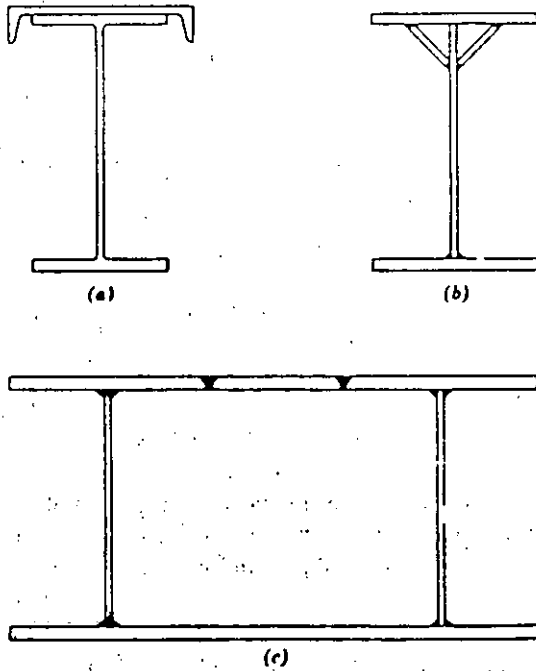
MARCO RIGIDO.



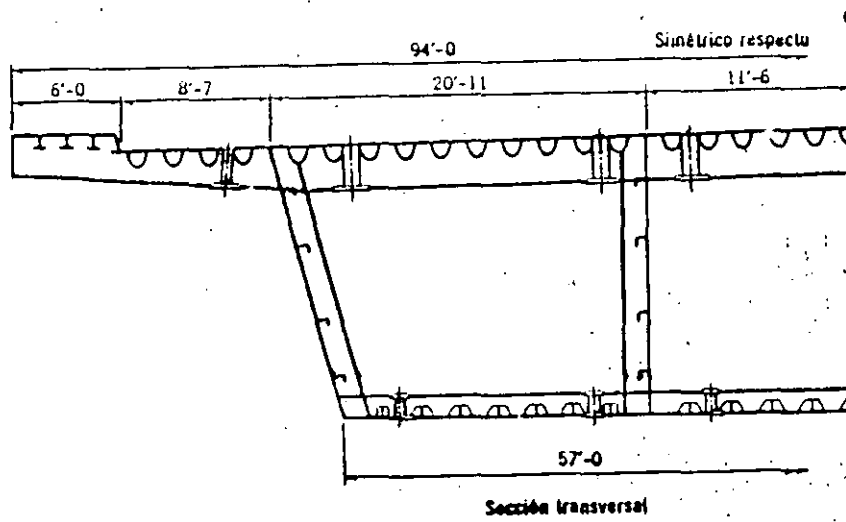
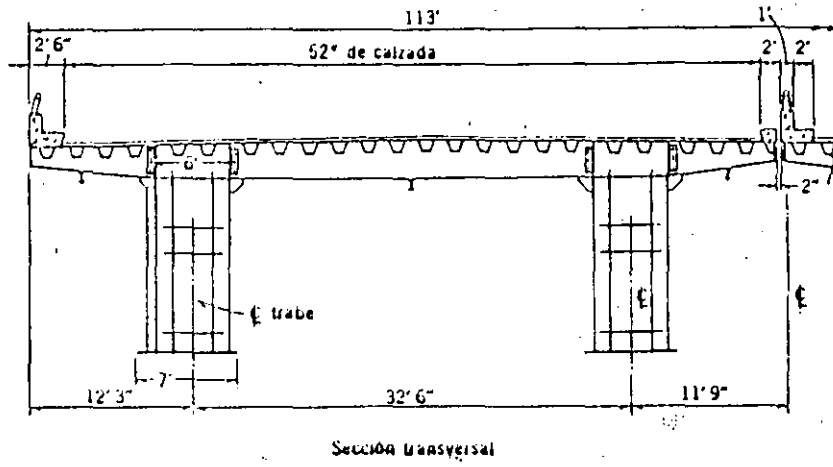
MARCO RIGIDO Y ARMADURAS.



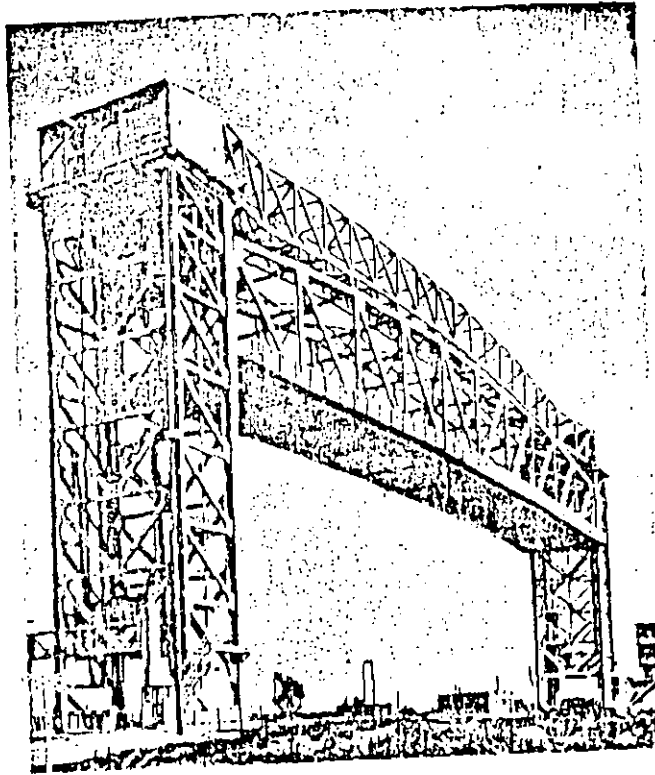
PUENTE DE TRABES DE ALMA LLENA.



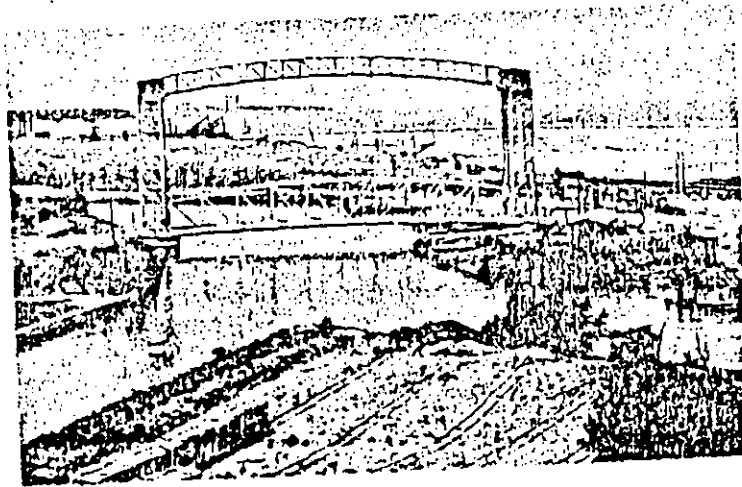
SECCIONES DE TRABES ALMA LLENA.



PUENTE ORTOTROPICO.

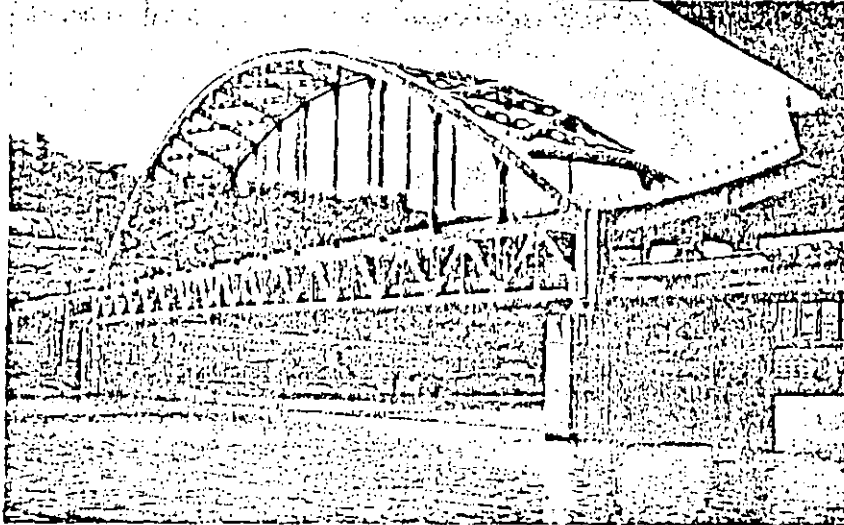


(a)

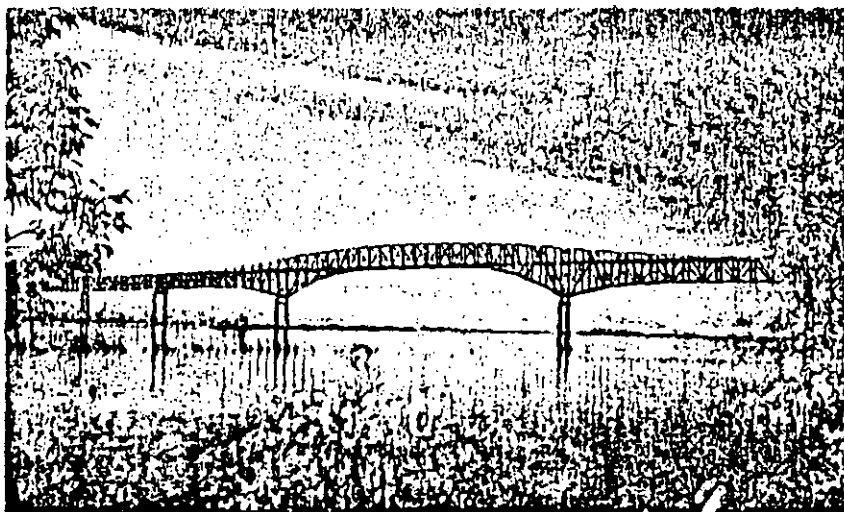


(b)

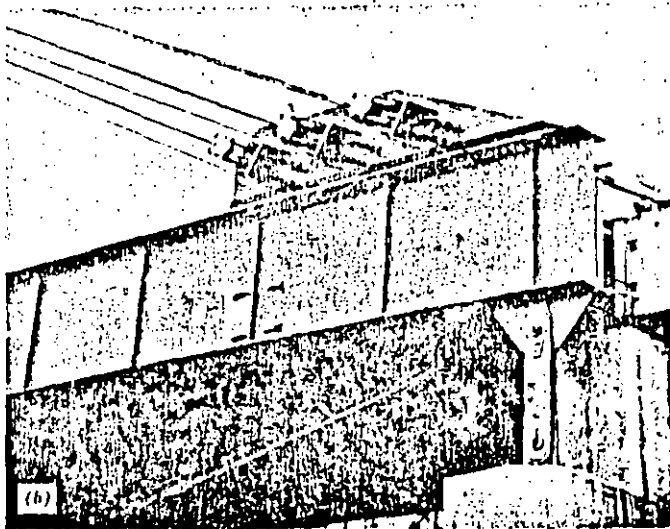
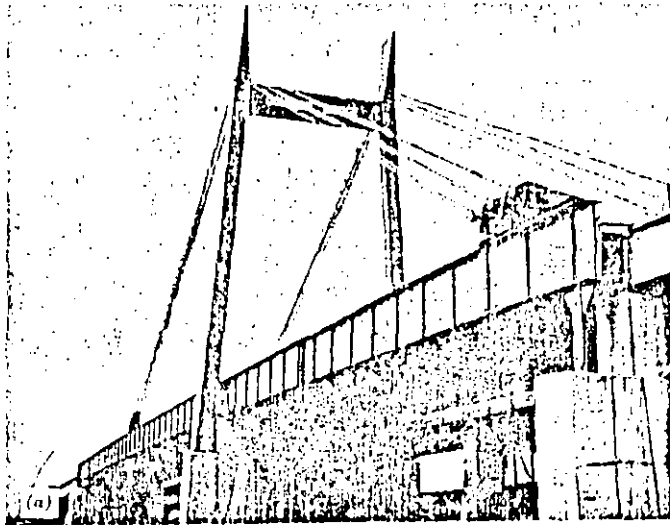
PUENTE DE ARMADURA.



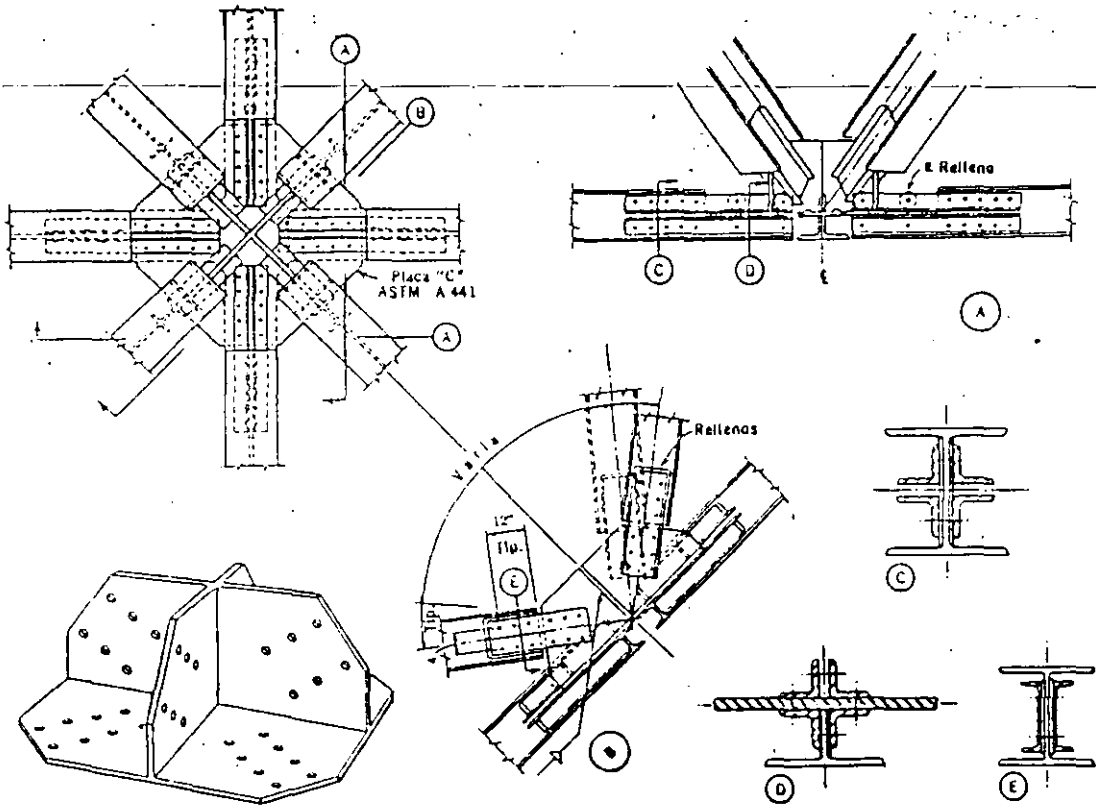
PUENTE DE ARMADURA ATIRANTADA.



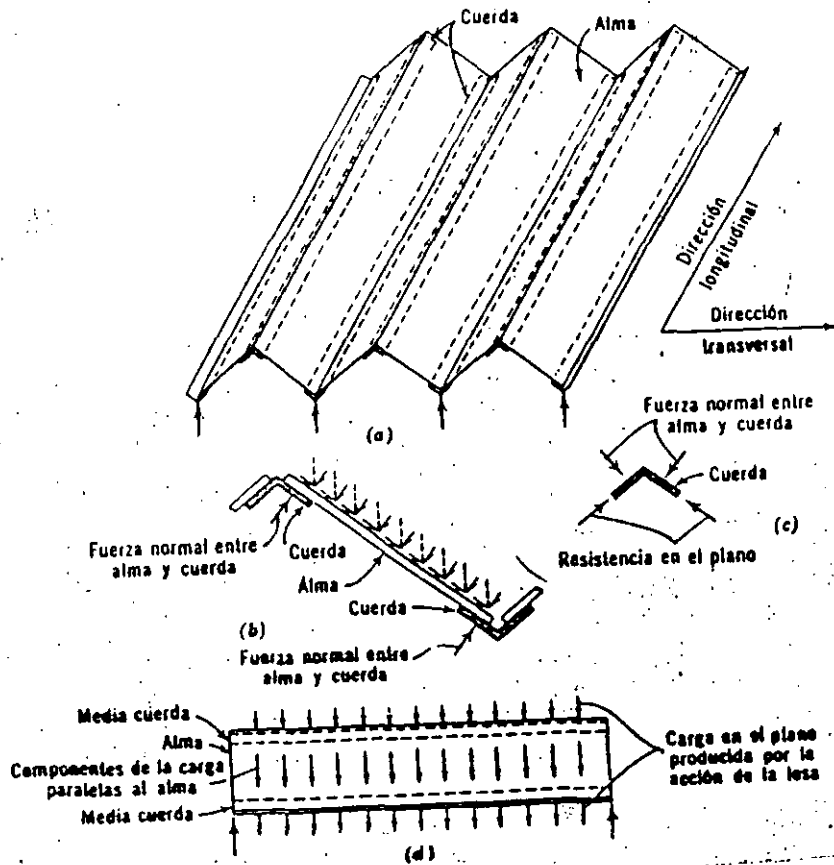
PUENTE DE ARMADURA.



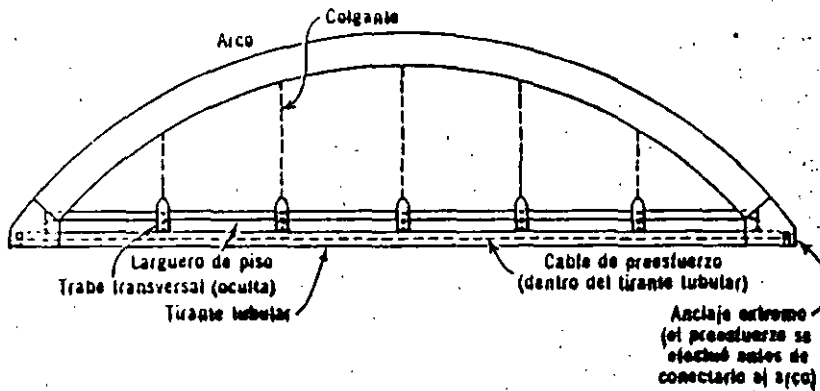
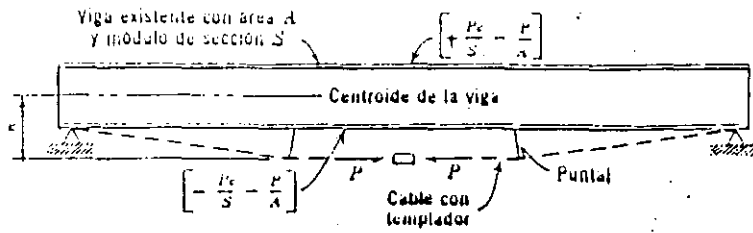
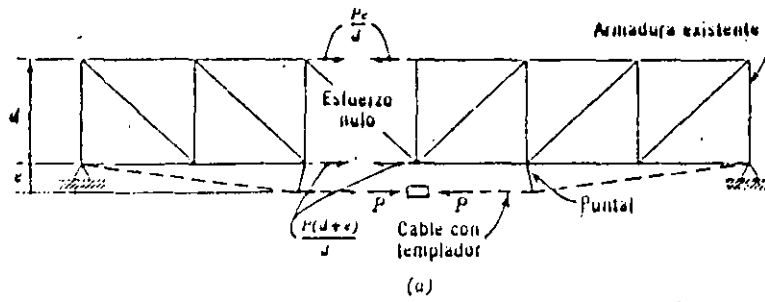
PUENTE COLGANTE CON CABLES.



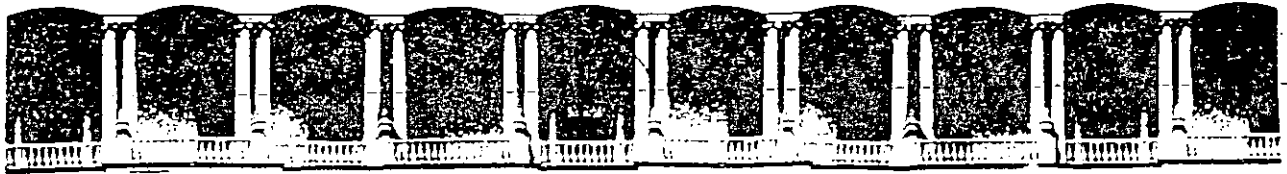
ESTRUCTURAS ESPECIALES,



ESTRUCTURAS DE CÁSCARON.



ESTRUCTURAS DE ACERO PREESFORZADO.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS ABIERTOS
V CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION
MODULO III CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO**

**TUBERIAS DE PRESION, CARACOLES, DESFOQUES Y
COMPUERTAS PARA OBRAS HIDRAULICAS**

ING. SALVADOR DEL POZZO MASTACHI

I N D I C E

PÁGINA

ESTRUCTURAS DE ACERO EN UNA PLANTA HIDROELECTRICA	1
REJILLAS DE LA OBRA DE TOMA	3
COMPUERTAS DE LA OBRA DE TOMA	6
MONTAJE	12
TUBERIA A PRESION	15
MONTAJE	20
TURBINA	24
TUBO DE ASPIRACION	27
MONTAJE	30
CARCAZA	35
MONTAJE	40
ESCUDO INFERIOR	49
MONTAJE	50
RODETE	52
FLECHA	58
MONTAJE FLECHA - RODETE	60
ALBES DIRECTRICES	01
ESCUDO SUPERIOR	64
MONTAJE	68
COMPUERTA DE DESFOGUES	72
MONTAJE	73
COMPUERTAS DE LOS TUNELES DE DESVIO	74
COMPUERTAS DE VERTEDORES	75
MONTAJE	77

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
EDUCACION CONTINUA

LAS ESTRUCTURAS DE ACERO EN UNA PLANTA HIDROELECTRICA SON VARIADAS EN FORMA, DIMENSIONES Y CALIDAD DEL ACERO; LAS ENUMERAREMOS EN ORDEN, SIGUIENDO EL FLUJO DEL AGUA.

1. OBRA DE TOMA

- REJILLAS
- COMPUERTAS AUXILIARES
- COMPUERTAS DE SERVICIO
- MECANISMOS DE OPERACION DE COMPUERTAS

2. CONDUCCION A PRESION

- TUBERIA DE PRESION

3. TURBINA

- TUBO DE ASPIRACION
- ANTEDISTRIBUIDOR O CARCAZA
- DISTRIBUIDOR
- RODETE
- FLECHA

4. DESFOGUES

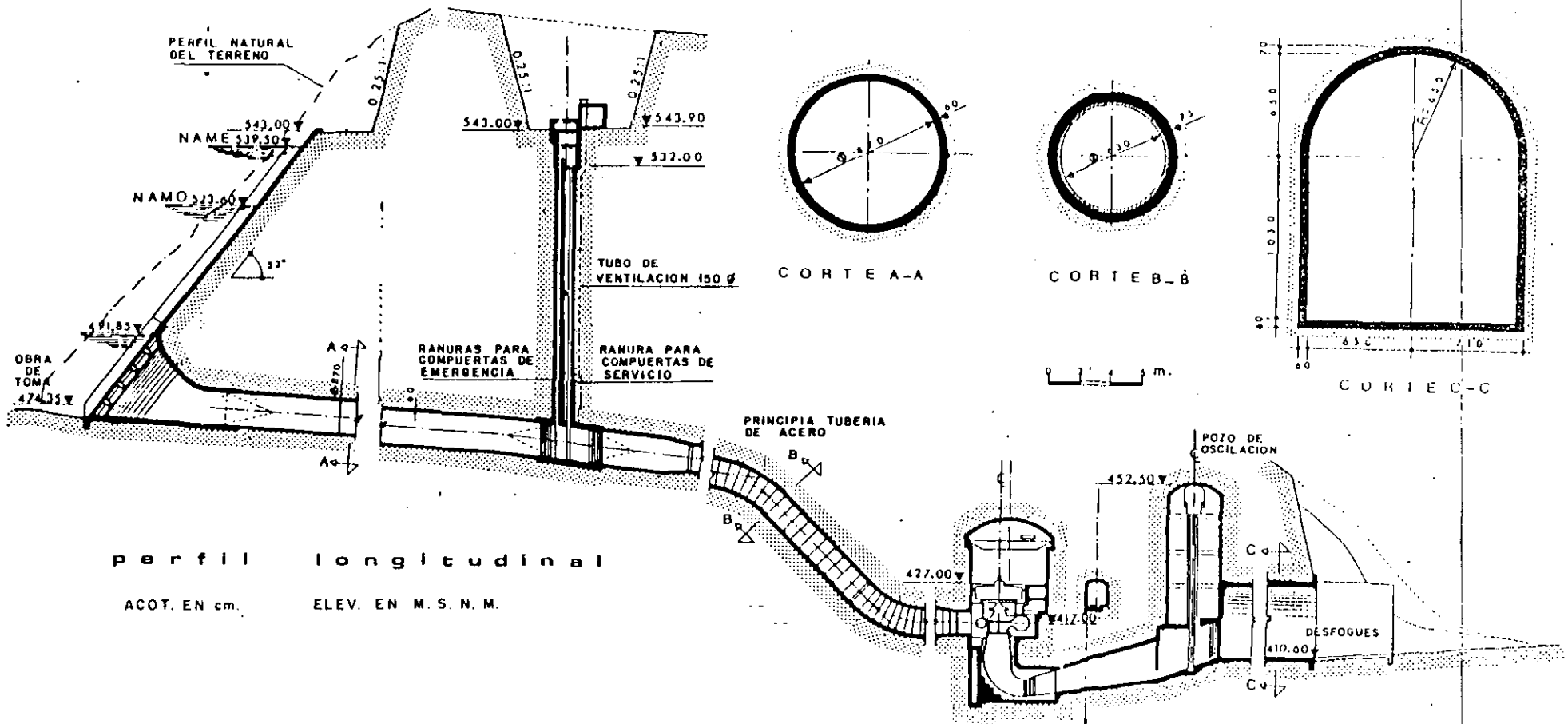
- COMPUERTAS
- GRUA PORTICO PARA COMPUERTAS

5. TUNELES DE DESVIO

- COMPUERTAS

6. VERTEDOR DE DEMASIAS

- COMPUERTAS AUXILIARES
- COMPUERTAS DE SERVICIO



perfil longitudinal

ACOT. EN cm. ELEV. EN M. S. N. M.

REJILLAS DE LA OBRA DE TOMA

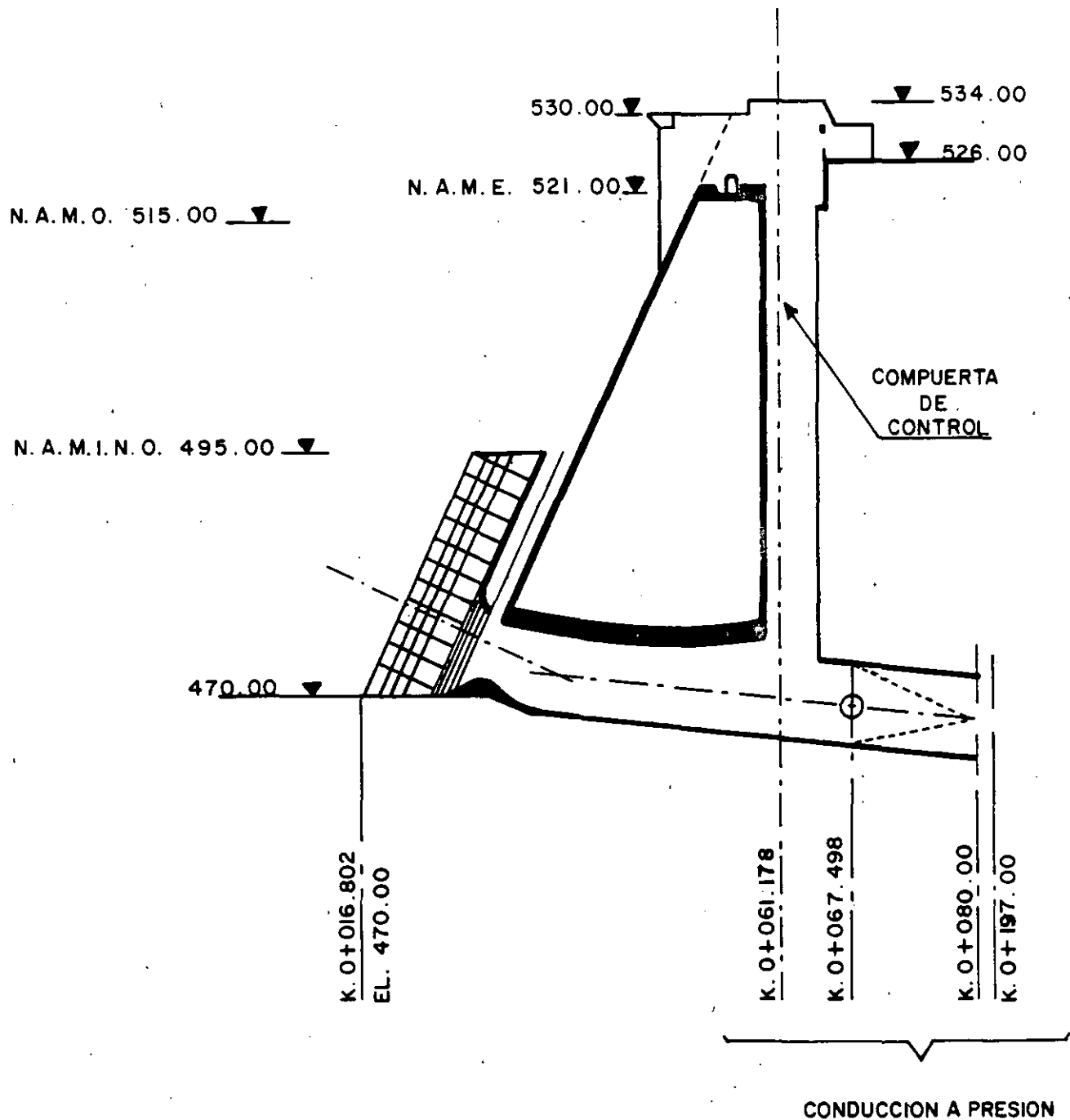
LA FUNCIÓN DE LAS REJILLAS DE OBRA DE TOMA ES EVITAR QUE CUERPOS FLOTANTES DE DETERMINADAS DIMENSIONES PENETREN A LAS PARTES DE LA TURBINA Y LA LLEGUEN A DEFORMAR CON EL GOLPE O PEOR AUN QUE OBSTRUYAN SU FUNCIONAMIENTO. SE HA DADO EL CASO DE OBJETOS QUE OBSTRUYEN ALGUNA DE LAS SALIDAS DE LA CARCAZA EN LA ZONA DE ALABES FIJOS Y EL IMPULSO DEL AGUA DEJA DE SER UNIFORME OCACIONANDO CON ELLO, CABECEOS Y CAVITACIÓN EN LAS PARTES MÓVILES COMO PUEDEN SER LOS ALABES DE CONTROL O DEL RODEANTE. EN OCASIONES ESTOS ELEMENTOS INDESEABLES PUEDEN QUEDAR ENTRE DOS ALABES MÓVILES Y CON ELLO OBSTRUYEN EL CONTROL DE VELOCIDAD DE LA TURBINA.

LA DIMENSIÓN MÁXIMA DE LA TRAMA DE LA REJILLA NORMALMENTE OSCILA ENTRE 12 A 18 CMS. DE ANCHO Y 25 A 30 CMS. DE ALTO.

LA REJILLA EN SI, PUEDE TENER DIFERENTES FORMAS: PLANA, SEMICIRCULAR, ETC., PERO EL ÁREA DE HUECOS DEBE TENER CUANDO MENOS DE TRES A CUATRO VECES EL ÁREA SUFICIENTE PARA QUE PASE AL GASTO MÁXIMO NECESARIO PARA LA OPERACIÓN DE LA TURBINA.

ANTERIORMENTE, SE LLEGARON A INSTALAR EQUIPOS LIMPIA REJAS EN ALGUNAS PLANTAS, LOS CUALES SE EMPLEABAN EVENTUALMENTE, PERO EN LA ACTUALIDAD SU USO SE HA VISTO LIMITADO DEBIDO PRINCIPALMENTE A SU COSTO; ADEMÁS, EL FACTOR DE LA PLANTA (GASTO ANUAL DEL RÍO/ GASTO ANUAL DE UNA TURBINA X EL NÚMERO DE MÁQUINAS)

OBRA DE TOMA



HA DISMINUIDO Y LAS FACILIDADES QUE BRINDAN LA AUTONOMÍA DE LOS BUZOS MODERNOS, HACE PREFERIBLE APROVECHAR LOS PAROS DE LAS MÁQUINAS PARA HACER EL MANTENIMIENTO CON PERSONAL ESPECIALIZADO. PARA EL CÁLCULO ESTRUCTURAL, DEBE CONSIDERARSE QUE ESTAS REJILLAS DEBEN SER CAPACES DE RESISTIR LA MÁXIMA PRESIÓN HIDROSTÁTICA A QUE LA SOMETA UNA OBSTRUCCIÓN TOTAL.

ES RECOMENDABLE Y CONVENIENTE QUE EN EL CUERPO DE LA REJILLA EXISTA UNA ENTRADA DE HOMBRE PARA PODER HACER LA REVISIÓN DE LOS MARCOS DE LAS COMPUERTAS, DE TAL SUERTE QUE UN BUZO LA PUEDA ABRIR O CERRAR CON FACILIDAD Y SEA TAN SEGURA QUE NO PERMITA LA POSIBILIDAD DE QUE SE CIERRE SOLA POR ACCIDENTE.

NORMALMENTE, ESTE TIPO DE ESTRUCTURAS, ESTAN UNIDAS A BASE DE SOLDADURA ELÉCTRICA Y AUNQUE NO SE EXIJE VERIFICACIÓN DE SU CALIDAD POR RADIOGRAFÍA Y PROCESO ALTERNATIVO ES MUY NECESARIA LA INSPECCIÓN VISUAL, NO SOLO DE LA APARIENCIA FINAL, SINO DE TODO EL PROCESO DE SU FORMACIÓN. ES CONVENIENTE LA VERIFICACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO SOBRE ESTE ASPECTO.

ES MUY RECOMENDABLE TAMBIÉN QUE EN EL TALLER SE HAGA UNA PRESENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA COMPLETA, VERIFICANDO LAS DIMENSIONES Y POSICIONES DE ANCLAJE. DEBIDO A QUE ESTA ESTRUCTURA NORMALMENTE PERMANECERÁ SUMERJIDA EN EL AGUA DURANTE TODA LA VIDA DE LA PLANTA, ES CONVENIENTE CONSIDERAR UN GRUESO ADICIONAL EN LOS ELEMENTOS QUE LA FORMAN.

PARA SU PROTECCIÓN, ES COMÚN QUE A LAS PIEZAS QUE POR SUS DIMENSIONES PUEDAN SER GALVANIZADAS, SE LES APLIQUE EL PROCESO DE EXTRAGALVANIZADO. EL RESTO DE LA ESTRUCTURA SE LIMPIA A METAL BLANCO CON CHORRO DE ARENA, DESPUÉS SE APLICA UNA CAPA DE PRIMARIO ANTICORROSIVO Y POSTERIORMENTE SE APLICA LA PINTURA ANTICORROSIVA.

LAS DIMENSIONES FINALES DE FABRICACIÓN ESTARÁN EN FUNCIÓN DE LAS CAPACIDADES Y DIMENSIONES DE LOS TRANSPORTES ECONÓMICAMENTE CONVENIENTES.

DURANTE SU MONTAJE ES INDISPENSABLE SEGUIR LAS INDICACIONES DEL DISEÑO Y/O DEL FABRICANTE; DONDE SE APLICA SOLDADURA DE CAMPO, SE DEBERÁ RESTITUIR LA PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN. ES NECESARIO, QUE LOS ANCLAJES QUEDEN AHOGADOS EN CONCRETO. EL EQUIPO MÁS IMPORTANTE PARA EL PROCESO DE MONTAJE ES UNA GRÚA DE CAPACIDAD ADECUADA Y ALTURA SUFICIENTE PARA COLOCAR TODOS Y CADA UNO DE LOS ELEMENTOS QUE FORMAN LAS REJILLAS.

COMPUERTAS DE OBRA DE TOMA

LA FUNCIÓN DE LAS COMPUERTAS DE OBRA DE TOMA ES EVITAR EL PASO DE AGUA A LAS CONDUCCIONES A PRESIÓN Y EN CASO DE QUE NO EXISTAN VÁLVULAS INTERMEDIAS, EVITAR TAMBIÉN EL PASO DE AGUA A LA TURBINA. LA POSICIÓN DE LA OBRA DE TOMA ESTÁ DETERMINADA A PARTIR DEL NIVEL MÍNIMO DE OPERACIÓN QUEDANDO UN COLCHÓN DE AGUA ENTRE ESTE NIVEL Y LA ENTRADA PARA EVITAR QUE SE FORMEN

VÓRTICES QUE PERMITAN EL PASO DEL AIRE AL INTERIOR DE LA MÁQUINA; POR LO ANTERIOR, PODRÍA LLEGAR A PENSARSE QUE ENTRE MÁS ABAJO ESTUVIERA LA OBRA DE TOMA SERÍA MEJOR, PERO ESTO NO ES CONVENIENTE, YA QUE PARTE DEL ALMACENAMIENTO, ESTA DESTINADO PARA AZOLVES Y POR OTRO LADO, LA CONDUCCIÓN A PRESIÓN SERÍA MÁS CARA.

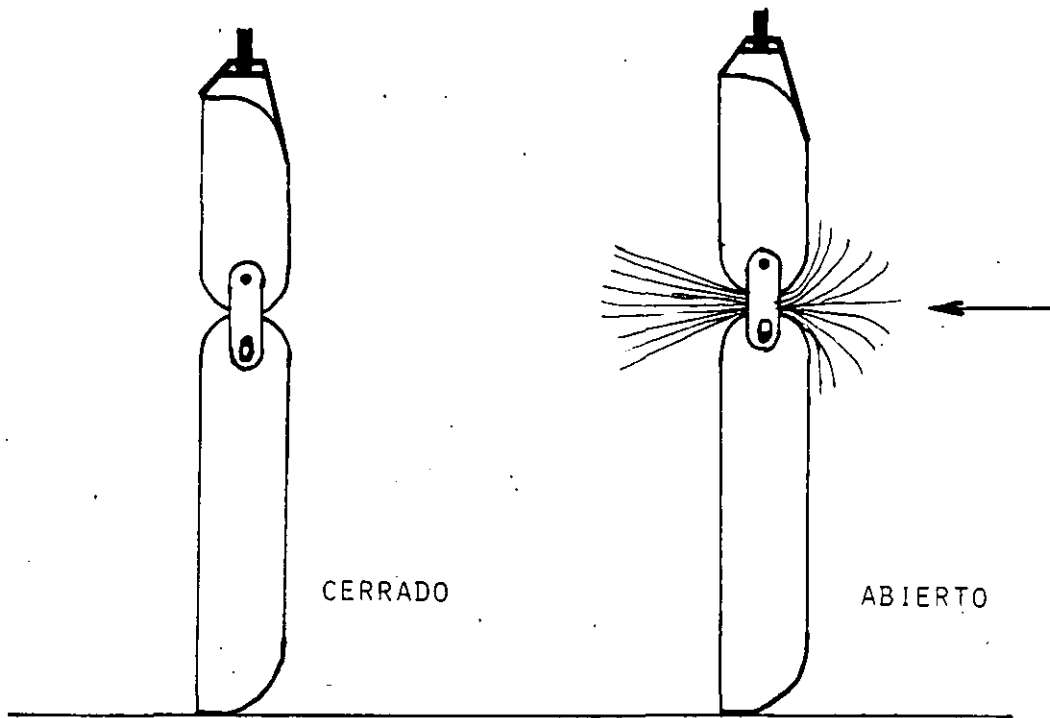
INDEPENDIEMENTE DE LA MÁQUINA, LA ALTURA DE LOS AZOLVES Y EL ESTUDIO EN EL MODELO HIDRÁULICO DE LA FORMA DE LA BOCINA DE ENTRADA, PODEMOS AFIRMAR EN TÉRMINOS GENERALES QUE LA OBRA DE TOMA SE LOCALIZA ENTRE EL 50 Y EL 60% DE LA CARGA A QUE ES TE DISEÑADA LA TURBINA.

ESTRUCTURALMENTE, LA COMPUERTA DEBE ESTAR DISEÑADA PARA RESISTIR LA PRESIÓN MÁXIMA, EL GOLPE DE ARIETE DEBIDO A UNA MALA OPERACIÓN, EL GOLPE DE UN CIERRE BRUSCO O LA TENSION POR UN EVENTUAL ATORAMIENTO.

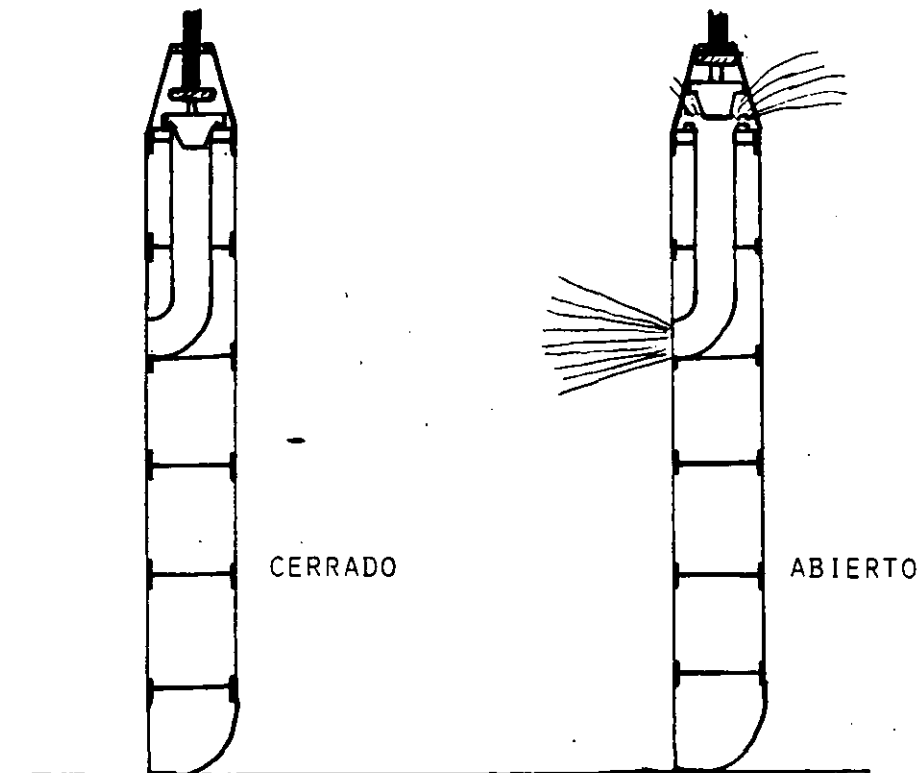
LA FABRICACIÓN SE HACE EN DOS O TRES SECCIONES DEPENDIENDO DE LAS DIMENSIONES Y EL PESO. EN SU CONSTRUCCIÓN, ESTE TIPO DE ELEMENTOS DEBEN TENER UNA VÁLVULA PARA PERMITIR EL LENTO LLENADO DE LA TUBERÍA DE PRESIÓN, CON EL OBJETO DE QUE NO SE FOR MEN CÁMARAS DE AIRE QUE AL PRESIONARSE PRODUZCAN EXPULSIONES VIOLENTAS DE AGUA POR EL CONDUCTO DE AIREACIÓN.

ESTE TIPO DE VÁLVULAS PUEDE SER DE DIFERENTES FORMAS, PERO LAS MÁS USUALES SON:

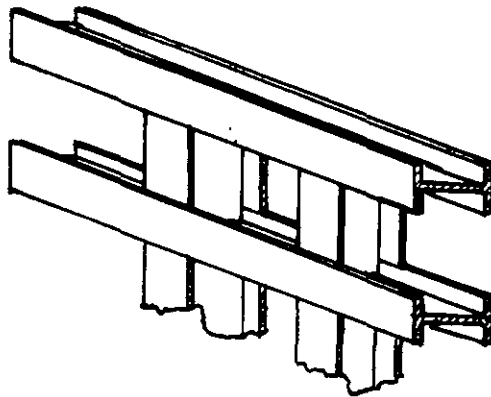
A). LA QUE LEVANTA UNA SECCIÓN SUPERIOR DE LA COMPUERTA



B). LA QUE EN EL PRIMER IMPULSO DE TENSION SÓLO LEVANTA EL OBTURADOR DE UN TUBO.



PARA SU FABRICACIÓN, DESPUÉS DE HABILITADO EL MATERIAL SE FORMAN LAS TRABES PRINCIPALES- NORMALMENTE EN SECCIÓN I - POSTERIORMENTE, SE VAN FORMANDO CUERPOS AL IR UNIENDO LAS TRABES, LUEGO SE SUELTAN LAS CARAS LATERALES Y LAS PLACAS QUE VAN A SERVIR DE PANTALLA,



DESPUÉS, POR LA PARTE INTERIOR SE SUELDA LA PLACA PERÍMETRAL QUE FORMA EL APOYO.

DURANTE TODO EL PROCESO DE SOLDADURA SE LLEVA UN ESTRICTO CONTROL DE RADIOGRAFÍA Y DONDE ÉSTE ES DIFÍCIL, LAS PRUEBAS SE HACEN CON LÍQUIDOS PENETRANTES O ULTRASONIDO; PARA LA APLICACIÓN DE LA SOLDADURA SE CALIENTAN LAS PARTES A UNIR Y NO SE PERMITEN ENFRIAMIENTOS BRUSCOS. AL FINALIZAR ESTA OPERACIÓN SE HACE EL RELEVADO DE ESFUERZOS EN HORNOS EX-PROFESO.

SI LA COMPUERTA ES DE UNA SOLA PIEZA, DESPUÉS DEL RELEVADO DE ESFUERZOS SE PASA AL MAQUINADO DE LA CARA DE APOYO PARA QUE ESTA PRESENTE UNA SUPERFICIE PULIDA Y EN UN SOLO PLANO.

SI LA COMPUERTA ES DE DOS O MÁS SECCIONES, DESPUÉS DEL RELEVA DO DE ESFUERZOS SE MAQUINAN PRIMERO LAS CARAS QUE ESTAN EN CONTACTO UNA CON OTRA, ALINEANDOLAS PERFECTAMENTE; SE HACEN LOS BARRENOS QUE VAN A SERVIR PARA COLOCAR LOS TORNILLOS QUE FIJARÁN DEFINITIVAMENTE AMBAS SECCIONES. INDEPENDIENTEMENTE DE QUE LA HOLGURA ENTRE TALADRO Y PERNO ES MÍNIMA POR LO CUAL TIENEN QUE ENTRAR A PRESIÓN, SE HACEN CUANDO MENOS DOS O TRES PERFORACIONES CÓNICAS PARA TORNILLOS ESPECIALES QUE OBLIGUEN A QUE TENGAN SU POSICIÓN CORRECTA EN EL MOMENTO DE ENSAMBLAR EN LA OBRA; ASI UNIDAS LAS SECCIONES SE PROCEDE AL MAQUINADO DE LAS OBRAS DE APOYO.

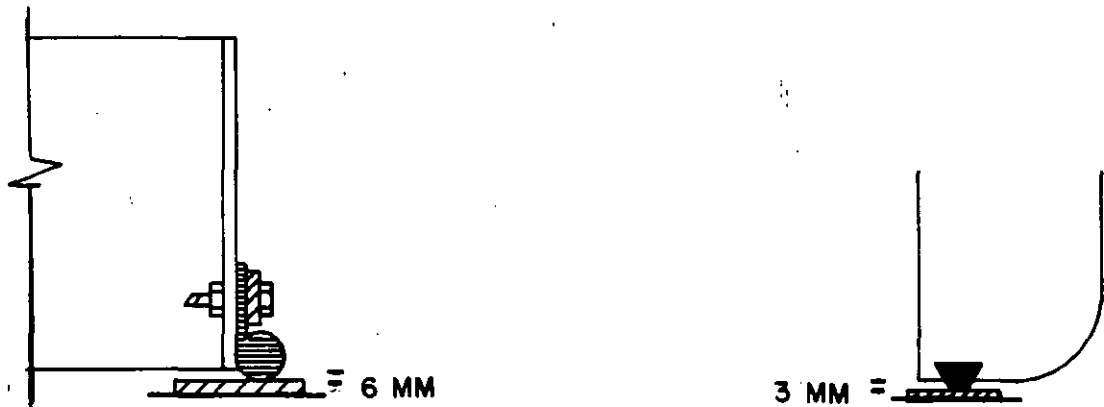
UNA VEZ TERMINADO ESTE TRABAJO, SE PROSIGUE CON LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE FIJACIÓN DEL EMPAQUE DE NEOPRENO Y LA COLOCACIÓN DE LAS RUEDAS, LAS CUALES DEBEN LLEVAR UN MECANISMO DE AJUSTE PARA QUE EN LA OBRA SUS SUPERFICIES DE CONTACTO PRESENTEN UNA SUPERFICIE ÚNICA Y PARALELA A LOS MARCOS DE APOYO Y DE RODAMIENTO. A CONTINUACIÓN SE LES PROTEGE APLICANDO PRIMARIO Y PINTURA ANTICORROSIVA.

EN LOS SISTEMAS DE OBRA DE TOMA SIEMPRE EXISTEN DOS VANOS PARA LAS COMPUERTAS, UNA DE SERVICIO Y OTRA AUXILIAR. LA COMPUERTA AUXILIAR TIENE COMO FUNCIÓN LA OBTURACIÓN DE LA CONDUCCIÓN A PRESIÓN CUANDO LA COMPUERTA DE SERVICIO SE VA A REPARAR O SE LE VA A DAR MANTENIMIENTO. SE PODRÍA PENSAR QUE DADO QUE ESTA COMPUERTA NO ESTA SUJETA A LOS MISMOS ESFUERZOS MECÁNICOS QUE LA OTRA YA QUE SIEMPRE SE COLOCA CON PRESIONES IGUALADAS DEBERÍA SER DIFERENTE; CONTRA ESTO SE HA OBSERVADO LA

CONVENIENCIA DE QUE ADEMÁS DE SU FUNCIÓN COMO AUXILIAR, PUE-
DA UTILIZARSE PARA SUSTITUIR A LA COMPUERTA DE SERVICIO EN
CASO NECESARIO. ES RECOMENDABLE QUE PARA CADA TRES COMPUER-
TAS DE SERVICIO EXISTA CUANDO MENOS UNA COMPUERTA AUXILIAR.

EN TODAS LAS ÁREAS EN DONDE SE APOYA EL SELLO DE NEOPRENO SE
INSTALA UNA PLACA DE ACERO INOXIDABLE COMO PARTE INTEGRAL,
YA SEA EN LA COMPUERTA O EN EL MARCO FIJO CON ELLO SE GARA-
NTIZA POR MUCHO MÁS TIEMPO EL BUEN FUNCIONAMIENTO DEL SELLO.

ALGUNAS FORMAS DE SELLO

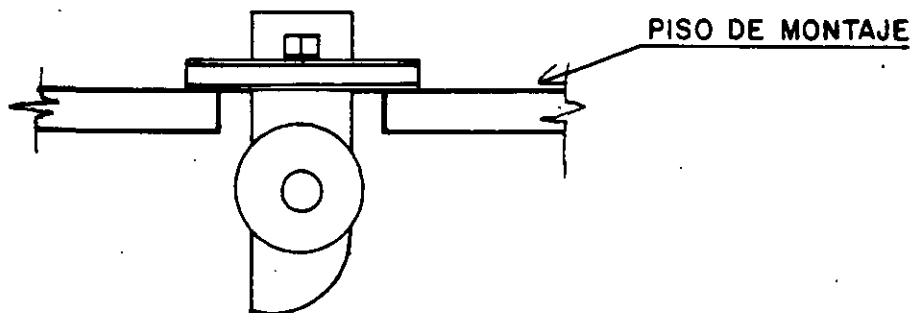


LOS MECANISMOS QUE OPERAN LAS COMPUERTAS DE SERVICIO NORMAL-
MENTE SON HIDRÁULICOS, AUNQUE TAMBIÉN PODRÍAN SER MECÁNICOS.
SE ENCUENTRAN EN LA PARTE ALTA CUANDO MENOS A LA MISMA COTA
QUE LA CORONA DE LA CORTINA. EL SERVOMOTOR VA UNIDO A LA
COMPUERTA CON ESLABONES RÍGIDOS.

MONTAJE

EL EQUIPO DE MONTAJE PUEDE SER UNA GRÚA MÓVIL CON CAPACIDAD Y ALTURA SUFICIENTE PARA MANIOBRAR CON SEGURIDAD EL ELEMENTO QUE SE VA A MONTAR; SI ELLO ES POSIBLE SE HACE USO DE UN MARCO MÓVIL QUE FORMA PARTE DEL EQUIPO A INSTALAR Y QUE SE EMPLEA PARA EL MANTENIMIENTO O REPARACIÓN DE TODAS LAS COMPUERTAS, ASI COMO PARA COLOCAR EN EL VANO NECESARIO Y PONER EN SU SITIO LA COMPUERTA AUXILIAR.

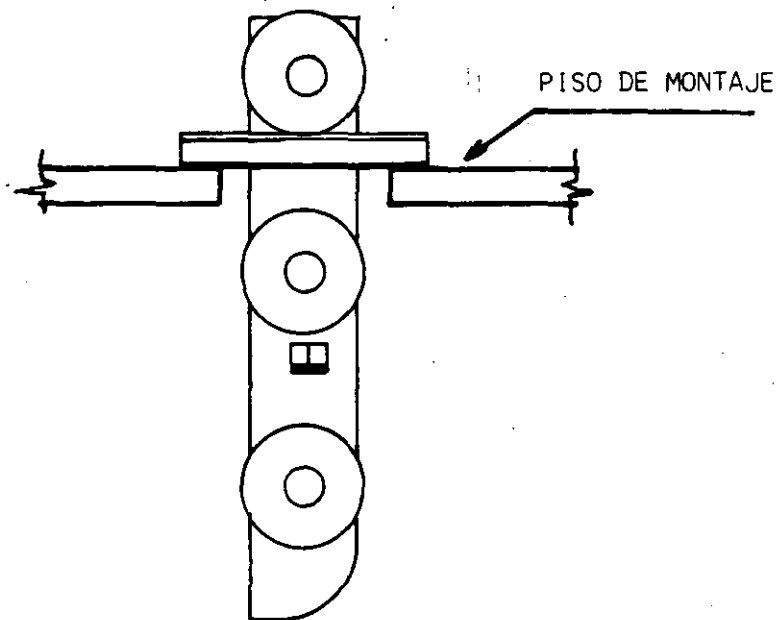
LA PRIMERA PIEZA A INSTALAR SERÁ LA PARTE INFERIOR. SE COLOCA EN EL VANO CORRESPONDIENTE Y SE APOYA SOBRE TRABES COLOCADAS A PROPÓSITO PROCURANDO QUE POR SU PROPIO PESO SE MANTENGA EN POSICIÓN Y CUIDANDO QUE SOBRESALGA DEL PISO DE MONTAJE UNA PORCIÓN DE LA MISMA QUE DÉ UNA ALTURA CÓMODA DE TRABAJO.



SE SUELTAN LOS ESTROBOS Y SE PROCEDE A COLOCAR ENTONCES LA SEGUNDA PARTE. ESTA SE COLOCA MÁS O MENOS EN POSICIÓN Y SE VA BAJANDO LENTAMENTE HASTA QUE QUEDEN A UNOS 8 Ó 10 MM LAS SUPERFICIES QUE SE VAN A UNIR, SE CORRIJE LA POSICIÓN Y SE BAJA ESTA SEGUNDA SECCIÓN HASTA QUE SÓLO EXISTA APROXIMADAMENTE 1 MM ENTRE LAS PARTES, ES DECIR, QUE PASE LUZ PERO QUE NO HAYA CONTACTO.

SE COLOCAN LOS PERNOS CÓNICOS PARA CENTRAR LOS TALADROS Y SE LLEGAN POCO A POCO CON SU ARANDELA DE PRESIÓN Y SU TUERCA, CUANDO SE PIERDA LA LUZ ENTRE AMBAS SUPERFICIES SE PROCEDE A LA COLOCACIÓN DE LOS DEMÁS PERNOS, PARA ESTA OPERACIÓN ES MUY CONVENIENTE QUE LOS PERNOS PUDIERAN ESTAR A MENOR TEMPERATURA QUE LAS SECCIONES, UNA VEZ PUESTOS TODOS LOS PERNOS SE VAN APRETANDO UNIFORMEMENTE HASTA LLEGAR A LA PRESIÓN ESPECIFICADA; SE LEVANTAN LAS DOS SECCIONES UNIDAS, SE RETIRAN LAS TRABES DE APOYO, SE BAJAN NUEVAMENTE ESTAS SECCIONES HASTA UNA POSICIÓN CÓMODA DE TRABAJO Y SE REPITE LA MANIOBRA,

LA JUNTA FORMADA POR LAS SECCIONES SE SELLA CON UN DELGADO CORDÓN DE SOLDADURA EN LAS CARAS DE CONTACTO CON EL AGUA. ÉSTA SOLDADURA ES TAN SUPERFICIAL Y LIGERA QUE NO AFECTA A LA ESTRUCTURA.



TANTO ESTA SOLDADURA COMO LOS RASPONES PRODUCTO DE LAS MANIOBRAS SE RESANAN CON EL MISMO TIPO DE PINTURA ANTICORROSIVA, SE SIGUE ENTONCES A LA COLOCACIÓN DE LOS SELLOS DE NEOPRENO PROCURANDO QUE TODA SU SUPERFICIE DE CONTACTO CON EL MARCO FIJO FORME UN SOLO PLANO EN LA POSICIÓN MARCADA

POR LAS ESPECIFICACIONES. ASIMISMO, SE VERIFICA O SE AJUSTA EN SU CASO LA POSICIÓN DE LA SUPERFICIE DE CONTACTO DE LAS RUEDAS; CONCLUIDO LO ANTERIOR SE BAJA LA COMPUERTA HASTA UNA POSICIÓN EN LA CUAL PERMITA INSTALAR EL PRIMER ESLABÓN ENTRE EL SERVOMOTOR Y LA COMPUERTA, A PARTIR DE ENTONCES SÓLO CON EL AUXILIO DEL MECANISMO DE OPERACIÓN QUE ES EL SERVOMOTOR SE PUEDEN IR ADICIONANDO LOS ESLABONES HASTA QUE LLEGA A SU POSICIÓN DE CIERRE.

DESPUÉS DE VERIFICAR QUE LA COMPUERTA SE SELLA CORRECTAMENTE Y SE APOYA EN LA POSICIÓN PREESTABLECIDA SE PROCEDE AL AJUSTE DE SU MECANISMO.

LA VELOCIDAD DE ELEVACIÓN DEBE SER UNIFORME, Y DEPENDIENDO DEL TIPO Y CONDICIONES DE CADA PROYECTO PODEMOS CONSIDERARLA DE APROXIMADAMENTE 1 CM.POR SEGUNDO.

EL SISTEMA DE OPERACIÓN ESTÁ DISEÑADO PARA QUE EL CIERRE DEL 80% DE LA COMPUERTA SE EFECTUE EN UN LAPSO DE TRES A CUATRO SEGUNDOS, Y EL 20% RESTANTE SE LLEVA A CABO EN UN TIEMPO DE TRES A CUATRO MINUTOS ; LA APERTURA COMO YA DIJIMOS, SE HACE A VELOCIDAD CONSTANTE, PERO TIENE UNA ORDEN DE PARO AL LLEGAR A LA ABERTURA MÁXIMA DE LA VÁLVULA DE LLENADO; PERMANECE EN ESTA POSICIÓN HASTA QUE LA TUBERIA ESTÁ COMPLETAMENTE LLENA Y LAS PRESIONES DE UNO Y OTRO LADO SE HAN IGUALADO, SÓLO - ENTONCES SE PUEDE ABRIR EL RESTO DE LA COMPUERTA.

TUBERIA A PRESION

LA FUNCIÓN DE ESTA ESTRUCTURA ES CONDUCIR EL AGUA A LA TURBINA, GARANTIZANDO SIEMPRE UN VOLUMEN MÁXIMO A VELOCIDADES ESPECIFICAS.

SU DISEÑO ESTA REGIDO POR LAS PRESIONES MÁXIMAS QUE DEBE SOPORTAR; LA INTERIOR, DEBIDO A LA ALTURA Y SOBREPRESIÓN DE UN RECHAZO DE CARGA O GOLPE DE ARIETE; O LA EXTERIOR, POR EL EFECTO DE LA CARGA HIDROSTÁTICA Y LA ACCIÓN QUE EJERZA LA ROCA SOBRE EL TUBO.

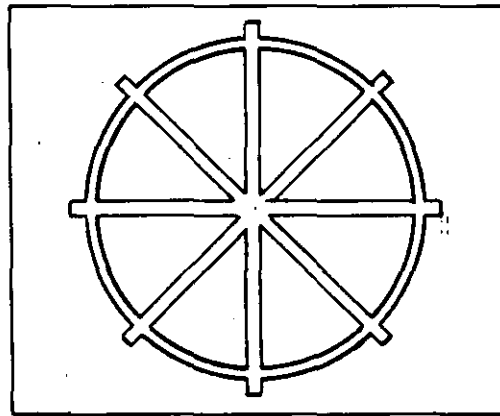
LA CALIDAD DEL ACERO A EMPLEAR ESTÁ ESPECIFICADA POR EL DISEÑADOR; DEPENDIENDO DE LAS DIMENSIONES CON LAS QUE SE ELABORAN LAS PLACAS SE FORMAN LOS ANILLOS, PERO DEBE TENERSE EN CUENTA QUE ENTRE MENOR CANTIDAD DE SOLDADURA SE UTILICE SERÁ MÁS ECONÓMICA SU FABRICACIÓN; ES MUY CONVENIENTE QUE TODAS LAS PLACAS QUE FORMAN UN ANILLO SEAN DE LA MISMA DIMENSIÓN.

POR AHORRO Y FACILIDAD DE MANEJO SERÍA DESEABLE QUE TODA LA FABRICACIÓN DE LA TUBERIA SE HICIERA EN LA OBRA, EN MÉXICO, NORMALMENTE SE HACE PARTE EN LA FÁBRICA Y PARTE EN LA OBRA.

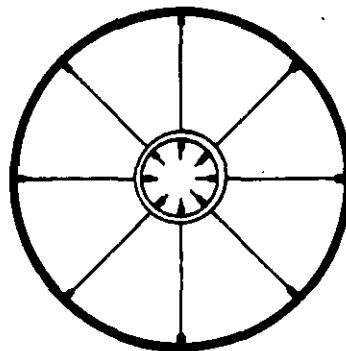
PARA HABLAR DE UN EJEMPLO EN PARTICULAR, VAMOS A CONSIDERAR QUE CADA ANILLO DE TUBERÍA SE FORMA DE TRES PLACAS Y QUE SE HACE PARTE EN LA FÁBRICA Y PARTE EN LA OBRA. CUANDO LLEGA LA PLACA A LA FÁBRICA, SE CONSIDERA QUE EL CONTROL DE CALIDAD EN DIMENSIONES Y RESISTENCIA ES CORRECTO.

~~LO PRIMERO QUE TENEMOS QUE HAGER ES RECORTAR LAS PLACAS A LO~~
ANCHO Y A LO LARGO SEGUN SE ESPECIFIQUE, PROCURANDO APROVE-
CHAR EL CORTE PARA HACER LOS BISELES QUE SE HAYAN MARCADO,
SE ROLA LA PLACA PARA DARLE EL RADIO DE CURVATURA CORRESPON-
DIENTE, Y EN ESAS CONDICIONES SE HACE EL EMBARQUE A LA OBRA.

EN LA OBRA SE PREPARA UNA MESA DE FORMADO DE ANILLOS, CON
LAS UNICAS CONDICIONES DE QUE SEA DE LAS DIMENSIONES ADECUA-
DAS Y ESTE NIVELADA; SE FIJA EN ELLA UNA "ARAÑA" CON RIELES
O VIGAS I CON EL OBJETO DE FACILITAR EL MOVIMIENTO PARA EL
AJUSTE DE LAS SECCIONES DEL ANILLO.



UNA VEZ QUE LAS SECCIONES ESTÁN EN SU POSICIÓN SE PUNTEAN
LAS UNIONES Y POR EL INTERIOR SE COLOCA UNA SEGUNDA ARAÑA DE
TENSORES PARA CONSERVAR LA CIRCULARIDAD DEL TUBO DURANTE LA
SOLDADURA Y LAS MANIOBRAS.





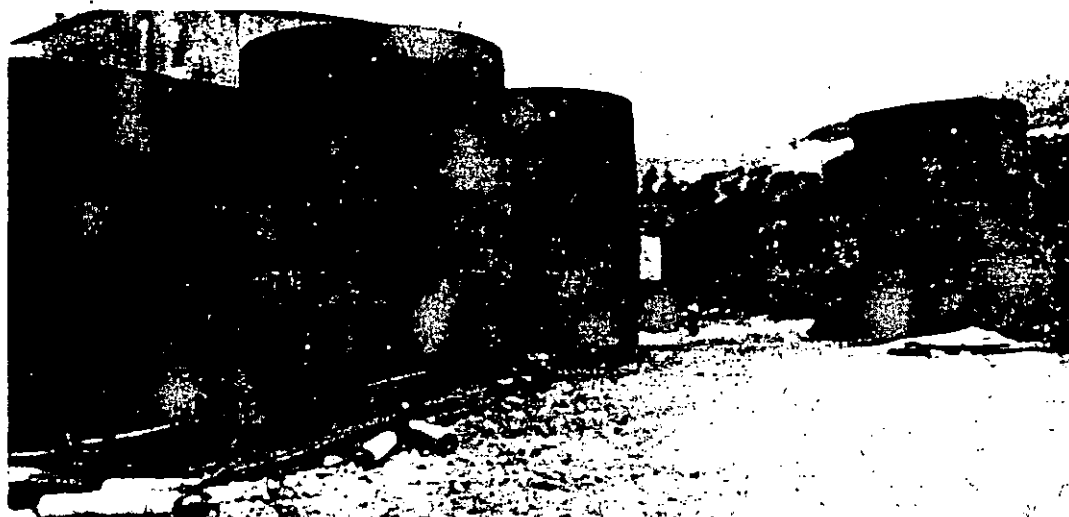
DETALLE DE LA TUBERIA DE PRESION

NÓTENSE LAS PERFORACIONES PARA INYECCIÓN CONCRETO-ROCA Y LA ARAÑA DE TENSORES PARA CONSERVAR LA FORMA

DESPUÉS DE LOS PRIMEROS CORDONES DE SOLDADURA Y CUANDO SE CONSIDERA QUE TIENEN SUFICIENTE RESISTENCIA LAS UNIONES, SE PASAN LOS ANILLOS A OTRA MESA EN DONDE SE TERMINAN DE SOLDAR Y SE HACE EL ANALISIS RADIOGRÁFICO.

NORMALMENTE, CADA SECCIÓN DE TUBERÍA QUE SE PREPARA PARA SU MONTAJE ESTA FORMADA POR DOS O TRES ANILLOS, TENIENDO BUEN CUIDADO DE IR TRASLAPANDO LAS SOLDADURAS LONGITUDINALES COMO UN ARREGLO DE LADRILLOS POR OBIAS RAZONES. DESPUÉS DE LA VERIFICACIÓN DE CALIDAD DE LA SOLDADURA PERÍMETRAL ESTA SECCIÓN QUEDA LISTA PARA SER COLOCADA. CON EL SISTEMA ANTERIOR SE VAN FORMANDO CADA UNA DE LAS SECCIONES DEL DISEÑO. ES NECESARIO HACER NOTAR QUE LOS CODOS Y LAS REDUCCIONES REQUIEREN DE MAS CUIDADO EN SU FORMACIÓN.

AUNQUE SE PODRÍA IR MONTANDO CONFORME SE VAN TERMINANDO CADA UNA DE LAS SECCIONES, ES RECOMENDABLE TENER TODA LA TUBERÍA LISTA PARA QUE SU COLOCACIÓN NO SE VEA INTERRUMPIDA POR PROBLEMAS DE FABRICACIÓN. ASIMISMO, ES CONVENIENTE HACER LAS PERFORACIONES PARA LAS FUTURAS INYECCIONES DE CONSOLIDACIÓN DE LA ROCA Y LAS DE CONCRETO ROCA.





TUBERIA DE PRESSION TERMINADA PUESTA EN ORDEN DE COLOCACION

MONTAJE

EL PROCESO DE MONTAJE DE LA TUBERÍA A PRESIÓN QUE HA DADO RESULTADO EN LOS MONTAJES REALIZADOS EN TÚNELES, ES EL SIGUIENTE:

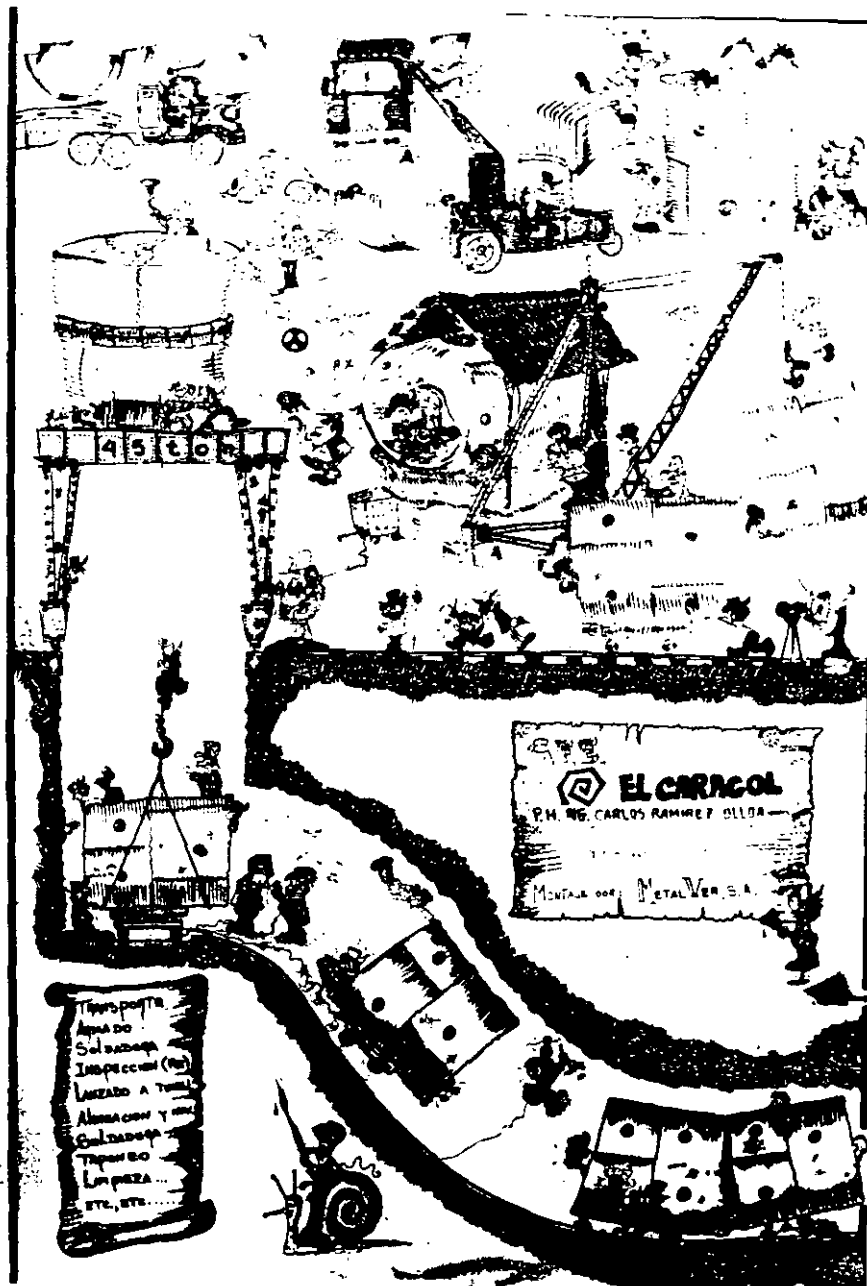
- 1). SE TIENDE UNA VÍA DE LA CAPACIDAD ADECUADA A LO LARGO DEL TÚNEL TENIENDO CUIDADO DE QUE QUEDE PERFECTAMENTE ANCLADA AL PISO.
- 2). SE FABRICA UN CARRO PORTADOR QUE SOPORTE EL TUBO MÁS PESADO Y CON UNA DISTANCIA ENTRE EJES QUE NOS PERMITA APOYARLOS SIEMPRE, AÚN EN LAS CURVAS.
- 3). SE COLOCA UN MALACATE EN LA PARTE SUPERIOR CAPAZ DE SOPORTAR LA TENSIÓN MÁXIMA CON UN COEFICIENTE DE SEGURIDAD SUPERIOR A DOS.
- 4). SE HACE UN ESCANTILLÓN LIGERO QUE REPRESENTA A LA PIEZA MÁS VOLUMINOSA
- 5). SE MONTA EL ESCANTILLÓN SOBRE EL CARRO PORTA-TUBOS Y SE HACE LA PRUEBA DE PASAR ESTA ESTRUCTURA POR TODO EL TÚNEL, ESTA OPERACIÓN NOS DARÁ LA OPORTUNIDAD DE VERIFICAR SI ES O NO NECESARIO HACER ALGÚN PEINE ANTES QUE SE META LA ESTRUCTURA DEFINITIVA, ASIMISMO, NOS DARÁ OCASIÓN DE CONOCER EL COMPORTAMIENTO DEL CARRO.



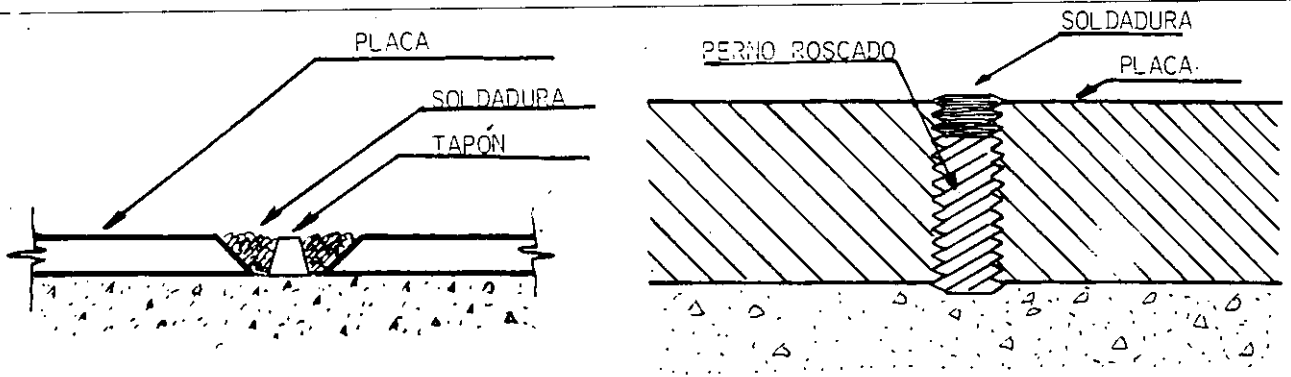
INTRODUCCION DE UNA SECCION DE LA TUBERIA DE PRESION
DENTRO DEL TUNEL.

~~6). SE METE LA PRIMERA PIEZA HASTA SU CADENAMIENTO~~

- 7). SE NIVELA, ALÍNEA Y SE TROQUELA CONTRA LAS PAREDES Y EL PISO DEL TÚNEL.
- 8). EN ALGUNOS CASOS ES CONVENIENTE HACER EL COLADO DE EMPAQUE DE ESTE TRAMO .
- 9). SE REPITEN LOS PASOS 6 Y 7 CON CADA UNA DE LAS SECCIONES SIGUIENTES, HACIENDOSE LAS SOLDADURAS PERIMETRALES CORRESPONDIENTES Y VERIFICANDO CON RADIOGRAFIA SU CALIDAD
- 10). APROXIMADAMENTE A CADA 20 M. DEBERÁN HACERSE LOS COLADOS DE CONCRETO PARA EMPACAR EL TUBO.
- 11). CUANDO SE LLEGA A UN CODO, ES IMPORTANTE QUE ESTA ZONA QUEDE COLADA, GARANTIZANDONOS UN MEJOR APOYO PARA LAS DEMÁS PIEZAS.
- 12). UNA VEZ EFECTUADA LA INYECCIÓN DE CONSOLIDACIÓN DE LA ROCA Y EL CONTACTO CONCRETO ROCA, SE SUELDAN LAS TAPAS.
- 13). PARA EFECTUAR LA CONSOLIDACIÓN CONCRETO-TUBO, SE PERFORA LA PLACA - CON UN TALADRO DE APROXIMADAMENTE $\frac{1}{2}$ " Ø - SE ROSCA ESTA PERFORACIÓN CON CUERDA STANDARD PARA TORNILLO. UNA VEZ QUE SE HA LLEVADO A CABO LA INYECCIÓN SE METE UN PERNO ROSCADO DEJANDOLO SOBREMETIDO APROXIMADAMENTE EL DIÁMETRO DEL TALADRO, Y ESTE ESPACIO SE RELLENA CON SOLDADURA.



CARTON HUMORISTICO DEL PROCESO DE MONTAJE DE LA TUBERIA DE PRESION.



14). SE RETIRAN TODAS LA ARAÑAS DE FORMADO Y SE PULE TODA LA SOLDADURA INTERIOR, MÁS TARDE SE LIMPIA A CHORRO DE ARENA A METAL BLANCO Y POSTERIORMENTE SE APLICA UN RECUBRIMIENTO DE PINTURA DE ALQUITRÁN DE HULLA PARA LA PROTECCIÓN FINAL..

TURBINA

LA TURBINA SE PUEDE DEFINIR COMO UN MOTOR HIDRÁULICO DISEÑADO EN TAL FORMA, QUE APROVECHA EL PASO DEL AGUA, PARA PRODUCIR EL MOVIMIENTO GIRATORIO DE LA FLECHA MOTRIZ.

Á PARTIR DE LA RUEDA GIRATORIA PARA LOS ANTIGUOS MOLINOS DE GRANO QUE SE COLOCABAN APROVECHANDO EL PASO DE LA CORRIENTES DE AGUA, LA TECNOLOGIA HA AVANZADO PRODUCIENDO MOTORES HIDRÁULICOS DE UNA GRAN EFICIENCIA Y SOFISTICADOS SISTEMAS DE CONTROL.

LUMBRERA DE BUSES

11.05

11.05

CASA DE MAQUINAS
UNIDADES

1000

900

428.400

TUNEL DE ACCESO

420.400

GENERADOR

TURBINA

TUBERIA A PRESION

406.000

DESFOGUE

CARCAMO DE BOMBEO

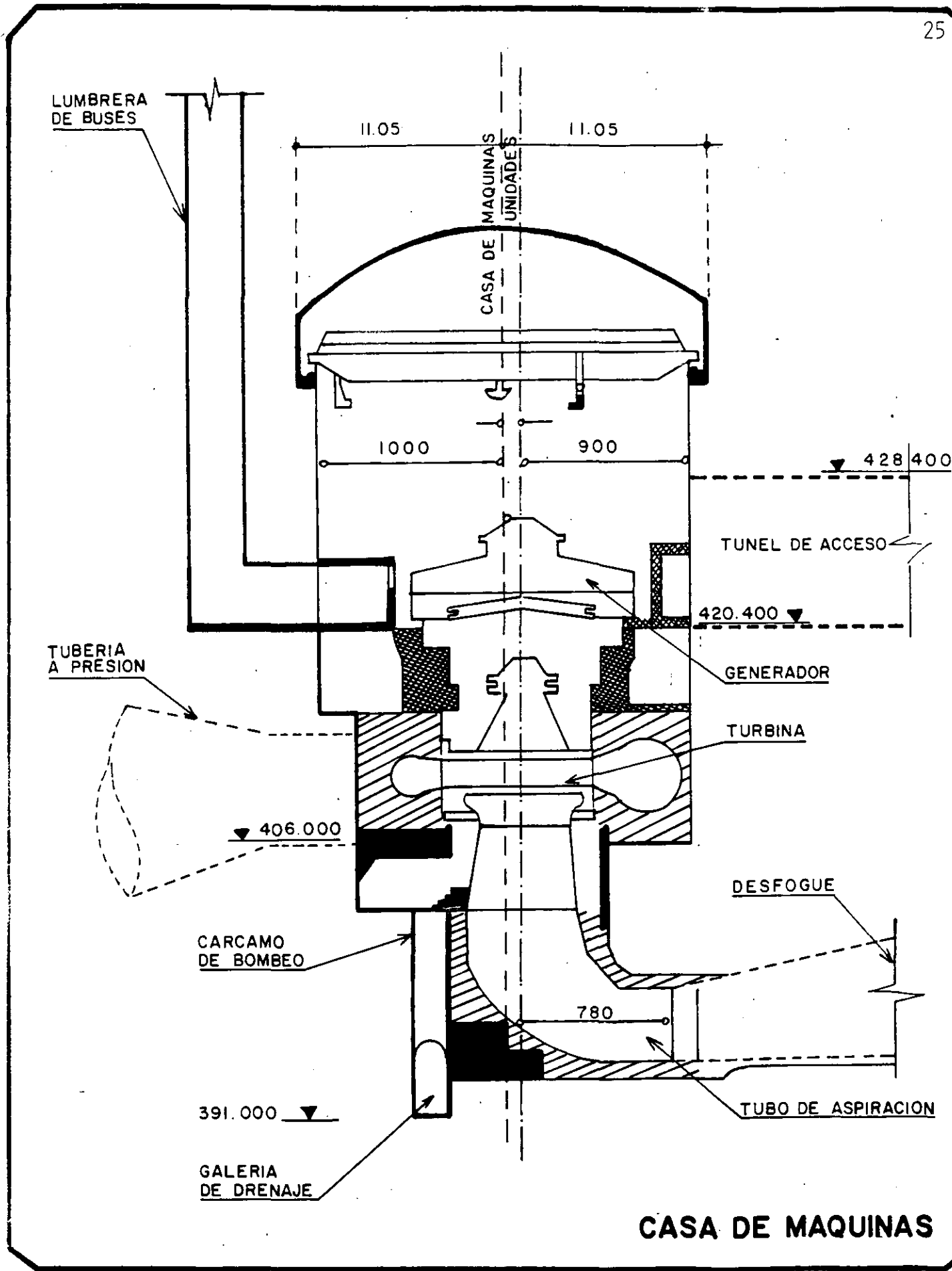
780

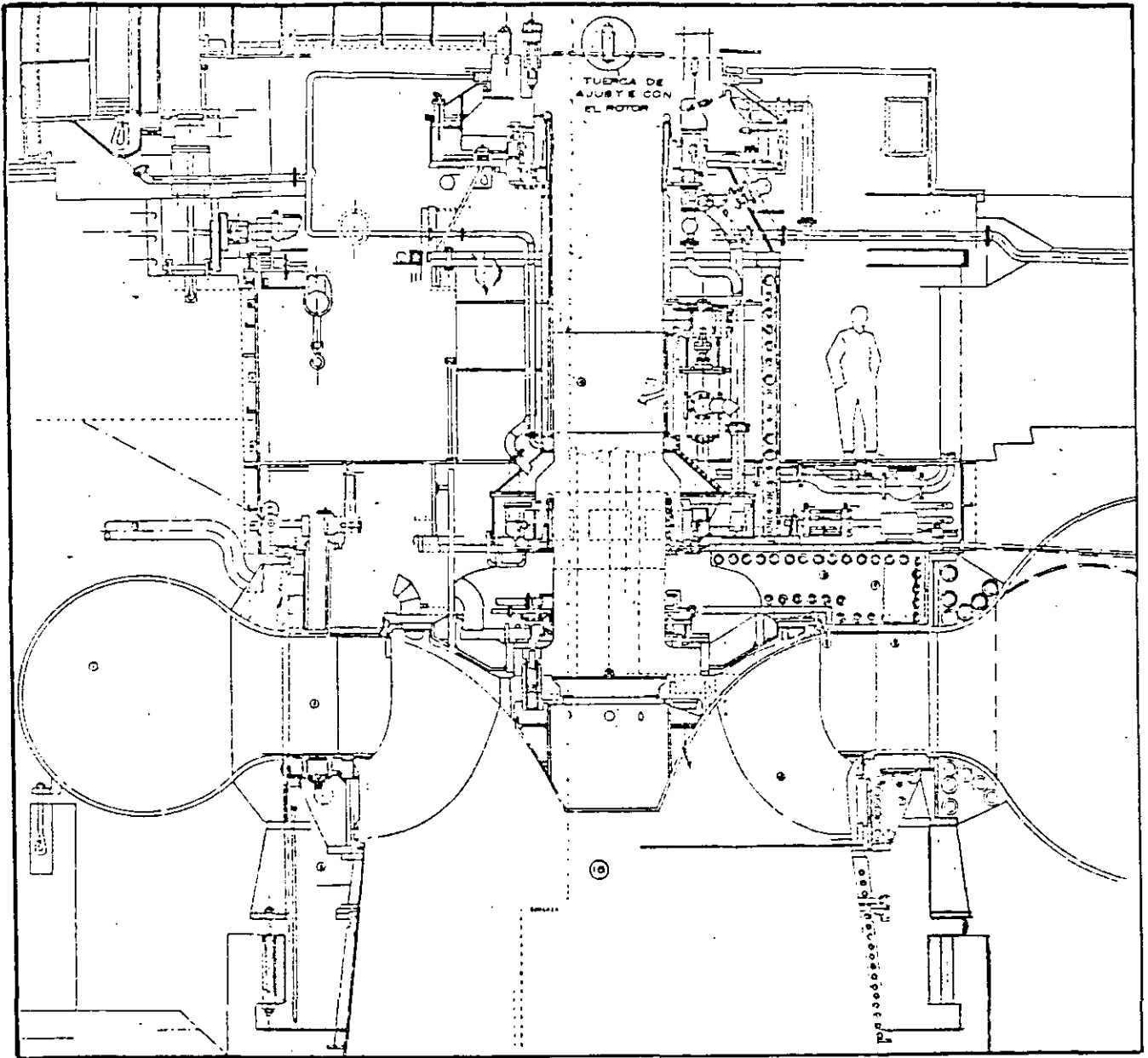
391.000

TUBO DE ASPIRACION

GALERIA DE DRENAJE

CASA DE MAQUINAS





CORTE TRANSVERSAL DE LA TURBINA

POR SU TIPO, LAS TURBINAS HIDRÁULICAS MÁS USUALES SON:

" PELTON" : DE BAJO GASTO Y ALTA VELOCIDAD

" FRANCIS" : DE GASTO MEDIO Y MEDIA VELOCIDAD, Y

" KAPLAN" : DE GRAN VOLUMEN DE AGUA Y BAJA VELOCIDAD

AUNQUE AL PRINCIPIO DE LA HIDROELECTRICIDAD EN MEXICO SE LLEGARON A TENER LAS TURBINAS DEL TIPO PELTON MÁS GRANDES DEL MUNDO, EN LA ACTUALIDAD LAS QUE MÁS AUJE TIENEN SON LAS DEL TIPO FRANCIS. EN ESTE CURSO, NOS OCUPAREMOS DE ÉSTAS.

LAS PARTES ESTRUCTURAL-METÁLICAS MÁS IMPORTANTES DE UNA TURBINA TIPO FRANCIS, SON: EL ANTEDISTRIBUIDOR, EL DISTRIBUIDOR, EL RODETE, LA FLECHA Y EL TUBO DE ASPIRACIÓN.

ESTA DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES DE UNA TURBINA CORRESPONDE AL FLUJO DEL AGUA. A CONTINUACIÓN HABLAREMOS DE ELLAS SIGUIENDO LA SECUENCIA DE MONTAJE.

EL TUBO DE ASPIRACION

SU FUNCIÓN ES CONducir EL AGUA DESPUÉS DE TURBINADA AL DUCTO DE DESFOGUE QUE COMUNICA CON EL CAUCE DEL RÍO . SUS DIMENSIONES DEPENDEN DE LA POSICIÓN DE LA TURBINA CON RESPECTO A LA SALIDA DEL AGUA AL RIO, DEL GASTO Y DEL ARREGLO ESPECÍFICO DE LA PLANTA. ES NORMAL SUSPENDER EL BLINDAJE DE ACERO Y EMPLEAR EXCLUSIVAMENTE CONCRETO REFORZADO CUANDO LAS VELOCIDADES DEL AGUA SON INFERIORES A 5 M/SEG. EN LA ZONA DE LA

CONEXIÓN CON EL ANTEDISTRIBUIDOR EL TUBO ES DE FORMA CIRCULAR Y CONTINUA AUMENTANDO LA SECCIÓN EN FORMA DE BOCINA, TRATANDO DE LLEVAR SIEMPRE UNA FORMA HIDRODINÁMICA QUE IMPIDA IRREGULARIDADES EN EL FLUJO DEL AGUA, LAS QUE NOS PRODUCEN CAVITACIÓN.

SU FABRICACIÓN ES A BASE DE PLACAS UNIDAS CON SOLDADURA, REFORZANDO LOS MARCOS EXTERIORES CON ÁNGULOS O VIGAS I PARA DARLES RIGIDEZ.

CON BASE EN EL DISEÑO SE CORTAN LAS PLACAS, SE HACEN LOS BISELES Y SE REALIZA LAS VENTANAS CIRCULARES PARA EL COLADO Y SE ROLAN LAS PLACAS QUE LO NECESITEN. EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN SE ESPECIFICA QUE SE DEBE LLEVAR A CABO SU PRESENTACIÓN COMPLETA EN LA FABRICA.

CUANDO LA FABRICACIÓN SE HACÍA EN EL EXTRANJERO, SE ENVIABA A LA OBRA EN TAL FORMA QUE OCUPARÁ EL MENOR VOLUMEN, CASI PLACA POR PLACA, POR ECONOMIA EN EL TRANSPORTE. EN LA ACTUALIDAD YA SE FABRICA EN MÉXICO, Y RESULTA MÁS CONVENIENTE ENVIARLA A LA OBRA EN SECCIONES MAYORES, LIMITADAS ÚNICAMENTE POR LOS GÁLIBOS O LA CAPACIDAD DE LOS TRANSPORTES. PARA NUESTRO CASO, CONSIDERAREMOS QUE ESTA TUBERIA SE FABRICA EN EL PAIS.

SOBRE LA MESA DE TRABAJO SE COLOCA LA SUPERFICIE MAYOR DE LA SECCIÓN CON QUE ESTEMOS TRATANDO, SE VAN PUNTEANDO LAS PLA-



DETALLE DE MONTAJE
UN TUBO DE ASPIRACION LISTO EN EL FOSO Y SECCIONES
DEL SEGUNDO PARA COLOCARSE.

CAS Y LOS REFUERZOS; AL COLOCAR LAS PLACAS QUE VAN CAMBIANDO DE DIRECCIÓN SE FIJAN EN SU POSICIÓN CON TROQUELES.

SE EFECTÚAN LAS SOLDADURAS DEFINITIVAS EN CADA SECCIÓN Y POSTERIORMENTE SE VAN PRESENTANDO LAS SECCIONES HASTA FORMAR LA ESTRUCTURA COMPLETA. ASI FORMADA, SE VERIFICAN LAS DIMENSIONES GENERALES Y SOBRE TODO LA GEOMETRÍA Y CON MAYOR CUIDADO LAS ZONAS DONDE SE CONECTAN AL ANTEDISTRIBUIDOR Y AL DUCTO DE DESFOGUES.

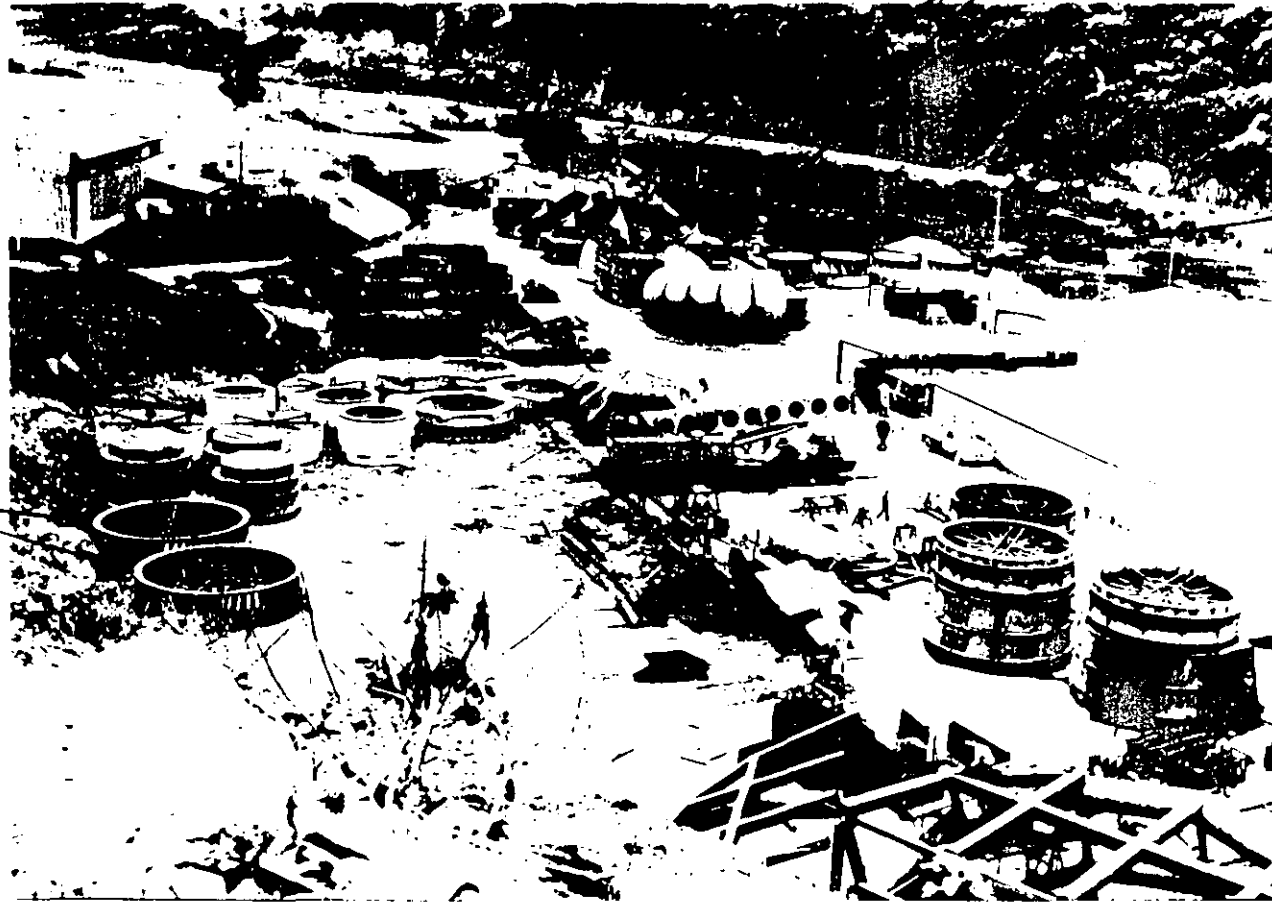
ESTA ESTRUCTURA NO EXIJE UN CONTROL DE CALIDAD DE LA SOLDADURA A NIVEL DE RADIOGRAFIA, PERO SI A NIVEL DE PRESENTACIÓN; SE PULEN LAS SOLDADURAS DEFINITIVAS POR EL INTERIOR, SE COLOCAN GUIAS PARA EL ARMADO DEFINITIVO Y SE SUELDAN LAS ANCLAS DE LÁMINA-CONCRETO POR EL EXTERIOR, POSTERIORMENTE SE DESARMA EN LAS SECCIONES PREVISTAS PARA EL TRANSPORTE.

EN LA OBRA SE SUELDAN LAS SECCIONES TOMANDO COMO LIMITE LA MÁXIMA DIMENSIÓN QUE NOS PERMITA EL TÚNEL DE ACCESO O LA CASA DE MÁQUINAS, CON EL OBJETO DE QUE YA EN SU POSICIÓN DEFINITIVA SE HAGAN EL MENOR NÚMERO DE SOLDADURAS.

PARA EL MONTAJE SE EFECTÚAN LOS PASOS SIGUIENTES:

- 1) SOBRE EL COLADO SE COLOCAN LOS TORNILLOS NIVELADORES SOBRE SUS BASES Y LOS SOPORTES PARA LOS TENSORES CON EL FIN DE MANTENER EL TUBO DE ASPIRACIÓN EN EL CONCRETO.

SECCIONES PREARMADAS DE CARCAZA,
Y TUBOS DE ASPIRACION.



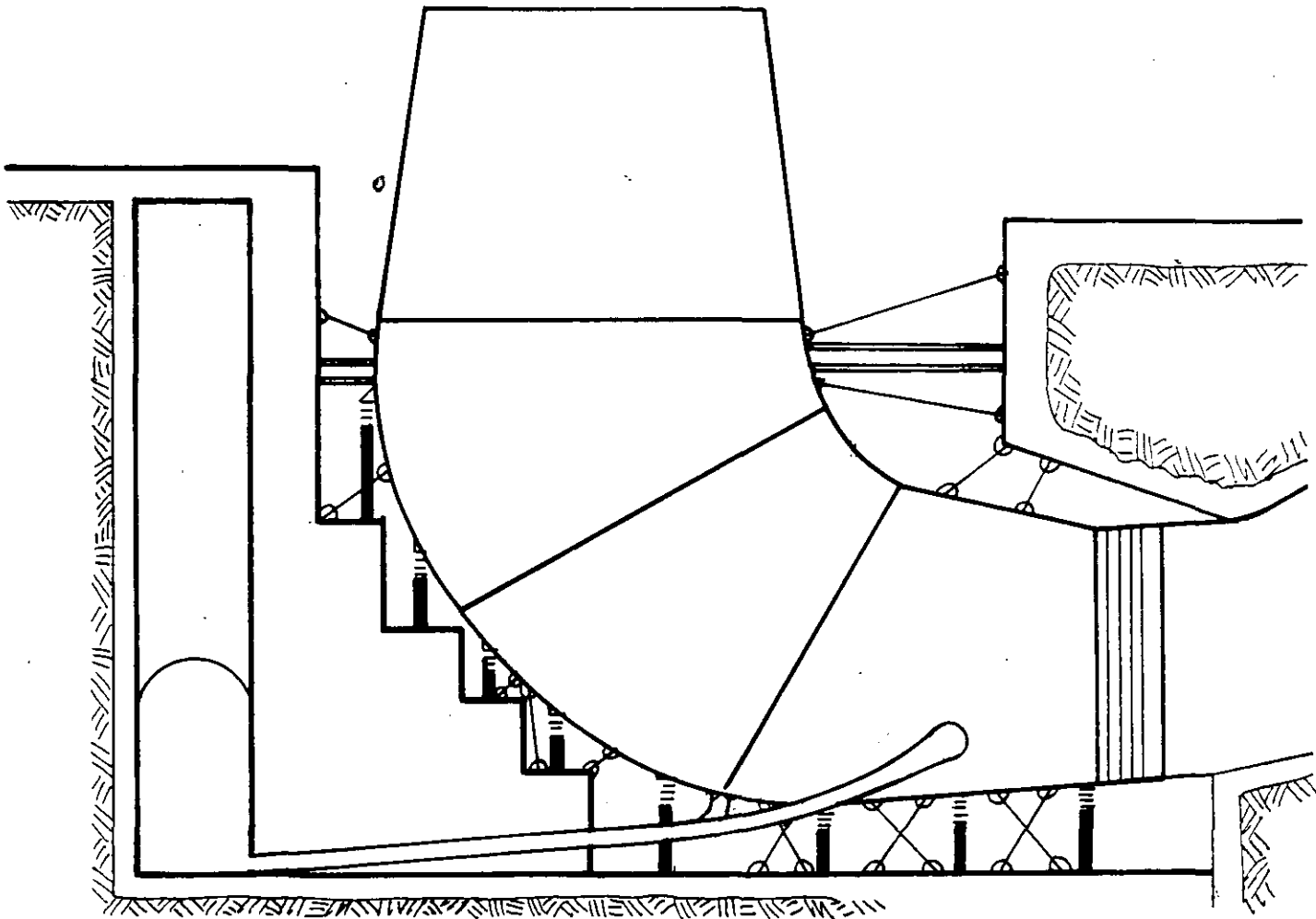
ANILLOS
PARA
PRUEBA
HIDROSTA-
TICA.

RODETES.

PARTE SUPE-
RIOR DEL
TUBO DE AS-
PIRACION.

VISTA PARCIAL DEL PATIO DE MONTAJE.

- 2) SE COLOCA LA PRIMERA PIEZA EN LA PARTE INFERIOR, Y SE FIJA CON LOS TORNILLOS NIVELADORES Y LAS ANCLAS UNA VEZ QUE HA QUEDADO EN LA POSICIÓN CORRESPONDIENTE, LAS PAREDES LATERALES SE FIJAN CON ANCLAS Y TROQUELES APOYADOS EN LAS PAREDES DE ROCA O DE CONCRETO.



- 3) SIGUIENDO EL PROCEDIMIENTO ANTERIOR SE FIJAN LAS PARTES SIGUIENTES TENIENDO CUIDADO QUE LA CARA QUE QUEDA LIBRE CORRESPONDA A LA QUE ESTA MARCADA EN EL DISEÑO, SE VAN SOLDANDO LAS SECCIONES POR DENTRO Y POR FUERA, VIGILANDO QUE AL APLICAR LA SOLDADURA NO SE DEFORME LA ESTRUCTURA.



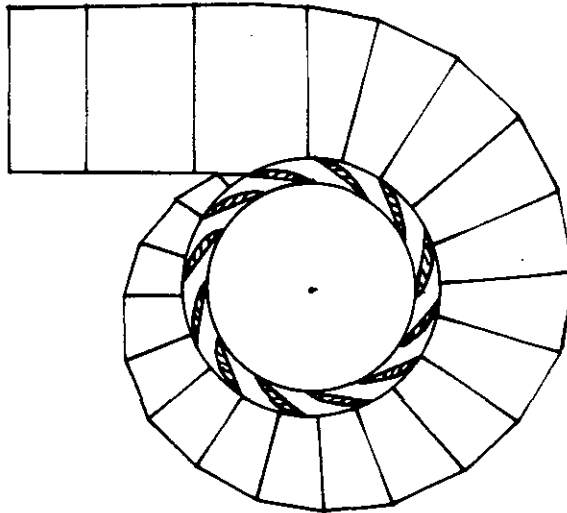
DETALLE DE MONTAJE.
TUBO DE ASPIRACION LISTO PARA SER AHOGADO EN CONCRETO.

- 4) ADEMÁS DE LOS TROQUELES QUE SE UTILIZAN PARA LA FABRICACIÓN Y EL MONTAJE, ES RECOMENDABLE QUE SE TROQUELE CON VIGAS Y POLINES DE MADERA POR EL INTERIOR, DE TAL MANERA QUE DURANTE EL COLADO NO SE DEFORME LA LÁMINA CON LA QUE ESTA FABRICADO.
- 5) SE COLOCAN Y SE SUELDAN LOS TUBOS DE DRENAJE Y SE COLOCA EL ARMADO PERÍMETRAL.
- 6) ES CONVENIENTE QUE EL COLADO SE HAGA POR CAPAS HORIZONTALES DE POCA ALTURA PARA EVITAR DEFORMACIONES EN LA ESTRUCTURA E IMPEDIR QUE LLEGUE A FLOTAR Y CAMBIE DE POSICIÓN. ASIMISMO, DEBE DEJARSE EL TIEMPO SUFICIENTE PARA QUE EL CONCRETO DE UNA CAPA ADQUIERA RESISTENCIA ANTES DE APLICAR EL SIGUIENTE COLADO.
- 7) UNA VEZ TERMINADOS TODOS LOS COLADOS Y DESPUÉS DE QUE EL CONCRETO HA ALCANZADO LA RESISTENCIA ESPECIFICADA EN EL DISEÑO, SE RETIRAN LOS TROQUELES DE MADERA Y DE ACERO, SE SUELDAN LAS TAPAS DE LAS VANTANAS DE COLADO Y SE PULEN TODAS LAS SOLDADURAS.
- 8) SE VERIFICA QUE NO QUEDEN HUECOS ENTRE LA LAMINA Y EL CONCRETO, EN CASO DE QUE EXISTAN SE HACE LA INYECCIÓN DE CONTACTO CONCRETO-LÁMINA Y SE RESANA CON SOLDADURA.

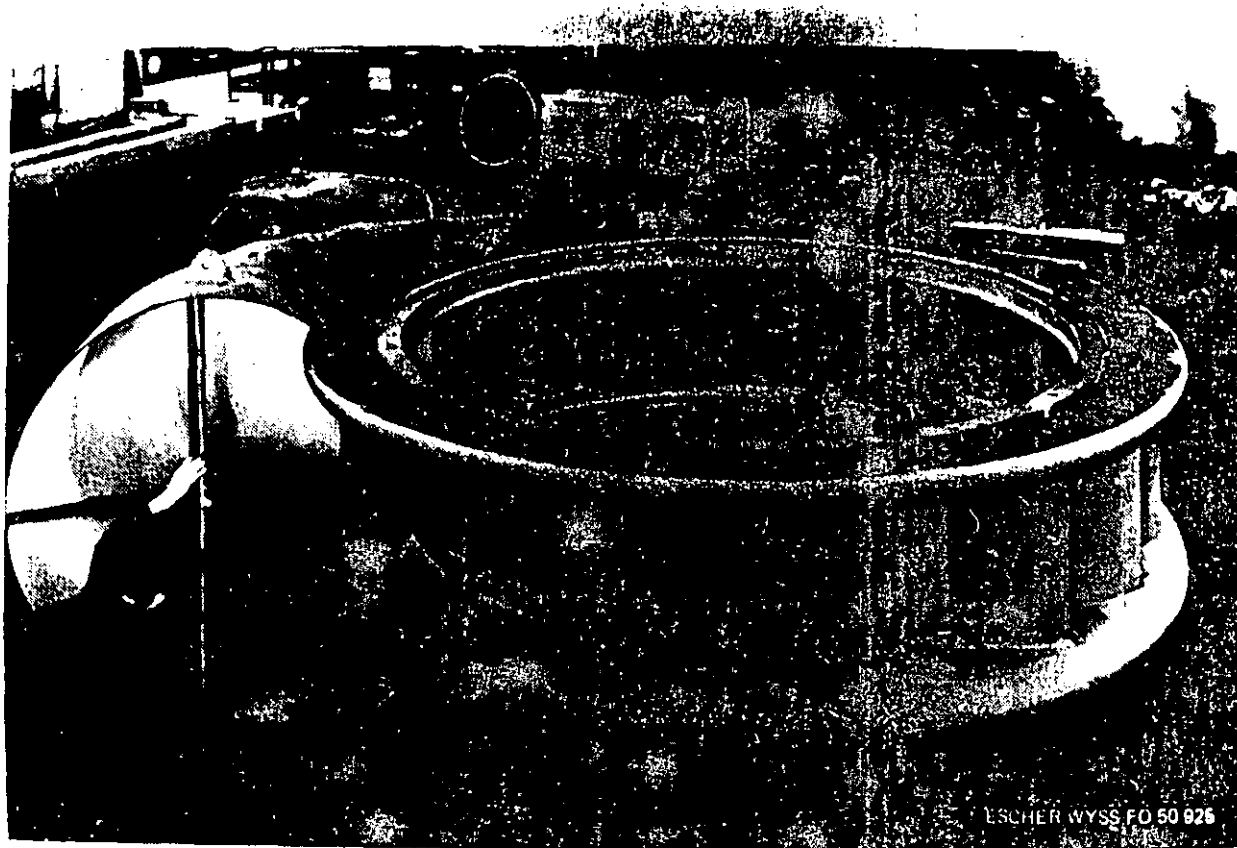
- 9) SE LIMPIA CON CHORRO DE ARENA A METAL BLANCO Y SE PROTEGE CON PINTURA EPÓXICA DE ALQUITRÁN DE HULLA.

CARCAZA

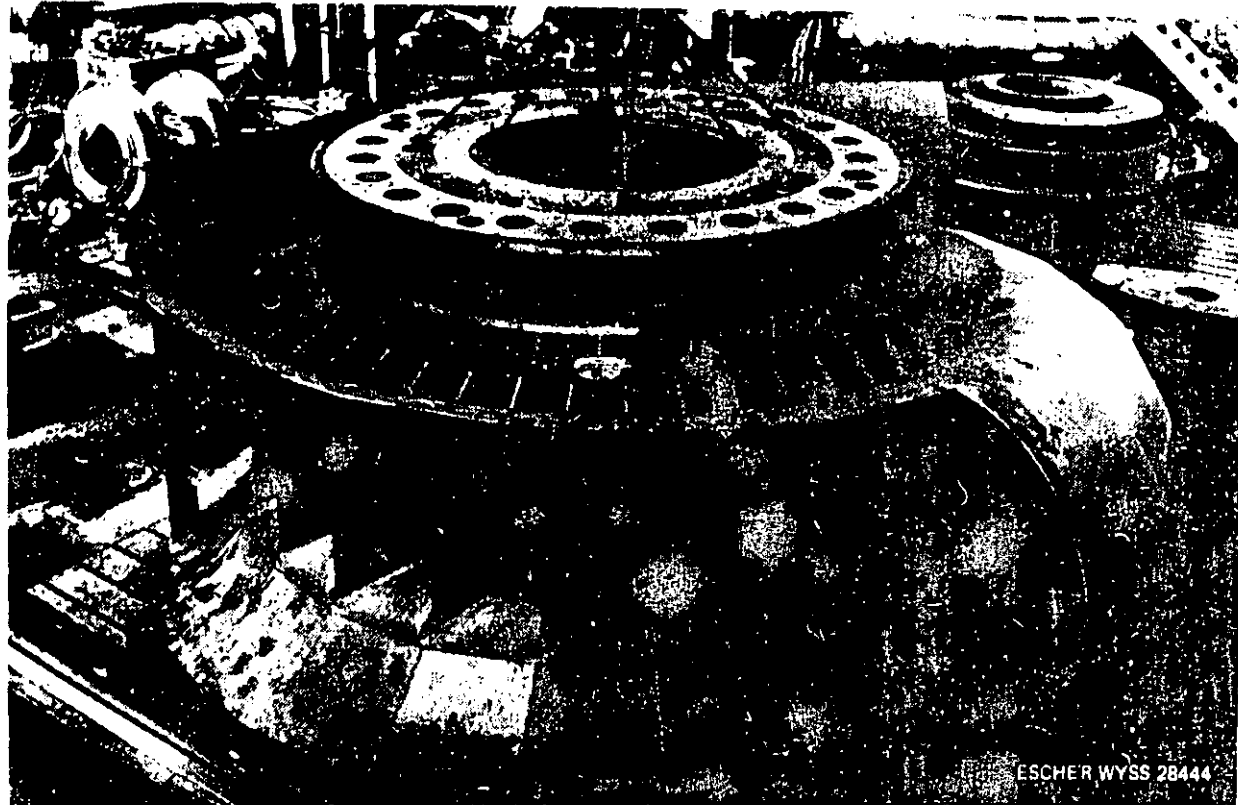
LA FUNCIÓN QUE SE ASIGNA A ESTA ESTRUCTURA ES LA DE GUIAR Y DISTRIBUIR UNIFORMEMENTE EL AGUA DE TAL FORMA QUE CADA UNO DE LOS IMPULSOS SOBRE EL RODETE SEAN DE LA MISMA MAGNITUD Y PROVOQUEN EL GIRO. COMO ES CONDICIÓN DE QUE NO SE PROVOQUEN VACIOS, SU SECCIÓN SE VA REDUCIENDO PROPORCIONALMENTE AL VOLUMEN QUE VA QUEDANDO, ESTO TRAE POR CONSECUENCIA UNA GEOMETRÍA SEMEJANTE A UN CARACOL. SI HACEMOS UN CORTE SOBRE UNA PLANO PERPENDICULAR AL EJE DE ROTACIÓN Y QUE PASE POR SU CENTRO, SE VERÍA COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA. SUS PARTES MAS IMPORTANTES SON EL DUCTO CÓNICO CURVADO Y LOS ÁLABES FIJOS.



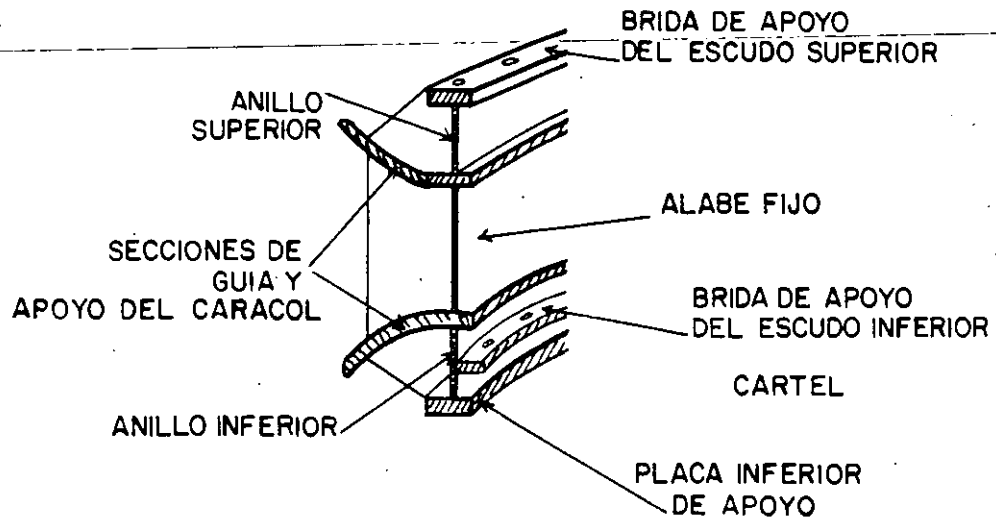
SU FABRICACIÓN SE INICIA CON EL CORTE Y ROLADO DE LAS PLACAS. SOBRE LA MESA DE TRABAJO SE COLOCA EL ANILLO INFERIOR DE APOYO - (PARA NUESTRO CASO VAMOS A SUPONER QUE EL ANTEDISTRIBUIDOR SE VA A FABRICAR EN DOS SECCIONES) - POR LA PARTE INTERIOR, SE DEJA EN LAS BRIDAS UN EXCEDENTE PARA AJUSTE, LO MISMO QUE EN LOS EXTREMOS DEL SEMI-CIRCULO.



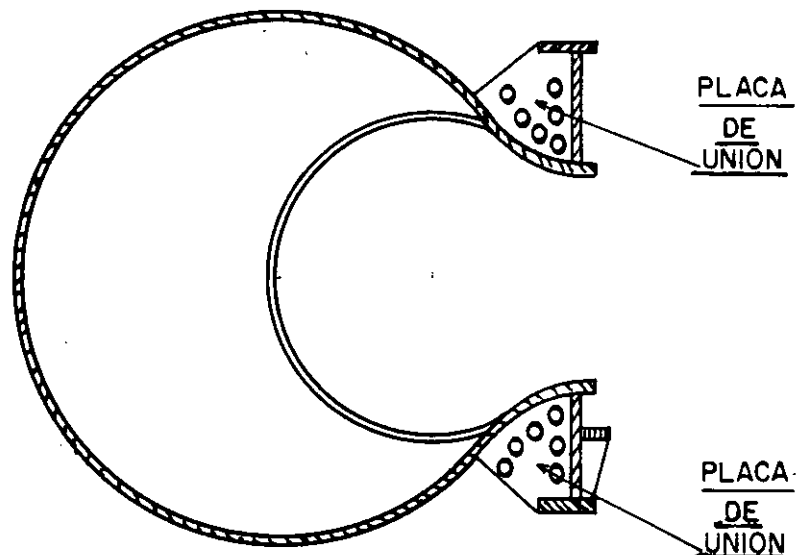
DETALLE DE FABRICACION, AJUSTE DE LA CARCAZA AL ANTEDISTRIBUIDOR.



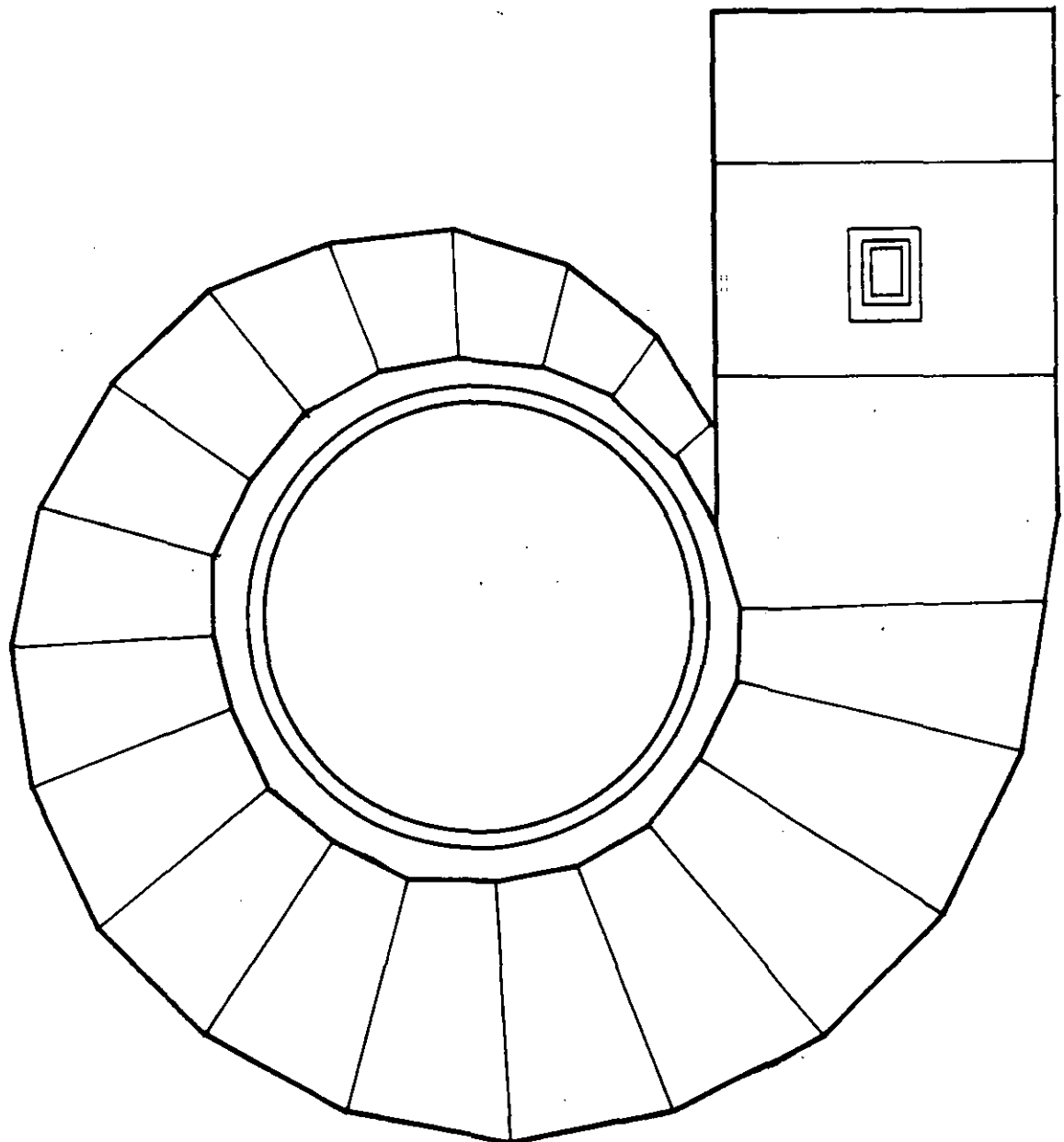
DETALLE DE FABRICACION, PRUEBA DE AJUSTE ESCUDO SUPERIOR CON EL ANTEDISTRIBUIDOR.



SE COLOCA SOBRE LA PLACA INFERIOR EL ANILLO INFERIOR AL QUE PREVIAMENTE SE LE HA SOLDADO LA BRIDA DE APOYO DEL ESCUDO INFERIOR, Y SE PUNTEA. SE COLOCAN LOS ÁLABES FIJOS EN LA POSICIÓN DE DISEÑO Y SE PUNTEAN A LA PLACA Y AL ANILLO INFERIOR, SE COLOCA EL ANILLO SUPERIOR Y SE PUNTEA A LOS ÁLABES FIJOS, SIEMPRE VERIFICANDO SU POSICIÓN; SE COLOCAN ENTONCES LA BRIDA DE APOYO DEL ESCUDO SUPERIOR, PUNTEÁNDOSE A LOS ÁLABES Y AL ANILLO, POR ÚLTIMO, SE VAN PUNTEANDO LAS SECCIONES DE GUIA Y APOYO DEL CARACOL DEJANDO EN SU PARTE INTERIOR UNA EXCEDENTE PARA AJUSTE. SE EFECTUA LA SOLDADURA CONTROLANDO EN TODO MOMENTO LAS DEFORMACIONES, EN LOS EXTREMOS DEL SEMICIRCULO SE SUELDAN LAS PLACAS QUE SERVIRAN PARA UNIR LOS DOS SEMI-CIRCULOS. TODA LA SOLDADURA SE VERIFICA POR RADIOGRAFIA, LIQUIDOS PENE-
TRANTES O ULTRASONIDO.



SE SOMETE TODA LA PIEZA AL RELEVADO DE ESFUERZOS Y SE CAREAN LAS SUPERFICIES DE APOYO. CUANDO ESTO SE HA EFECTUADO EN AMBAS SECCIONES, SE UNEN CON SUS TORNILLOS. ADEMÁS, SE HACEN DOS O TRES TALADROS GUIA PARA QUE EN EL MONTAJE QUEDEN EN SU POSICIÓN CORRECTA. AHORA TODA LA PIEZA SE TORNEA EN SUS SUPERFICIES HORIZONTALES DE APOYO Y SELLO, Y POSTERIORMENTE EL ANTEDISTRIBUIDOR SE COLOCA SOBRE COLUMNAS PARA IR COLOCANDO EL CARACOL EN LAS SECCIONES DE DISEÑO.



CADA UNA DE LAS SECCIONES DE DISEÑO SE CORTAN, SE BISELAN Y SE ROLAN; HABRÁ SECCIONES QUE NO PUEDAN SALIR DE UNA SOLA PLACA, CUANDO ESTO SUCEDE, PRIMERO SE SUELDAN LAS PLACAS PARA QUE SE TRABAJE EN UNA SOLA PIEZA, SE VAN COLOCANDO CADA UNA DE LAS SECCIONES Y SE AJUSTAN A LA GEOMETRÍA ESPECIFICADA; LAS SECCIONES QUEDAN UNIDAS AL ANTEDISTRIBUIDOR CON PUNTOS DE SOLDADURA, POR LA PARTE EXTERIOR SE SUELDAN LAS MENSULAS DE SOPORTE Y SE APOYAN EN COLUMNAS PROVISIONALES, POR EL INTERIOR SE TROQUELAN CON PERFILES TUBULARES, VIGAS I O ÁNGULOS. UNA VEZ QUE TODAS LAS SECCIONES HAN SIDO PRESENTADAS, AJUSTADAS, TROQUELADAS, Y VERIFICADAS GEOMETRICAMENTE, SE QUITAN LOS PUNTOS DE SOLDADURA Y SE DESARMAN, TODA LA ESTRUCTURA SE PROTEGE CON PINTURA ANTICORROSIVA Y QUEDA LISTA PARA ENVIARSE A LA OBRA.

MONTAJE

DEPENDIENDO DE LAS CONDICIONES PROPIAS DE CADA OBRA, EL MONTAJE SE PUEDE HACER EN CUANDO MENOS TRES DIFERENTES FORMAS, E INCLUSIVE, ALGUNAS VECES ES FÁCTIBLE COMBINAR ALGUNAS DE ELLAS:

- A) SE HACE UN PREMONTAJE EN UNA PLATAFORMA EXTERIOR A LA CASA DE MÁQUINAS Y SE FORMAN PIEZAS LO MAS GRANDE POSIBLES QUE PUEDAN ENTRAR POR EL TÚNEL DE ACCESO



VISTA DEL PATIO DE MONTAJE
(PRESENTACION DE LAS CÁRCAZAS)



PROCESO DE MONTAJE
DE ABAJO A ARRIBA:
1.- CARACOL TERMINADO
2.- TUBO DE ASPIRACION
3.- ROTORES

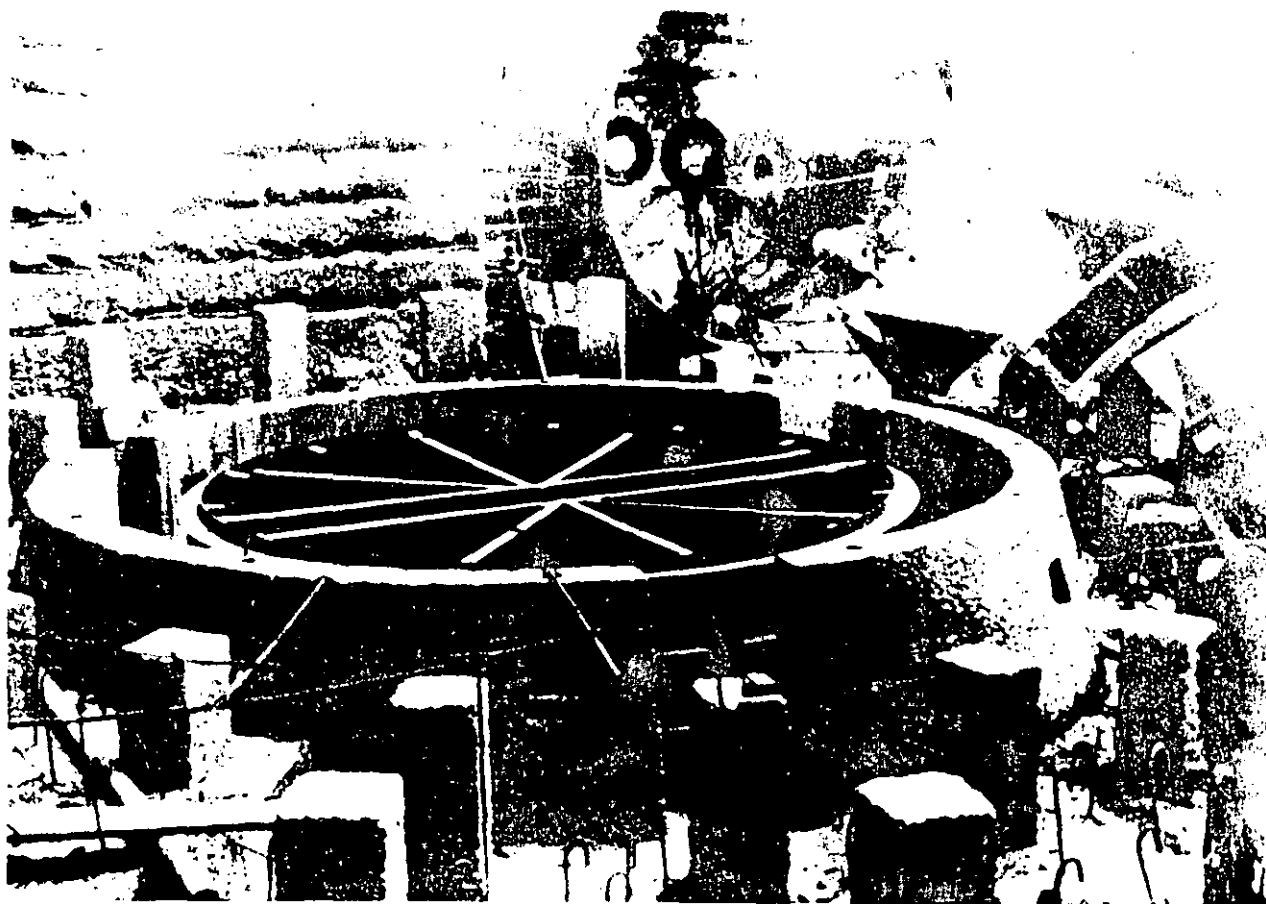
b) SE ARMA TODA LA CARCAZA EN LA PLAYA DE MONTAJE Y ASI SE TRASLADA AL FOSO.

c) LA CARCAZA SE ARMA COMPLETA EN EL FOSO.

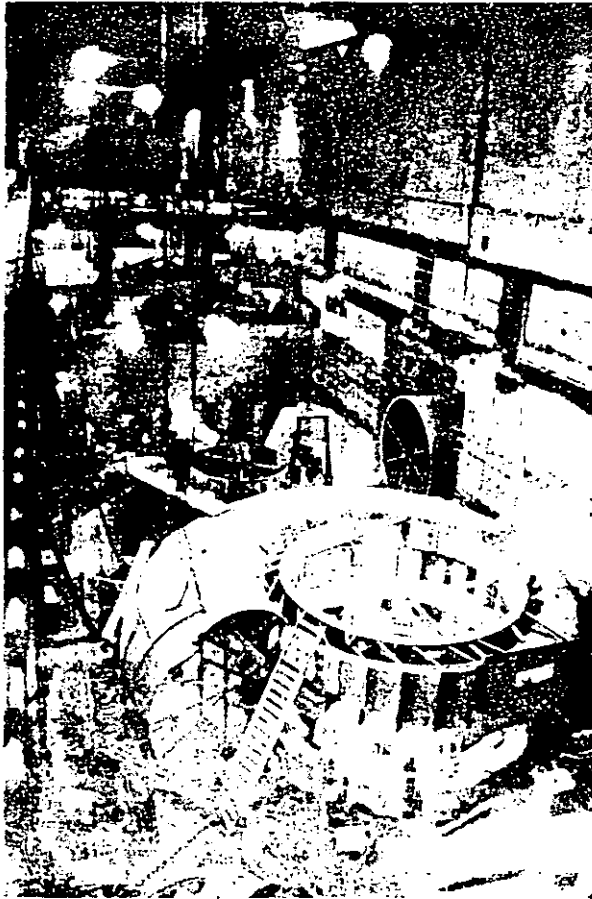
ESCOGIENDO ADECUADAMENTE LA FORMA DE MONTAJE PODEMOS AHORRARNOS TIEMPO MUY VALIOSO YA QUE A ESTAS ALTURAS DEL AVANCE DE LA PLANTA EXISTEN UN GRAN NÚMERO DE ACTIVIDADES QUE DEBEN HACERSE EN SECUENCIA, POR LO TANTO, CUALQUIER ACTIVIDAD QUE PUEDA REALIZARSE FUERA DE LA CASA DE MÁQUINAS ES UN ADELANTO.

PARA NUESTRO CURSO, VAMOS A ESCOGER EL PROCEDIMIENTO DE ARMAR LA CARCAZA DENTRO DEL FOSO:

- 1) SE COLOCAN LAS PARTES DEL ANTEDISTRIBUIDOR SOBRE LAS BASES DE CONCRETO, LO MÁS APROXIMADO POSIBLE A SU POSICIÓN FINAL.
- 2) SE UNEN AMBAS PARTES CON SUS GUIAS Y TORNILLOS.
- 3) SE EFECTUA LA SOLDADURA EXTERIOR E INTERIOR DE LA UNIÓN.
- 4) SE COLOCA EN POSICIÓN DEFINITIVA HACIENDO COINCIDIR EL CENTRO DE MÁQUINA CON EL CENTRO DEL ANTEDISTRIBUIDOR Y SE NIVELA CON LOS TORNILLOS NIVELADORES.

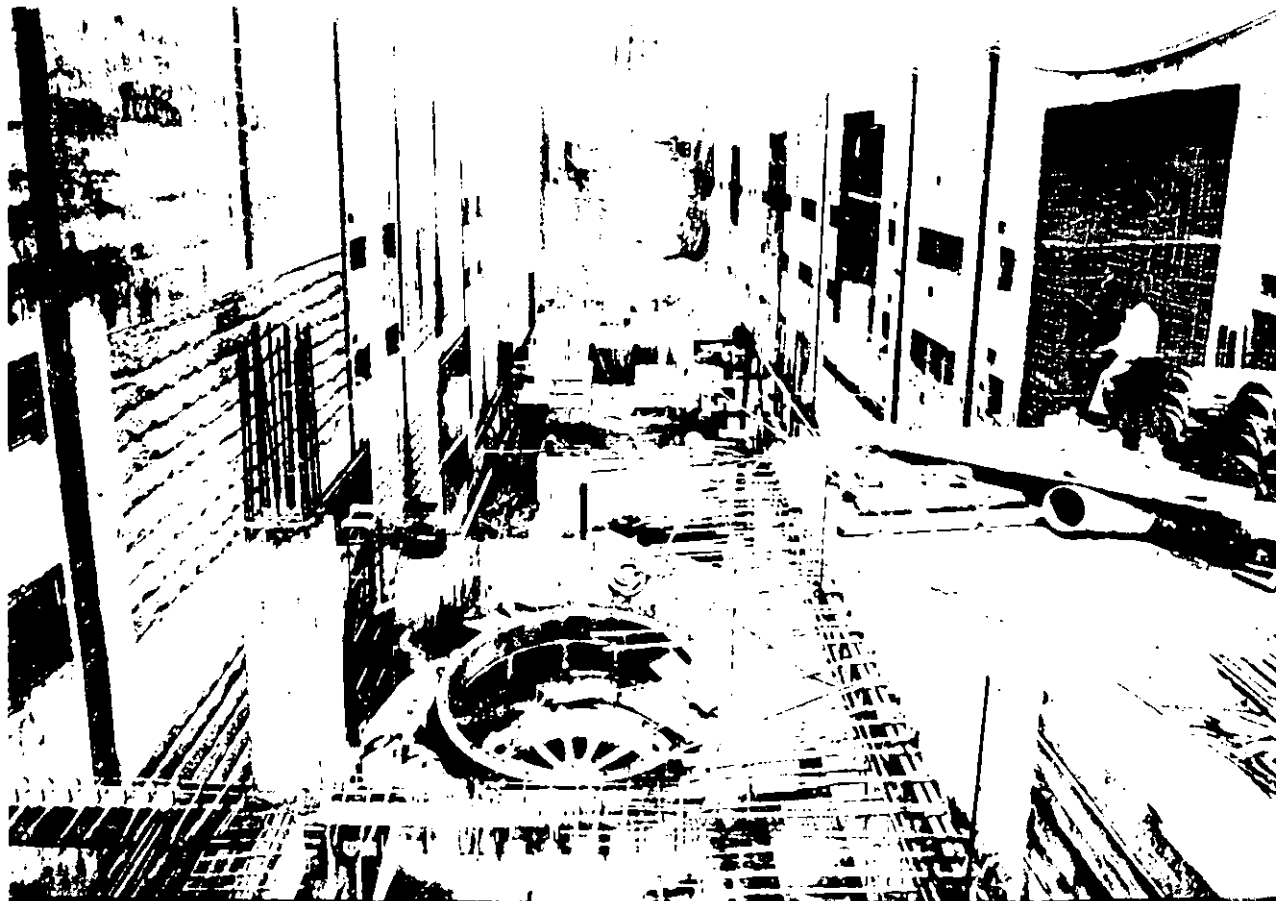


DETALLE DE LOS APOYOS DEL ANTEDISTRIBUIDOR Y CARCAZA DESPUES DE COLAR EL TUBO DE ASPIRACION. SE OBSERVAN LAS SECCIONES DEL ANTEDISTRIBUIDOR.



DETALLE DE ARMADO DE CARCAZA EN SUPOSICION FINAL.

- 5) SE FIJA CON LOS TENSORES A SUS ANCLAS, SE VERIFICA LA CALIDAD DE LA SOLDADURA DE UNIÓN Y SE PULE POR EL INTERIOR.
- 6) SE PRESENTA LA PRIMERA PIEZA DE CARACOL, SE VERIFICA SU POSICIÓN DE CENTRO DE ESPIRAL Y NIVEL Y SE EFECTÚA LA SOLDADURA.
- 7) REPITIENDO LA OPERACIÓN ANTERIOR, SE CONTINUAN COLOCANDO LAS SECCIONES DE CARACOL TENIENDO LA PRECAUCIÓN DE IR COLOCANDO LOS SOPORTES Y ANCLAJES PERIMETRALES EXTERIORES QUE ESTEN PREVISTOS.
- 8) DESPUÉS DE COLOCADAS VARIAS SECCIONES SE VERIFICA LA CALIDAD DE LA SOLDADURA CON RADIOGRAFIAS.
- 9) UNA VEZ HECHAS Y VERIFICADAS TODAS LAS SOLDADURAS, A EXCEPCIÓN DE LA UNIÓN ENTRE CARCAZA Y TUBERIA DE PRESIÓN A LA QUE SE LLAMA "MANGUITO", SE VERIFICA SU POSICIÓN Y SI HAY NECESIDAD DE ALGÚN MOVIMIENTO, SE AFLOJA EL ANCLAJE Y SE EFECTÚA. HECHO ESTO, SE FIJAN LOS TORNILLOS NIVELADORES Y EL ANCLAJE.
- 10) SE INSTALA EL TORNO Y SE TERMINAN LAS SUPERFICIES DE APOYO Y SELLO: BRIDA SUPERIOR, LAS SECCIONES GUIAS Y LA BRIDA DE APOYO DEL ESCUDO INFERIOR.



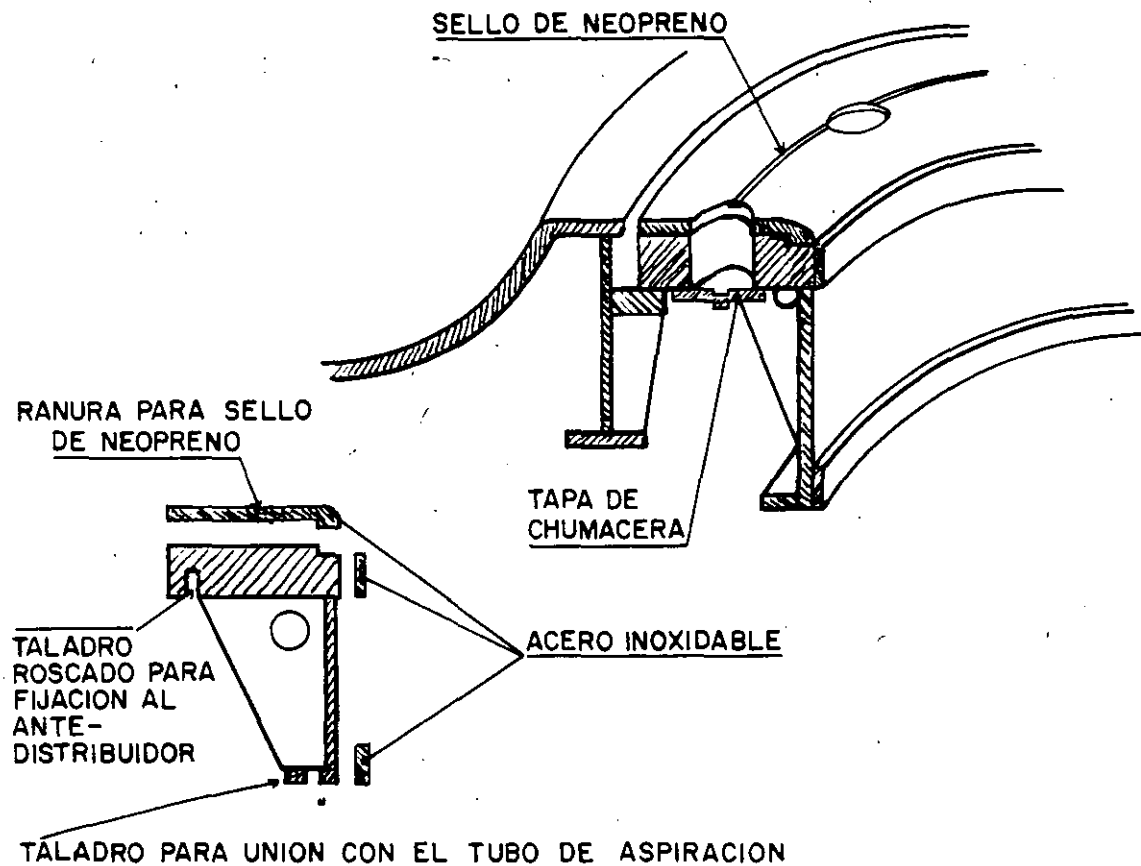
VISTA PARCIAL CASA DE MAQUINAS DESDE LA PLAYA DE MONTAJE, CARACOL AR-
MADO EN EL FOSO

- 11) AL MISMO TIEMPO QUE SE COLOCA UNA TAPA ANULAR TROQUELADA EN LA PARTE INTERIOR Y SE SELLA CON EMPAQUES SEMEJANTES A LOS DEFINITIVOS, SE SUELDA UN CASQUETE SEMIESFÉRICO EN EL LUGAR DEL MANGUITO, SE INSTALA UN DOBLE SISTEMA DE BOMBEO DE PRESIÓN SUFICIENTE PARA CONSERVAR LA PRESIÓN ESPECIFICADA Y SE PREPARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LLENAR LA CARCAZA Y EFECTUAR LA PRUEBA DE PRESIÓN.
- 12) UNA VEZ LLENA LA CARCAZA SE EFECTÚA LA PRUEBA HIDROSTÁTICA QUE CONSISTE EN MANTENER DENTRO DE ELLA EL DOBLE DE LA PRESIÓN A QUE VA ESTAR SUJETA PERMANENTEMENTE ESTA ESTRUCTURA, ESTA PRESIÓN SE SOSTIENE DURANTE UNA HORA Y SI NO SE OBSERVA NINGUNA FUGA NI DEFORMACIÓN ANORMAL, SE BAJA LA PRESIÓN AL 50 O 75% DE LA PRESIÓN DE TRABAJO.
- 13) SE COLOCA EL ARMADO ESPECIFICADO Y SE INICIAN LOS COLADOS, TRATANDO DE LLEVAR SIEMPRE UNA SUPERFICIE HORIZONTAL. DESPUÉS DE QUE EL CONCRETO LLEGÓ AL NIVEL DE PISO DE TURBINAS, SE SIGUE SOSTENIENDO LA PRESIÓN HASTA QUE SE ADQUIERE EL 75% DE LA RESISTENCIA EN EL CONCRETO.
- 14) SE VACIA LA CARCAZA, SE RETIRA EL ANILLO DE SELLO POR EL INTERIOR Y SE DESUELDA LA TAPA SEMIESFÉRICA.
- 15) SE AJUSTA Y SE SUELDA EL MANGUITO DE UNIÓN ENTRE LA CARCAZA Y LA TUBERÍA DE PRESIÓN, SE VERIFICA LA CALIDAD DE ESTA ÚLTIMA SOLDADURA, SE ESMERILAN TODAS LAS

SOLDADURAS, SE HACE LIMPIEZA CON CHORRO DE ARENA Y SE APLICA LA PINTURA DE ALQUITRÁN DE HULLA.

ESCUDO INFERIOR

FORMA PARTE DEL DISTRIBUIDOR Y LAS FUNCIONES QUE SE LE ASIGNAN A ESTA ESTRUCTURA SON LAS DE GUIAR EL AGUA, HACER LA LIGA ENTRE LA CARCAZA Y EL TUBO DE ASPIRACIÓN Y SOPORTAR LAS CHUMACERAS GUIAS INFERIORES DE LOS ÁLABES MÓVILES.

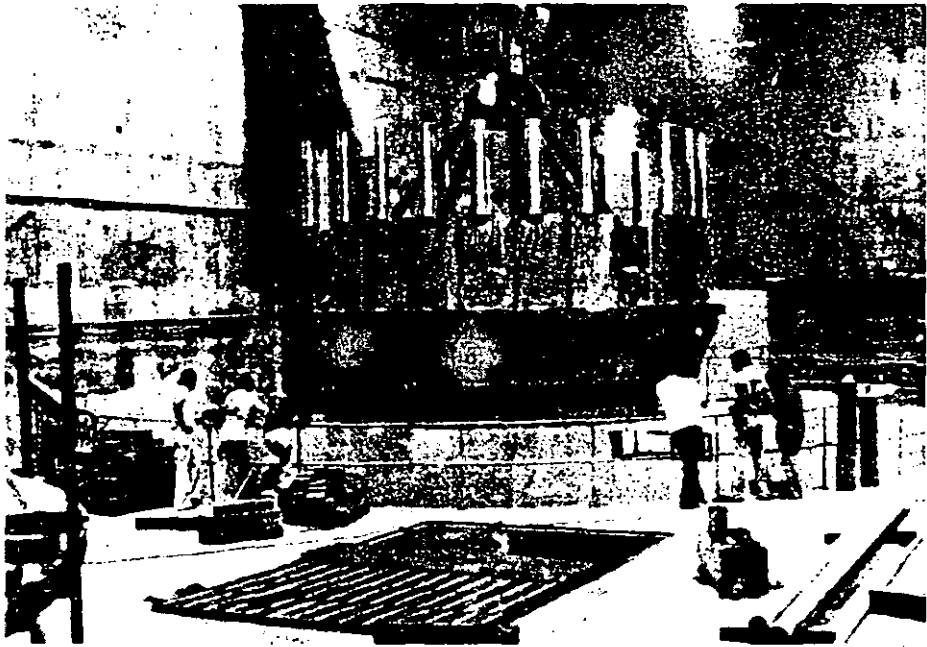


EL ESCUDO INFERIOR ES UNA ESTRUCTURA BIPARTIDA PARA FACILIDAD EN SU MANEJO DURANTE EL TRANSPORTE. LAS SECCIONES DE LAS BRIDAS SUPERIOR E INFERIOR SE CORTAN DE PLACA DEJANDO MARGEN PARA EL MAQUINADO; EL ANILLO VERTICAL SI SE ROLA. SE PUNTEAN LAS TRES PLACAS SE FIJAN LAS CARTELAS CUIDANDO QUE DURANTE LA SOLDADURA NO SE PRESENTEN DEFORMACIONES APRECIABLES, SE SUELDAN LAS PLACAS EN LOS EXTREMOS QUE VAN A SERVIR PARA UNIR LAS SECCIONES, DESPUÉS DE LA PRUEBA RADIOLÓGICA SE SOMETE AL PROCESO DE RELEVADO DE ESFUERZOS Y SE CAREAN LAS ZONAS DE UNIÓN, SE FIJAN ESTAS SECCIONES CON SUS TORNILLOS Y SE HACEN TALADROS QUE SIRVAN DE GUIA PARA SU ARMADO. UNA VEZ FORMADO EL ANILLO, SE COLOCA EN EL TORNO PARA MAQUINARSE, SE FIJAN LAS PLACAS DE ACERO INOXIDABLE CON TORNILLOS DE CABEZA SOBREMETIDA Y SE MAQUINAN ESTAS SEGÚN EL DISEÑO PARA LUEGO PROTEGERLAS CON PINTURA ANTICORROSIVA.

SE RETIRAN LAS PLACAS DE ACERO INOXIDABLE Y SE SECCIONAN PARA SU TRANSPORTE.

MONTAJE

- 1) SE UNEN LAS DOS SECCIONES APOYADAS EN LAS PERFORACIONES GUIA Y SE APRIETAN LOS TORNILLOS A LA TENSIÓN ESPECIFICADA



MONTAJE DEL ESCUDO INFERIOR INCLUYENDO LOS ALABES.

- 2) SE SELLA LA UNIÓN CON SOLDADURA, PULIENDO EN LA PARTE INFERIOR O DE CONTACTO CON LAS PLACAS DE ACERO INOXIDABLE
- 3) SE COLOCA EN SU SITIO DENTRO DEL ANTEDISTRIBUIDOR, SE FIJAN LAS PLACAS DE ACERO INOXIDABLE TENIENDO CUIDADO QUE EN TODA LA CIRCUNFERENCIA SE FORME EN UN SOLO PLANO ENTRE LAS PLACAS DE ACERO INOXIDABLE Y LA SALIDA INFERIOR DE LA CARCAZA. DE NO SER ASÍ, SE AJUSTA CON LAINAS. UNA VEZ QUE ES CORRECTA SU POSICIÓN, SE APRIETAN DEFINITIVAMENTE LOS TORNILLOS DE FIJACIÓN.
- 4) SE COLOCAN LOS BUJES DE LAS CHUMACERAS, SE HACE LA LIGA CON EL TUBO DE ASPIRACIÓN Y SE COLOCAN LOS SELLOS DE NEOPRENO DE ÁLABES Y ANTEDISTRIBUIDOR.

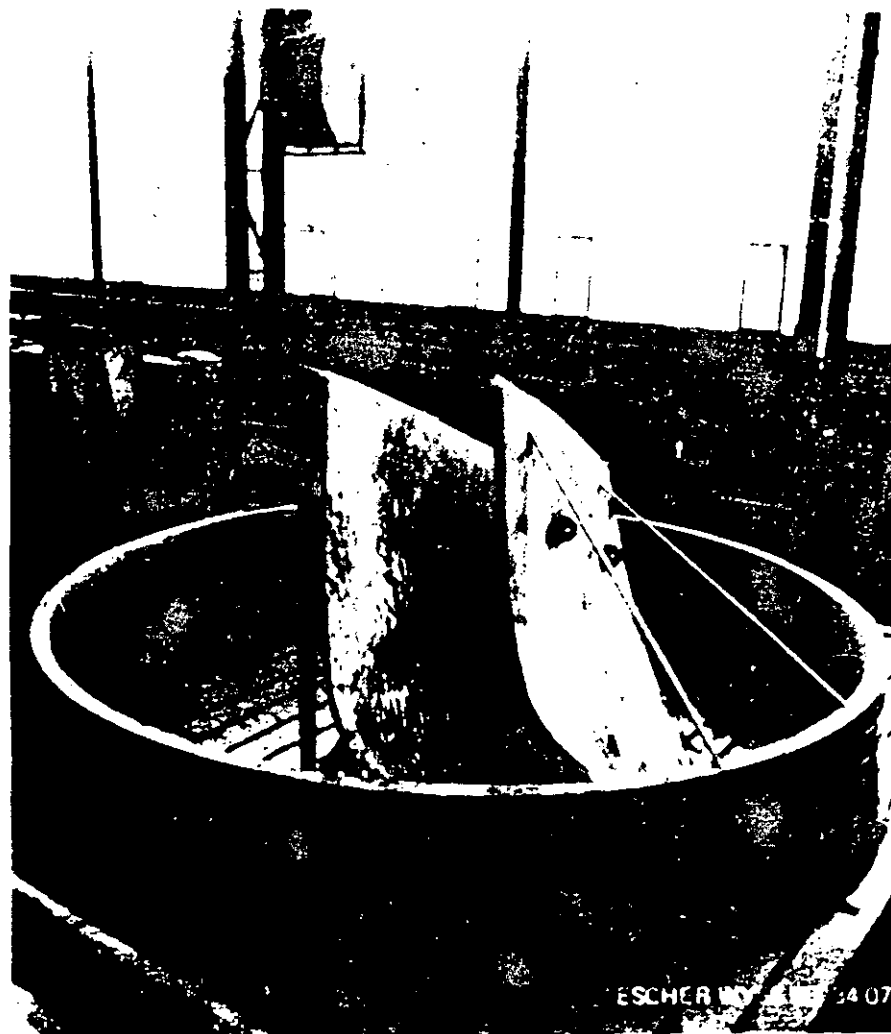
RODETE

SU FUNCIÓN ES GIRAR EN LA FORMA MÁS EFICIENTE POSIBLE Y TRANSMITIR SU MOVIMIENTO AL GENERADOR POR MEDIO DE LA FLECHA. ES NORMAL QUE PARA CADA TIPO SE HAGAN PRUEBAS EN UN MODELO HIDRÁULICO PARA DETERMINAR LAS DIMENSIONES, EL PESO Y LA FORMA QUE CUMPLAN CON LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO.

SU FABRICACIÓN PUEDE HACERSE A PARTIR DE PLACAS ROLADAS Y SOLDADAS, O BIEN, POR FUNDICIÓN; EN AMBOS CASOS SE UTILIZA ACERO INOXIDABLE AL CROMO-NIQUEL. TODAS LAS SECCIONES CIRCULARES SE MAQUINAN EN EL TORNO INCLUYENDO LOS ANILLOS DE DESGASTE QUE SON INTERCAMBIABLES. LOS ÁLABES SON TERMINADOS A MANO EN



VORTICE POR LA PARTE INFERIOR DEL RODETE EN UNA PRUEBA DE MODELO HIDRAULICO.



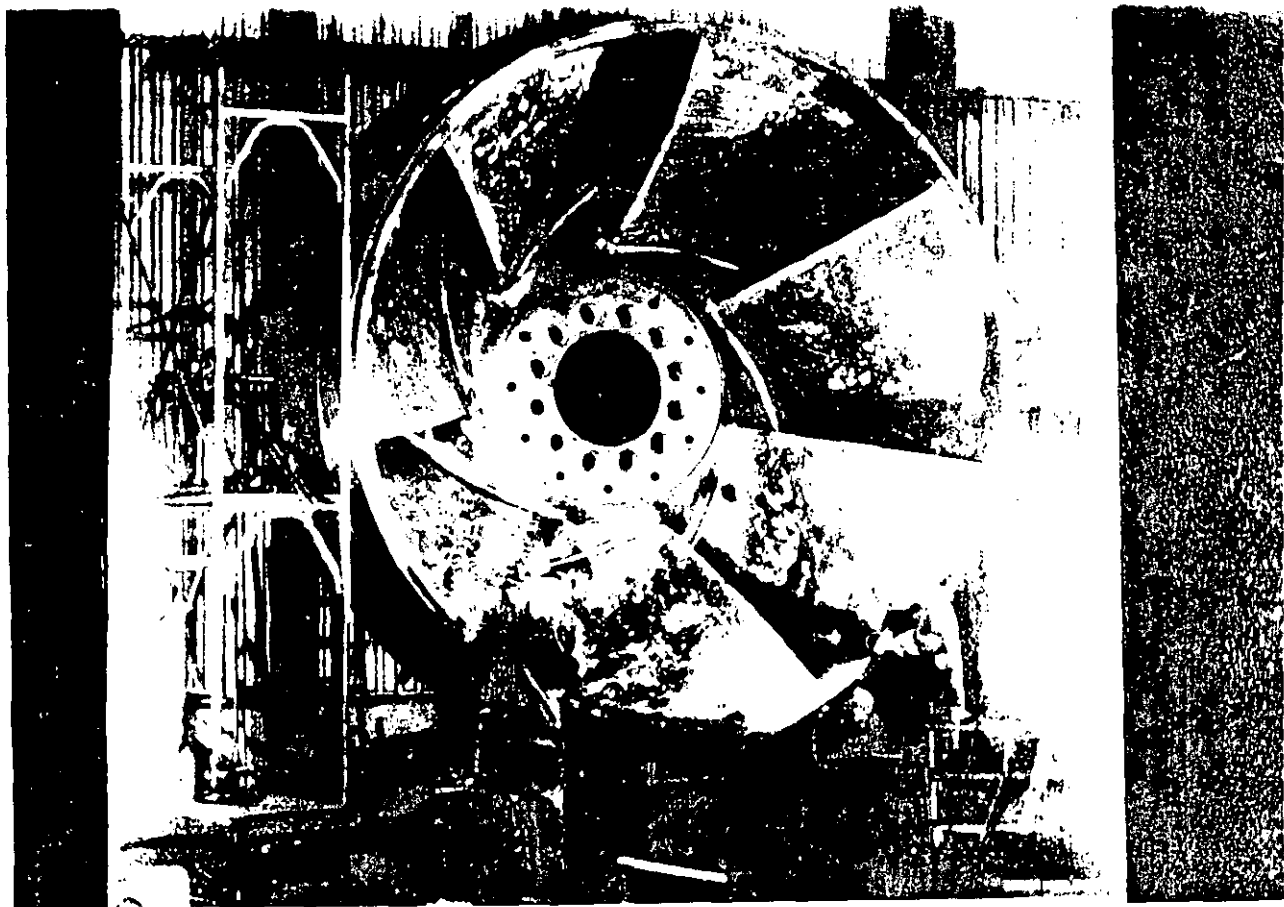
PROCESO DE FABRICACION DE UN RODETE CON PLACAS FORMADAS Y SOLDADAS.



DETALLE DE FABRICACION DEL RODETE, SOLDANDO LOS ALABES
A LA BRIDA



PROCESO DE FABRICACION DEL RODETE, ACABADO A MANO.



PROCESO DE FABRICACION DEL ROLETE: ACABADO A MANO.

SU POSICIÓN FINAL EN CUALQUIERA DE LOS CASOS.

LOS TALADROS QUE SE UTILIZAN PARA FIJACIÓN A LA FLECHA SE HACEN CON LA MAYOR PRECISIÓN POSIBLE PERO NO SE LE DA SU DIÁMETRO FINAL, LO QUE SI ES MUY IMPORTANTE ES DEJAR UNA GUIA PARA CENTRAR LA UNIÓN CON LA FLECHA.

PARA SU PROTECCIÓN SE RECUBRE CON UNA CAPA PLÁSTICA. EL RODETE ES QUIZÁS LA PIEZA QUE REQUIERE DE MAS CUIDADO PARA SU TRANSPORTE Y MANIOBRAS.

NORMALMENTE, EL RODETE Y LA FLECHA NO SE HACEN EN LA MISMA FABRICA, YA QUE LA FABRICACIÓN DE LA FLECHA REQUIERE DE UNA ESPECIALIDAD MUY DIFERENTE AL COMÚN DE LA ESTRUCTURA RESTANTE DE UNA TURBINA. ES POR ESO QUE EL MAQUINADO FINAL DE LA UNIÓN ENTRE FLECHA Y RODETE SE HACE EN LA OBRA. POR LO ANTERIOR, VAMOS A TRATAR EL MONTAJE DEL RODETE JUNTO CON EL MONTAJE DE LA FLECHA.

FLECHA

COMO YA DIJIMOS ANTES, SU FUNCIÓN ES TRASMITIR EL MOVIMIENTO DEL RODETE DE LA TURBINA AL ROTOR DEL GENERADOR.

PARA SU FABRICACIÓN SE FUNDE UN LINGOTE DE ACERO DE LA CALIDAD ESPECIFICADA, DE DIMENSIONES TALES QUE SE PUEDA OBTENER DE UNA SOLA PIEZA.



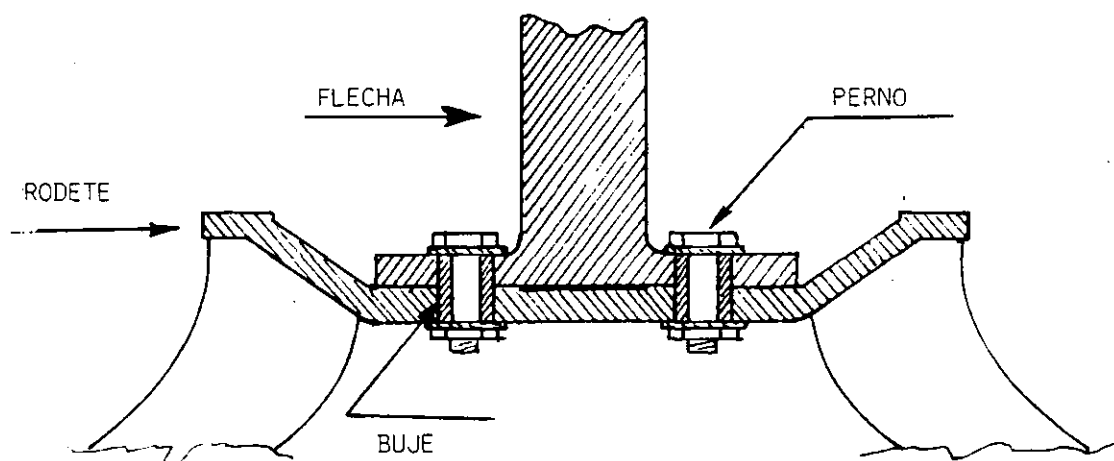
MANIOBRA PARA COLOCAR EN POSICION
LA FLECHA DE LA TURBINA.

A BASE DE GOLPES SE VA FORJANDO HASTA DARLE LA FORMA APROXIMADA, DESPUÉS SE SOMETE A RELEVADO DE ESFUERZOS Y SE MAQUINA. LA FLECHA MÁS PESADA QUE SE HA MONTADO EN MÉXICO A SIDO DE 80 TON.

EN SUS EXTREMOS SE MAQUINAN LAS BRIDAS DE UNIÓN CON EL RODETE Y CON EL ROTOR Y EN LA PARTE CENTRAL EL APOYO DE LA CHUMACERA GUIA. SE ENVÍA A LA OBRA PROTEGIDA POR UNA CAPA PLÁSTICA O DE GRASA.

MONTAJE FLECHA-RODETE

- 1) SE PRESENTA LA FLECHA SOBRE EL RODETE, HACIENDO COINCIDIR LOS CENTROS Y APROXIMANDO AL MÁXIMO LAS CARAS INTERIORES DE LOS BARRENOS DE AMBAS BRIDAS
- 2) SE FIJA LA UNIÓN PROVISIONALMENTE CON TRES O CUATRO TORNILLOS
- 3) SE HACE LA RECTIFICACIÓN DE LOS BARRENOS QUE SE ENCUENTRAN LIBRES Y SE AJUSTAN UNO A UNO LOS BUJES QUE SOPORTAN EL ESFUERZO CORTANTE PRODUCIDO POR EL GIRO
- 4) SE COLOCAN LOS PERNOS QUE COMPRIMEN A LAS BRIDAS EN LOS HUECOS EN QUE YA SE COLOCARON LOS BUJES
- 5) SE QUITAN LOS PERNOS QUE SE PUSIERON PROVISIONALMENTE Y SE RECTIFICAN ESOS TALADROS, SE AJUSTAN LOS BUJES PARA DESPUÉS COLOCAR LOS PERNOS FALTANTES.



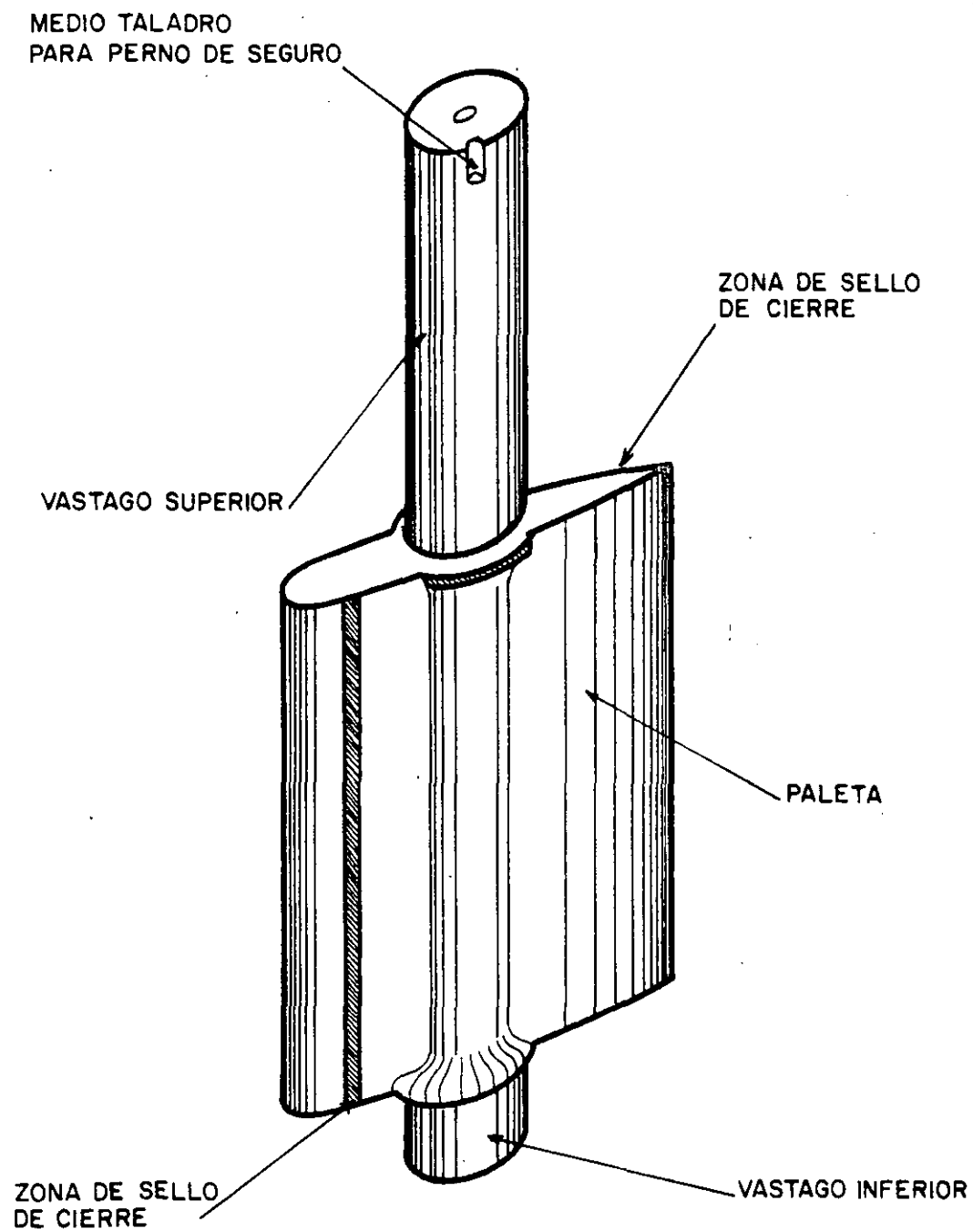
- 6) SE APRIETAN UNIFORMEMENTE LOS PERNOS Y SE TRASLADA EL CONJUNTO FLECHA-RODETE A SU LUGAR DENTRO DE LA TURBINA, APOYÁNDOLO PROVISIONALMENTE SOBRE LA PARTE INFERIOR DE LA BRIDA DEL TUBO DE ASPIRACIÓN QUE ESTA UNIDO AL ESCUDO INFERIOR.

ALABES DIRECTRICES

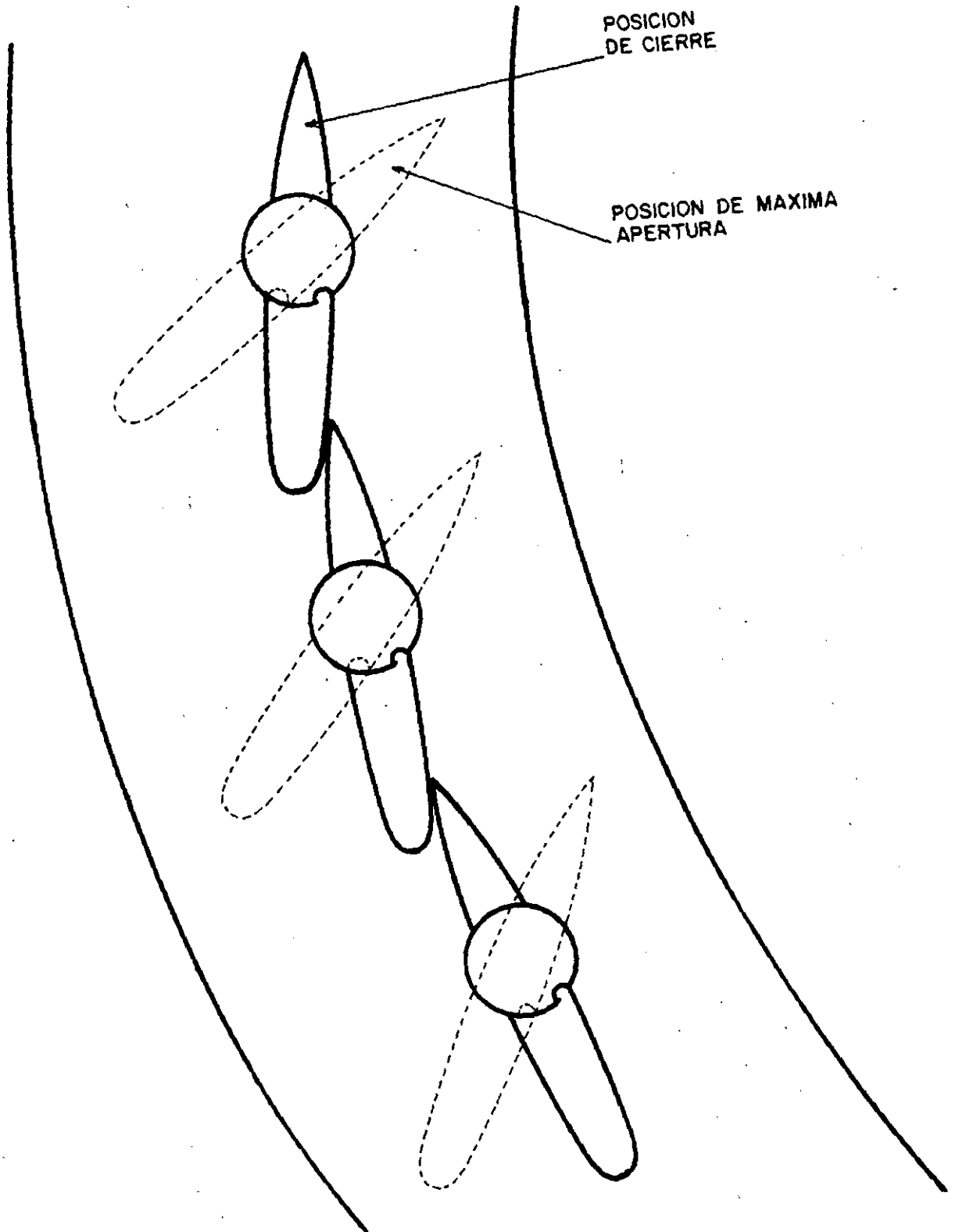
SU FUNCIÓN ES REGULAR EL PASO DEL AGUA QUE IMPULSA EL RODETE. A MÁXIMA APERTURA SE DÁ LA MÁXIMA POTENCIA Y CERRADOS IMPIDEN EL PASO DEL AGUA.

PARA SU ELABORACIÓN PUEDEN SER CORTADOS DE UNA PLACA O FUNDIDOS, SU MATERIAL ES ACERO INOXIDABLE AL CROMO-NIQUEL DE LA MISMA CALIDAD QUE EL RODETE. ÉSTOS ÁLABES TAMBIÉN RECIBEN EL NOMBRE DE PALETAS DIRECTRICES.

PARA SU MONTAJE DEBE TENERSE MUCHO CUIDADO CON LA VERIFICACIÓN DE LOS BUJES DE BRONCE DE LA CHUMACERA.



ESQUEMA DE POSICION DE ALABES



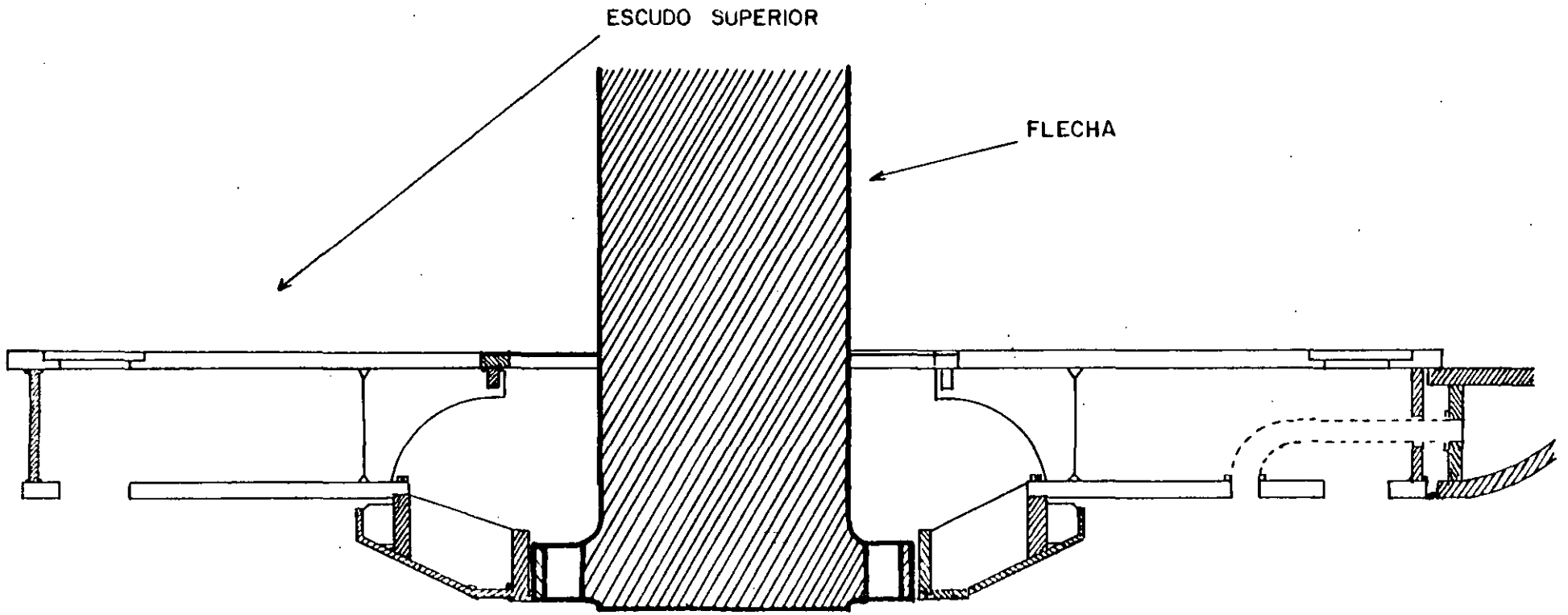
ESCUDO SUPERIOR

SU FUNCIÓN ES LA DE SELLAR LA PARTE SUPERIOR DEL ANTEDISTRIBUIDOR Y SOPORTAR LAS CHUMACERAS SUPERIORES DE LOS ÁLABES. EN ÉL SE COLOCAN LOS SISTEMAS DE CONTROL DE LAS PALETAS, EL CONTROL DE FUGAS, LA CHUMACERA GUIA DE LA FLECHA Y EN MUCHAS OCASIONES SOPORTA LA CHUMACERA DE CARGA DEL SISTEMA GIRATORIO DE LA TURBINA: RODETE, FLECHA, Y ROTOR, QUE LLEGAN A PESAR VARIOS CIENTOS DE TONELADAS.

COMO VEMOS, ESTA DEBE SER UNA ESTRUCTURA BASTANTE ROBUSTA.

SU FABRICACIÓN ES A BASE DE PLACAS SOLDADAS Y TERMINADO MAQUINADO. SI LAS PLACAS NO DAN LAS DIMENSIONES DEL DISEÑO, PRIMERO SE SUELDAN Y POSTERIORMENTE SE CORTA A LA FORMA DESEADA, CON ELLO SE EVITA QUE LA SOLDADURAS PUEDAN MODIFICAR SU FORMA.

ESTA ESTRUCTURA SE FABRICA EN TRES SECCIONES: LA TAPA PRINCIPAL EN DOS SEMICÍRCULOS Y EL CONO INFERIOR. DESPUÉS DE CORTAR LAS PLACAS, SE ROLAN LAS SECCIONES QUE LO REQUIERAN (EN ESTE CASO LOS ANILLOS CIRCULARES). UNA VEZ QUE ESTAN SOLDADOS TODOS LOS COMPONENTES DE LAS PIEZAS, SE VERIFICA RADIOGRAFICAMENTE LA SOLDADURA, SE SOMETEN AL RELEVADO DE ESFUERZOS Y POSTERIORMENTE SE CAREAN LAS ZONAS DE UNION, SE FIJAN CON TORNILLOS Y SE HACEN BARRENOS GUIAS PARA QUE AL REARMAR COINCIDAN CON PRESIÓN LAS PARTES.

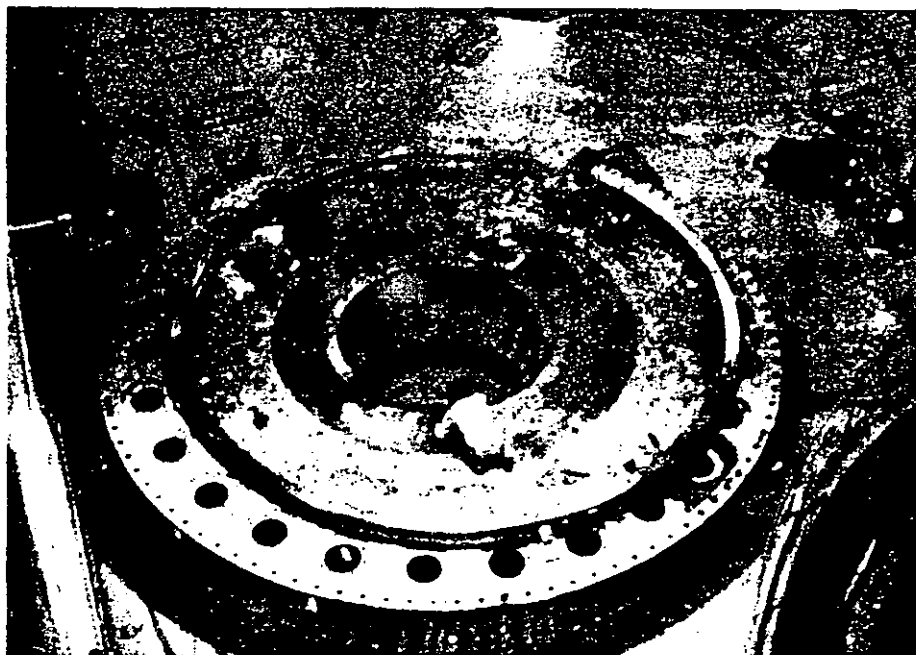


SE MAQUINA LA PIEZA COMPLETA. EN LA PLACA SUPERIOR SE HACEN LAS PERFORACIONES PARA LOS PERNOS QUE FIJAN ESTA ESTRUCTURA A LA CARCAZA, LOS QUE SOPORTAN LA CHUMACERA SUPERIOR DE LOS ÁLABES, LOS DE FIJACIÓN DE LA CHUMACERA DE CARGA; LOS DE LOS SERVOMOTORES , ETC.

EN EL ANILLO EXTERIOR VERTICAL SE HACEN LAS VENTANAS PARA EL PASO DE LA TUBERIA DE COMPENSACIÓN. EN LA PLACA INFERIOR SE HACEN LOS TALADROS PARA COLOCAR LOS TORNILLOS DE FIJACIÓN DEL CONO. LAS BRIDAS DE LA TUBERÍA DE COMPENSACIÓN Y LOS QUE FIJAN LAS PLACAS DE ACERO INOXIDABLE QUE GUIAN EL AGUA Y PERMITEN EN SELLO CON LA PARTE SUPERIOR DE LAS PALETAS DE LOS ÁLABES. ES IMPORTANTE HACER NOTAR QUE EN LA PERIFERIA DE ESTA PLACA SE COLOCA EL SELLO DE NEOPRENO CONTRA LA CARCAZA.

EL CONO INFERIOR, COMO YA SE DIJO, ES DE UNA SOLA PIEZA Y LAS ZONAS IMPORTANTES A MAQUINAR SON LOS LUGARES DONDE SE FIJA A LA PLACA INFERIOR DEL ESCUDO. EL ANILLO INTERIOR RECIBE LA TAPA DE SELLO EN SU PARTE SUPERIOR; SU PERIMETRO INTERNO ES LA CHUMACERA GUIA INFERIOR DE LA FLECHA; POR ÚLTIMO LAS PLACAS EXTERIORES QUE SON DE ACERO INOXIDABLE SE MAQUINAN DE TAL FORMA QUE EL ESPACIO ENTRE ELLAS Y EL RODETE SEA LO MAS UNIFORME POSIBLE PARA QUE NO SE PRODUZCA LA CAVITACIÓN.

SU PROTECCIÓN SE HACE CON PINTURA ANTICORROSIVA Y EN LAS ZONAS PULIDAS CON GRASA O PLÁSTICO.

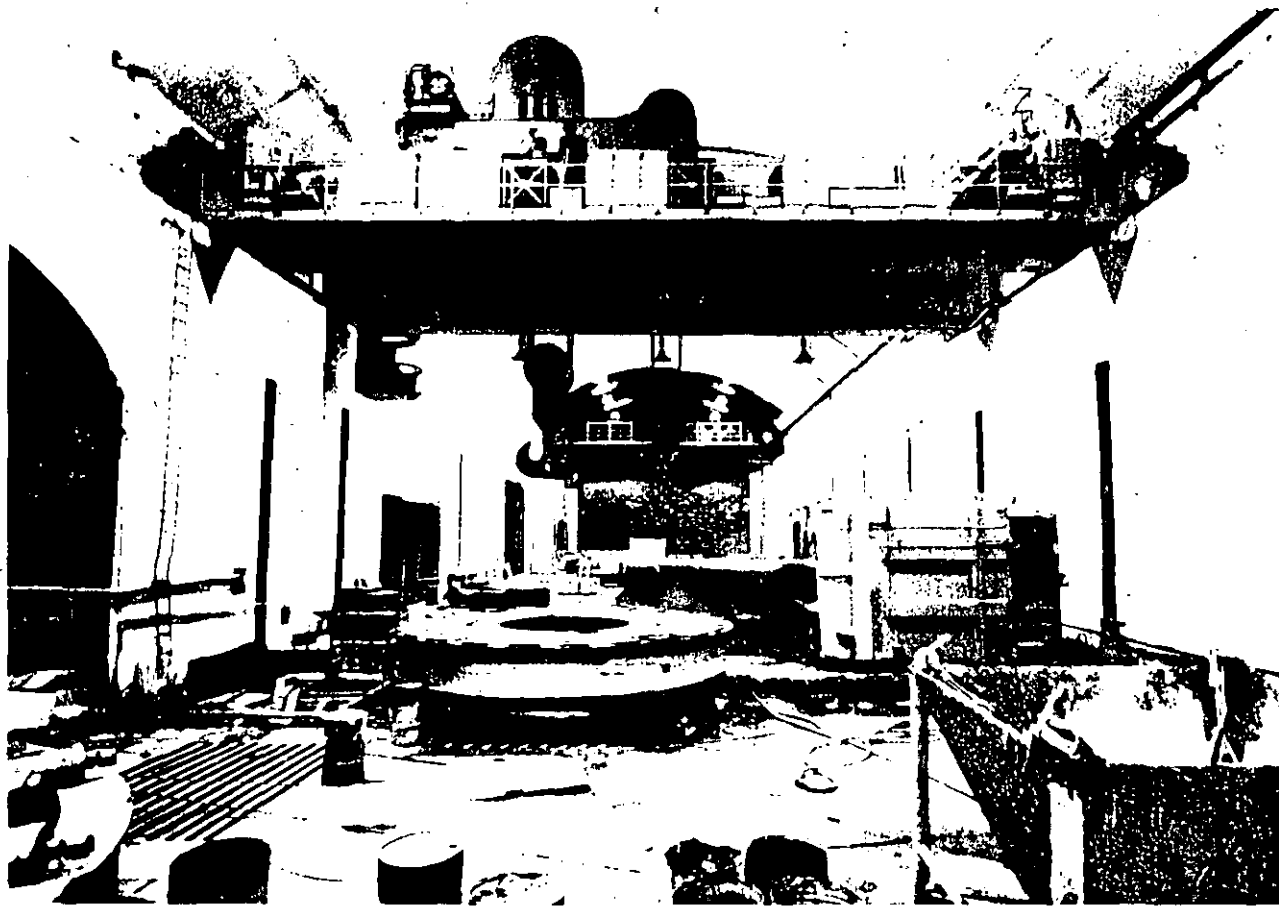


ARMADO EN PLAYA DE MONTAJE DEL ESCUDO SUPERIOR.

MONTAJE

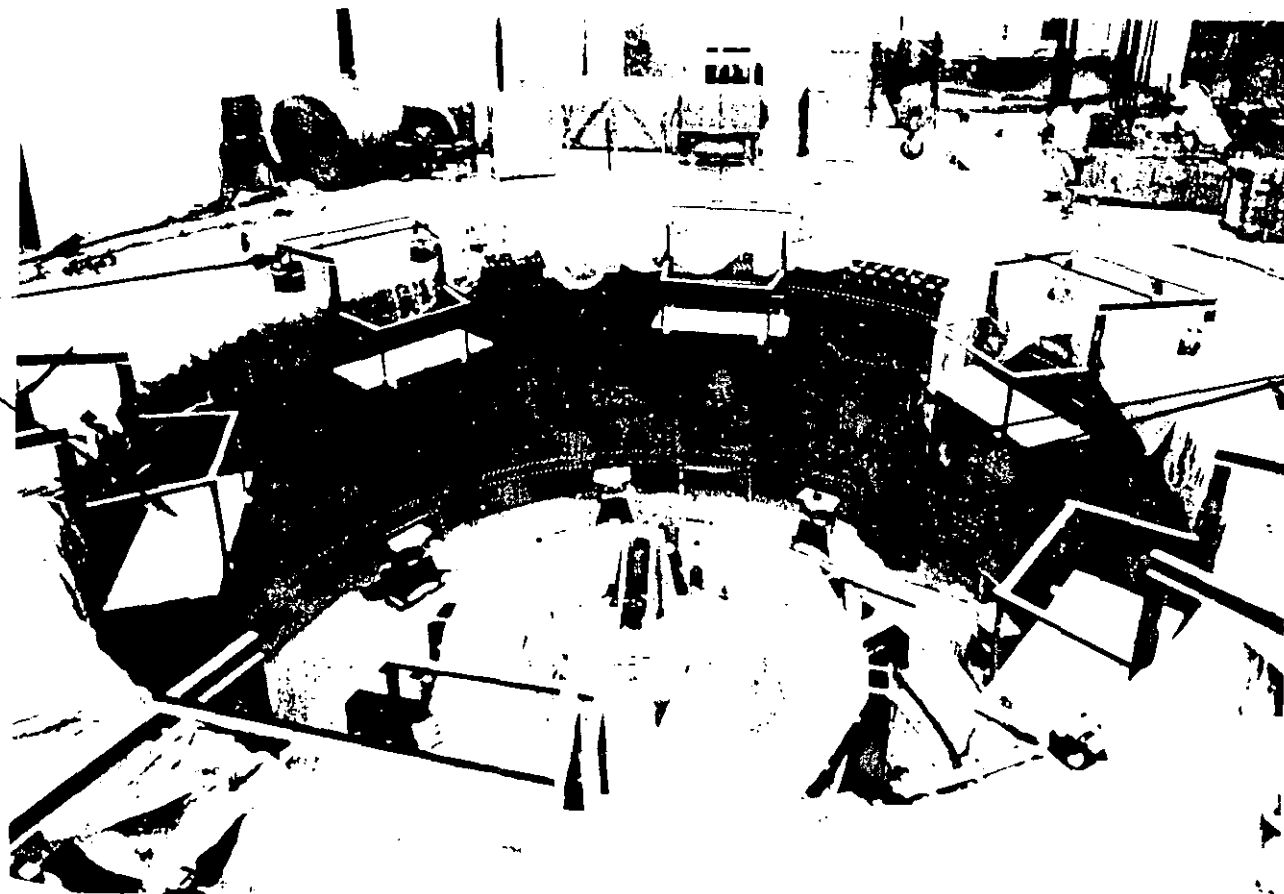
DEBIDO A SUS DIMENSIONES Y A LO DELICADO DE SUS PARTES ES MUY CONVENIENTE QUE ESTA PIEZA SE ARME DENTRO DE LA CASA DE MAQUINAS, EN LA PLAYA DE MONTAJE. PARA SU COLOCACIÓN SE SIGUEN LOS SIGUIENTES PASOS:

1. CON LAS PLACAS SUPERIORES HACIA ABAJO, APOYADAS EN DURMIENTES DE MADERA, SE UNEN LAS DOS PARTES SEMICIRCULARES CON EL APOYO DE SUS PERNOS GUIA, SE APRIETAN LOS TORNILLOS DE UNIÓN HASTA LA TENSIÓN ESPECIFICADA, SE SELLA LA UNIÓN CON UN CORDON DE SOLDADURA Y SE PULE ÉSTE.
2. SE FIJAN EL CONO INFERIOR Y LAS PLACAS DE ACERO INOXIDABLE
3. SE VOLTEA LA PIEZA COLOCANDO LA PARTE SUPERIOR HACIA ARRIBA
4. SE RECTIFICAN Y SE LIMPIAN TODAS LAS ROSCAS Y SE COLOCA LA CHUMACERA SUPERIOR DE LOS ÁLABES
5. SE HACE UNA PRESENTACIÓN PROVISIONAL CON LOS ÁLABES EN SU POSICIÓN Y SE VERIFICAN LAS HOLGURAS.
6. SE COLOCA EL SELLO DE NEOPRENO CON LA CARCAZA Y EL ESCUDO SE FIJA DEFINITIVAMENTE A ELLA.



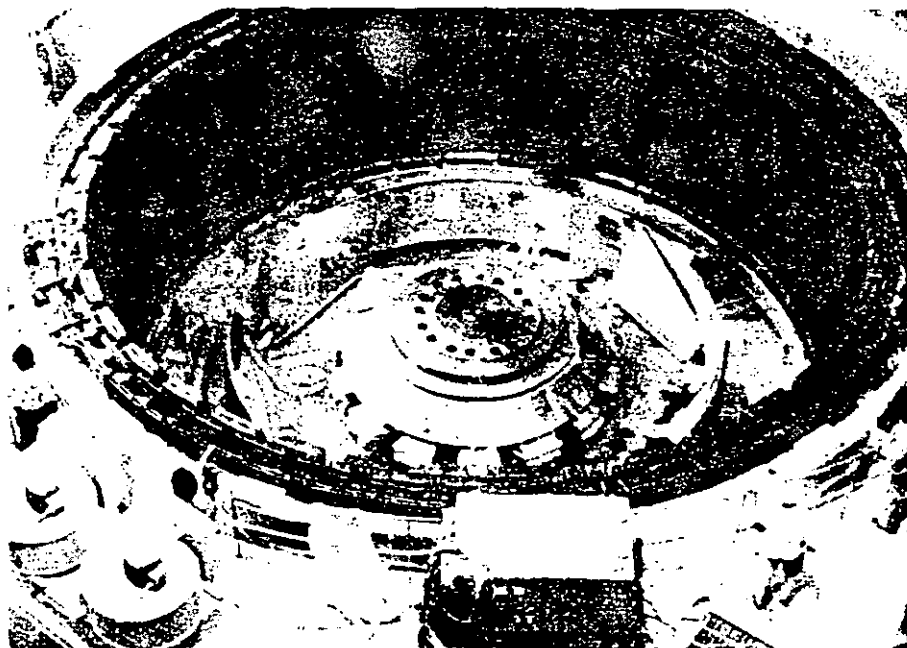
DETALLE DEL ESCUDO SUPERIOR Y RODETE EN PLAYA DE MONTAJE.

ANDAMIO PARA
SOLDAR LAS
BOBINAS

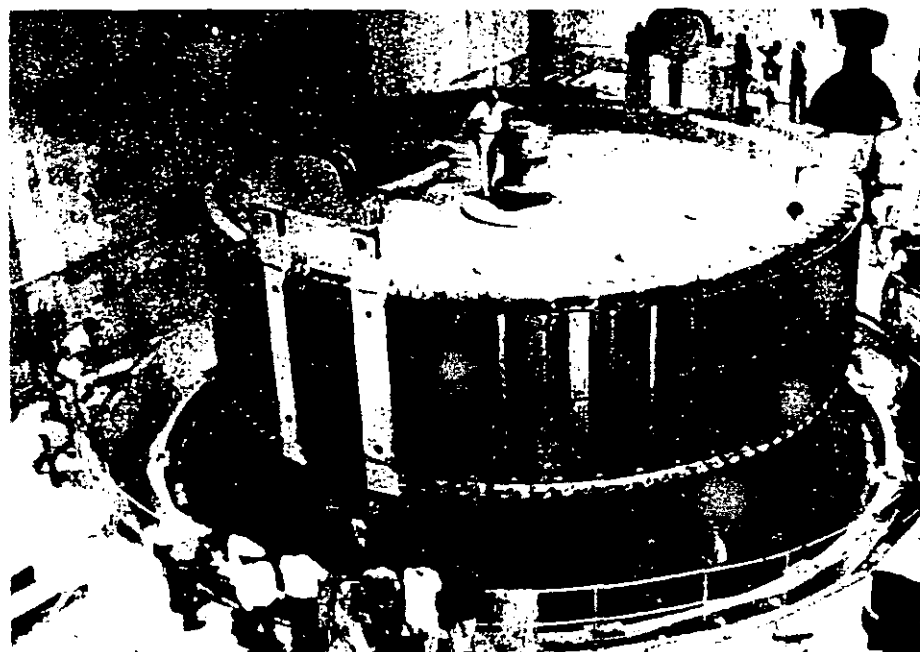


GATOS DE
FRENADO

DETALLE DE ESTATOR TERMINADO



ESTATOR TERMINADO.



MONTAJE DE ROTOR.

CON LO ANTERIOR QUEDA LISTA ESTA ESTRUCTURA Y PODEMOS EMPEZAR A COLOCAR TODOS LOS MECANISMOS Y SOPORTES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y CONTROL.

LA UNIÓN FLECHA-ROTOR SE LLEVA A CABO DE LA MISMA FORMA EN QUE SE HIZO LA DE FLECHA-RODETE. ANTES O DESPUÉS DE ESTA MANIOBRA SE COLOCAN LOS BOBINADOS DEL ESTATOR, CUANDO SE TIENEN LISTAS ESTAS MANIOBRAS Y SE HA INSTALADO TODO EL EQUIPO ADICIONAL; EN TEORÍA EL MECANISMO QUEDA LISTO PARA GIRAR Y PODER BALANCEAR EL CONJUNTO GIRATORIO, REGULAR FRENOS, BOMBAS DE ACEITE, CONTROL DE VELOCIDAD, SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO, ETC. DESPUÉS, A TRABAJAR.

COMPUERTAS DE DESFOGUES.

LA FUNCIÓN PRINCIPAL DE ESTAS ESTRUCTURAS ES EVITAR EL PASO DEL AGUA RIO ABAJO DE LA PLANTA AL INTERIOR DE LA TURBINA, NORMALMENTE LA PRESIÓN NO EXCEDE LOS 2 Kg/cm^2 - (20 M. DE ALTURA)-. SE UTILIZAN NORMALMENTE PARA PODER HACER REVISIONES O REPARACIONES EN EL INTERIOR DE LA TURBINA.

COMO ESTAS COMPUERTAS SE COLOCAN EN POSICIÓN DE CIERRE O DE APERTURA CON LAS PRESIONES IGUALADAS, NO ES NECESARIO QUE SEAN DEL TIPO RODANTE; COMÚNMENTE SON DESLIZANTES.

FABRICACION

SU FABRICACIÓN ES SEMEJANTE A LAS COMPUERTAS DE OBRA DE TOMA; PERO NO NECESITAN EL CONTROL DE CALIDAD TAN ESTRICTO DE ÉSTAS, LO QUE SI ES INDISPENSABLE ES QUE PRESENTEN UN SOLO PLANO EN LA SUPERFICIE DE APOYO PARALELO A LA SUPERFICIE DE SELLO.

MONTAJE

EN LA OBRA CIVIL SE PREVEE UN FOSO ESTANCO ESPECIAL PARA SU MONTAJE Y SE AUXILIA CON UNA GRÚA VIAJERA QUE CORRE A LO LARGO DE LA GALERIA DE COMPUERTAS DE DESFOGUE.

1. SE COLOCA EL MARCO DE CIERRE, SE ALINEA, SE NIVELA Y SE FIJA CON TROQUELES Y TIRANTES A LAS VARILLAS DE ARMADO, LO MISMO QUE LAS GUIAS DE DESLIZAMIENTO.
2. MIENTRAS SE HACEN LOS SEGUNDOS COLADOS DEL MARCO Y DE LAS GUIAS DE DESLIZAMIENTO, CON LA AYUDA DE LA GRÚA VIAJERA SE COLOCA LA SECCIÓN INFERIOR DE LA COMPUERTA EN EL FOSO ESTANCO DE ARMADO Y CON EL AUXILIO DE GATOS Y TROQUELES APOYADOS EN LAS PAREDES SE FIJA ESTA SECCIÓN PARA RECIBIR LA SEGUNDA.
3. SE COLOCA LA SEGUNDA SECCIÓN Y SE LIGA CON LOS TORNILLOS PREPARADOS PARA TAL EFECTO, SE HACE LA SOLDADURA PERIMETRAL DE LA JUNTA Y SE PULE LA ZONA DE APOYO DE SELLO.
4. SE COLOCAN Y SE FIJAN LAS SECCIONES SIGUIENTES DE ACUERDO AL PASO ANTERIOR HASTA LLEGAR A COLOCAR LA SECCIÓN SUPERIOR.
5. SE VERIFICA LA VÁLVULA DE LLENADO Y SE COLOCAN LOS EMPAQUES DE NEOPRENO PARA SELLO.
6. CON LA GRÚA VIAJERA SE SACA DEL FOSO DE ARMADO, SE LE DA PRO-

TECCIÓN CON PINTURA ANTICORROSIVA, SE COLOCA EN SU POSICIÓN Y SE VERIFICAN LOS APOYOS Y EL SELLO.

COMPUERTAS DE LOS TUNELES DE DESVIO

UNO DE LOS SISTEMAS PARA CONSTRUIR LAS CORTINAS DE UNA PRESA, ES EL DE HACER TÚNELES PARA HACER PASAR EL GASTO DEL RÍO POR ELLOS MIENTRAS ÉSTA SE TERMINA. AL FINALIZAR LA CONSTRUCCIÓN DE LA CORTINA Y LAS DEMÁS OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTROL DE LA OBRA, ES NECESARIO CERRAR EL PASO POR ESTOS TÚNELES PARA EL LLENADO DEL VASO.

EXISTEN VARIOS CRITERIOS PARA EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE ESTAS COMPUERTAS; UNO DE ELLOS, ES CONSIDERAR QUE DEBEN RESISTIR LA MÁXIMA PRESIÓN CON EL VASO LLENO Y OTRO ES SUPONER QUE ÚNICAMENTE SOPORTARÁN UNA PRESIÓN PARCIAL MIENTRAS SE CUELAN LOS TAPONES DE CONCRETO DEFINITIVOS EN LOS TÚNELES.

LA IMPORTANCIA DE ESTAS ESTRUCTURAS DEPENDERÁ DE LAS CONDICIONES ANTERIORES Y DE LAS DIMENSIONES DE LOS TÚNELES.

SU FABRICACIÓN ES SEMEJANTE A LAS COMPUERTAS DE DESFOGUES O A LAS DE OBRA DE TOMA, CON LA ÚNICA CARACTERÍSTICA PROPIA IMPORTANTE DE QUE SU OPERACIÓN SE EFECTÚA CON MUY POCAS CARGAS O CON PRESIONES IGUALADAS. POR LO TANTO PUEDEN SER DESLIZANTES.

EL SISTEMA DE OPERACIÓN ES USUALMENTE UN MARCO RIGIDO PARA CADA COMPUERTA CON UN MALACATE O MALACATES SINCRONIZADOS PARA EFECTUAR EL ASCENSO O DESCENSO DE MANERA UNIFORME.

CON EL AUXILIO DE SU PROPIO MARCO DE OPERACIÓN, EL MONTAJE SE EFECTÚA EN LA PARTE SUPERIOR DE MANERA SEMEJANTE AL DE LAS COMPUERTAS DE LA OBRA DE TOMA. EN LA MAYORÍA DE LOS CASOS TANTO LAS COMPUERTAS COMO LOS MARCOS DE OPERACIÓN SON RECUPERABLES.

COMPUERTAS DE VERTEDORES

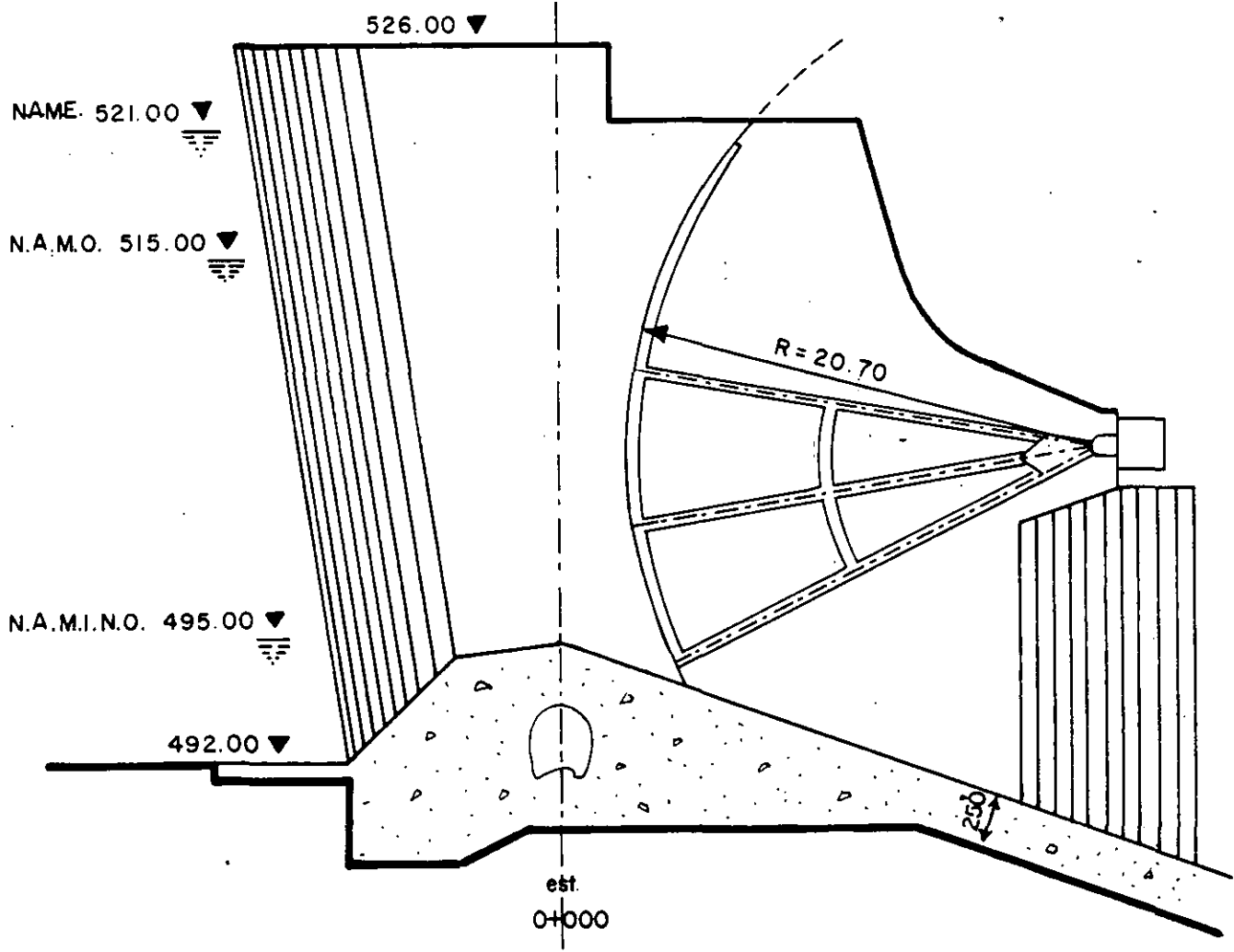
ÉSTA ESTRUCTURA ES DE CARACTERÍSTICAS DIFERENTES A LAS TRATADAS ANTERIORMENTE, LO MISMO QUE SU FUNCIONAMIENTO. SU FUNCIÓN ES DETENER O CONTROLAR EL PASO DEL AGUA SEGÚN LAS NECESIDADES DE OPERACIÓN O EL VOLÚMEN DE LA AVENIDA A REGULAR. LAS COMPUERTAS DE VERTEDORES SE COMPLEMENTAN CON UNA COMPUERTA AUXILIAR AGUAS ARRIBA DE ELLA PARA REVISIÓN, REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO.

NORMALMENTE SU PANTALLA ES UN SECTOR DE CILINDRO CIRCULAR APOYADO SOBRE VIGAS, LAS CUALES A SU VEZ ESTÁN APOYADAS SOBRE RAYOS QUE LLEGAN AL CENTRO SOBRE UNA CHUMACERA PARA PERMITIR EL GIRO.

FABRICACION

SE CORTAN LAS PLACAS, SE BISELAN LAS PARTES QUE SE VAN A UNIR CON SOLDADURA Y SE FORMAN LAS VIGAS, YA SEAN DE SECCIÓN I O DE CAJÓN, SEGÚN EL DISEÑO. TANTO LAS PLACAS QUE FORMAN LA PANTALLA COMO LAS DE LAS VIGAS QUE LA RECIBEN, SE ROLAN.

VERTEDOR



LAS PLACAS SE SUELDAN Y SE TERMINAN INDEPENDIENTEMENTE CADA UNA DE LAS VIGAS, CUANDO ES NECESARIO POR SUS DIMENSIONES SE PREVEEN EMPALMES ATORNILLADOS; LA IDEA ES QUE EN LA OBRA NO SE HAGAN SOLDADURAS IMPORTANTES. SE SUELDAN LAS VIGAS A LA CHUMACERA DE GIRO, Y A ÉSTAS SE LES SUELDAN LAS VIGAS QUE RECIBEN LA PANTALLA; SE SUELDAN O SE ATORNILLAN LOS REFUERZOS ADICIONALES DE SOPORTE Y CONTRAVENTEIO PARA HACER UNA PRESENTACIÓN GENERAL, SE SUELDA LA PANTALLA A LAS VIGAS PRINCIPALES, SECCIONANDOLA EN LA MISMA FORMA EN QUE ESTAN SECCIONADAS LAS VIGAS PRINCIPALES; ASIMISMO, SE SUELDAN LAS OREJAS PARA EL SOPORTE DE LA COMPUERTA. DESPUÉS SE DESARMA EN LAS SECCIONES PREESTABLECIDAS, SE VERIFICA LA CALIDAD DE LA SOLDADURA CON RADIOGRAFIAS O ULTRASONIDO Y CADA SECCIÓN O PARTE DE LA ESTRUCTURA SE SOMETE A RELEVADO DE ESFUERZOS, Y LUEGO SE TERMINA DE MAQUINAR LA CHUMACERA Y EL PIVOTE DE GIRO.

POSTERIORMENTE SE LIMPIA A METAL BLANCO CON CHORRO DE ARENA Y SE APLICA UNA PROTECCIÓN DE PRIMARIO Y PINTURA ANTICORROSIVA

MONTAJE

DURANTE LA CONSTRUCCIÓN CIVIL DE LAS PILAS DEL VERTEDOR SE HACEN LOS PRIMEROS COLADOS PARA EL SOPORTE DE LAS CHUMACERAS Y LAS GUIAS. EL MONTAJE LO INICIAMOS CON LA FIJACIÓN SOBRE LOS PRIMEROS COLADOS DEL SOPORTE DE LAS CHUMACERAS Y DE LAS GUIAS DE SECCIÓN CIRCULAR CON SU DOBLE PLACA DE ACERO INOXIDABLE EN DONDE APOYA EL SELLO DE NEOPRENO Y LAS RUEDAS GUIAS LATERALES, ASIMISMO, EL MARCO Y LA GUIA DE LA COMPUERTA AUXILIAR, HACIENDOSE LOS SEGUNDOS COLADOS.

- ~~1. SE COLOCAN LAS CHUMACERAS DE GIRO EN SU LUGAR.~~
2. SE UNEN A LAS CHUMACERAS LOS RAYOS QUE FIJAN LA SECCIÓN INFERIOR DE LA PANTALLA COLOCANDO ENTRE ELLOS LA ESTRUCTURA DE SOPORTE Y CONTRAVENTEADO.
3. SE COLOCA EN POSICIÓN LA PARTE INFERIOR DE LA PANTALLA Y SE UNE A LOS RAYOS.
4. SE POSICIONAN Y SE FIJAN LOS RAYOS DE LA SIGUIENTE SECCIÓN, ASÍ COMO LA ESTRUCTURA ADICIONAL DE SOPORTE Y CONTRAVENTEADO.
5. SE COLOCA LA SEGUNDA SECCIÓN DE COMPUERTA SOBRE LA INFERIOR Y SE LIGA A LOS RAYOS. ÉSTA OPERACIÓN SE REPITE TANTAS VECES COMO SECCIONES COMPONGAN LA COMPUERTA.
6. SE EFECTÚAN LAS SOLDADURAS DE SELLO SOBRE LA PANTALLA, SE PULLEN EN LA ZONA DE APOYO DEL SELLO DE NEOPRENO Y SE PROTEGE CON PINTURA ANTICORROSIVA.
7. SE LIGA LA COMPUERTA AL MECANISMO DE OPERACIÓN (MALACATES CON CADENA, MALACATES CON CABLE O SERVOMOTORES.).
8. SE HACEN LAS PRUEBAS DE LEVANTE Y CIERRE Y SE AJUSTAN LAS PEQUEÑAS RUEDAS GUIAS LATERALES
9. SE COLOCAN LOS SELLOS DE NEOPRENO EN LA PARTE INFERIOR Y A LOS LADOS VERIFICANDO SU POSICIÓN.

DADA LA IMPORTANCIA QUE ESTA ESTRUCTURA REPRESENTA PARA LA SEGURIDAD DE LA PRESA, ES EL UNICO SISTEMA QUE SE PREVEE PARA OPERARSE CON TRES SISTEMAS:

1. MOTOR DISEÑADO A LEVANTAR A LA VELOCIDAD ESPECIFICADA
2. PEQUEÑO MOTOR AUXILIAR ACOPLABLE CON VELOCIDAD MENOR DE LA ESPECIFICADA
3. CON UNA MANIVELA PARA OPERARSE MANUALMENTE.

COMO SE OBSERVA, SE PUEDE SACRIFICAR LA VELOCIDAD DE OPERACIÓN, PERO SE GARANTIZA SU FUNCIONAMIENTO. INDEPENDIENTEMENTE DE ESTAS PREVISIONES SE PLANTEAN DIFERENTES ABASTECIMIENTOS DE ENERGIA ELÉCTRICA PARA LOS MECANISMOS:

1. SU ALIMENTACIÓN Y CONTROL DESDE LA SALA DE TABLEROS Y CONTROL DE LA OBRA.
2. ALIMENTACIÓN DE FUERZA DE UNA LINEA DE APOYO CON SU SUBESTACIÓN INDEPENDIENTE
3. UNA PLANTA DE EMERGENCIA CON MOTOR DE COMBUSTIÓN DE OPERACIÓN AUTOMÁTICA Y MANUAL.

NORMALMENTE, SE PREVEE UNA SOLA COMPUERTA AUXILIAR PARA TODO EL SISTEMA DE COMPUERTAS DE SERVICIO DE LOS VERTEDORES YA QUE SU USO ES MUY EVENTUAL. PARA PODER MOVER ESTA COMPUERTA A CADA UNO DE SUS VANOS SE AUXILIA DE UN MARCO MÓVIL CUYA CAPACIDAD ESTA DEFINIDA POR EL SISTEMA DE COMPUERTA, ÉSTA PUEDE HACERSE DE UNA SOLA PIEZA O EN VARIAS SECCIONES INDEPENDIENTES QUE SE LLAMAN AGUJAS.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

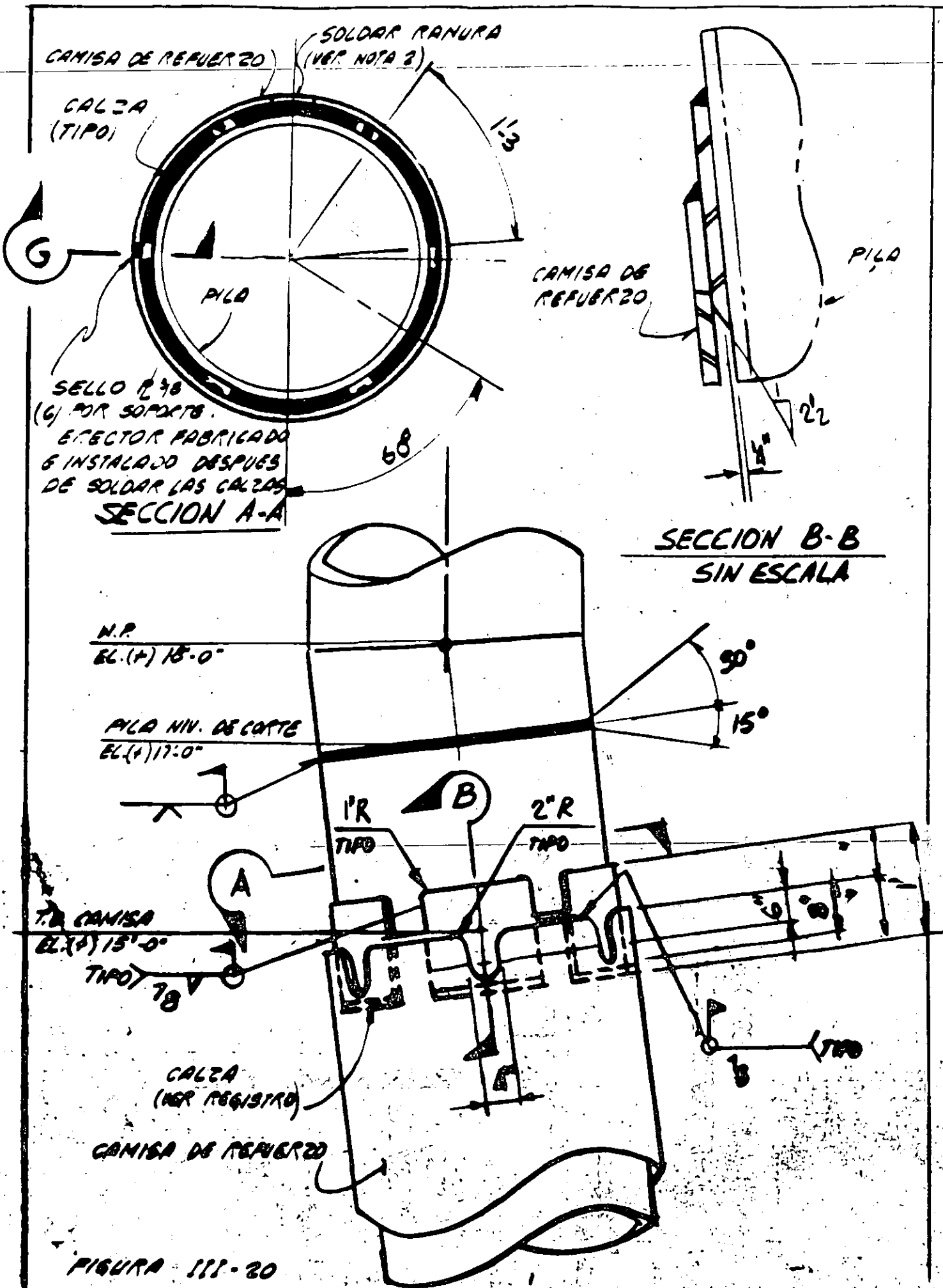
V CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION

MODULO III CONSTRUCCION Y MONTAJE

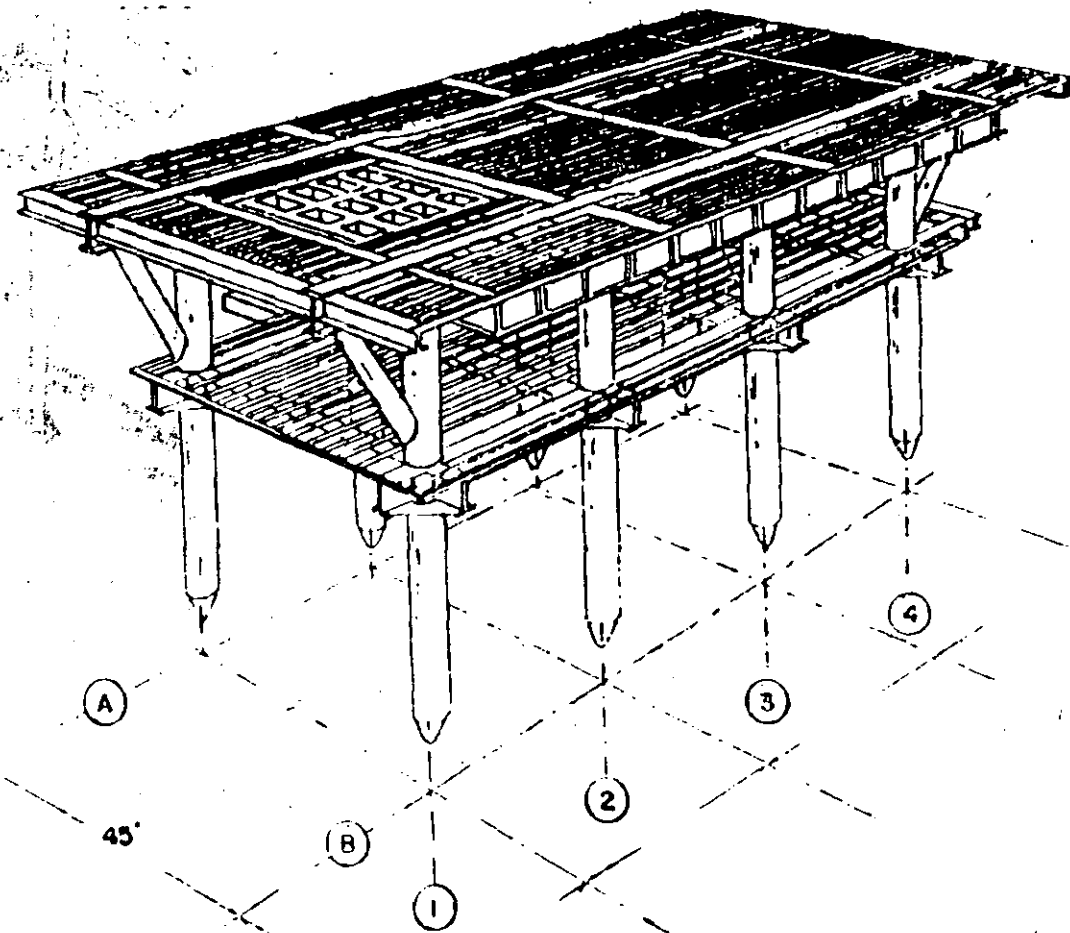
DE ESTRUCTURAS DE ACERO

MICAS

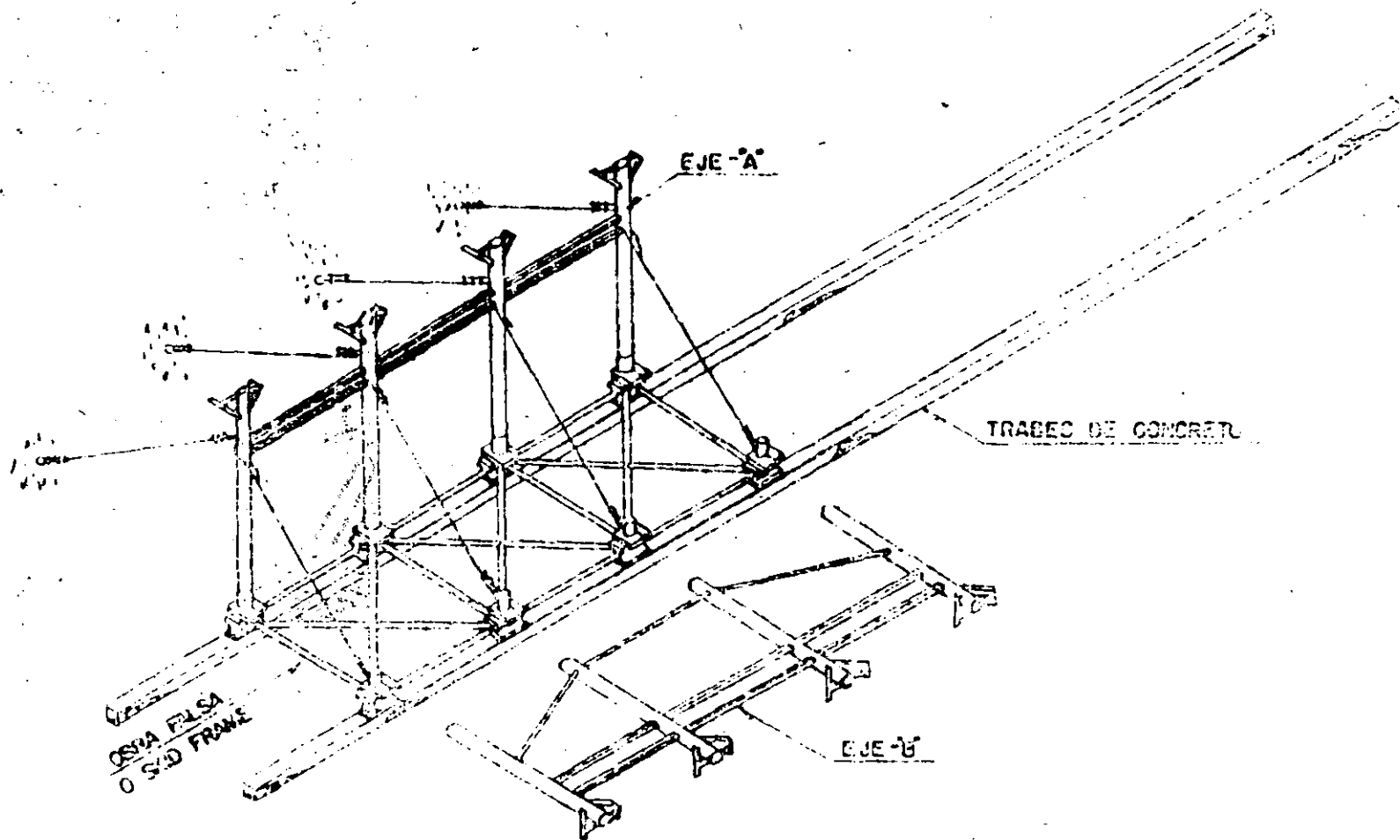
JUNIO 94



SUPERESTRUCTURA TIPO

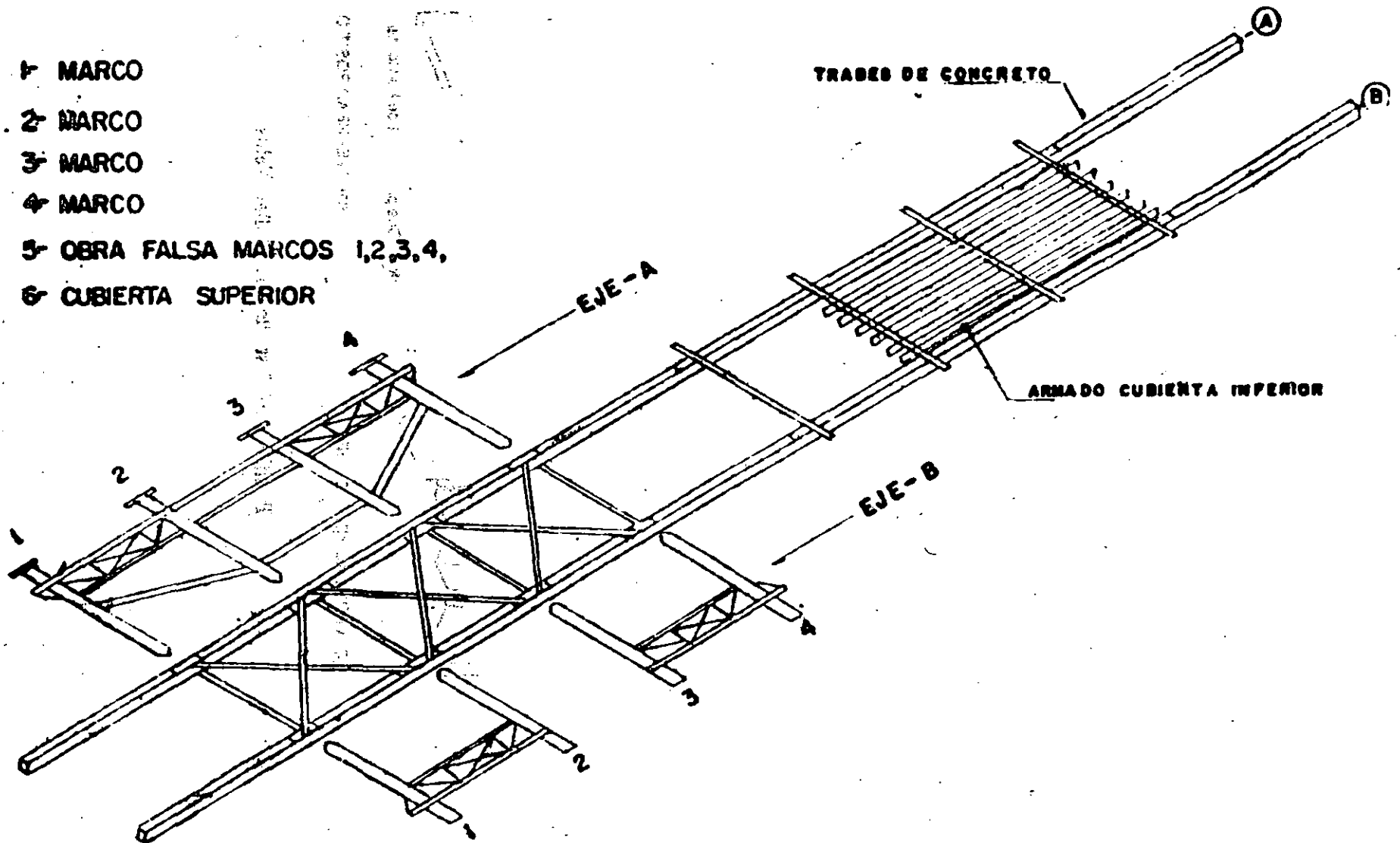


DINAMICA DE LA CONSTRUCCION DE UNA SUPERESTRUCTURA TIPO

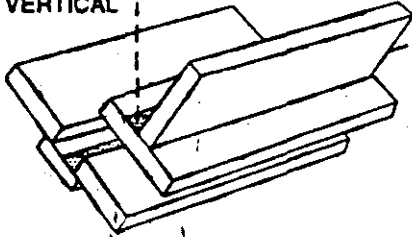


DINAMICA DE LA CONSTRUCCION DE UNA SUPERESTRUCTURA TIPO

- 1 MARCO
- 2 MARCO
- 3 MARCO
- 4 MARCO
- 5 OBRA FALSA MARCOS 1,2,3,4,
- 6 CUBIERTA SUPERIOR



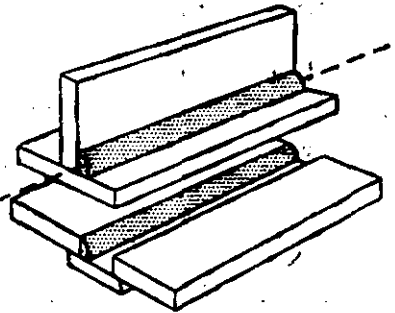
THROAT OF WELD
VERTICAL



(A) FLAT POSITION 1F

AXIS OF WELD
HORIZONTAL

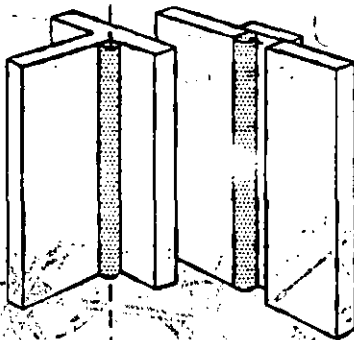
AXIS OF WELD
HORIZONTAL



Note: One plate must be horizontal

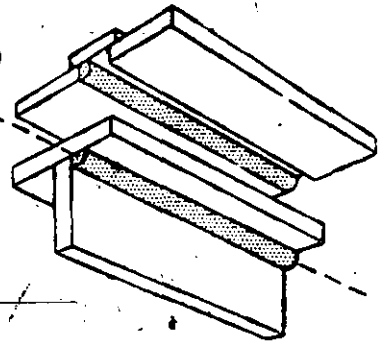
(B) HORIZONTAL POSITION 2F

AXIS OF WELD
VERTICAL



(C) VERTICAL POSITION 3F

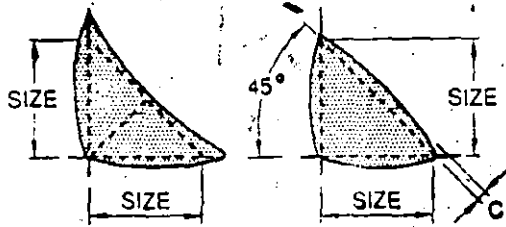
AXIS OF WELD
HORIZONTAL



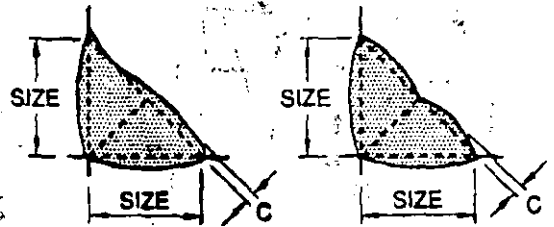
Note: One plate must be horizontal

(D) OVERHEAD POSITION 4F

Positions of Test Plate for Fillet Welds



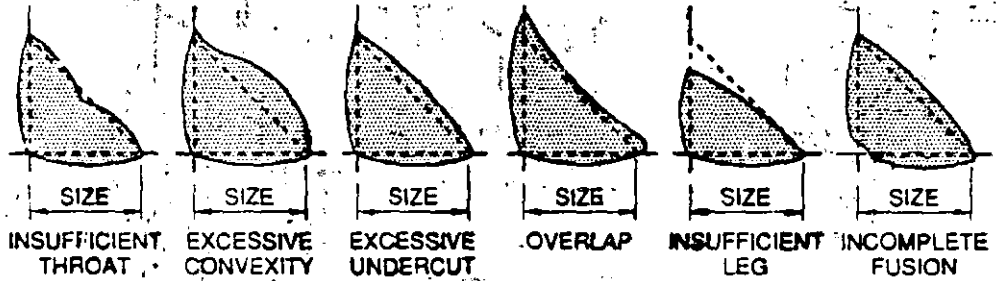
(A) DESIRABLE FILLET WELD PROFILES



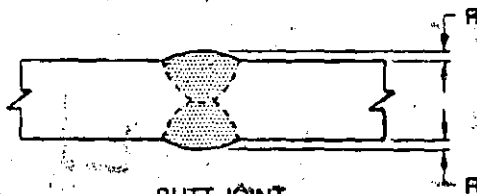
(B) ACCEPTABLE FILLET WELD PROFILES

Note: Convexity, C, of a weld or individual surface bead shall not exceed the value of the following table:

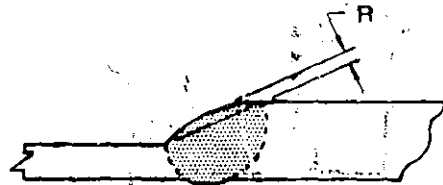
Measured Leg Size or Width of Individual Surface Bead, L	Max. Convexity
$L \leq 5/16$ in. (8 mm)	1/16 in. (1.6 mm)
$5/16$ in. < $L \leq 1$ in. (25 mm)	1/8 in. (3 mm)
$L \geq 1$ in.	3/16 in. (5 mm)



(C) UNACCEPTABLE FILLET WELD PROFILES



BUTT JOINT - EQUAL THICKNESS PLATE



BUTT JOINT (TRANSITION) - UNEQUAL THICKNESS PLATE

Note: Reinforcement R shall not exceed 1/8 in. (3 mm). See 3.6.2.

(D) ACCEPTABLE GROOVE WELD PROFILE IN BUTT JOINT



EXCESSIVE CONVEXITY
SEE 3.6.2



INSUFFICIENT THROAT
SEE 3.6.3



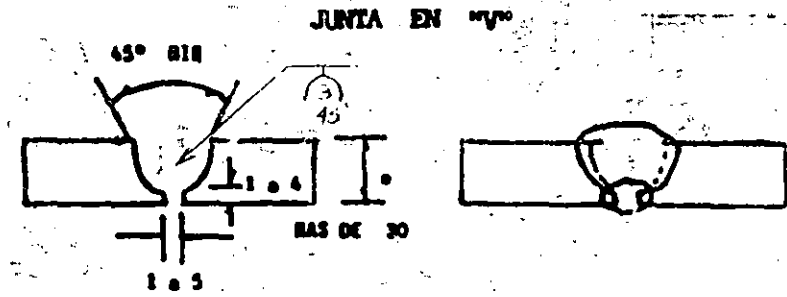
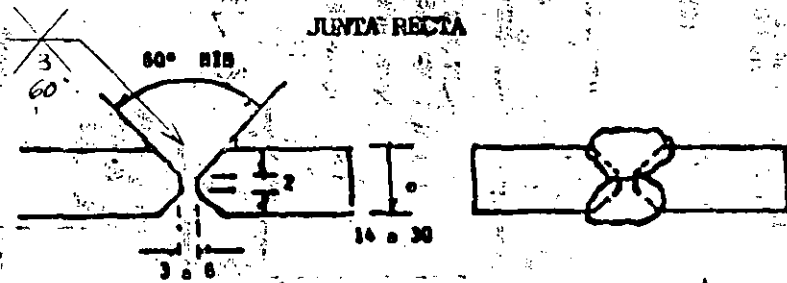
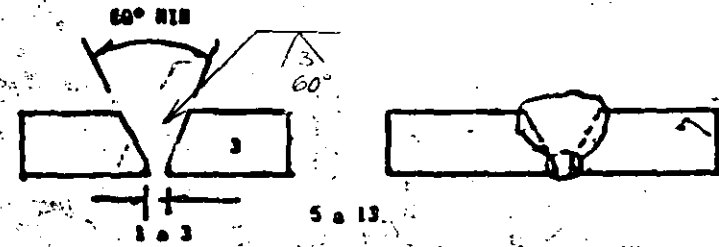
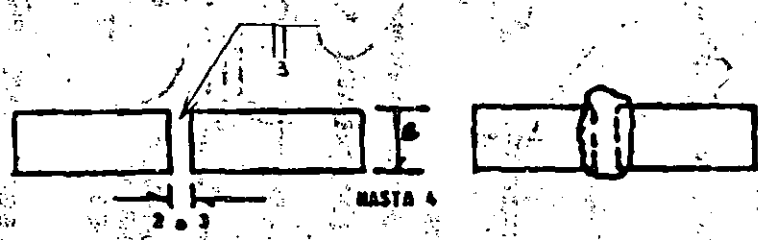
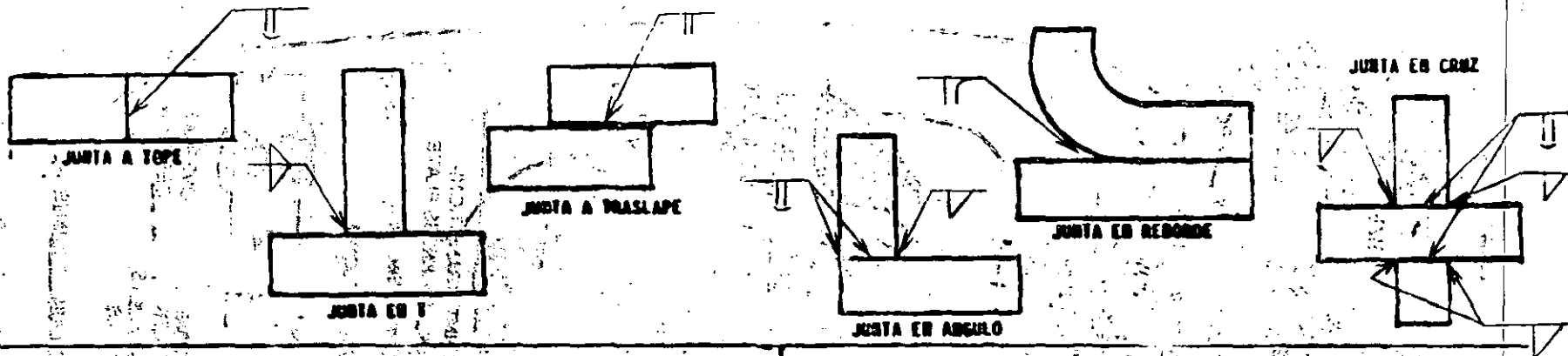
EXCESSIVE UNDERCUT
SEE 8.15.1.5, 9.25.1.5,
OR 10.17.1.5



OVERLAP
SEE 3.6.4

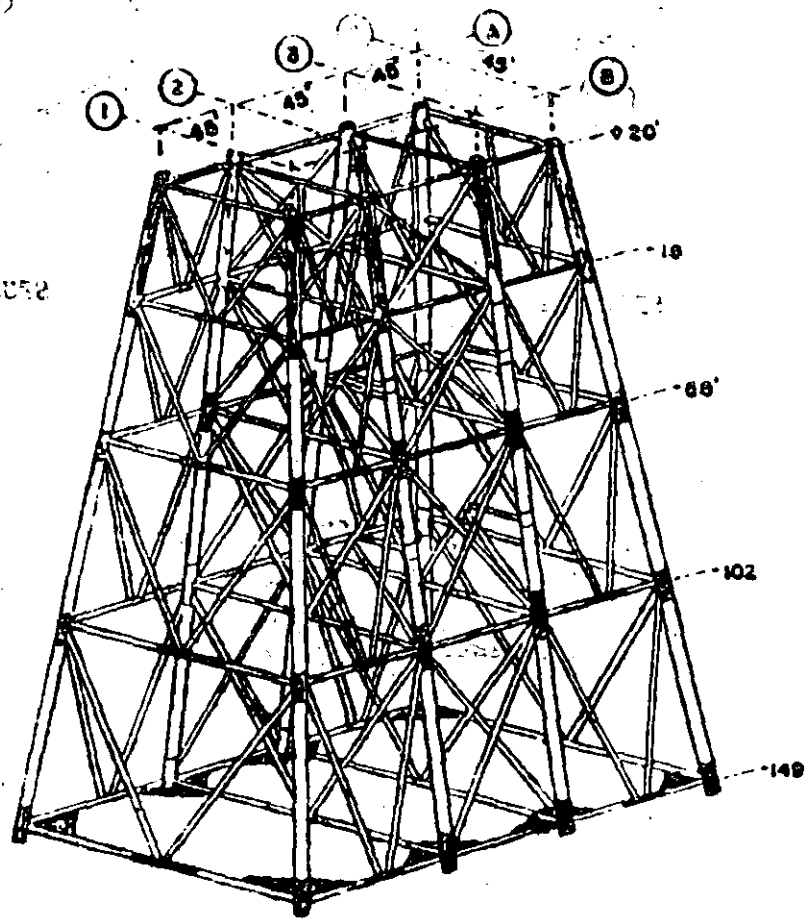
(E) UNACCEPTABLE GROOVE WELD PROFILES IN BUTT JOINTS

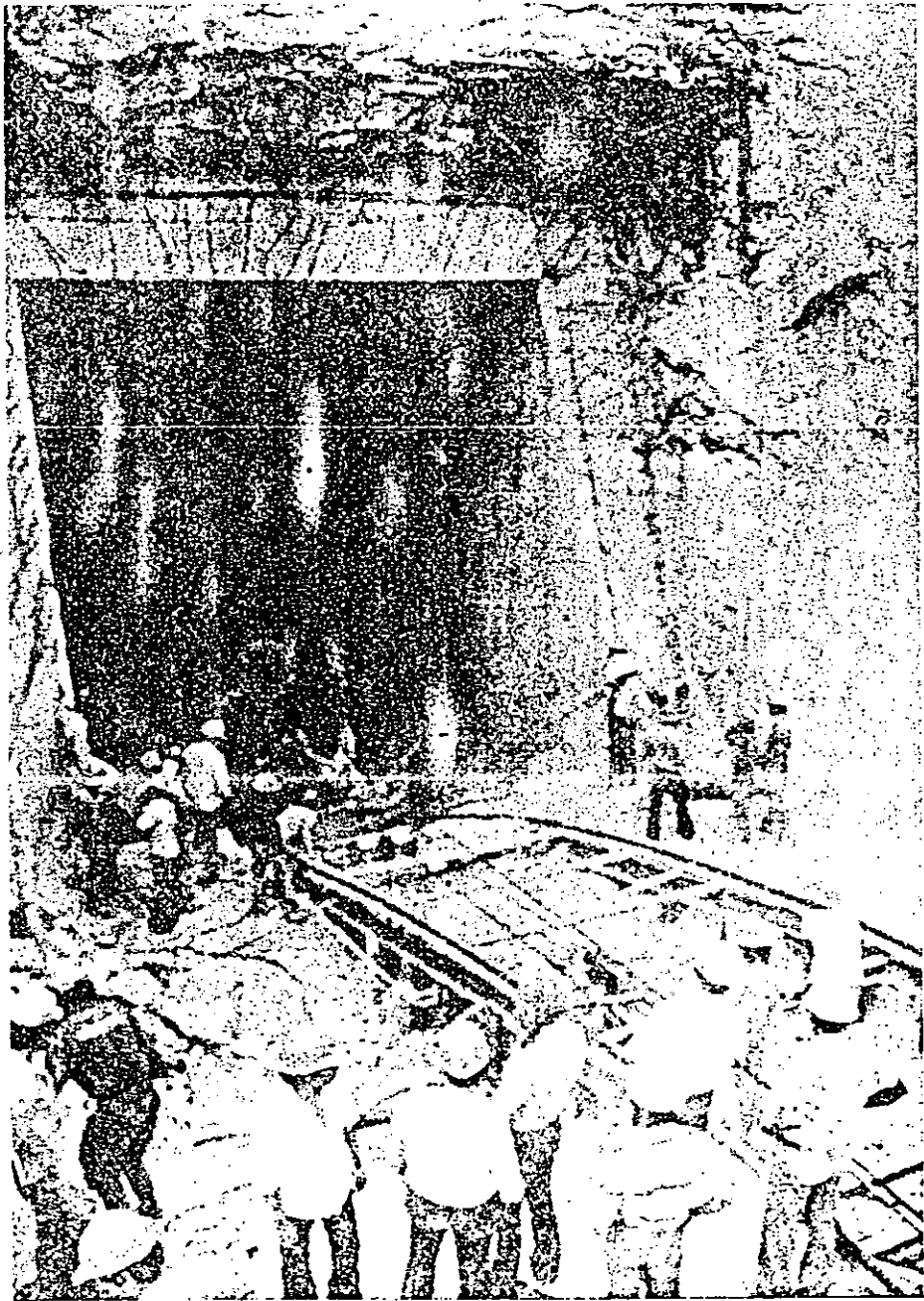
CLASIFICACION DE JUNTAS SOLDADAS Y A TOPE



JUNTA EN "X"

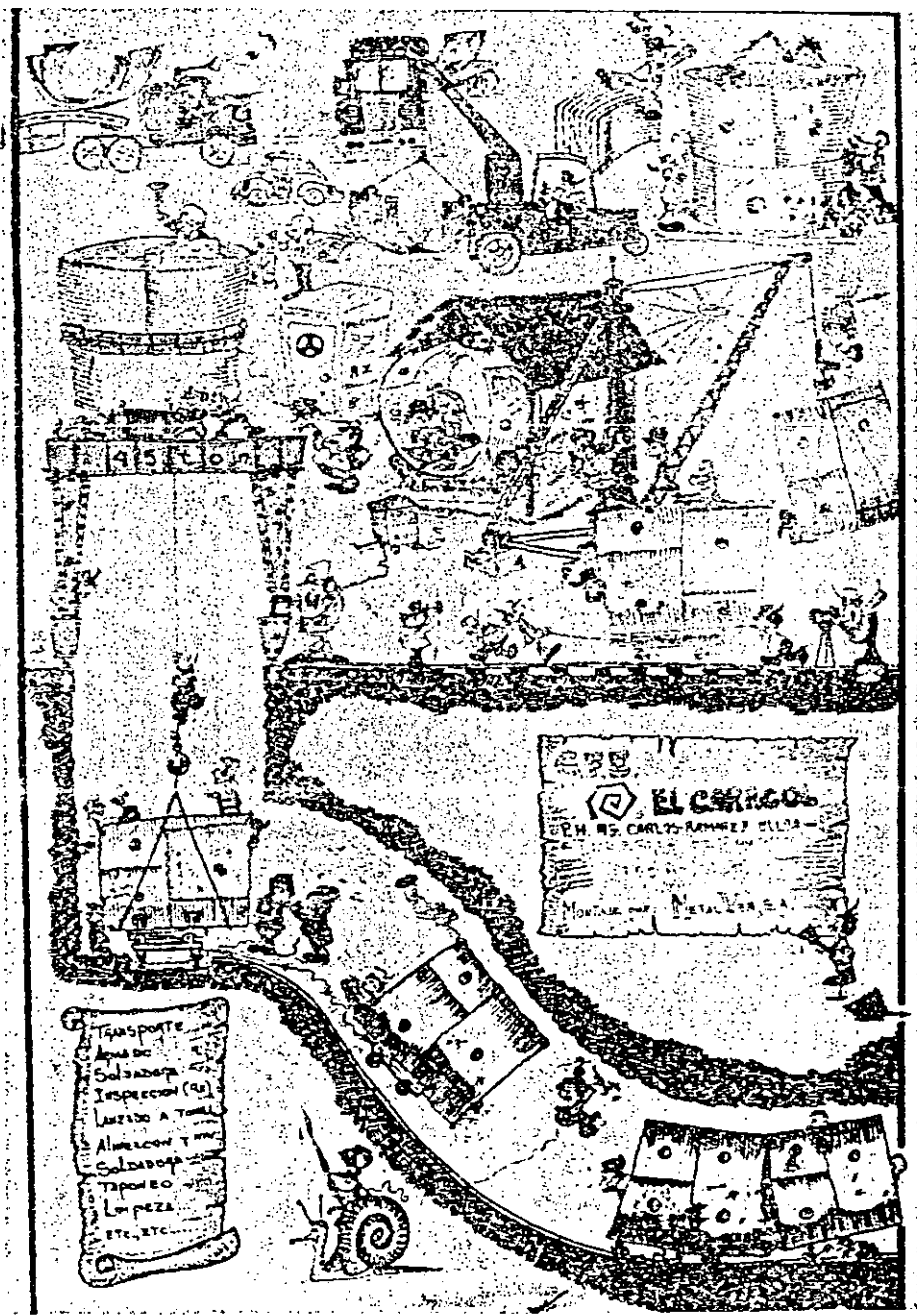
JUNTA EN "U"



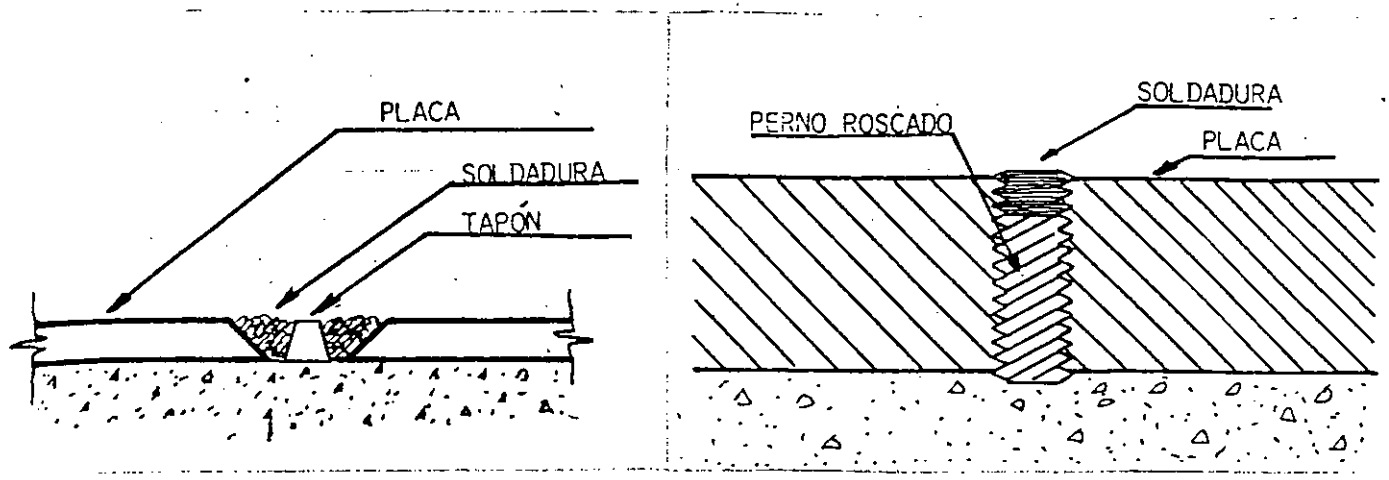


INTRODUCCION DE UNA SECCION DE LA TUBERIA DE PRESION
DENTRO DEL TUNEL .

- 6). SE METE LA PRIMERA PIEZA HASTA SU CADENAMIENTO
- 7). SE NIVELA, ALÍNEA Y SE TROQUELA CONTRA LAS PAREDES Y EL PISO DEL TÚNEL.
- 8). EN ALGUNOS CASOS ES CONVENIENTE HACER EL COLADO DE EMPAQUE DE ESTE TRAMO .
- 9). SE REPITEN LOS PASOS 6 Y 7 CON CADA UNA DE LAS SECCIONES SIGUIENTES, HACIENDOSE LAS SOLDADURAS PERIMETRALES CORRESPONDIENTES Y VERIFICANDO CON RADIOGRAFIA SU CALIDAD
- 10). APROXIMADAMENTE A CADA 20 M. DEBERÁN HACERSE LOS COLADOS DE CONCRETO PARA EMPACAR EL TUBO.
- 11). CUANDO SE LLEGA A UN CODO, ES IMPORTANTE QUE ESTA ZONA QUEDE COLADA, GARANTIZANDONOS UN MEJOR APOYO PARA LAS DEMÁS PIEZAS.
- 12). UNA VEZ EFECTUADA LA INYECCIÓN DE CONSOLIDACIÓN DE LA ROCA Y EL CONTACTO CONCRETO ROCA, SE SUELDAN LAS TAPAS.
- 13). PARA EFECTUAR LA CONSOLIDACIÓN CONCRETO-TUBO, SE PERFORA LA PLACA - CON UN TALADRO DE APROXIMADAMENTE $\frac{1}{2}$ " \emptyset - SE ROSCA ESTA PERFORACIÓN CON CUERDA STANDARD PARA TORNILLO. UNA VEZ QUE SE HA LLEVADO A CABO LA INYECCIÓN SE METE UN PERNO ROSCADO DEJANDOLO SOBREMETIDO APROXIMADAMENTE EL DIÁMETRO DEL TALADRO, Y ESTE ESPACIO SE RELLENA CON SOLDADURA.



CARTON HUMORISTICO DEL PROCESO DE MONTAJE DE LA TUBERIA DE PRESION.



14). SE RETIRAN TODAS LA ARAÑAS DE FORMADO Y SE PULE TODA LA SOLDADURA INTERIOR, MÁS TARDE SE LIMPIA A CHORRO DE ARENA A METAL BLANCO Y POSTERIORMENTE SE APLICA UN RECUBRIMIENTO DE PINTURA DE ALQUITRÁN DE HULLA PARA LA PROTECCIÓN FINAL.

TURBINA

LA TURBINA SE PUEDE DEFINIR COMO UN MOTOR HIDRÁULICO DISEÑADO EN TAL FORMA, QUE APROVECHA EL PASO DEL AGUA, PARA PRODUCIR EL MOVIMIENTO GIRATORIO DE LA FLECHA MOTRIZ.

A PARTIR DE LA RUEDA GIRATORIA PARA LOS ANTIGUOS MOLINOS DE GRANO QUE SE COLOCABAN APROVECHANDO EL PASO DE LA CORRIENTES DE AGUA, LA TECNOLOGIA HA AVANZADO PRODUCIENDO MOTORES HIDRÁULICOS DE UNA GRAN EFICIENCIA Y SOFISTICADOS SISTEMAS DE CONTROL.

UMBRERA
E BUSES

11.05

11.05

CASA DE MAQUINAS
UNIDADES

1000

900

428.400

TUNEL DE ACCESO

420.400

GENERADOR

TURBINA

UMBRERA
PRESION

406.000

DESFOGUE

CARCAMO
DE BOMBEO

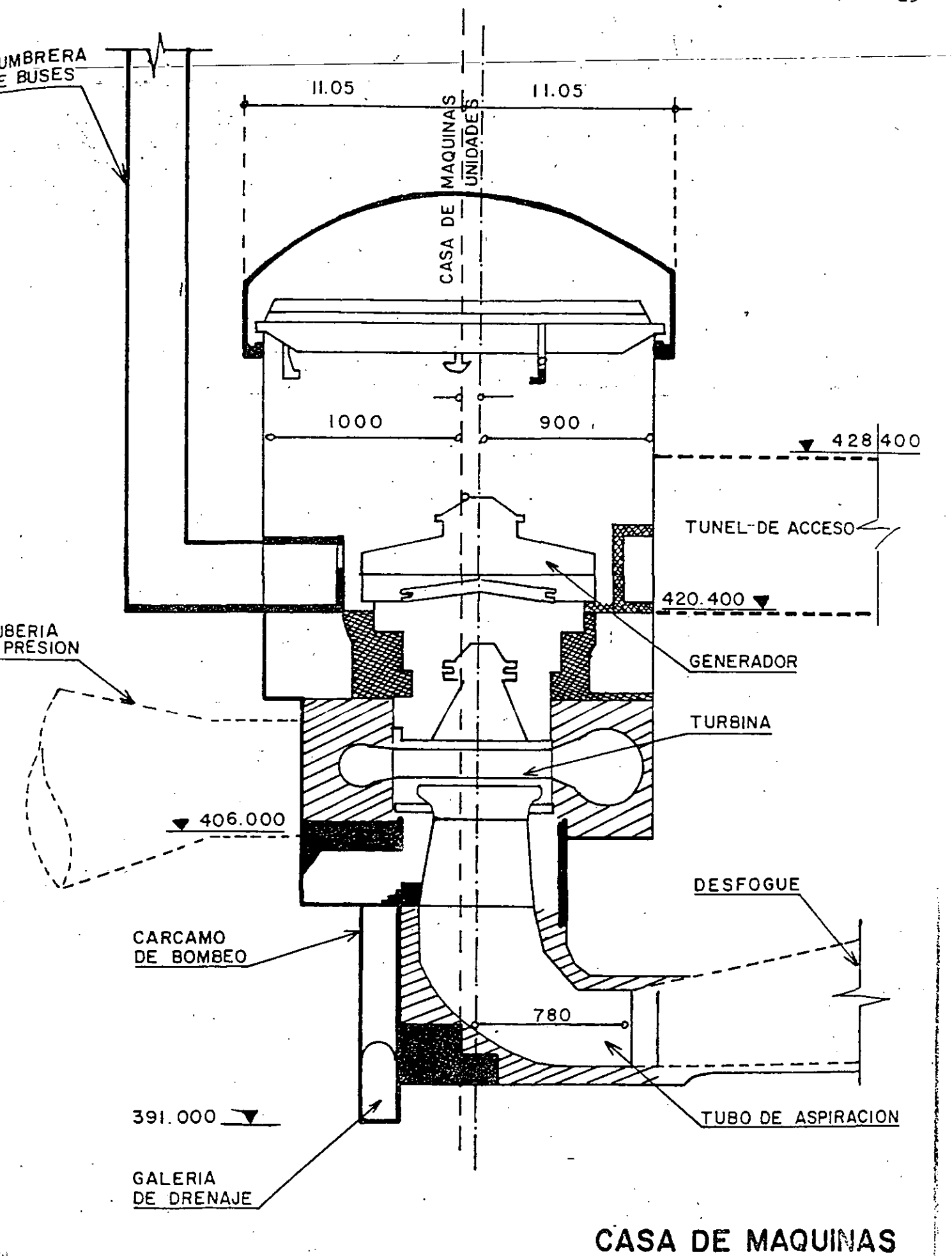
780

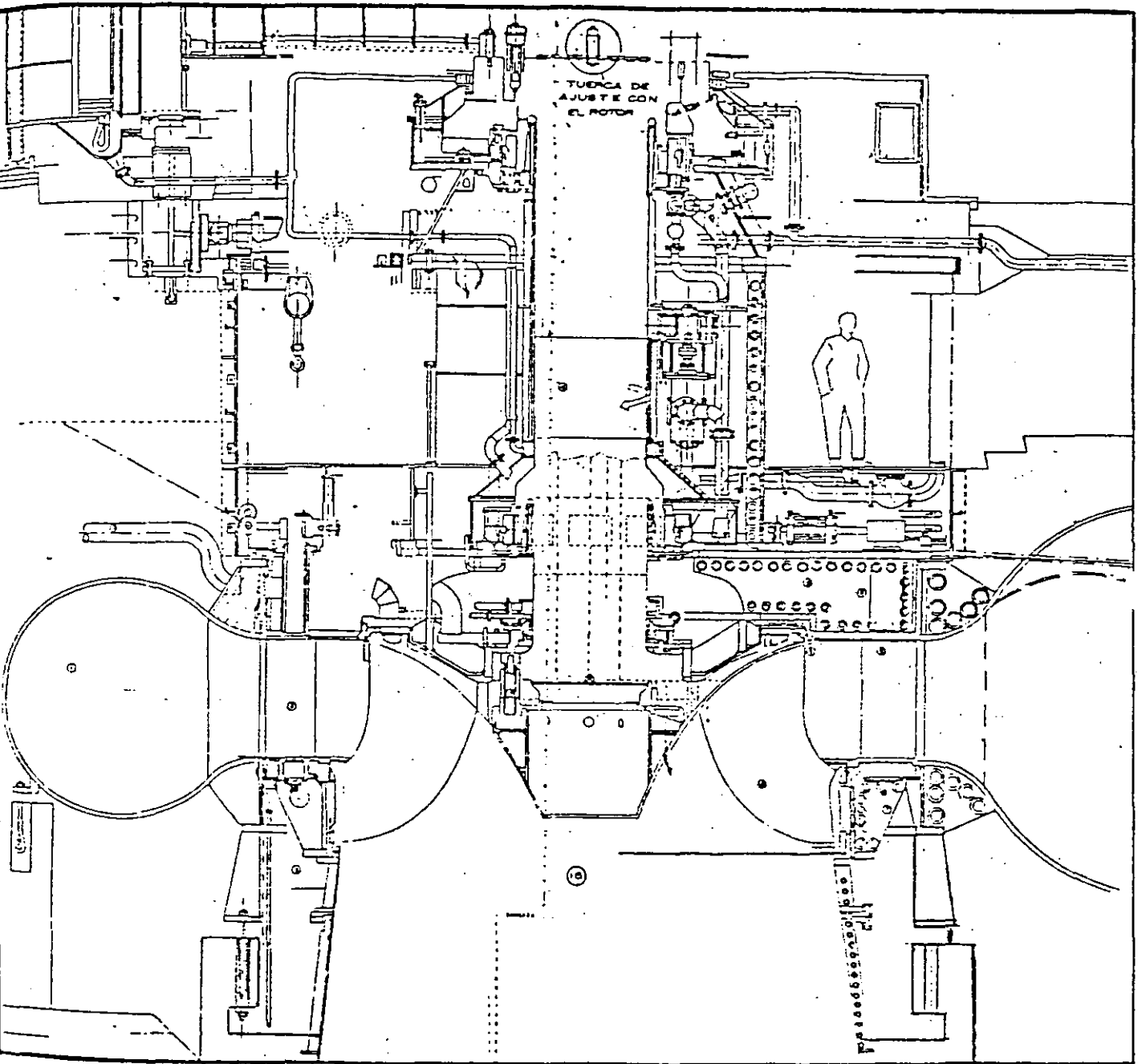
391.000

TUBO DE ASPIRACION

GALERIA
DE DRENAJE

CASA DE MAQUINAS





CORTE TRANSVERSAL DE LA TURBINA

POR SU TIPO, LAS TURBINAS HIDRÁULICAS MÁS USUALES SON:

" PELTON" : DE BAJO GASTO Y ALTA VELOCIDAD

" FRANCIS" : DE GASTO MEDIO Y MEDIA VELOCIDAD, Y

" KAPLAN" : DE GRAN VOLUMEN DE AGUA Y BAJA VELOCIDAD

AUNQUE AL PRINCIPIO DE LA HIDROELECTRICIDAD EN MEXICO SE LLEGARON A TENER LAS TURBINAS DEL TIPO PELTON MÁS GRANDES DEL MUNDO, EN LA ACTUALIDAD LAS QUE MÁS AUJE TIENEN SON LAS DEL TIPO FRANCIS. EN ESTE CURSO, NOS OCUPAREMOS DE ÉSTAS.

LAS PARTES ESTRUCTURAL-METÁLICAS MÁS IMPORTANTES DE UNA TURBINA TIPO FRANCIS, SON: EL ANTEDISTRIBUIDOR, EL DISTRIBUIDOR, EL RODETE, LA FLECHA Y EL TUBO DE ASPIRACIÓN.

ESTA DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES DE UNA TURBINA CORRESPONDE AL FLUJO DEL AGUA. A CONTINUACIÓN HABLAREMOS DE ELLAS SIGUIENDO LA SECUENCIA DE MONTAJE.

EL TUBO DE ASPIRACION

SU FUNCIÓN ES CONDUCIR EL AGUA DESPUÉS DE TURBINADA AL DUCTO DE DESFOGUE QUE COMUNICA CON EL CAUCE DEL RÍO. SUS DIMENSIONES DEPENDEN DE LA POSICIÓN DE LA TURBINA CON RESPECTO A LA SALIDA DEL AGUA AL RÍO, DEL GASTO Y DEL ARREGLO ESPECÍFICO DE LA PLANTA. ES NORMAL SUSPENDER EL BLINDAJE DE ACERO Y EMPLEAR EXCLUSIVAMENTE CONCRETO REFORZADO CUANDO LAS VELOCIDADES DEL AGUA SON INFERIORES A 5. M/SEG. EN LA ZONA DE LA

CONEXIÓN CON EL ANTEDISTRIBUIDOR EL TUBO ES DE FORMA CIRCULAR Y CONTINUA AUMENTANDO LA SECCIÓN EN FORMA DE BOCINA, TRATANDO DE LLEVAR SIEMPRE UNA FORMA HIDRODINÁMICA QUE IMPIDA IRREGULARIDADES EN EL FLUJO DEL AGUA, LAS QUE NOS PRODUCEN CAVITACIÓN.

SU FABRICACIÓN ES A BASE DE PLACAS UNIDAS CON SOLDADURA, REFORZANDO LOS MARCOS EXTERIORES CON ÁNGULOS O VIGAS I PARA DARLES RIGIDEZ.

CON BASE EN EL DISEÑO SE CORTAN LAS PLACAS, SE HACEN LOS BISELES, ^(V) SE REALIZAN LAS VENTANAS CIRCULARES PARA EL COLADO Y SE *
ROLAN LAS PLACAS QUE LO NECESITEN. EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN SE ESPECIFICA QUE SE DEBE LLEVAR A CABO SU PRESENTACIÓN COMPLETA EN LA FABRICA.

CUANDO LA FABRICACIÓN SE HACÍA EN EL EXTRANJERO, SE ENVIABA A LA OBRA EN TAL FORMA QUE OCUPARÁ EL MENOR VOLUMEN, CASI PLACA POR PLACA, POR ECONOMIA EN EL TRANSPORTE. EN LA ACTUALIDAD YA SE FABRICA EN MÉXICO, Y RESULTA MÁS CONVENIENTE ENVIARLA A LA OBRA EN SECCIONES MAYORES, LIMITADAS ÚNICAMENTE POR LOS GÁLIBOS O LA CAPACIDAD DE LOS TRANSPORTES. PARA NUESTRO CASO, CONSIDERAREMOS QUE ESTA TUBERIA SE FABRICA EN EL PAIS.

SOBRE LA MESA DE TRABAJO SE COLOCA LA SUPERFICIE MAYOR DE LA SECCIÓN CON QUE ESTEMOS TRATANDO, SE VAN PUNTEANDO LAS PLA-



DETALLE DE MONTAJE
UN TUBO DE ASPIRACION LISTO EN EL FOSO Y SECCIONES
DEL SEGUNDO PARA COLOCARSE.

CAS Y LOS REFUERZOS; AL COLOCAR LAS PLACAS QUE VAN CAMBIANDO DE DIRECCIÓN SE FIJAN EN SU POSICIÓN CON TROQUELES.

SE EFECTÚAN LAS SOLDADURAS DEFINITIVAS EN CADA SECCIÓN Y POSTERIORMENTE SE VAN PRESENTANDO LAS SECCIONES HASTA FORMAR LA ESTRUCTURA COMPLETA. ASI FORMADA, SE VERIFICAN LAS DIMENSIONES GENERALES Y SOBRE TODO LA GEOMETRÍA Y CON MAYOR CUIDADO LAS ZONAS DONDE SE CONECTAN AL ANTEDISTRIBUIDOR Y AL DUCTO DE DESFOGUES.

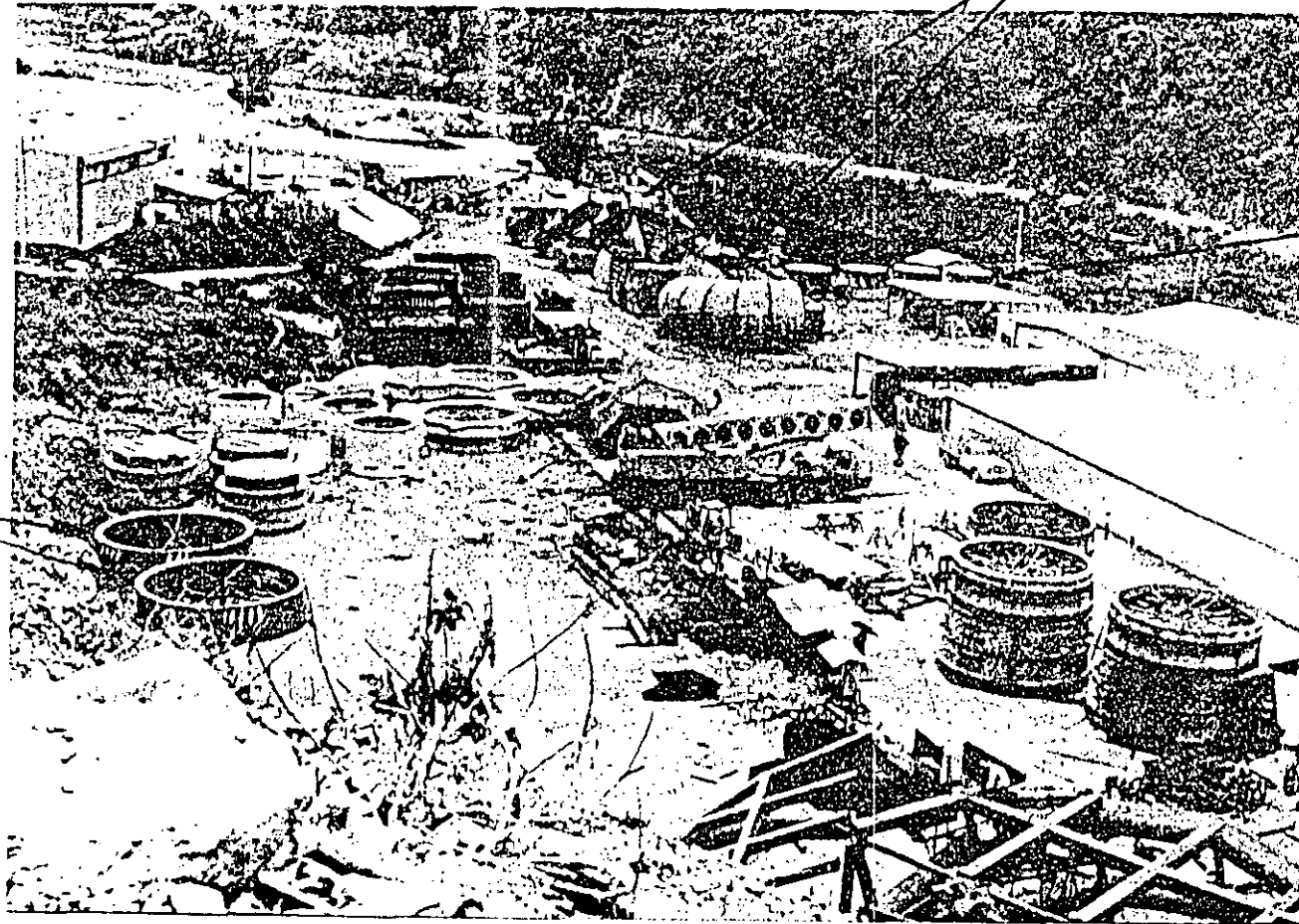
ESTA ESTRUCTURA NO EXIJE UN CONTROL DE CALIDAD DE LA SOLDADURA A NIVEL DE RADIOGRAFIA, PERO SI A NIVEL DE PRESENTACIÓN; SE PULEN LAS SOLDADURAS DEFINITIVAS POR EL INTERIOR, SE COLOCAN GUIAS PARA EL ARMADO DEFINITIVO Y SE SUELDAN LAS ANCLAS DE LÁMINA-CONCRETO POR EL EXTERIOR, POSTERIORMENTE SE DESARMA EN LAS SECCIONES PREVISTAS PARA EL TRANSPORTE.

EN LA OBRA SE SUELDAN LAS SECCIONES TOMANDO COMO LIMITE LA MÁXIMA DIMENSIÓN QUE NOS PERMITA EL TÚNEL DE ACCESO O LA CASA DE MÁQUINAS, CON EL OBJETO DE QUE YA EN SU POSICIÓN DEFINITIVA SE HAGAN EL MENOR NÚMERO DE SOLDADURAS.

PARA EL MONTAJE SE EFECTÚAN LOS PASOS SIGUIENTES:

- 1) SOBRE EL COLADO SE COLOCAN LOS TORNILLOS NIVELADORES SOBRE SUS BASES Y LOS SOPORTES PARA LOS TENSORES CON EL FIN DE MANTENER EL TUBO DE ASPIRACIÓN EN EL CONCRETO.

SECCIONES PREARMADAS DE CARCAZA,
Y TUBOS DE ASPIRACION.



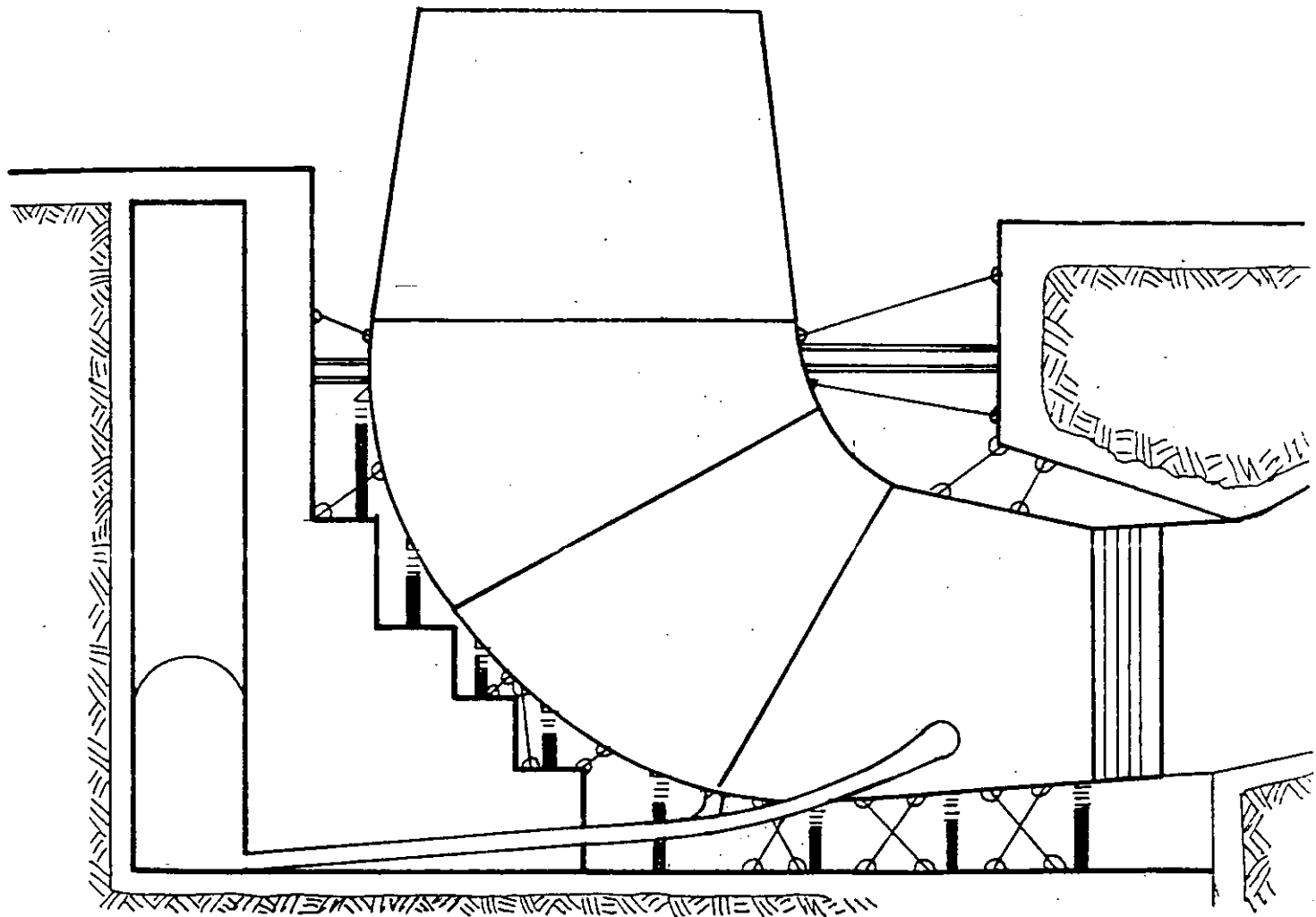
ANILLOS
PARA
PRUEBA
HIDROSTA-
TICA.

RODETES.

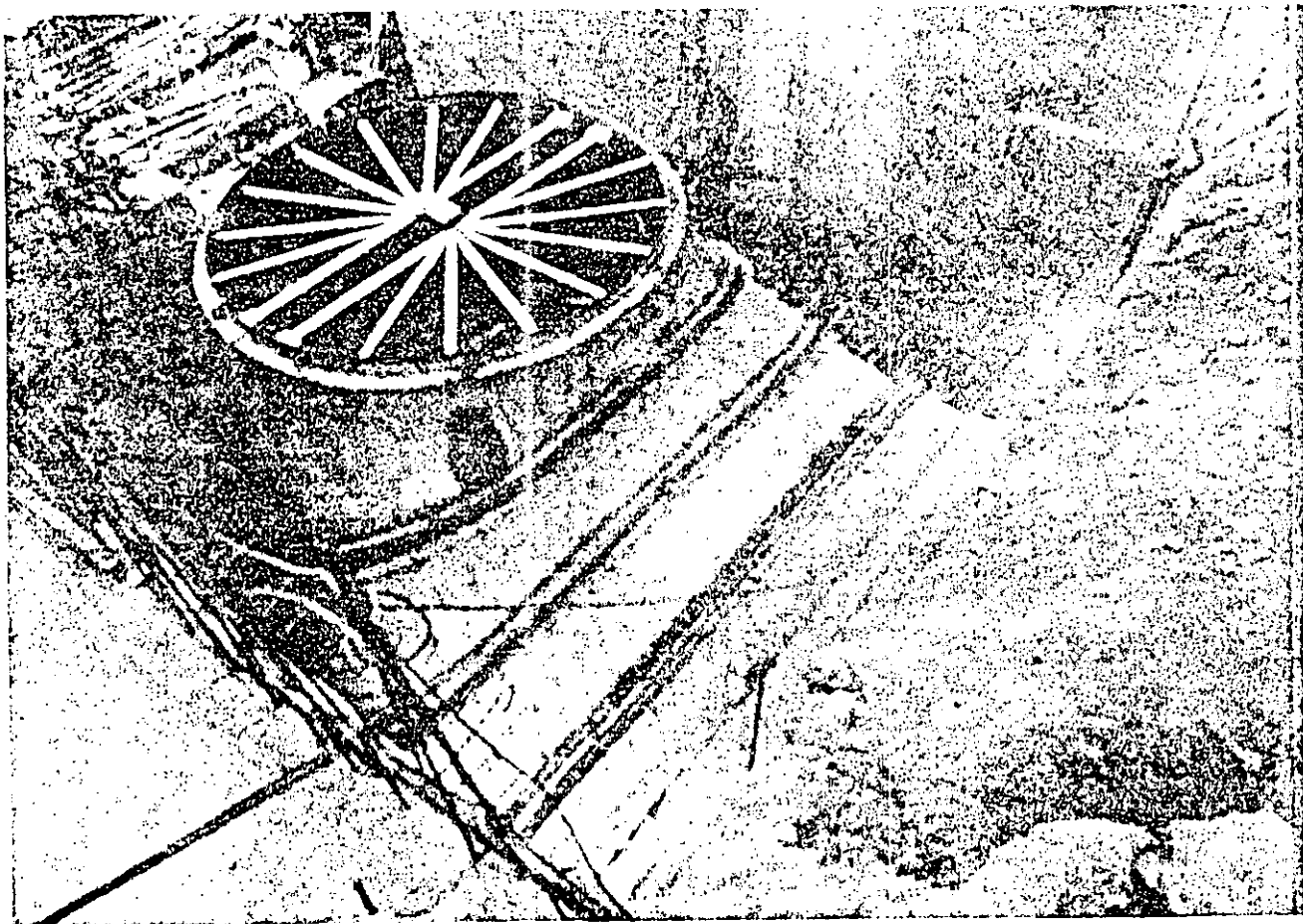
PARTE SUPE-
RIOR DEL
TUBO DE AS-
PIRACION.

VISTA PARCIAL DEL PATIO DE MONTAJE.

- 2) SE COLOCA LA PRIMERA PIEZA EN LA PARTE INFERIOR, Y SE FIJA CON LOS TORNILLOS NIVELADORES Y LAS ANCLAS UNA VEZ QUE HA QUEDADO EN LA POSICIÓN CORRESPONDIENTE, LAS PAREDES LATERALES SE FIJAN CON ANCLAS Y TROQUELES APOYADOS EN LAS PAREDES DE ROCA O DE CONCRETO.



- 3) SIGUIENDO EL PROCEDIMIENTO ANTERIOR SE FIJAN LAS PARTES SIGUIENTES TENIENDO CUIDADO QUE LA CARA QUE QUEDA DE LIBRE CORRESPONDA A LA QUE ESTA MARCADA EN EL DISEÑO, SE VAN SOLDANDO LAS SECCIONES POR DENTRO Y POR FUERA, VIGILANDO QUE AL APLICAR LA SOLDADURA NO SE DEFORME LA ESTRUCTURA.



DETALLE DE MONTAJE.

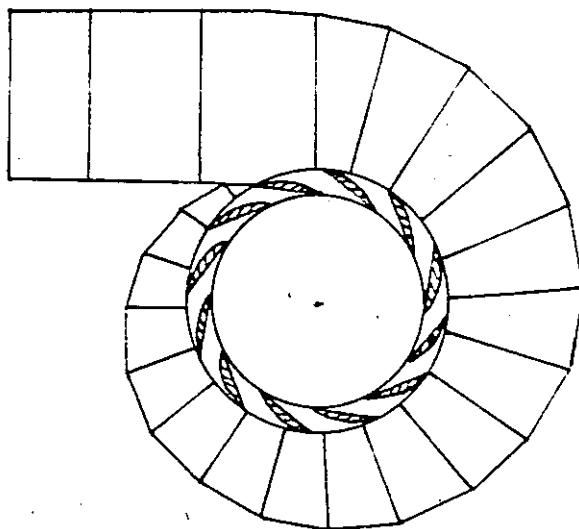
TUBO DE ASPIRACION LISTO PARA SER ANEGADO EN CONCRETO.

- 4) ADEMÁS DE LOS TROQUELES QUE SE UTILIZAN PARA LA FABRICACIÓN Y EL MONTAJE, ES RECOMENDABLE QUE SE TROQUELE CON VIGAS Y POLINES DE MADERA POR EL INTERIOR, DE TAL MANERA QUE DURANTE EL COLADO NO SE DEFORME LA LÁMINA CON LA QUE ESTA FABRICADO.
- 5) SE COLOCAN Y SE SUELDAN LOS TUBOS DE DRENAJE Y SE COLOCA EL ARMADO PERÍMETRAL.
- 6) ES CONVENIENTE QUE EL COLADO SE HAGA POR CAPAS HORIZONTALES DE POCA ALTURA PARA EVITAR DEFORMACIONES EN LA ESTRUCTURA E IMPEDIR QUE LLEGUE A FLOTAR Y CAMBIE DE POSICIÓN. ASIMISMO, DEBE DEJARSE EL TIEMPO SUFICIENTE PARA QUE EL CONCRETO DE UNA CAPA ADQUIERA RESISTENCIA ANTES DE APLICAR EL SIGUIENTE COLADO.
- 7) UNA VEZ TERMINADOS TODOS LOS COLADOS Y DESPUÉS DE QUE EL CONCRETO HA ALCANZADO LA RESISTENCIA ESPECIFICADA EN EL DISEÑO, SE RETIRAN LOS TROQUELES DE MADERA Y DE ACERO, SE SUELDAN LAS TAPAS DE LAS VANTANAS DE COLADO Y SE PULEN TODAS LAS SOLDADURAS.
- 8) SE VERIFICA QUE NO QUEDEN HUECOS ENTRE LA LAMINA Y EL CONCRETO, EN CASO DE QUE EXISTAN SE HACE LA INYECCIÓN DE CONTACTO CONCRETO-LÁMINA Y SE RESANA CON SOLDADURA.

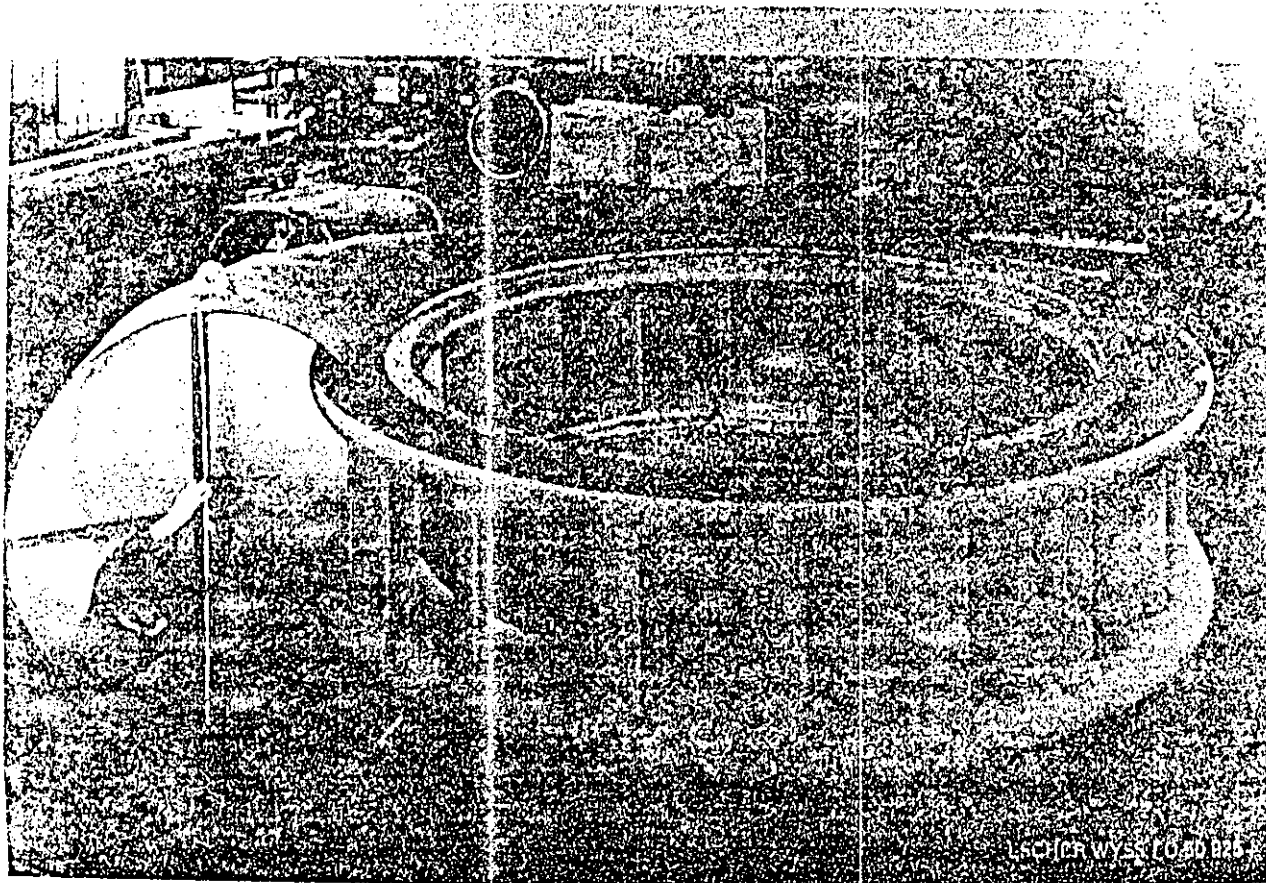
9) SE LIMPIA CON GORRO DE ARENA A METAL BLANCO Y SE PROTEGE CON PINTURA EPÓXICA DE ALQUITRÁN DE HULLA.

CARCAZA

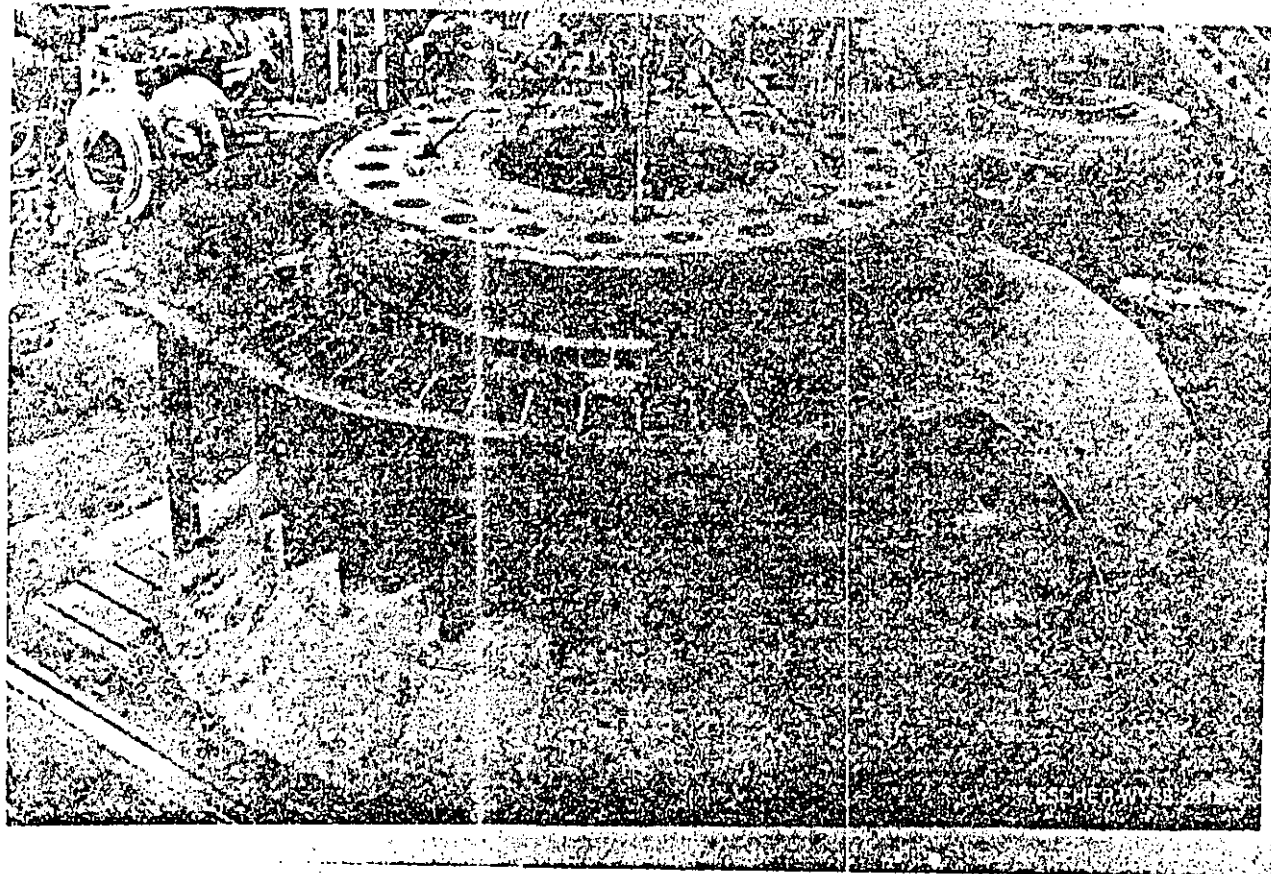
LA FUNCIÓN QUE SE ASIGNA A ESTA ESTRUCTURA ES LA DE GUIAR Y DISTRIBUIR UNIFORMEMENTE EL AGUA DE TAL FORMA QUE CADA UNO DE LOS IMPULSOS SOBRE EL RODETE SEAN DE LA MISMA MAGNITUD Y PROVOQUEN EL GIRO. COMO ES CONDICIÓN DE QUE NO SE PROVOQUEN VACIOS, SU SECCIÓN SE VA REDUCIENDO PROPORCIONALMENTE AL VOLUMEN QUE VA QUEDANDO, ESTO TRAE POR CONSECUENCIA UNA GEOMETRÍA SEMEJANTE A UN CARACOL. SI HACEMOS UN CORTE SOBRE UN PLANO PERPENDICULAR AL EJE DE ROTACIÓN Y QUE PASE POR SU CENTRO, SE VERÍA COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA. SUS PARTES MAS IMPORTANTES SON EL DUCTO CÓNICO CURVADO Y LOS ÁLABES FIJOS.



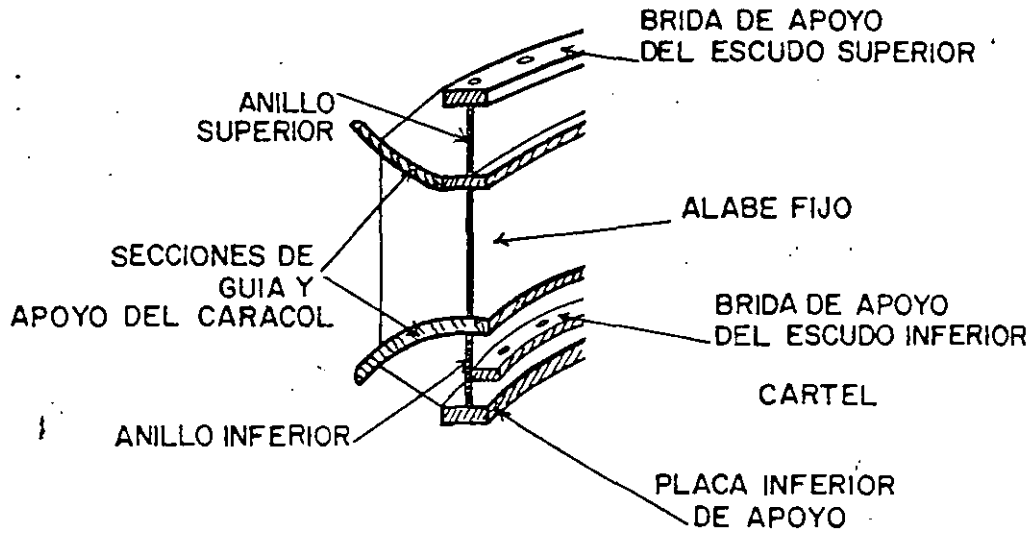
SU FABRICACIÓN SE INICIA CON EL CORTE Y ROLADO DE LAS PLACAS. SOBRE LA MESA DE TRABAJO SE COLOCA EL ANILLO INFERIOR DE APOYO - (PARA NUESTRO CASO VAMOS A SUPONER QUE EL ANTEDISTRIBUIDOR SE VA A FABRICAR EN DOS SECCIONES) - POR LA PARTE INTERIOR, SE DEJA EN LAS BRIDAS UN EXCEDENTE PARA AJUSTE, LO MISMO QUE EN LOS EXTREMOS DEL SEMI-CIRCULO.



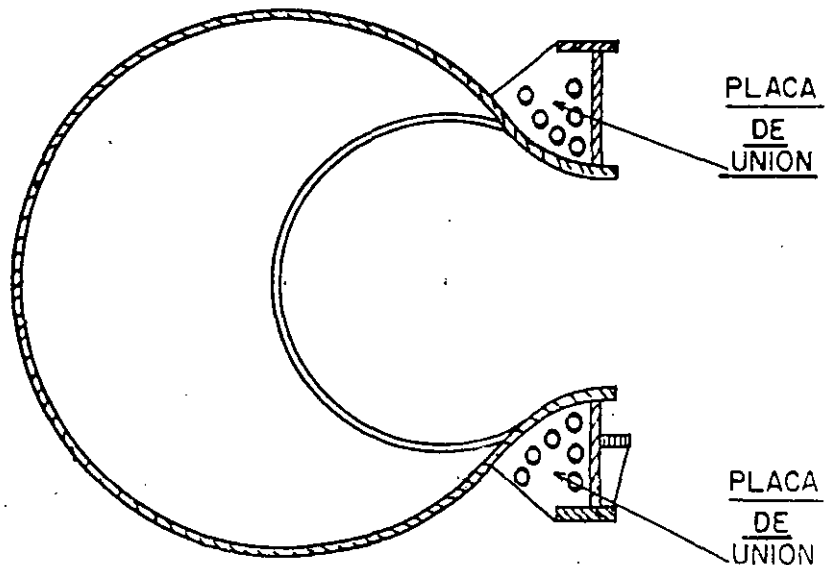
DETALLE DE FABRICACION, AJUSTE DE LA CARCAZA AL ANTEDISTRIBUIDOR.



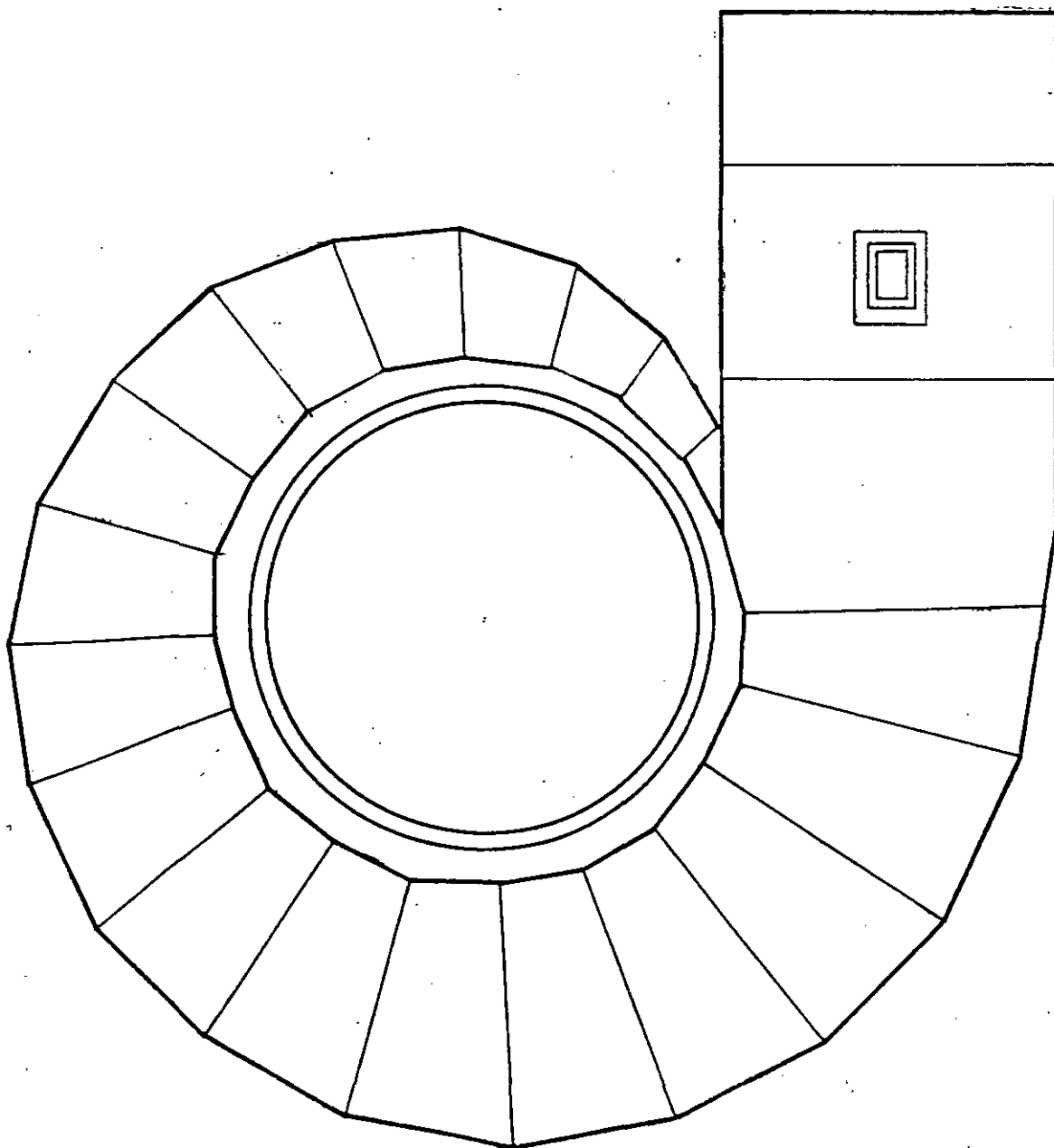
DETALLE DE FABRICACION, PRUEBA DE AJUSTE ESCUDO SUPERIOR CON EL ANTEDISTRIBUIDOR.



SE COLOCA SOBRE LA PLACA INFERIOR EL ANILLO INFERIOR AL QUE PREVIAMENTE SE LE HA SOLDADO LA BRIDA DE APOYO DEL ESCUDO INFERIOR, Y SE PUNTEA. SE COLOCAN LOS ÁLABES FIJOS EN LA POSICIÓN DE DISEÑO Y SE PUNTEAN A LA PLACA Y AL ANILLO INFERIOR, SE COLOCA EL ANILLO SUPERIOR Y SE PUNTEA A LOS ÁLABES FIJOS, SIEMPRE VERIFICANDO SU POSICIÓN; SE COLOCAN ENTONCES LA BRIDA DE APOYO DEL ESCUDO SUPERIOR, PUNTEÁNDOSE A LOS ÁLABES Y AL ANILLO, POR ÚLTIMO, SE VAN PUNTEANDO LAS SECCIONES DE GUIA Y APOYO DEL CARACOL DEJANDO EN SU PARTE INTERIOR UNA EXCEDENTE PARA AJUSTE. SE EFECTUA LA SOLDADURA CONTROLANDO EN TODO MOMENTO LAS DEFORMACIONES, EN LOS EXTREMOS DEL SEMICIRCULO SE SUELDAN LAS PLACAS QUE SERVIRAN PARA UNIR LOS DOS SEMI-CIRCULOS. TODA LA SOLDADURA SE VERIFICA POR RADIOGRAFIA, LIQUIDOS PENETRANTES O ULTRASONIDO.



SE SOMETE TODA LA PIEZA AL RELEVADO DE ESFUERZOS Y SE CAREAN LAS SUPERFICIES DE APOYO. CUANDO ESTO SE HA EFECTUADO EN AMBAS SECCIONES, SE UNEN CON SUS TORNILLOS. ADEMÁS, SE HACEN DOS O TRES TALADROS-GUIA PARA QUE EN EL MONTAJE QUEDEN EN SU POSICIÓN CORRECTA. AHORA TODA LA PIEZA SE TORNEA EN SUS SUPERFICIES HORIZONTALES DE APOYO Y SELLO, Y POSTERIORMENTE EL ANTEDISTRIBUIDOR SE COLOCA SOBRE COLUMNAS PARA IR COLOCANDO EL CARACOL EN LAS SECCIONES DE DISEÑO.

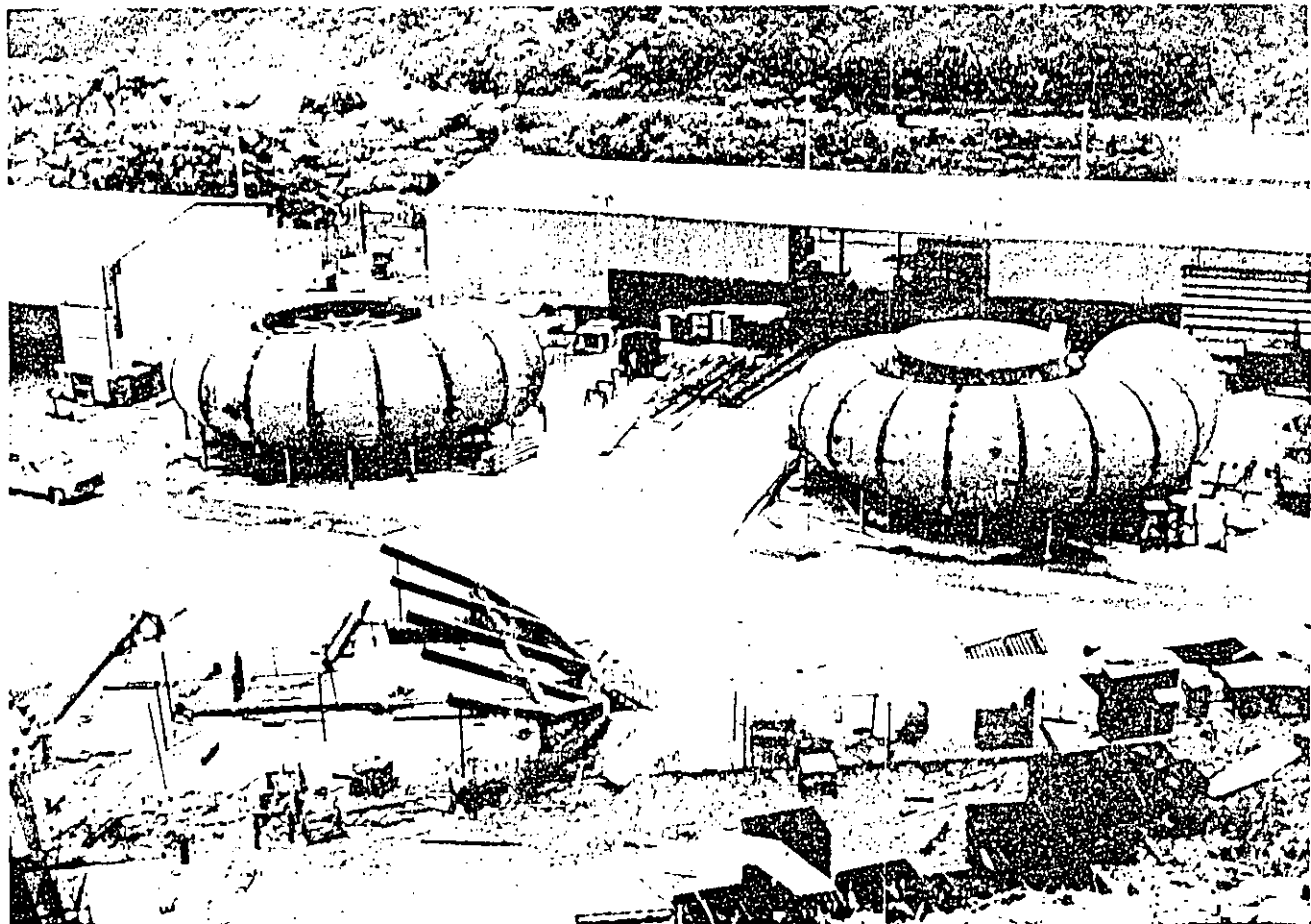


CADA UNA DE LAS SECCIONES DE DISEÑO SE CORTAN, SE BISELAN Y SE ROLAN; HABRÁ SECCIONES QUE NO PUEDAN SALIR DE UNA SOLA PLACA, CUANDO ESTO SUCEDE, PRIMERO SE SUELDAN LAS PLACAS PARA QUE SE TRABAJE EN UNA SOLA PIEZA, SE VAN COLOCANDO CADA UNA DE LAS SECCIONES Y SE AJUSTAN A LA GEOMETRÍA ESPECIFICADA; LAS SECCIONES QUEDAN UNIDAS AL ANTEDISTRIBUIDOR CON PUNTOS DE SOLDADURA, POR LA PARTE EXTERIOR SE SUELDAN LAS MENSULAS DE SOPORTE Y SE APOYAN EN COLUMNAS PROVISIONALES, POR EL INTERIOR SE TROQUELAN CON PERFILES TUBULARES, VIGAS I O ÁNGULOS. UNA VEZ QUE TODAS LAS SECCIONES HAN SIDO PRESENTADAS, AJUSTADAS, TROQUELADAS, Y VERIFICADAS GEOMETRICAMENTE, SE QUITAN LOS PUNTOS DE SOLDADURA Y SE DESARMAN, TODA LA ESTRUCTURA SE PROTEGE CON PINTURA ANTICORROSIVA Y QUEDA LISTA PARA ENVIARSE A LA OBRA.

MONTAJE

DEPENDIENDO DE LAS CONDICIONES PROPIAS DE CADA OBRA, EL MONTAJE SE PUEDE HACER EN CUANDO MENOS TRES DIFERENTES FORMAS, E INCLUSIVE, ALGUNAS VECES ES FÁCTIBLE COMBINAR ALGUNAS DE ELLAS:

- a) SE HACE UN PREMONTAJE EN UNA PLATAFORMA EXTERIOR A LA CASA DE MÁQUINAS Y SE FORMAN PIEZAS LO MAS GRANDE POSIBLES QUE PUEDAN ENTRAR POR EL TÚNEL DE ACCESO



VISTA DEL PATIO DE MONTAJE
(PRESENTACION DE LAS CÁRCASAS)



PROCESO DE MONTAJE

DE ABAJO A ARRIBA:

- 1.- CARACOL TERMINADO
- 2.- TUBO DE ASPIRACION
- 3.- ROTORES

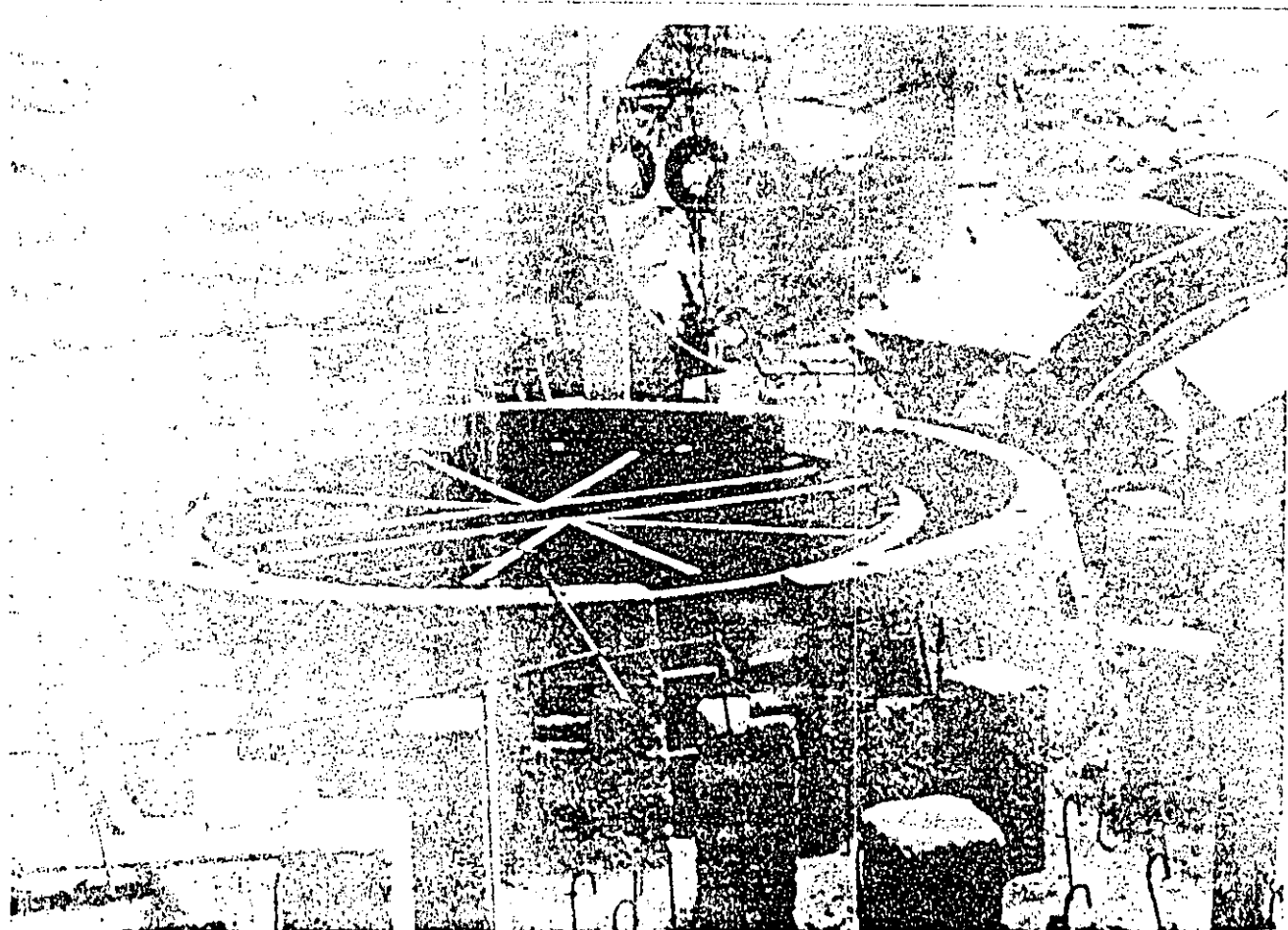
B) SE ARMA TODA LA CARCAZA EN LA PLAYA DE MONTAJE Y ASI SE TRASLADA AL FOSO.

C) LA CARCAZA SE ARMA COMPLETA EN EL FOSO.

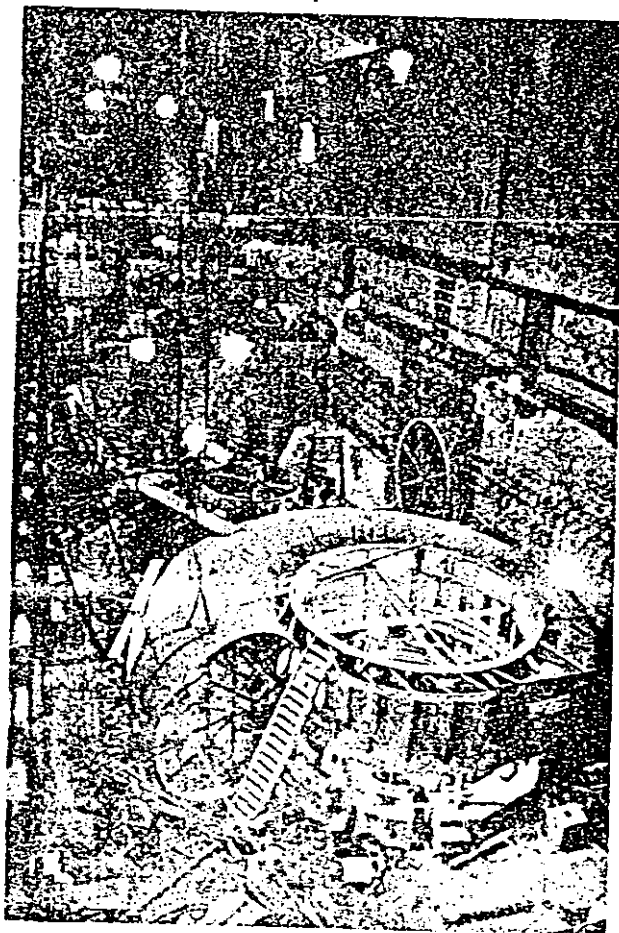
ESCOGIENDO ADECUADAMENTE LA FORMA DE MONTAJE PODEMOS AHORRARNOS TIEMPO MUY VALIOSO YA QUE A ESTAS ALTURAS DEL AVANCE DE LA PLANTA EXISTEN UN GRAN NÚMERO DE ACTIVIDADES QUE DEBEN HACERSE EN SECUENCIA, POR LO TANTO, CUALQUIER ACTIVIDAD QUE PUEDA REALIZARSE FUERA DE LA CASA DE MÁQUINAS ES UN ADELANTO.

PARA NUESTRO CURSO, VAMOS A ESCOGER EL PROCEDIMIENTO DE ARMAR LA CARCAZA DENTRO DEL FOSO:

- 1) SE COLOCAN LAS PARTES DEL ANTEDISTRIBUIDOR SOBRE LAS BASES DE CONCRETO, LO MÁS APROXIMADO POSIBLE A SU POSICIÓN FINAL.
- 2) SE UNEN AMBAS PARTES CON SUS GUIAS Y TORNILLOS.
- 3) SE EFECTUA LA SOLDADURA EXTERIOR E INTERIOR DE LA UNIÓN.
- 4) SE COLOCA EN POSICIÓN DEFINITIVA HACIENDO COINCIDIR EL EL CENTRO DE MÁQUINA CON EL CENTRO DEL ANTEDISTRIBUIDOR Y SE NIVELA CON LOS TORNILLOS NIVELADORES.

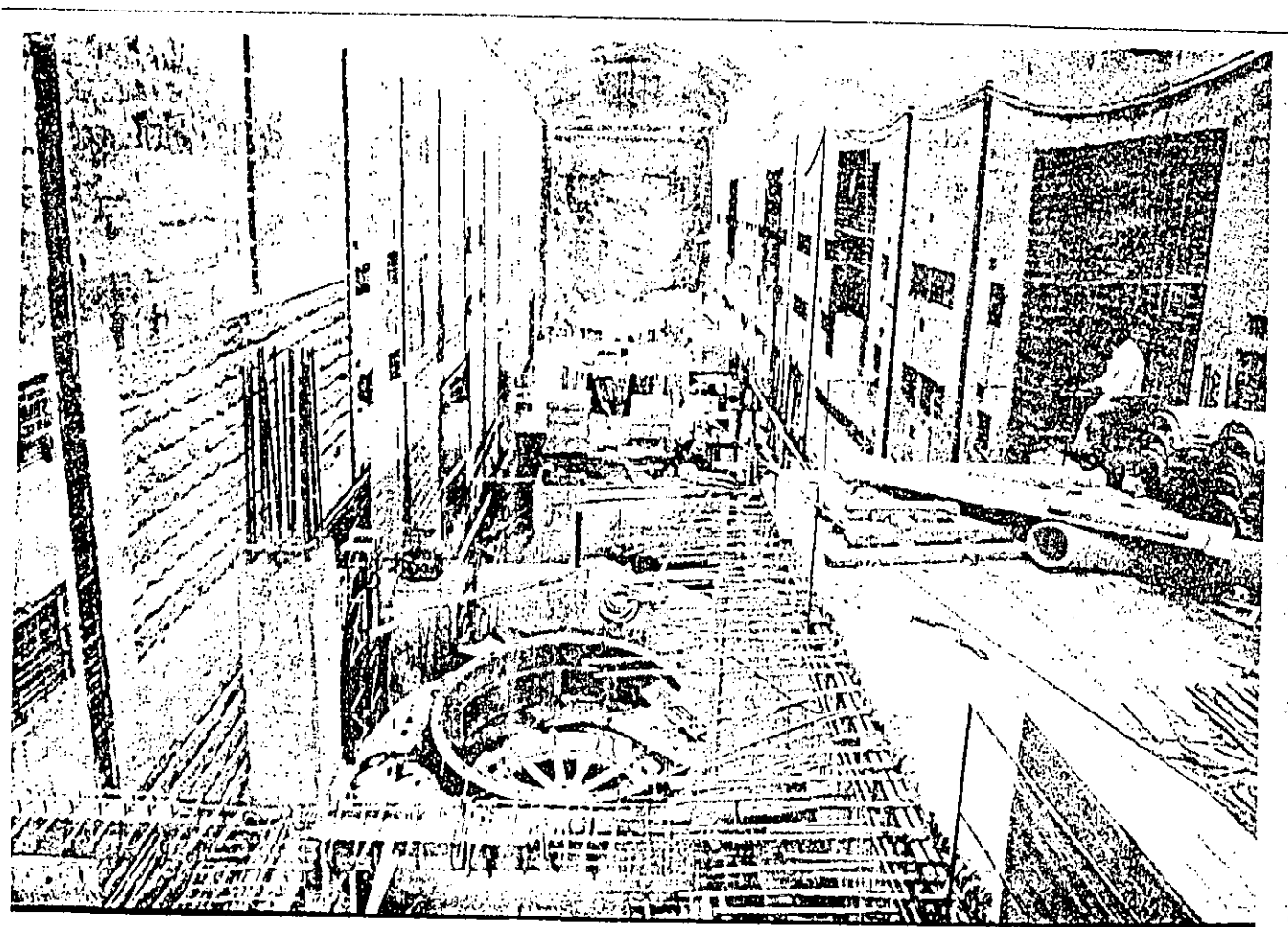


DETALLE DE LOS APOYOS DEL ANTEDISTRIBUIDOR Y CARCAZA DESPUES DE COLAR EL TUBO DE ASPIRACION, SE OBSERVAN LAS SECCIONES DEL ANTEDISTRIBUIDOR.



DETALLE DE ARMADO DE CARCAZA EN SUPOSICION FINAL.

- 5) SE FIJA CON LOS TENSORES A SUS ANCLAS, SE VERIFICA LA CALIDAD DE LA SOLDADURA DE UNIÓN Y SE PUELE POR EL INTERIOR.
- 6) SE PRESENTA LA PRIMERA PIEZA DE CARACOL, SE VERIFICA SU POSICIÓN DE CENTRO DE ESPIRAL Y NIVEL Y SE EFECTÚA LA SOLDADURA.
- 7) REPITIENDO LA OPERACIÓN ANTERIOR, SE CONTINUAN COLOCANDO LAS SECCIONES DE CARACOL TENIENDO LA PRECAUCIÓN DE IR COLOCANDO LOS SOPORTES Y ANCLAJES PERIMETRALES EXTERIORES QUE ESTEN PREVISTOS.
- 8) DESPUÉS DE COLOCADAS VARIAS SECCIONES SE VERIFICA LA CALIDAD DE LA SOLDADURA CON RADIOGRAFIAS.
- 9) UNA VEZ HECHAS Y VERIFICADAS TODAS LAS SOLDADURAS, A EXCEPCIÓN DE LA UNIÓN ENTRE CARCAZA Y TUBERIA DE PRESIÓN A LA QUE SE LLAMA "MANGUITO", SE VERIFICA SU POSICIÓN Y SI HAY NECESIDAD DE ALGÚN MOVIMIENTO, SE AFLOJA EL ANCLAJE Y SE EFECTÚA. HECHO ESTO, SE FIJAN LOS TORNILLOS NIVELADORES Y EL ANCLAJE.
- 10) SE INSTALA EL TORNO Y SE TERMINAN LAS SUPERFICIES DE APOYO Y SELLO: BRIDA SUPERIOR, LAS SECCIONES GUIAS Y LA BRIDA DE APOYO DEL ESCUDO INFERIOR.



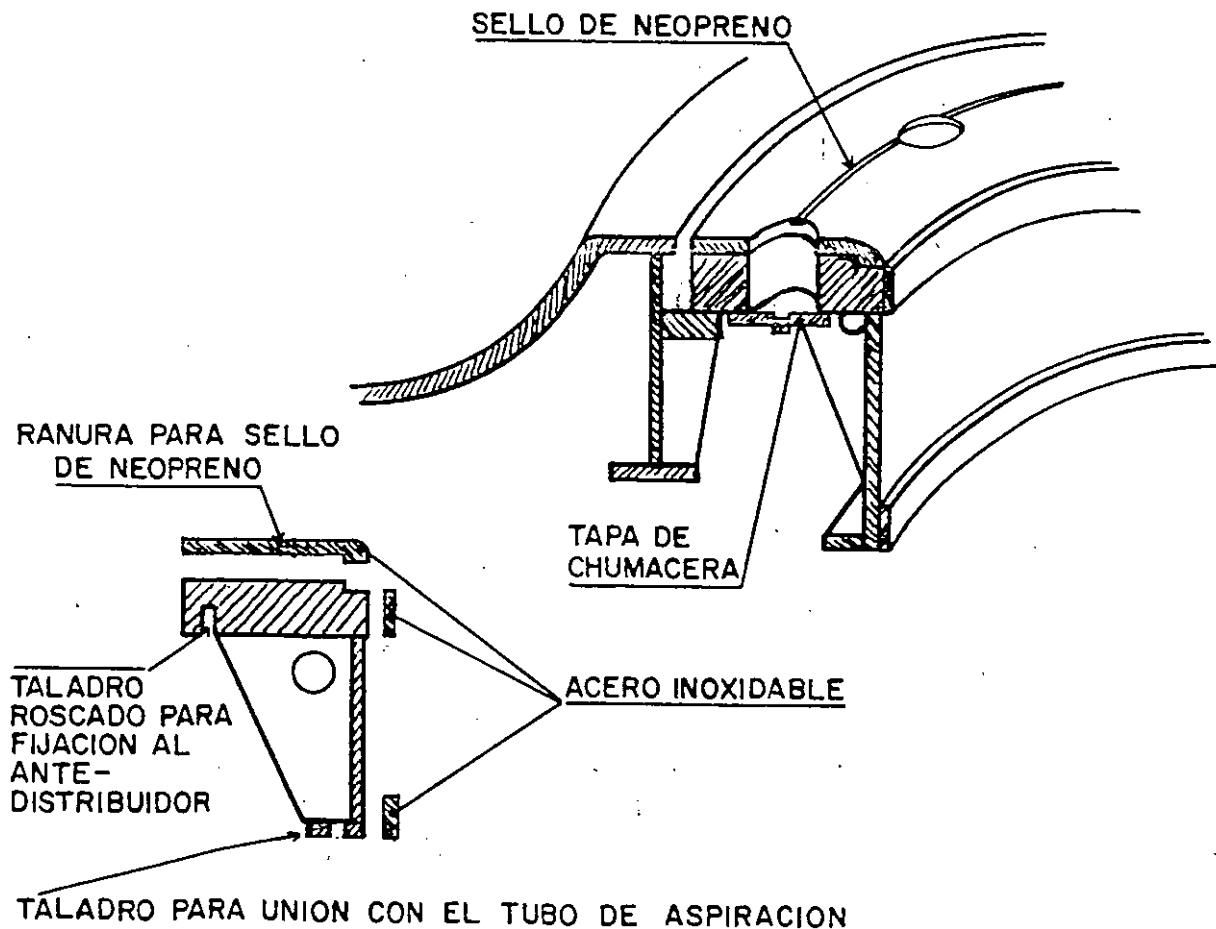
VISTA PARCIAL CASA DE MAQUINAS DESDE LA PLAYA DE MONTAJE, CARACOL AR-
MADO EN EL FOSO

- 11) AL MISMO TIEMPO QUE SE COLOCA UNA TAPA ANULAR TROQUELADA EN LA PARTE INTERIOR Y SE SELLA CON EMPAQUES SEMEJANTES A LOS DEFINITIVOS, SE SUELDA UN CASQUETE SEMIESFÉRICO EN EL LUGAR DEL MANGUITO, SE INSTALA UN DOBLE SISTEMA DE BOMBEO DE PRESIÓN SUFICIENTE PARA CONSERVAR LA PRESIÓN ESPECIFICADA Y SE PREPARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LLENAR LA CARCAZA Y EFECTUAR LA PRUEBA DE PRESIÓN.
- 12) UNA VEZ LLENA LA CARCAZA SE EFECTÚA LA PRUEBA HIDROSTÁTICA QUE CONSISTE EN MANTENER DENTRO DE ELLA EL DOBLE DE LA PRESIÓN A QUE VA ESTAR SUJETA PERMANENTEMENTE ESTA ESTRUCTURA, ESTA PRESIÓN SE SOSTIENE DURANTE UNA HORA Y SI NO SE OBSERVA NINGUNA FUGA NI DEFORMACIÓN ANORMAL, SE BAJA LA PRESIÓN AL 50 O 75% DE LA PRESIÓN DE TRABAJO.
- 13) SE COLOCA EL ARMADO ESPECIFICADO Y SE INICIAN LOS COLADOS, TRATANDO DE LLEVAR SIEMPRE UNA SUPERFICIE HORIZONTAL. DESPUÉS DE QUE EL CONCRETO LLEGÓ AL NIVEL DE PISO DE TURBINAS, SE SIGUE SOSTENIENDO LA PRESIÓN HASTA QUE SE ADQUIERE EL 75% DE LA RESISTENCIA EN EL CONCRETO.
- 14) SE VACIA LA CARCAZA, SE RETIRA EL ANILLO DE SELLO POR EL INTERIOR Y SE DESUELDA LA TAPA SEMIESFÉRICA.
- 15) SE AJUSTA Y SE SUELDA EL MANGUITO DE UNIÓN ENTRE LA CARCAZA Y LA TUBERÍA DE PRESIÓN, SE VERIFICA LA CALIDAD DE ESTA ÚLTIMA SOLDADURA, SE ESMERILAN TODAS LAS

SOLDADURAS, SE HACE LIMPIEZA CON CHORRO DE ARENA Y SE APLICA LA PINTURA DE ALQUITRÁN DE HULLA.

ESCUDO INFERIOR

FORMA PARTE DEL DISTRIBUIDOR Y LAS FUNCIONES QUE SE LE ASIGNAN A ESTA ESTRUCTURA SON LAS DE GUIAR EL AGUA, HACER LA LIGA ENTRE LA CARCAZA Y EL TUBO DE ASPIRACIÓN Y SOPORTAR LAS CHUMACERAS GUIAS INFERIORES DE LOS ÁLABES MÓVILES.

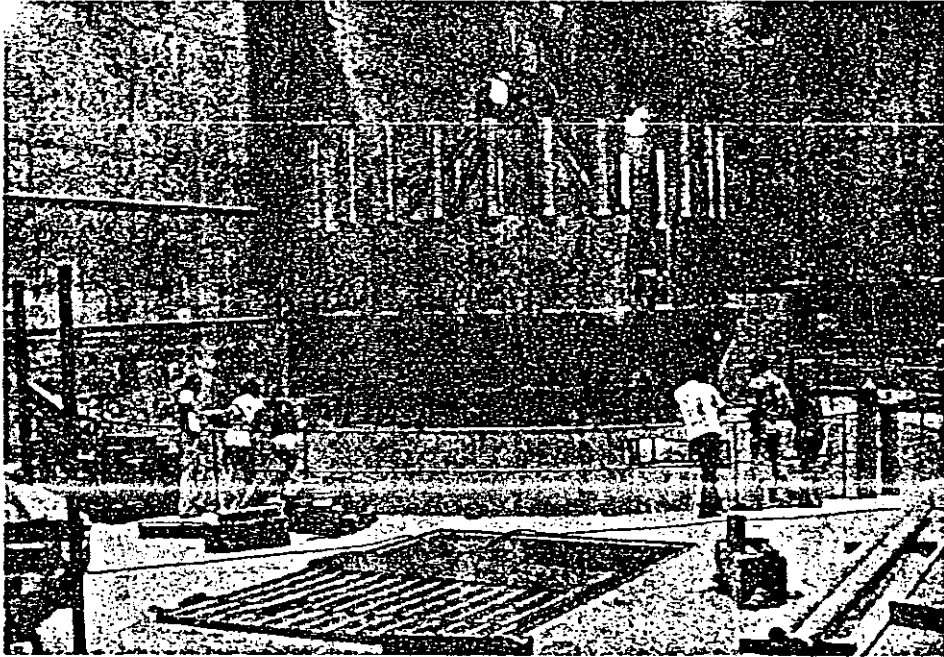


EL ESCUDO INFERIOR ES UNA ESTRUCTURA BIPARTIDA PARA FACILIDAD EN SU MANEJO DURANTE EL TRANSPORTE. LAS SECCIONES DE LAS BRIDAS SUPERIOR E INFERIOR SE CORTAN DE PLACA DEJANDO MARGEN PARA EL MAQUINADO; EL ANILLO VERTICAL SI SE ROLA. SE PUNTEAN LAS TRES PLACAS SE FIJAN LAS CARTELAS CUIDANDO QUE DURANTE LA SOLDADURA NO SE PRESENTEN DEFORMACIONES APRECIABLES, SE SUELDAN LAS PLACAS EN LOS EXTREMOS QUE VAN A SERVIR PARA UNIR LAS SECCIONES, DESPUÉS DE LA PRUEBA RADIOLÓGICA SE SOMETE AL PROCESO DE RELEVADO DE ESFUERZOS Y SE CAREAN LAS ZONAS DE UNIÓN, SE FIJAN ESTAS SECCIONES CON SUS TORNILLOS Y SE HACEN TALADROS QUE SIRVAN DE GUIA PARA SU ARMADO. UNA VÉZ FORMADO EL ANILLO, SE COLOCA EN EL TORNO PARA MAQUINARSE, SE FIJAN LAS PLACAS DE ACERO INOXIDABLE CON TORNILLOS DE CABEZA SOBREMETIDA Y SE MAQUINAN ESTAS SEGÚN EL DISEÑO PARA LUEGO PROTEGERLAS CON PINTURA ANTICORROSIVA.

SE RETIRAN LAS PLACAS DE ACERO INOXIDABLE Y SE SECCIONAN PARA SU TRANSPORTE.

MONTAJE

- 1) SE UNEN LAS DOS SECCIONES APOYADAS EN LAS PERFORACIONES GUIA Y SE APRIETAN LOS TORNILLOS A LA TENSIÓN ESPECIFICADA



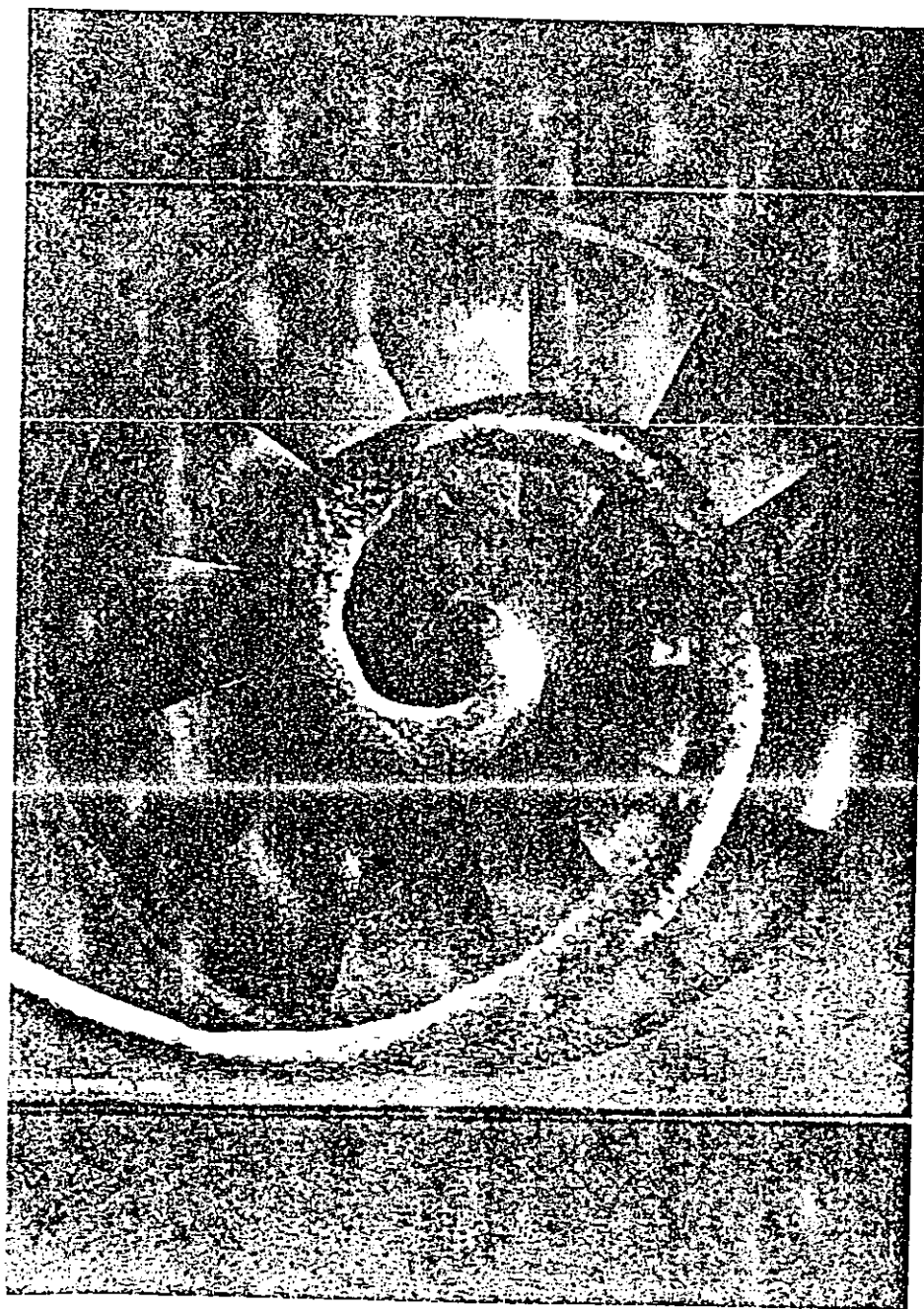
MONTAJE DEL ESCUDO INFERIOR INCLUYENDO LOS ALABES.

- 52
- 2) SE SELLA LA UNIÓN CON SOLDADURA, PULIENDO EN LA PARTE INFERIOR O DE CONTACTO CON LAS PLACAS DE ACERO INOXIDABLE
 - 3) SE COLOCA EN SU SITIO DENTRO DEL ANTEDISTRIBUIDOR, SE FIJAN LAS PLACAS DE ACERO INOXIDABLE TENIENDO CUIDADO QUE EN TODA LA CIRCUNFERENCIA SE FORME EN UN SOLO PLANO ENTRE LAS PLACAS DE ACERO INOXIDABLE Y LA SALIDA INFERIOR DE LA CARCAZA. DE NO SER ASÍ, SE AJUSTA CON LAINAS. UNA VEZ QUE ES CORRECTA SU POSICIÓN, SE APRIETAN DEFINITIVAMENTE LOS TORNILLOS DE FIJACIÓN.
 - 4) SE COLOCAN LOS BUJES DE LAS CHUMACERAS, SE HACE LA LIGA CON EL TUBO DE ASPIRACIÓN Y SE COLOCAN LOS SELLOS DE NEOPRENO DE ÁLABES Y ANTEDISTRIBUIDOR.

RODETE

SU FUNCIÓN ES GIRAR EN LA FORMA MÁS EFICIENTE POSIBLE Y TRANSMITIR SU MOVIMIENTO AL GENERADOR POR MEDIO DE LA FLECHA. ES NORMAL QUE PARA CADA TIPO SE HAGAN PRUEBAS EN UN MODELO HIDRÁULICO PARA DETERMINAR LAS DIMENSIONES, EL PESO Y LA FORMA QUE CUMPLAN CON LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO.

SU FABRICACIÓN PUEDE HACERSE A PARTIR DE PLACAS ROLADAS Y SOLDADAS, O BIEN, POR FUNDICIÓN; EN AMBOS CASOS SE UTILIZA ACERO INOXIDABLE AL CROMO-NIQUEL. TODAS LAS SECCIONES CIRCULARES SE MAQUINAN EN EL TORNO INCLUYENDO LOS ANILLOS DE DESGASTE QUE SON INTERCAMBIABLES. LOS ÁLABES SON TERMINADOS A MANO EN

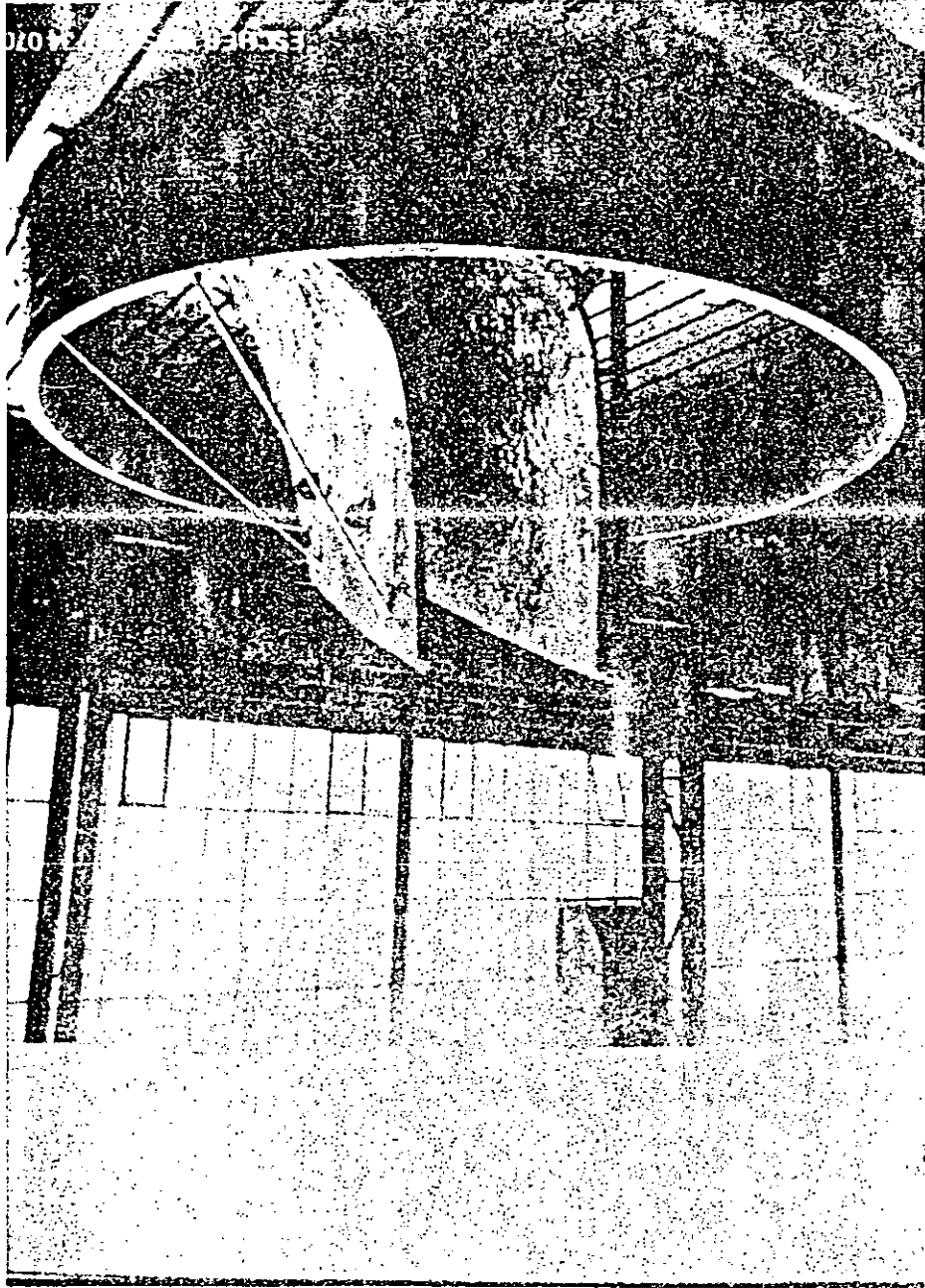


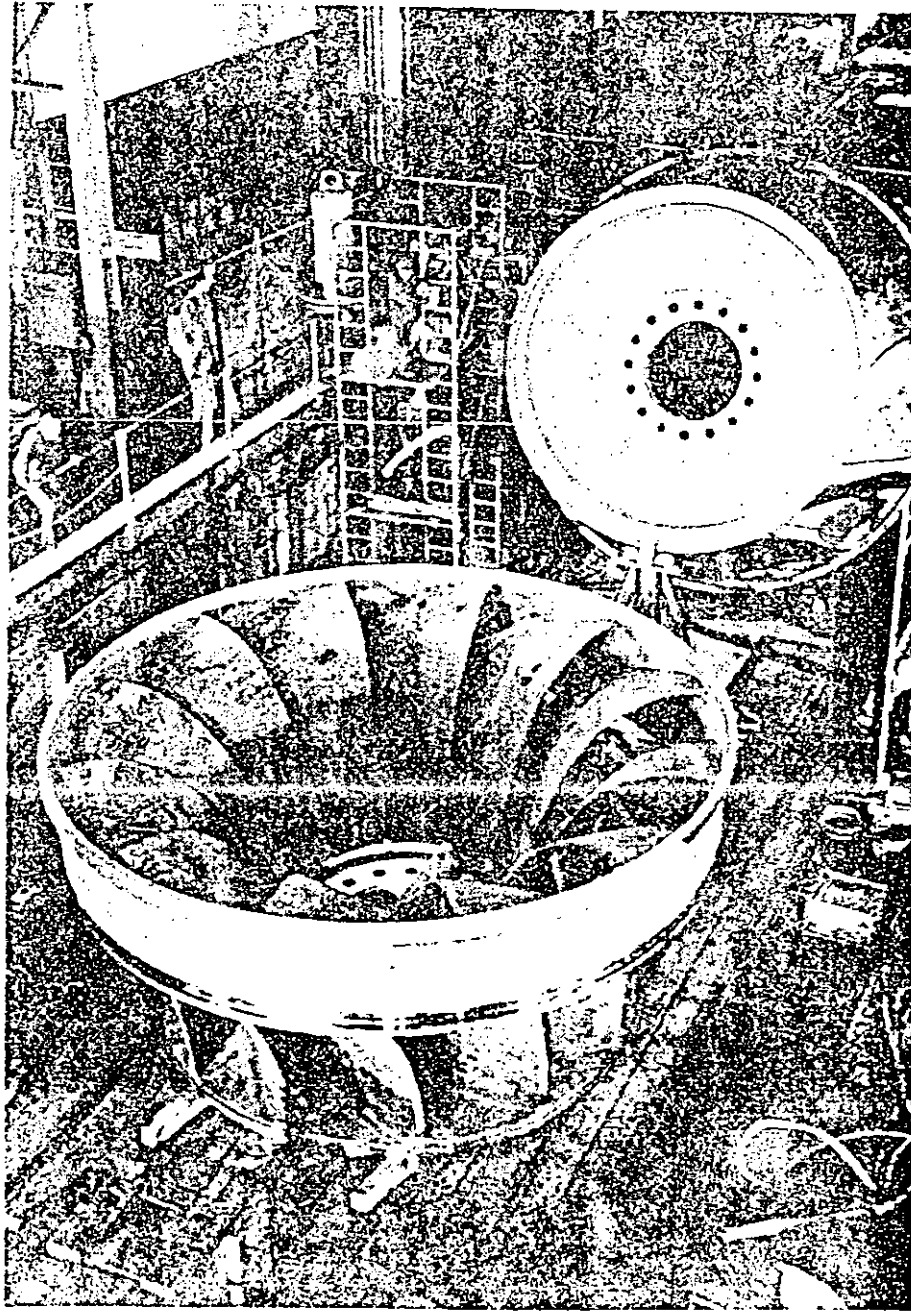
VORTICE POR LA PARTE INFERIOR DEL RODETE EN UNA PRUEBA DE MODELO HIDRAULICO.

FECHA:
PERI:

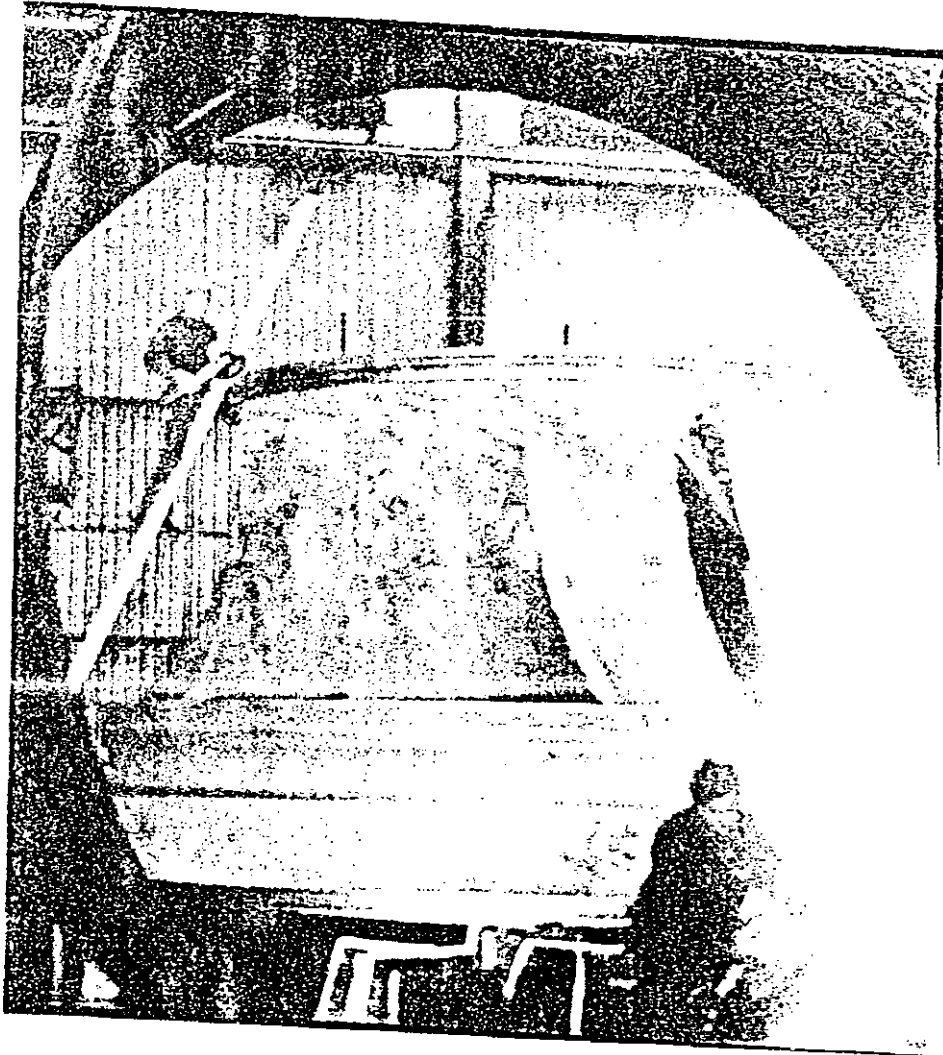
ETC:

PROCESO DE FABRICACION DE UN RECETE CON PLACAS FORMADAS Y SOLDADAS.

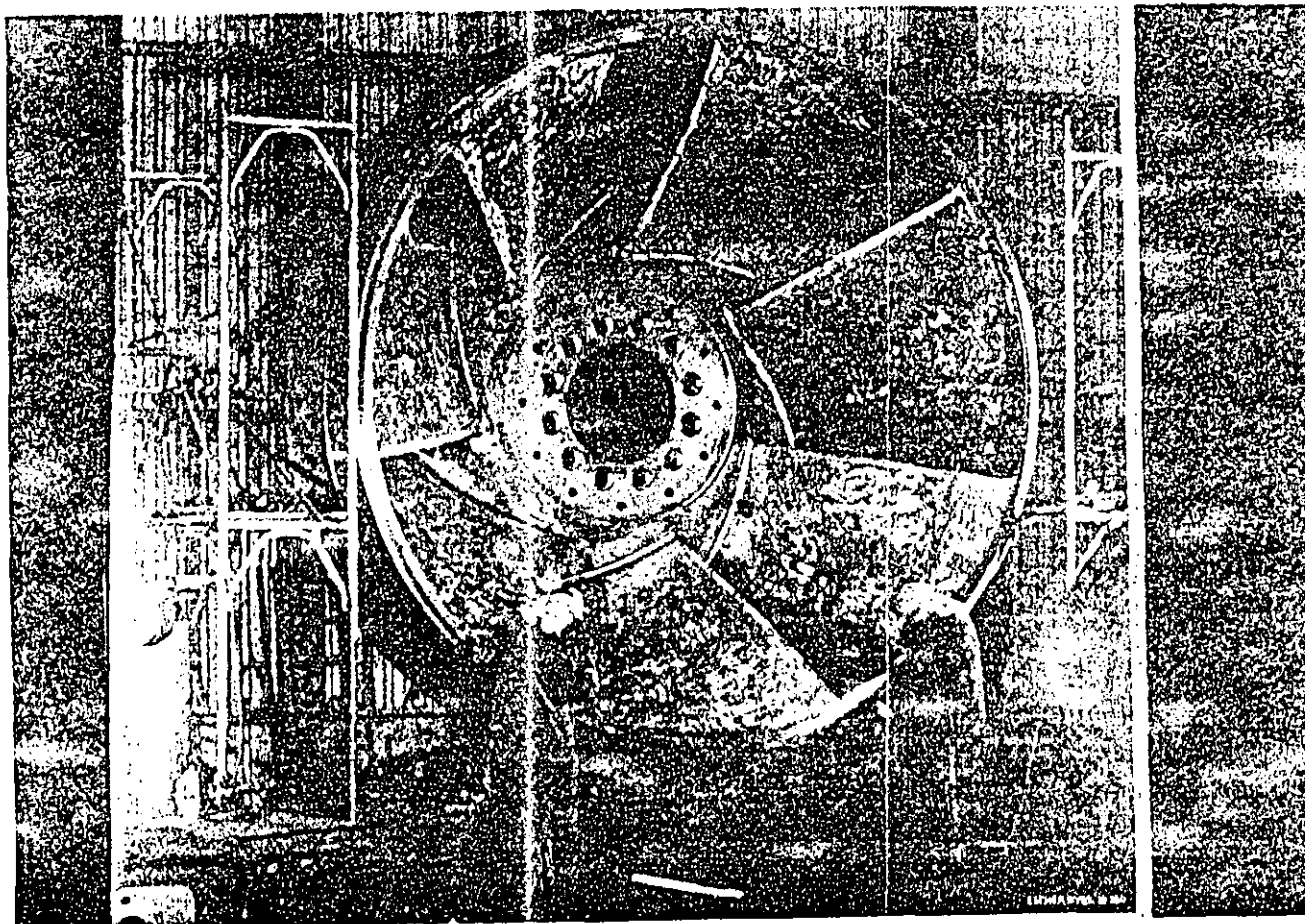




DETALLE DE FABRICACION DEL ROLETE, SOLDANDO LOS ALABES
A LA BRIDA



PROCESO DE FABRICACION DEL RODETE, ACABADO A MANO.



PROCESO DE FABRICACION DEL RODETE: ACABADO A MANO.

SU POSICIÓN FINAL EN CUALQUIERA DE LOS CASOS.

LOS TALADROS QUE SE UTILIZAN PARA FIJACIÓN A LA FLECHA SE HACEN CON LA MAYOR PRECISIÓN POSIBLE PERO NO SE LE DA SU DIÁMETRO FINAL, LO QUE SI ES MUY IMPORTANTE ES DEJAR UNA GUIA PARA CENTRAR LA UNIÓN CON LA FLECHA.

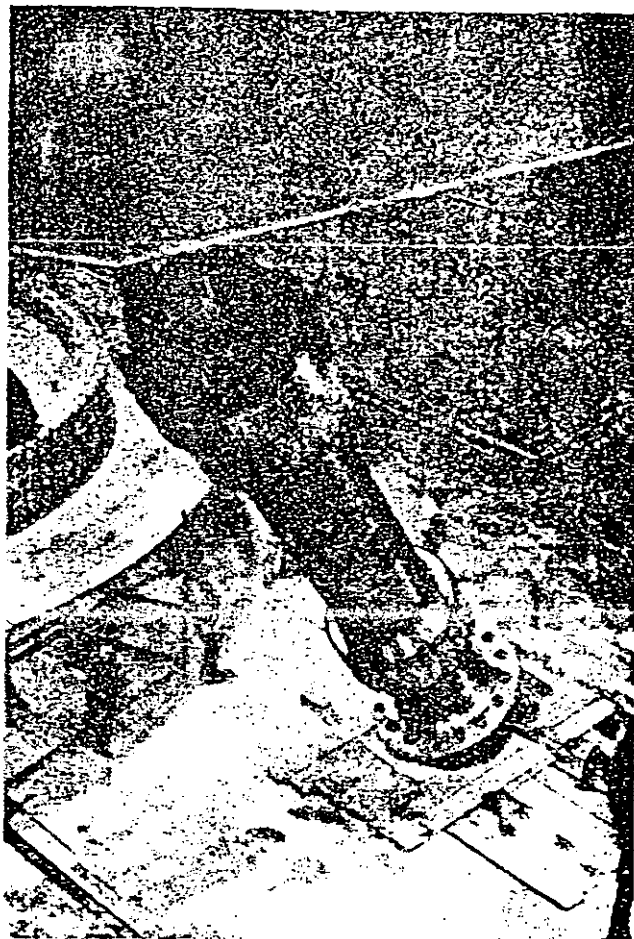
PARA SU PROTECCIÓN SE RECUBRE CON UNA CAPA PLÁSTICA. EL RODETE ES QUIZÁS LA PIEZA QUE REQUIERE DE MAS CUIDADO PARA SU TRANSPORTE Y MANIOBRAS.

NORMALMENTE, EL RODETE Y LA FLECHA NO SE HACEN EN LA MISMA FABRICA, YA QUE LA FABRICACIÓN DE LA FLECHA REQUIERE DE UNA ESPECIALIDAD MUY DIFERENTE AL COMÚN DE LA ESTRUCTURA RESTANTE DE UNA TURBINA. ES POR ESO QUE EL MAQUINADO FINAL DE LA UNIÓN ENTRE FLECHA Y RODETE SE HACE EN LA OBRA. POR LO ANTERIOR, VAMOS A TRATAR EL MONTAJE DEL RODETE JUNTO CON EL MONTAJE DE LA FLECHA.

FLECHA

COMO YA DIJIMOS ANTES, SU FUNCIÓN ES TRASMITIR EL MOVIMIENTO DEL RODETE DE LA TURBINA AL ROTOR DEL GENERADOR.

PARA SU FABRICACIÓN SE FUNDE UN LINGOTE DE ACERO DE LA CALIDAD ESPECIFICADA, DE DIMENSIONES TALES QUE SE PUEDA OBTENER DE UNA SOLA PIEZA.



MANIOBRA PARA COLOCAR EN POSICION
LA FLECHA DE LA TURBINA.

1971

1971

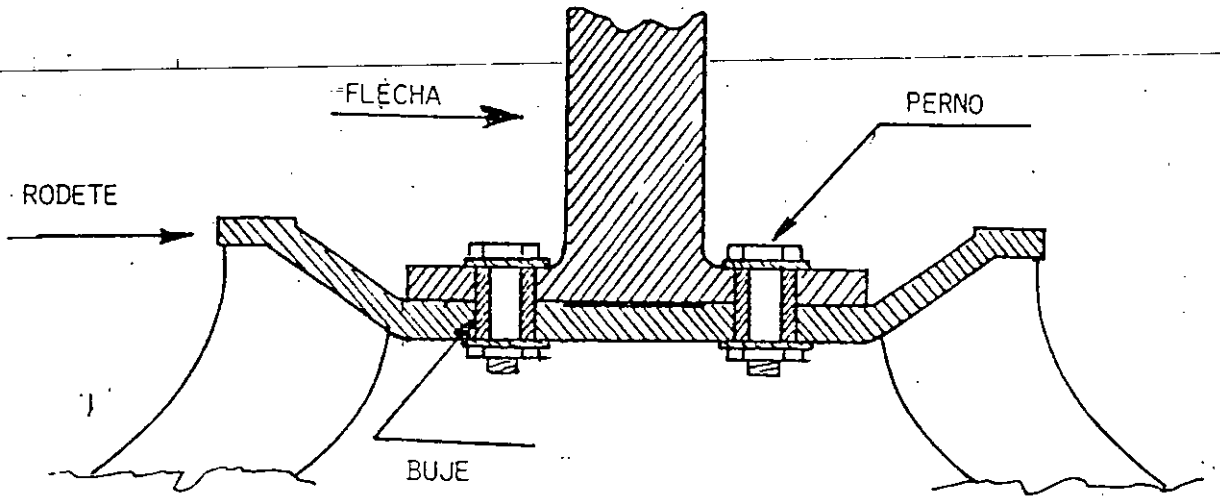
1971

A BÀSE DE GOLPES SE VA FORJANDO HASTA DARLE LA FORMA APROXIMADA, DESPUÉS SE SOMETE A RELEVADO DE ESFUERZOS Y SE MAQUINA. LA FLECHA MÀS PESADA QUE SE HA MONTADO EN MÈXICO A SIDO DE 80 TON.

EN SUS EXTREMOS SE MAQUINAN LAS BRIDAS DE UNIÓN CON EL RODETE Y CON EL ROTOR Y EN LA PARTE CENTRAL EL APOYO DE LA CHUMACERA GUIA. SE ENVÍA A LA OBRA PROTEGIDA POR UNA CAPA PLÀSTICA O DE GRASA.

MONTAJE FLECHA-RODETE

- 1) SE PRESENTA LA FLECHA SOBRE EL RODETE, HACIENDO COINCIDIR LOS CENTROS Y APROXIMANDO AL MÀXIMO LAS CARAS INTERIORES DE LOS BARRENOS DE AMBAS BRIDAS
- 2) SE FIJA LA UNIÓN PROVISIONALMENTE CON TRES O CUATRO TORNILLOS
- 3) SE HACE LA RECTIFICACIÓN DE LOS BARRENOS QUE SE ENCUENTRAN LIBRES Y SE AJUSTAN UNO A UNO LOS BUJES QUE SOPORTAN EL ESFUERZO CORTANTE PRODUCIDO POR EL GIRO
- 4) SE COLOCAN LOS PERNOS QUE COMPRIMEN A LAS BRIDAS EN LOS HUECOS EN QUE YA SE COLOCARON LOS BUJES
- 5) SE QUITAN LOS PERNOS QUE SE PUSIERON PROVISIONALMENTE Y SE RECTIFICAN ESOS TALADROS, SE AJUSTAN LOS BUJES PARA DESPUÉS COLOCAR LOS PERNOS FALTANTES.



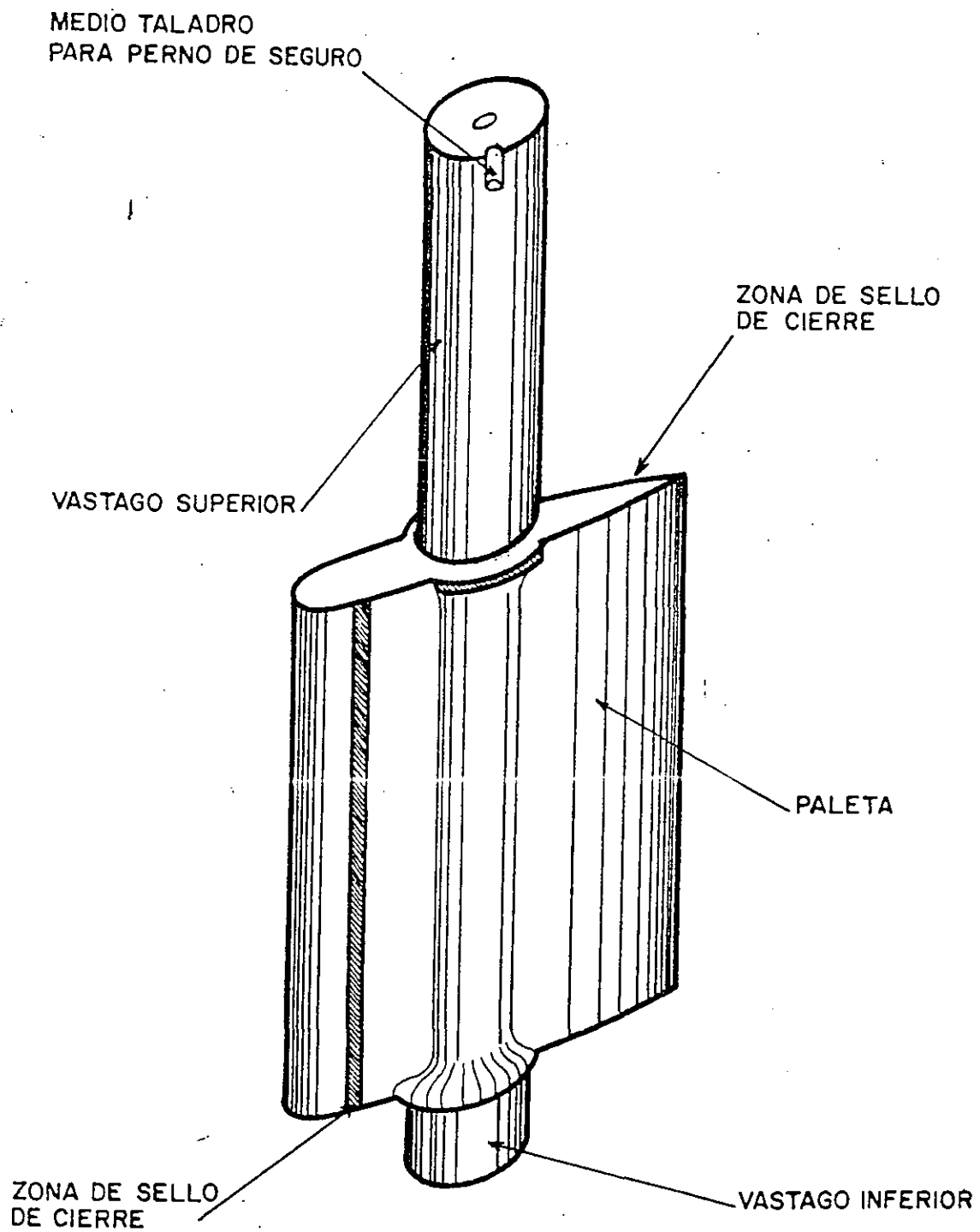
- 6) SE APRIETAN UNIFORMEMENTE LOS PERNOS Y SE TRASLADA EL CONJUNTO FLECHA-RODETE A SU LUGAR DENTRO DE LA TURBINA, APOYÁNDOLO PROVISIONALMENTE SOBRE LA PARTE INFERIOR DE LA BRIDA DEL TUBO DE ASPIRACIÓN QUE ESTA UNIDO AL ESCUDO INFERIOR.

ALABES DIRECTRICES

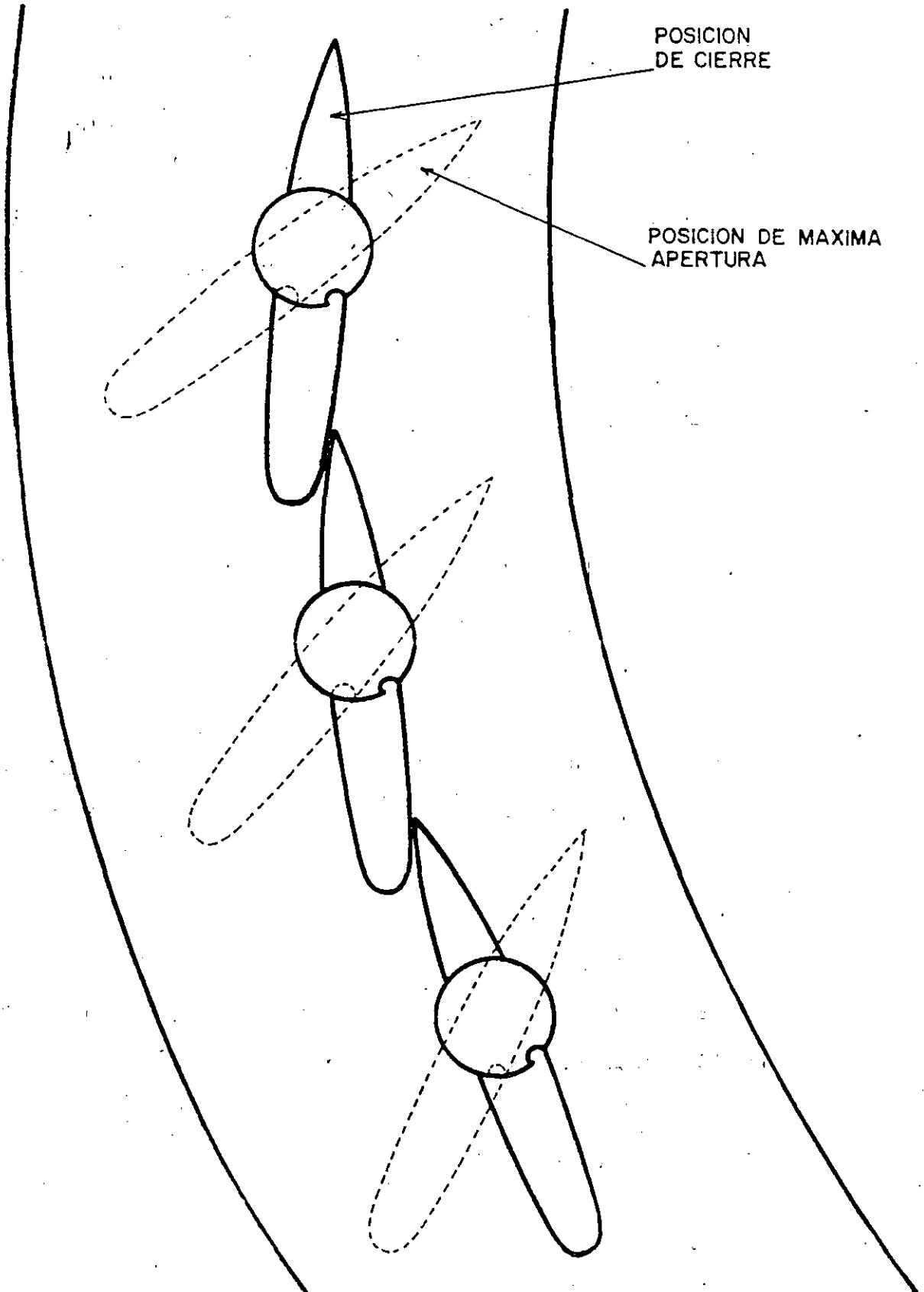
SU FUNCIÓN ES REGULAR EL PASO DEL AGUA QUE IMPULSA EL RODETE. A MÁXIMA APERTURA SE DÁ LA MÁXIMA POTENCIA Y CERRADOS IMPIDEN EL PASO DEL AGUA.

PARA SU ELABORACIÓN PUEDEN SER CORTADOS DE UNA PLACA O FUNDIDOS, SU MATERIAL ES ACERO INOXIDABLE AL CROMO-NIQUEL DE LA MISMA CALIDAD QUE EL RODETE. ESTOS ÁLABES TAMBIÉN RECIBEN EL NOMBRE DE PALETAS DIRECTRICES.

PARA SU MONTAJE DEBE TENERSE MUCHO CUIDADO CON LA VERIFICACIÓN DE LOS BUJES DE BRONCE DE LA CHUMACERA.



ESQUEMA DE POSICION DE ALABES

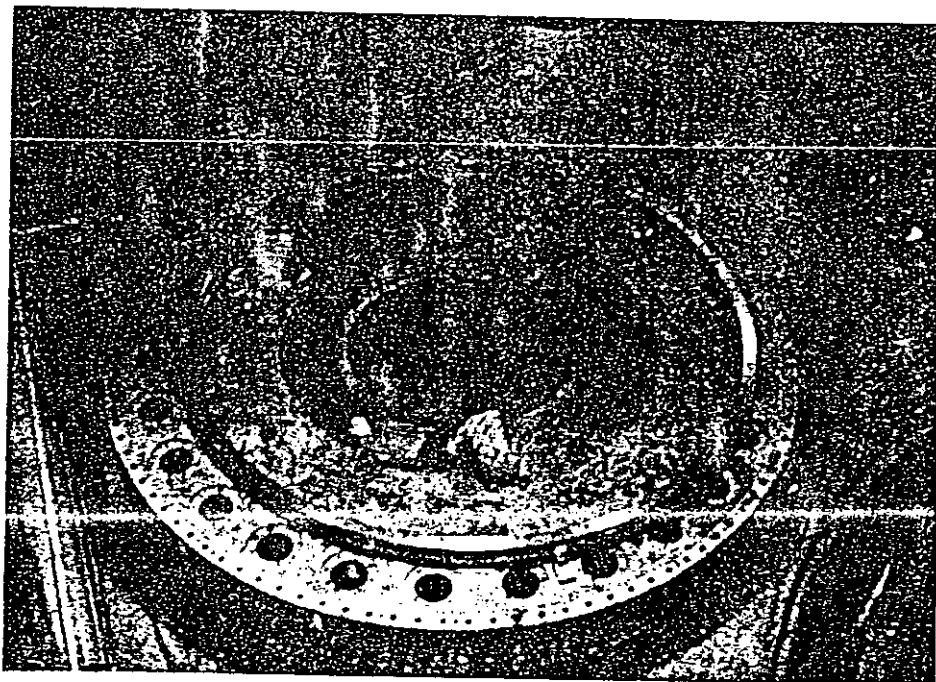


SE MAQUINA LA PIEZA COMPLETA. EN LA PLACA SUPERIOR SE HACEN LAS PERFORACIONES PARA LOS PERNOS QUE FIJAN ESTA ESTRUCTURA A LA CARCAZA, LOS QUE SOPORTAN LA CHUMACERA SUPERIOR DE LOS ÁLABES, LOS DE FIJACIÓN DE LA CHUMACERA DE CARGA, LOS DE LOS SERVOMOTORES , ETC.

EN EL ANILLO EXTERIOR VERTICAL SE HACEN LAS VENTANAS PARA EL PASO DE LA TUBERIA DE COMPENSACIÓN. EN LA PLACA INFERIOR SE HACEN LOS TALADROS PARA COLOCAR LOS TORNILLOS DE FIJACIÓN DEL CONO, LAS BRIDAS DE LA TUBERÍA DE COMPENSACIÓN Y LOS QUE FIJAN LAS PLACAS DE ACERO INOXIDABLE QUE GUIAN EL AGUA Y PERMITEN EN SELLO CON LA PARTE SUPERIOR DE LAS PALETAS DE LOS ÁLABES. ES IMPORTANTE HACER NOTAR QUE EN LA PERIFERIA DE ESTA PLACA SE COLOCA EL SELLO DE NEOPRENO CONTRA LA CARCAZA.

EL CONO INFERIOR, COMO YA SE DIJO, ES DE UNA SOLA PIEZA Y LAS ZONAS IMPORTANTES A MAQUINAR SON LOS LUGARES DONDE SE FIJA A LA PLACA INFERIOR DEL ESCUDO. EL ANILLO INTERIOR RECIBE LA TAPA DE SELLO EN SU PARTE SUPERIOR; SU PERIMETRO INTERNO ES LA CHUMACERA GUIA INFERIOR DE LA FLECHA; POR ÚLTIMO LAS PLACAS EXTERIORES QUE SON DE ACERO INOXIDABLE SE MAQUINAN DE TAL FORMA QUE EL ESPACIO ENTRE ELLAS Y EL RODETE SEA LO MAS UNIFORME POSIBLE PARA QUE NO SE PRODUZCA LA CAVITACIÓN,

SU PROTECCIÓN SE HACE CON PINTURA ANTICORROSIVA Y EN LAS ZONAS PULIDAS CON GRASA O PLÁSTICO.

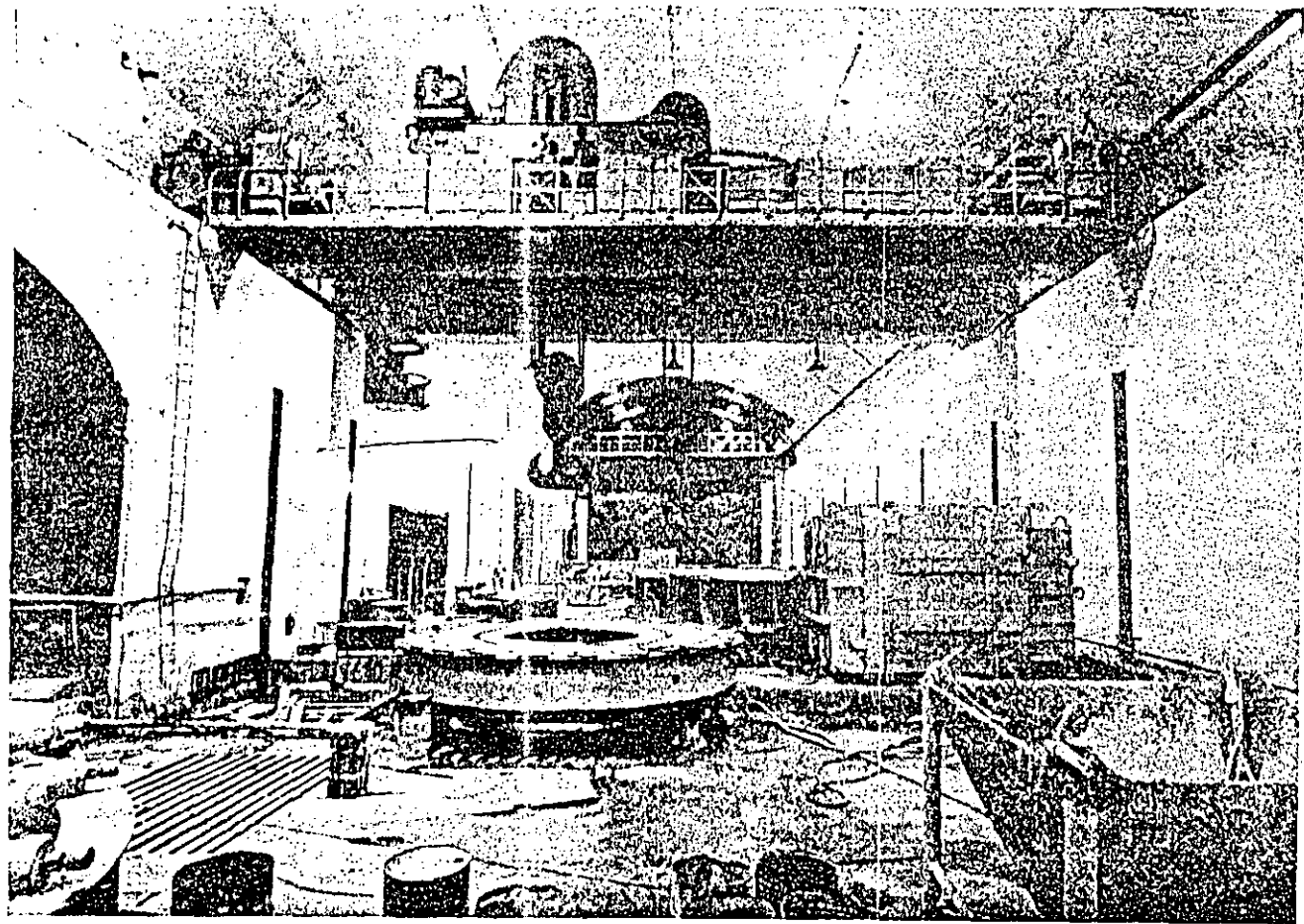


ARMADO EN PLAYA DE MONTAJE DEL ESCUDO SUPERIOR.

MONTAJE

DEBIDO A SUS DIMENSIONES Y A LO DELICADO DE SUS PARTES ES MUY CONVENIENTE QUE ESTA PIEZA SE ARME DENTRO DE LA CASA DE MAQUINAS, EN LA PLAYA DE MONTAJE. PARA SU COLOCACIÓN SE SIGUEN LOS SIGUIENTES PASOS:

1. CON LAS PLACAS SUPERIORES HACIA ABAJO, APOYADAS EN DURMIENTES DE MADERA, SE UNEN LAS DOS PARTES SEMICIRCULARES CON EL APOYO DE SUS PERNOS GUIA, SE APRIETAN LOS TORNILLOS DE UNIÓN HASTA LA TENSIÓN ESPECIFICADA, SE SELLA LA UNIÓN CON UN CORDON DE SOLDADURA Y SE PULE ÉSTE.
2. SE FIJAN EL CONO INFERIOR Y LAS PLACAS DE ACERO INOXIDABLE
3. SE VOLTEA LA PIEZA COLOCANDO LA PARTE SUPERIOR HACIA ARRIBA
4. SE RECTIFICAN Y SE LIMPIAN TODAS LAS ROSCAS Y SE COLOCA LA CHUMACERA SUPERIOR DE LOS ÁLABES
5. SE HACE UNA PRESENTACIÓN PROVISIONAL CON LOS ÁLABES EN SU POSICIÓN Y SE VERIFICAN LAS HOLGURAS.
6. SE COLOCA EL SELLO DE NEOPRENO CON LA CARCAZA Y EL ESCUDO SE FIJA DEFINITIVAMENTE A ELLA.



DETALLE DEL ESCUDO SUPERIOR Y RODETE EN PLAYA DE MONTAJE.

CON LO ANTERIOR QUEDA LISTA ESTA ESTRUCTURA Y PODEMOS EMPEZAR A COLOCAR TODOS LOS MECANISMOS Y SOPORTES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y CONTROL.

LA UNIÓN FLECHA-ROTOR SE LLEVA A CABO DE LA MISMA FORMA EN QUE SE HIZO LA DE FLECHA-RODETE. ANTES O DESPUÉS DE ESTA MANIOBRA SE COLOCAN LOS BOBINADOS DEL ESTATOR, CUANDO SE TIENEN LISTAS ESTAS MANIOBRAS Y SE HA INSTALADO TODO EL EQUIPO ADICIONAL; EN TEORÍA EL MECANISMO QUEDA LISTO PARA GIRAR Y PODER BALANCEAR EL CONJUNTO GIRATORIO, REGULAR FRENOS, BOMBAS DE ACEITE, CONTROL DE VELOCIDAD, SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO, ETC. DESPUÉS, A TRABAJAR.

COMPUERTAS DE DESFOGUES.

LA FUNCIÓN PRINCIPAL DE ESTAS ESTRUCTURAS ES EVITAR EL PASO DEL AGUA RIO ABAJO DE LA PLANTA AL INTERIOR DE LA TURBINA, NORMALMENTE LA PRESIÓN NO EXCEDE LOS 2 Kg/cm^2 - (20 M. DE ALTURA)-. SE UTILIZAN NORMALMENTE PARA PODER HACER REVISIONES O REPARACIONES EN EL INTERIOR DE LA TURBINA.

COMO ESTAS COMPUERTAS SE COLOCAN EN POSICIÓN DE CIERRE O DE APERTURA CON LAS PRESIONES IGUALADAS, NO ES NECESARIO QUE SEAN DEL TIPO RODANTE; COMÚNMENTE SON DESLIZANTES.

FABRICACION

SU FABRICACIÓN ES SEMEJANTE A LAS COMPUERTAS DE OBRA DE TOMA; PERO NO NECESITAN EL CONTROL DE CALIDAD TAN ESTRICTO DE ÉSTAS, LO QUE SI ES INDISPENSABLE ES QUE PRESENTEN UN SOLO PLANO EN LA SUPERFICIE DE APOYO PARALELO A LA SUPERFICIE DE SELLO.

MONTAJE

EN LA OBRA CIVIL SE PREVEE UN FOSO ESTANCO ESPECIAL PARA SU MONTAJE Y SE AUXILIA CON UNA GRÚA VIAJERA QUE CORRE A LO LARGO DE LA GALERIA DE COMPUERTAS DE DESFOGUE.

1. SE COLOCA EL MARCO DE CIERRE, SE ALINEA, SE NIVELA Y SE FIJA CON TROQUELES Y TIRANTES A LAS VARILLAS DE ARMADO, LO MISMO QUE LAS GUIAS DE DESLIZAMIENTO.
2. MIENTRAS SE HACEN LOS SEGUNDOS COLADOS DEL MARCO Y DE LAS GUIAS DE DESLIZAMIENTO, CON LA AYUDA DE LA GRÚA VIAJERA SE COLOCA LA SECCIÓN INFERIOR DE LA COMPUERTA EN EL FOSO ESTANCO DE ARMADO Y CON EL AUXILIO DE GATOS Y TROQUELES APOYADOS EN LAS PAREDES SE FIJA ESTA SECCIÓN PARA RECIBIR LA SEGUNDA.
3. SE COLOCA LA SEGUNDA SECCIÓN Y SE LIGA CON LOS TORNILLOS PREPARADOS PARA TAL EFECTO, SE HACE LA SOLDADURA PERIMETRAL DE LA JUNTA Y SE PULE LA ZONA DE APOYO DE SELLO.
4. SE COLOCAN Y SE FIJAN LAS SECCIONES SIGUIENTES DE ACUERDO AL PASO ANTERIOR HASTA LLEGAR A COLOCAR LA SECCIÓN SUPERIOR.
5. SE VERIFICA LA VÁLVULA DE LLENADO Y SE COLOCAN LOS EMPAQUES DE NEOPRENO PARA SELLO.
6. CON LA GRÚA VIAJERA SE SACA DEL FOSO DE ARMADO, SE LE DA PRO-

TECCIÓN CON PINTURA ANTICORROSIVA, SE COLOCA EN SU POSICIÓN Y S VERIFICAN LOS APOYOS Y EL SELLO.

COMPUERTAS DE LOS TUNELES DE DESVIO

UNO DE LOS SISTEMAS PARA CONSTRUIR LAS CORTINAS DE UNA PRESA, ES EL DE HACER TUNELES PARA HACER PASAR EL GASTO DEL RÍO POR ELLOS MIENTRAS ÉSTA SE TERMINA. AL FINALIZAR LA CONSTRUCCIÓN DE LA CORTINA Y LAS DEMÁS OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTROL DE LA OBRA, ES NECESARIO CERRAR EL PASO POR ESTOS TUNELES PARA EL LLENADO DEL VASO.

EXISTEN VARIOS CRITERIOS PARA EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE ESTAS COMPUERTAS; UNO DE ELLOS, ES CONSIDERAR QUE DEBEN RESISTIR LA MÁXIMA PRESIÓN CON EL VASO LLENO Y OTRO ES SUPONER QUE UNICAMENTE SOPORTARÁN UNA PRESIÓN PARCIAL MIENTRAS SE CUELAN LOS TAPONES DE CONCRETO DEFINITIVOS EN LOS TUNELES.

LA IMPORTANCIA DE ESTAS ESTRUCTURAS DEPENDERÁ DE LAS CONDICIONES ANTERIORES Y DE LAS DIMENSIONES DE LOS TUNELES.

SU FABRICACIÓN ES SEMEJANTE A LAS COMPUERTAS DE DESFOGUES O A LAS DE OBRA DE TOMA, CON LA UNICA CARACTERÍSTICA PROPIA IMPORTANTE DE QUE SU OPERACIÓN SE EFECTÚA CON MUY POCA CARGA O CON PRESIONES IGUALADAS. POR LO TANTO PUEDEN SER DESLIZANTES.

EL SISTEMA DE OPERACIÓN ES USUALMENTE UN MARCO RIGIDO PARA CADA COMPUERTA CON UN MALACATE O MALACATES SINCRONIZADOS PARA EFECTUAR EL ASCENSO O DESCENSO DE MANERA UNIFORME.

CON EL AUXILIO DE SU PROPIO MARCO DE OPERACIÓN, EL MONTAJE SE EFECTUA EN LA PARTE SUPERIOR DE MANERA SEMEJANTE AL DE LAS COMPUERTAS DE LA OBRA DE TOMA. EN LA MAYORIA DE LOS CASOS TANTO LAS COMPUERTAS COMO LOS MARCOS DE OPERACIÓN SON RECUPERABLES.

COMPUERTAS DE VERTEDORES

ESTA ESTRUCTURA ES DE CARACTERÍSTICAS DIFERENTES A LAS TRATADAS ANTERIORMENTE, LO MISMO QUE SU FUNCIONAMIENTO. SU FUNCIÓN ES DETENER O CONTROLAR EL PASO DEL AGUA SEGUN LAS NECESIDADES DE OPERACIÓN O EL VOLÚMEN DE LA AVENIDA A REGULAR. LAS COMPUERTAS DE VERTEDORES SE COMPLEMENTAN CON UNA COMPUERTA AUXILIAR AGUAS ARRIBA DE ELLA PARA REVISIÓN, REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO.

NORMALMENTE SU PANTALLA ES UN SECTOR DE CILINDRO CIRCULAR APOYADO SOBRE VIGAS, LAS CUALES A SU VEZ ESTÁN APOYADAS SOBRE RAYOS QUE LLEGAN AL CENTRO SOBRE UNA CHUMACERA PARA PERMITIR EL GIRO.

FABRICACION

SE CORTAN LAS PLACAS, SE BISELAN LAS PARTES QUE SE VAN A UNIR CON SOLDADURA Y SE FORMAN LAS VIGAS, YA SEAN DE SECCIÓN I O DE CAJÓN, SEGUN EL DISEÑO. TANTO LAS PLACAS QUE FORMAN LA PANTALLA COMO LAS DE LAS VIGAS QUE LA RECIBEN, SE ROLAN.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS ABIERTOS
V CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION
MODULO III: CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO
Del 20 al 24 de junio de 1994.
DIRECTORIO DE PROFESORES

1. Ing. Arturo Mata Malacara
Gerente investigación y desarrollo
Industria del Hierro, S.A.C.V.
Av. Del Parque 2
Col. Parques Industriales
76160 Irapuato, Gto.
Tel. 4 00 93
2. Arq. Eduardo Lassala Mozo
Subdirector técnico
Grupo Infran, S.A.
Av. Coyoacan 1878 piso 11
Col. Las Acacias
03240 México, D.F.
Tel. 524 82 22, 524 93 15
3. Ing. Jorge García Villegas
Jefe de Disciplina Civil
ICA Industrial, S.A.C.V.
Viaducto Río Becerra 27
Col. Nápoles
Tel. 272 99 15
4. Ing. Agustín Cárdenas Baro
Gerente General
Caddli, S.A.C.V.
29 Cerrada de San José 8-A
México, D.F.
Tel. 595 85 33
5. Ing. Sergio Aceves Borbolla
Jefe de Superintendencia
Grupo ICA
Minería 145
Col. Escandón
México, D.F.
Tel. 277 99 91
6. Ing. Alejandro D. Calderón Ollivier
Director
Grupo Mitl
La Quemada 207
Col. Narvarte
México, D.F.
Tel. 696 12 13, 696 68 21
7. Ing. Luis F. Núñez García
Jefe de Tecnología
ICA Industrial, S.A.C.V.
Viaducto Río Becerra 27
Col. Nápoles
México, D.F.
Tel. 272 99 15 ext. 52 72, 5427
8. Ing. Manuel López Manjarrez
Gerente Técnico
ICA Fluor Daniels
Viaducto 82
Col. Tacubaya
México, D.F.
Tel. 277 35 99 ext. 5348
9. Ing. Mario Ramos

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS ABIERTOS
V CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION
MODULO III: CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO

Del 20 al 24 de junio de 1994.

DIRECTORIO DE ASISTENTES

1. Luis Candelas Ramírez
2. Juan Flores Jiménez
Profesor
UNAM, ENEP. Acatlán
Av. Alcanfores s/n
Naucalpan de Juárez, Edo. de México
Tel. 851 10 60
3. Enrique Gallegos Zarza
4. Ing. Carlos González Ramírez Flores
Gerente General
Metálica Potosina, S.A.C.V.
Pedro Moreno 533
Col. Llamáradas
San Luis Potosí
Tel. 12 09 78
5. Fernando Jiménez Martínez
Supervisor de proyectos
Dir. Gral. de Const. y Op. Hid.
Viaducto Miguel Alemán 507
Col. Granjas México
Del. Iztacalco, México, D.F.
Tel. 650 18 41
6. Arq. José Luis Martínez Hernández
Jefe de oficina
Sria. de Comunicaciones y Transportes
Av. Coyoacan 1895
Col. Acacias
Del. Coyoacan, México, D.F.
Tel. 524 72 85
7. Ing. Arturo Montaña Resa
Gerente de Mantenimiento
Abrasivos Austromex, S.A.C.V.
Av. Michoacan 45
Col. Guadalupe del Moral
09300 México, D.F.
Tel. 694 59 00
8. Ing. Miguel Angel Paredes Zambrano
Superv. de planes y prog. de obra
S.C.T. Coord. Gral. de Planeación
Insurgentes Sur 525
Col. Nápoles
03810 México, D.F.
Tel. 628 84 88
9. Ing. Freddy Pérez Caraveo
Catedrático
UADY
Calle 41 s/n
Ex-terrenos del Fenix
10. Alejandro Ponce Serrano
11. Juan Vicente Ramírez Hernández
Profesional B
Inst. Mexicano del Petróleo
Eje Central Norte Lazaro Cárdenas 152
Col. San Bartolo Atepehuacan
C.P. 14-805
Tel. 368 59 11, 368 93 33
12. Ing. Héctor Rosas Troncoso
Residente Gral. de Obra Civil
Com. de Vialidad y Transp. Urbano
Av. Universidad 800
Col. Santa Cruz Atoyac
03310 México, D.F.
Tel. 688 44 43
13. Fernando Téllez Escamilla
Ing. Proyectista
D.G. P. S.T. Y C. S.C.T.
Av. Coyoacan 1895
Col. Acacias
03240 México, D.F.
Tel. 524 92 65 ext. 312
14. Ing. Jorge Luis Trejo Reyes
Aux. Ing. Rafael Aburto Valdes
Grupo Infran
Av. Coyoacan 1878 piso 11
Col. Acacias
03240 México, D.F.
Tel. 524 82 22, 524 93 15

15. Bernardo Valdes Mercado,
Jefe de oficina de obras
D.G.C.P.H.
Viaducto Miguel Alemán 507
Col. Granjas México
Del. Iztacalco, México, D.F.
Tel. 657 46 15