

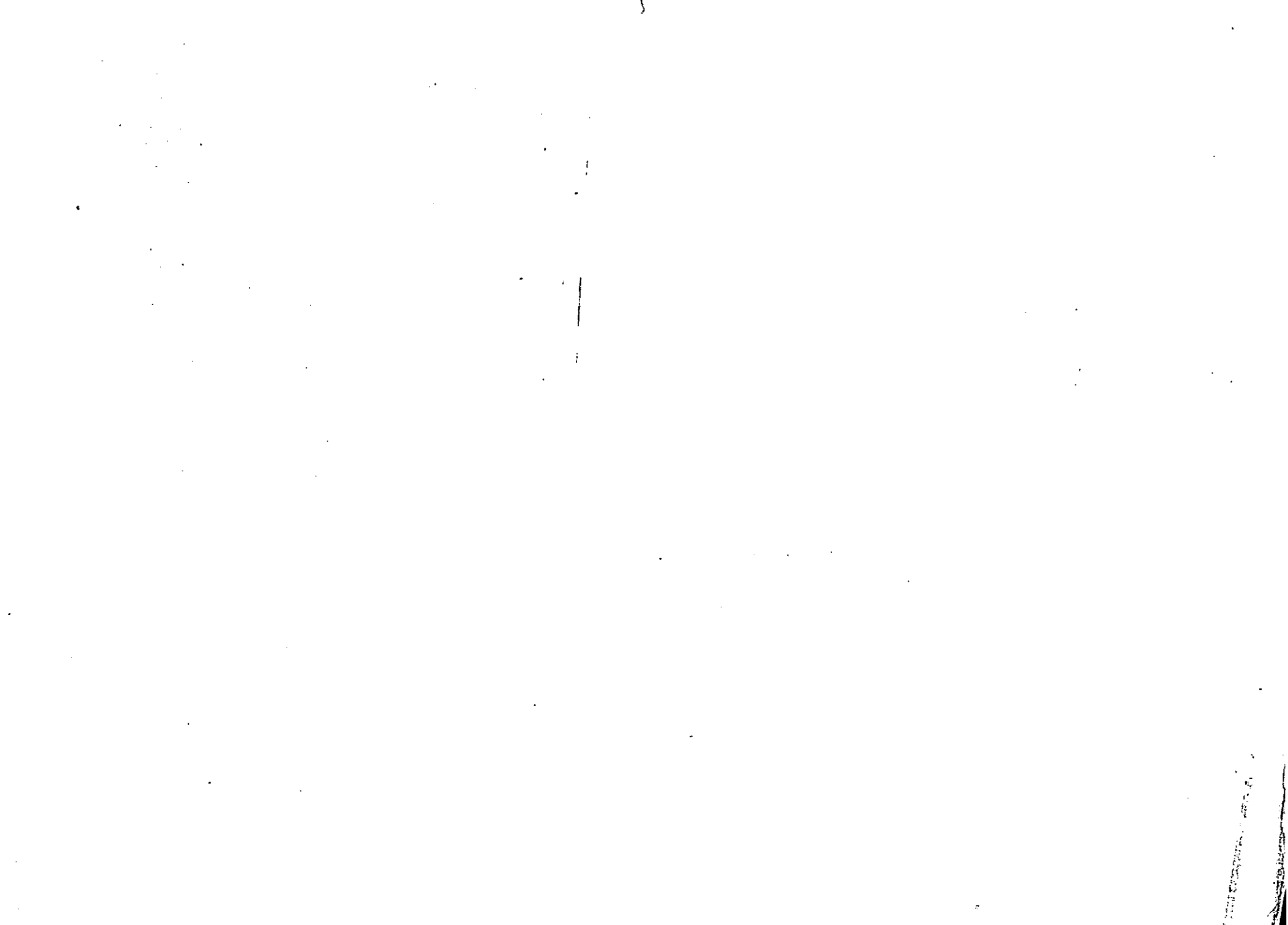


**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION", ORGANIZADO EN COLABORACION
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA, DEL 15 AL 19 DE OCTUBRE
DE 1984.

PRECIOS UNITARIOS, PRESUPUESTOS, ESTIMACIONES
Y ESPECIFICACIONES

Veracruz, Ver.



COSTOS Y PRESUPUESTOS DE OBRAS1. DEFINICIONES Y ALCANCES DE LOS CONCEPTOS BASICOS

COSTO.- De acuerdo al diccionario de la lengua española, - "Costo es lo que se paga por una cosa"; en un sentido mas amplio "Costo es el conjunto de bienes económicos, expresados en unidades monetarias, erogados para lograr un fin."

Generalmente dentro del Ramo de la Construcción, este concepto se interpreta como: El conjunto de bienes económicos, expresados en unidades monetarias, erogados para la realización de un proyecto o una obra.

PRESUPUESTO.- Según el diccionario de la lengua española, - "Presupuesto es lo que se supone previamente, cómputo anticipado de los gastos o ingresos".

En el sentido que comunmente se entiende en México, cuando este vocablo es aplicado a un aspecto de construcción es el siguiente:

Presupuesto es el conjunto ordenado de los costos de las partes integrantes de un proyecto, calculados previamente a la ejecución de este.

De acuerdo a esta definición, la palabra Presupuesto resulta ser sinónimo de "Presupuesto de Costos".

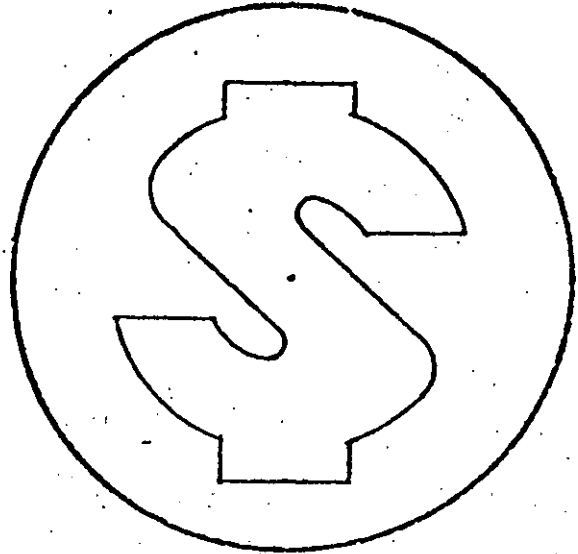
Un presupuesto está integrado por diversas clases de cargos ó costos, tales como Costos Directos, Indirectos, Contingencias, Honorarios, etc. Esta clasificación de los costos - obedece a su identificación con el Proyecto mismo.

Asimismo la presentación de un presupuesto se puede dividir en precios unitarios, unidades de obra, y los conceptos de trabajo correspondientes.

Las definiciones de cada uno de los conceptos anteriores - las expresaremos a continuación.

PRECIO UNITARIO

Remuneración ó pago en moneda que el Contratante deberá cubrir al Contratista por unidad de Obra y por concepto de trabajo que ejecute.



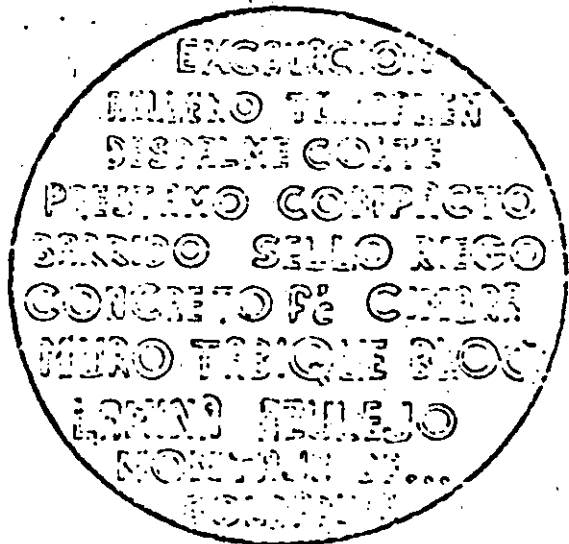
UNIDAD DE OBRA

Unidad de medición señalada en las especificaciones para cuantificar el concepto de trabajo para fines de medición y pago.



CONCEPTO DE TRABAJO

Conjunto de operaciones manuales y mecánicas, así como materiales, que el Contratista emplea en la realización de la Obra de acuerdo a Planos y Especificaciones, dividido convencionalmente para fines de medición y pago.



PRECIO UNITARIO - 3
DIVISION DE CARGOS

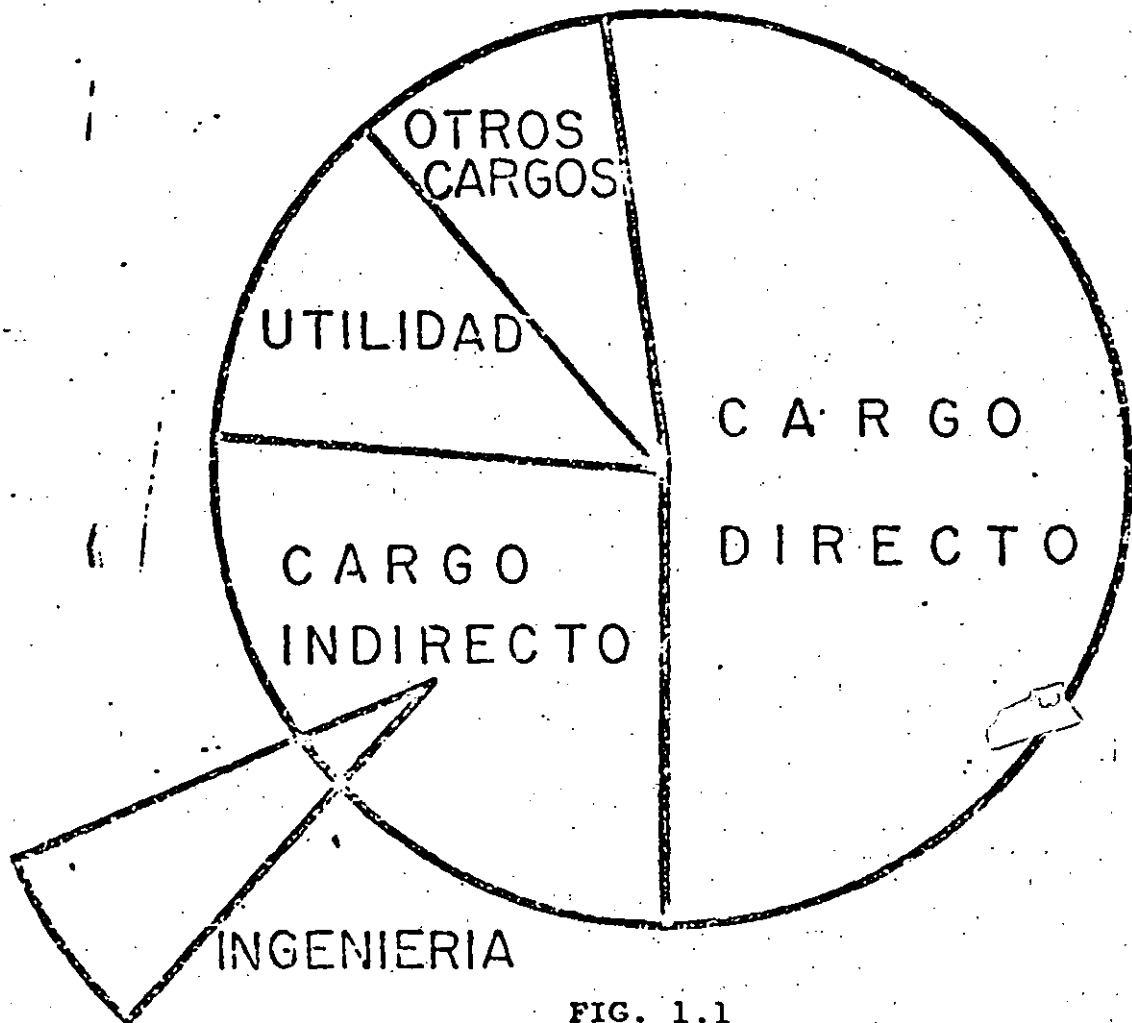


FIG. 1.1

El precio unitario como unidad está compuesto por diversos -- cargos reunidos en cuatro grandes divisiones como lo muestra la Figura No. 1.1.

Esta división corresponde a Obras de Construcción sobre proyectos terminados. Cuando deba la misma Compañía realizar el proyecto de Ingeniería, podrán cargarse los gastos relativos en la división de Cargos Indirectos, Oficina Central y si este cargo no se desea su prorratco en el precio unitario, se considerará como un contrato separado del de Construcción.

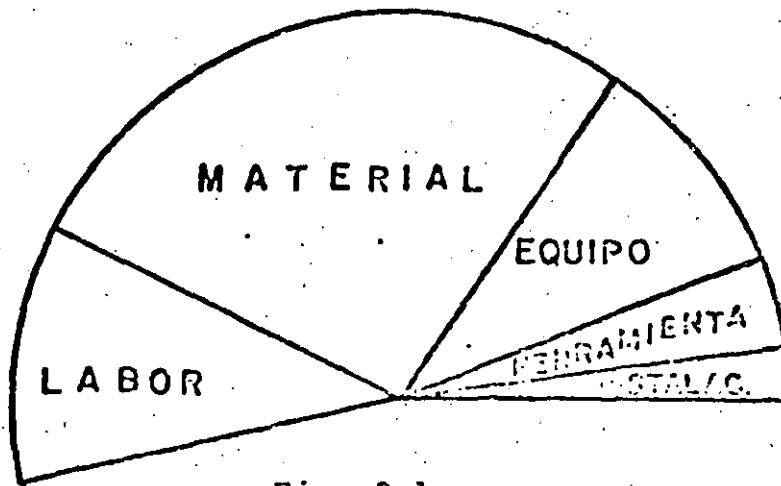


Fig. 2.1

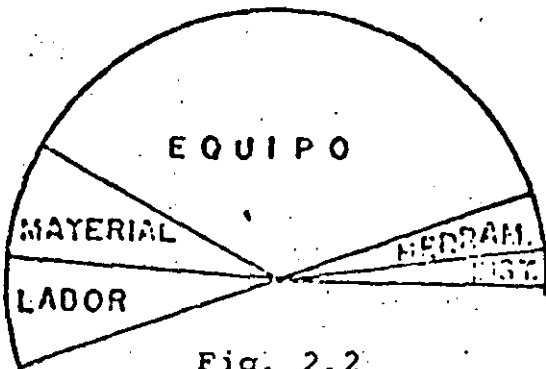


Fig. 2.2

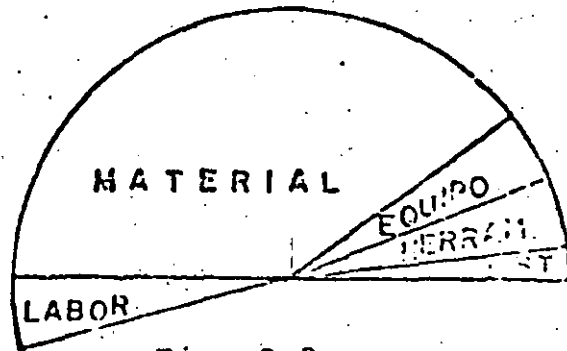


Fig. 2.3.

CARGOS DIRECTOS. - Son los que se derivan de las erogaciones por mano de obra, materiales, equipo, herramienta, e instalaciones efectuadas exclusivamente para realizar dicho concepto de trabajo.

Los análisis detallados de costos directos permiten determinar los porcentajes de participación de cada uno de los cargos que afectan directamente, el resultado final del costo directo.

La Fig. 2.1 representa los porcentajes gráficos aproximados por cargos directos en obras de edificación donde la labor presenta un porcentaje de participación aproximado del 25% al

35 %, el material 45% al 55%, el equipo del 10% al 20%, la herramienta del 1% al 1.5% y las instalaciones de 0.5% al 1%.

La Fig. 2.2 representa los porcentajes gráficos aproximados por cargos directos en obras de infraestructura ó pecada; en este caso el Parámetro Equipo representa el porcentaje mayor, 60% al 70% indicando el uso de equipos pesados de capital importancia para la realización de la obra, la labor puede representar una variación del 10% al 20%, materiales 15% al 25%, herramienta 0.5% al 1%, instalaciones 0.5% al 1%

La Fig. 2.3 representa los porcentajes gráficos aproximados por cargos directos en Plantas Industriales, el Parámetro de Materiales aparece muy amplio en proporción a las otras partes y es resultado del incrementar en forma excesiva los conceptos electromecánicos e instrumentación con una gran cantidad de material de proceso como tuberías, recipientes, equipo, etc., para el funcionamiento de la Planta, éste desde luego varía con el tipo de Planta y de proceso propio de la misma, sin embargo, las estadísticas muestran siempre que el porcentaje de presencia mayor en obras de este tipo, corresponde a los materiales y equipo de proceso, con una variación aproximada entre el 70% al 80%, el equipo de construcción y herramienta del 5% al 9%, la mano de obra del 15% al 25%, y las instalaciones del 0.5% al 1%.

C A R G O D I R E C T O S

C A R G O P O R M A N O D E O B R A



Fig. 3.1

Los cargos por Mano de Obra son los resultantes de prorratear el pago de salarios al personal individual ó por cuadrilla que interviene única y exclusivamente en forma directa en la ejecución del trabajo de que se trate, entre las unidades de producción (rendimiento que dicho personal realice en un tiempo determinado)

$$Mo = \frac{S}{R}$$

C Á R G O S D I R E C T O S

S A L A R I O S

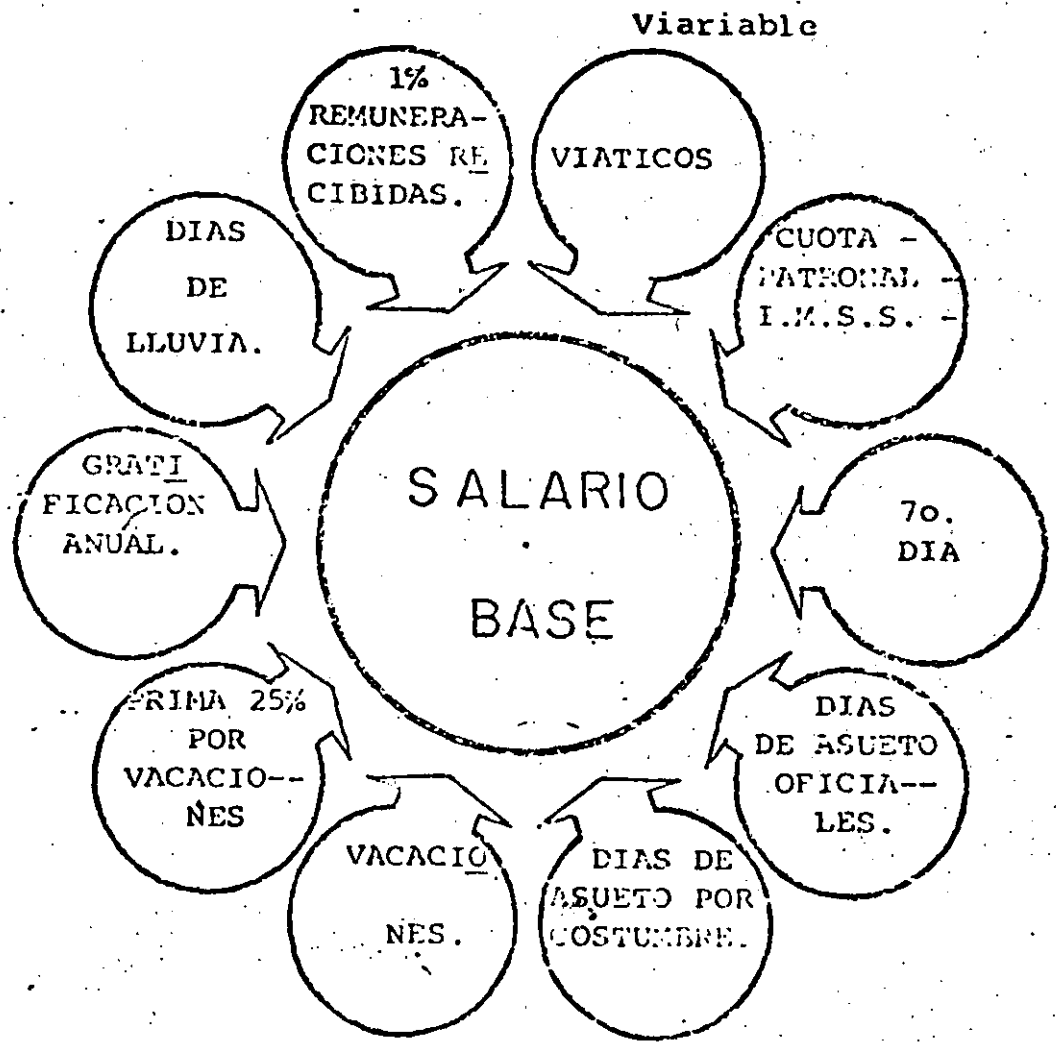


Fig. 3.2

Factores y porcentajes que afectan el salario base para convertirlo en salario real:

CARGOS DIRECTOS

SALARIO

8

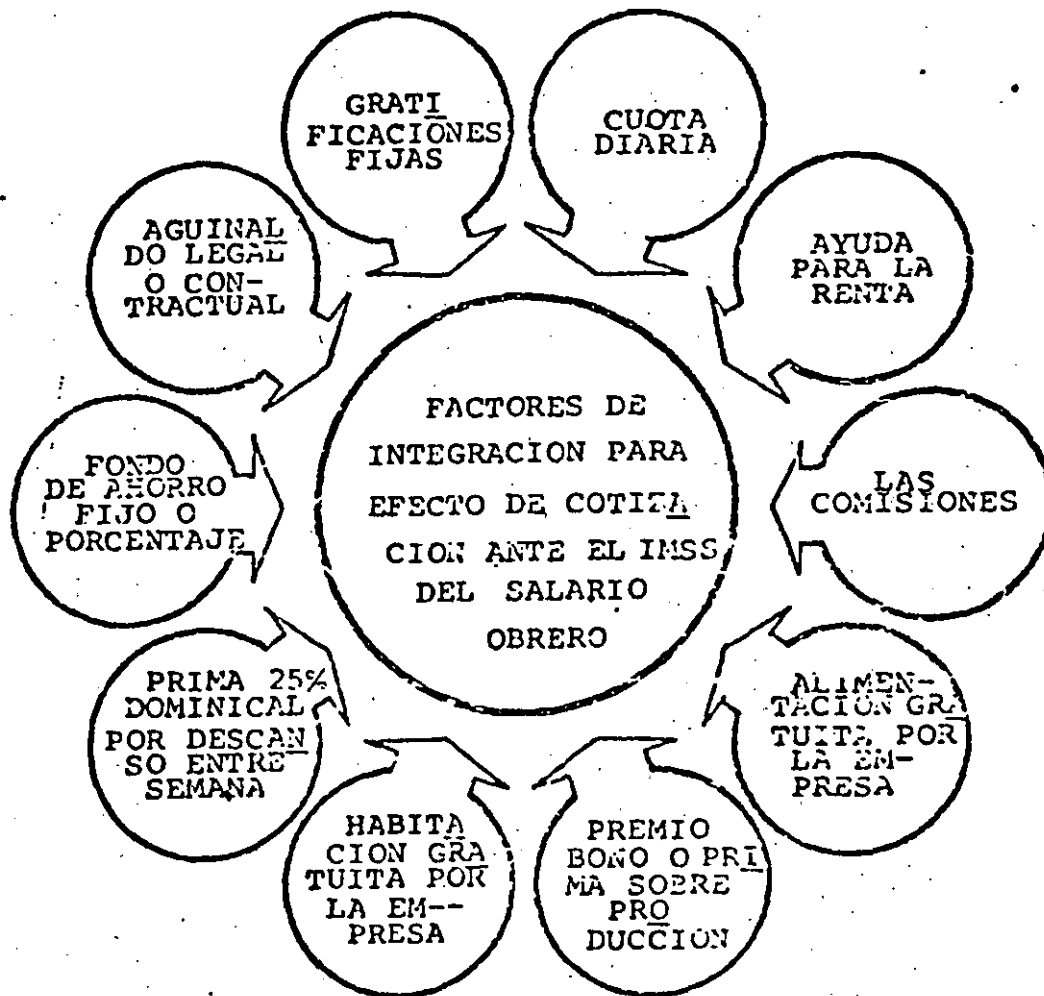


Fig. 3.3

NOTA 1.1 El salario mínimo legal de la zona respectiva no podrá ser descontado en forma alguna, aunque haya factores distintos que adicionen la cuota diaria.

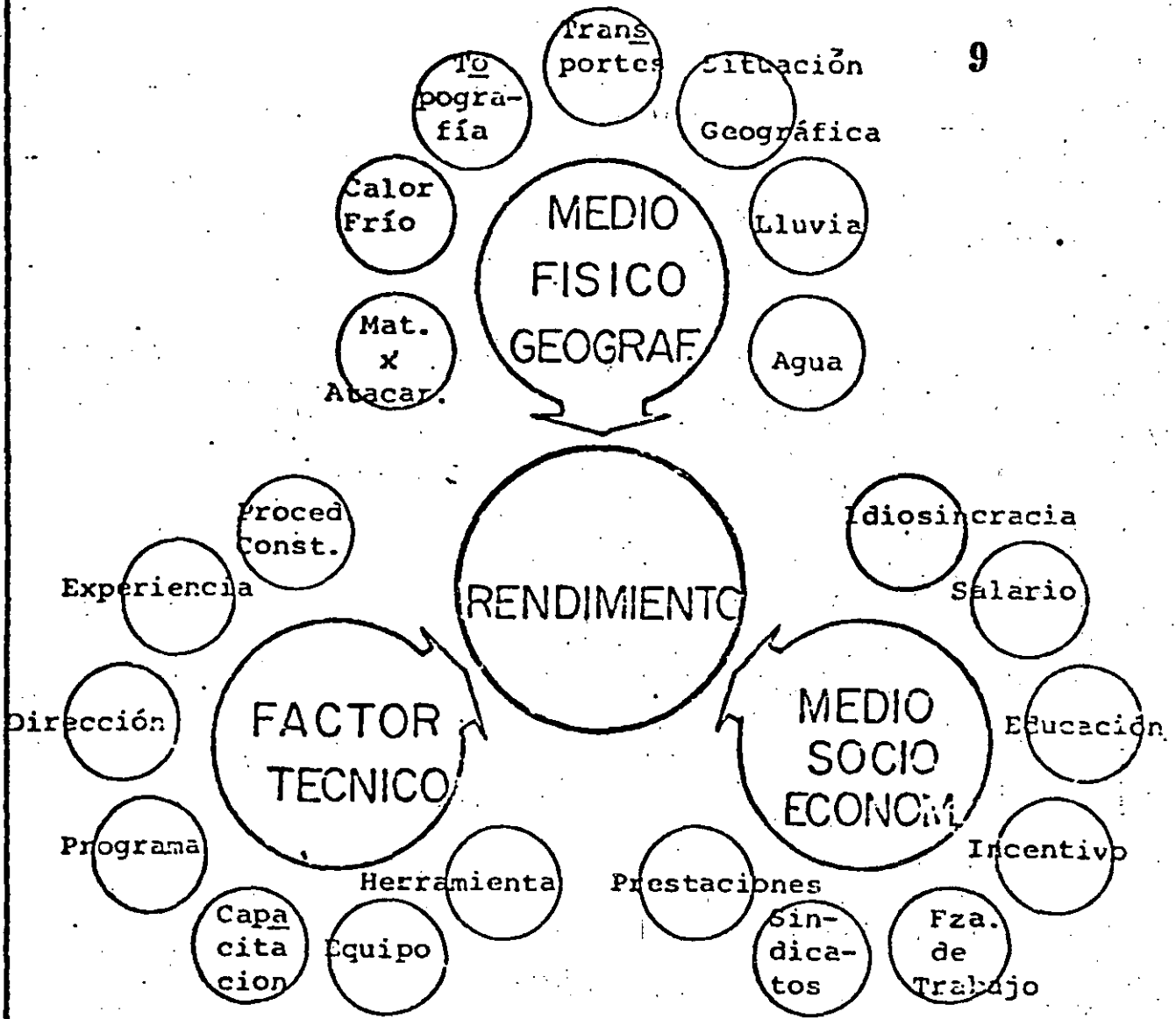


Fig. 3.4.

Factores de influencia que afectan la capacidad de -- producción del personal individual ó por cuadrilla y que determinan los rendimientos.

Siendo la capacidad de producción de primordial importancia en la determinación del costo, la minuciosa investigación del sitio de la obra, facilitará los conocimientos necesarios para obtener los rendimientos adecuados.

C A R G O S D I R E C T O SM A T E R I A L E SCARGO DIRECTO POR MATERIALES.-

Las erogaciones que efectúa el Contratista para adquirir los materiales necesarios para la ejecución -- del concepto de obra, determinan el cargo directo -- por materiales.

Estos pueden ser permanentes, ó sea que forman parte integrante de la Obra, y temporales ó auxiliares que son consumidos en la Obra después de uno ó varios usos.

Los materiales son adquiridos del mercado ó producidos en la Obra, los adquiridos sufren una variación según Fig. 4.1 y los segundos, son motivo de un análisis especial.

C A R G O S D I R E C T O S

M A T E R I A L E S

11

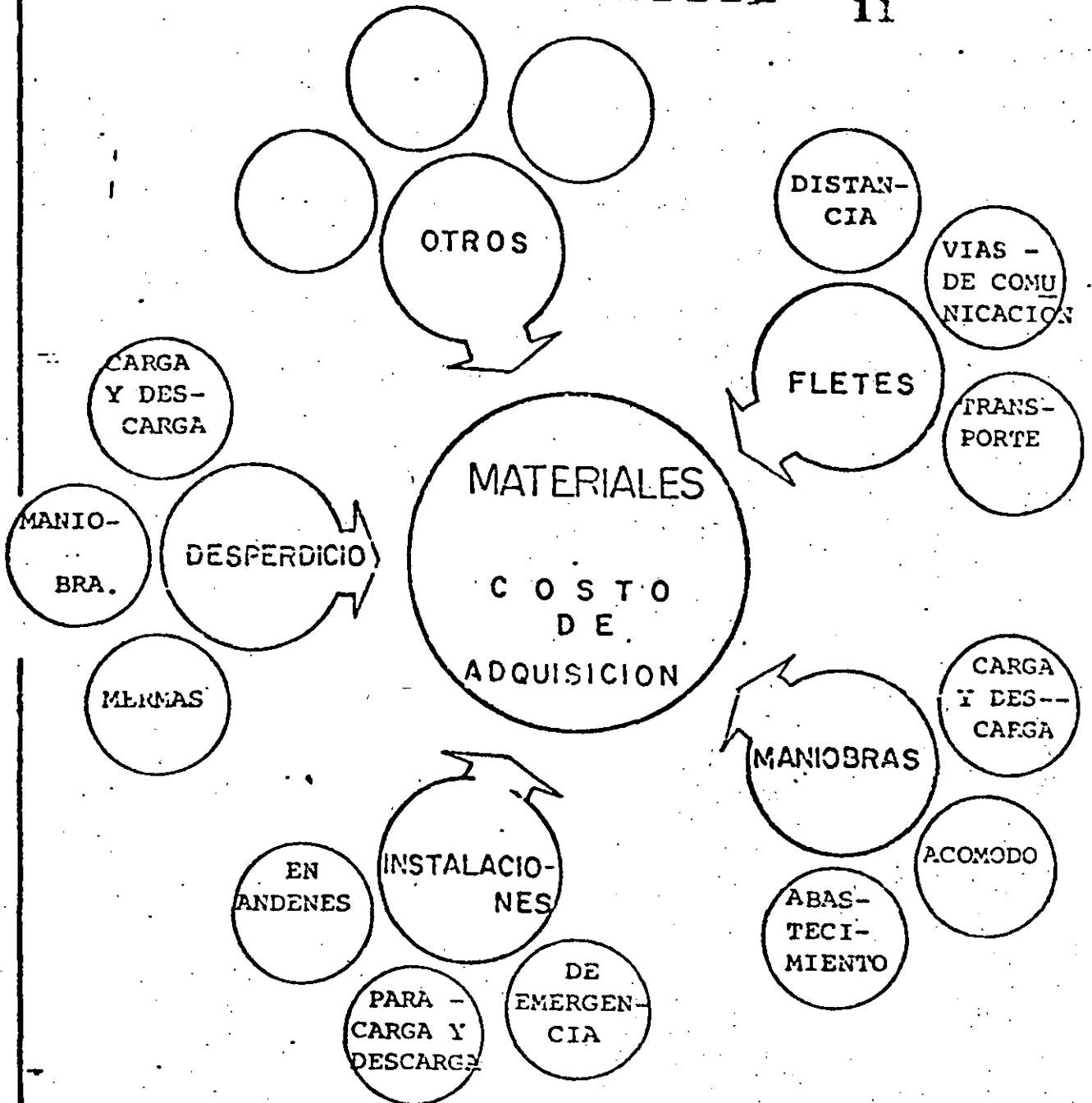


Fig. 4.1

Factores de influencia que determinan el incremento de costo sobre el costo de adquisición.

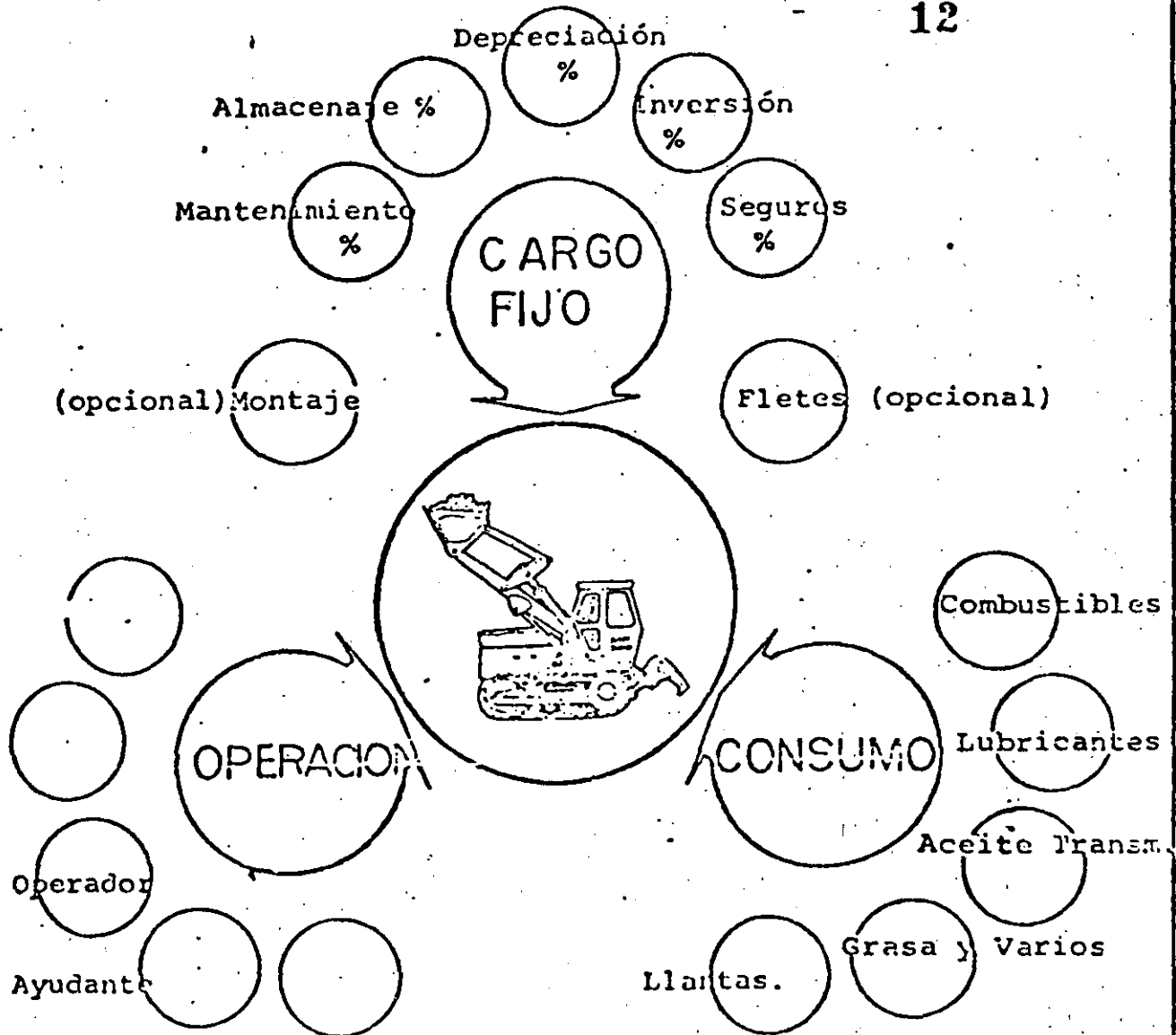


Fig. 5.1

CARGO DIRECTO POR EQUIPO. - Lo determinan según las bases y normas generales para la contratación y ejecución de Obra Públicas, los cargos fijos, los de consumo y los de operación por un tiempo determinado y dividido por el rendimiento efectivo que dicho equipo realice en el mismo tiempo determinado de costo.

$$CM = \frac{HMD}{RM}$$

Sin embargo, como lo muestra la figura 5.1, los cargos se dividen como todos los costos ó sea una Labor, un Material y el Equipo Intrínseco.

C A R G O S D I R E C T O S

E Q U I P O R E N D I M I E N T O

Incentivo Económico

Dir. Técnica

Clima

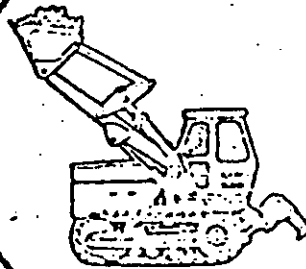
13

Sindicatos

Capacidad

OPERACION

RENDIMIENTO



Altura

S.N.M.

Motor

Pendiente

FISICAS
GEOGRAFICAS

MECANICAS

Llantas

Clima

Orugas

Tipo de
Material

Terreno

Mangueras

y

Transmisión.

Equipo Auxiliar

Fig. 5.2

Casi todos los factores que determinan la variación de los rendimientos del equipo, están señalados en esta gráfica, los factores principales son afectados por otras y así sucesivamente, por esto para determinar los rendimientos más adecuados, es necesario llevar datos estadísticos de diversos tipos de obras,

C A R G O S D I R E C T O S
H E R R A M I E N T A D E M A N O
I N S T A L A C I O N E S

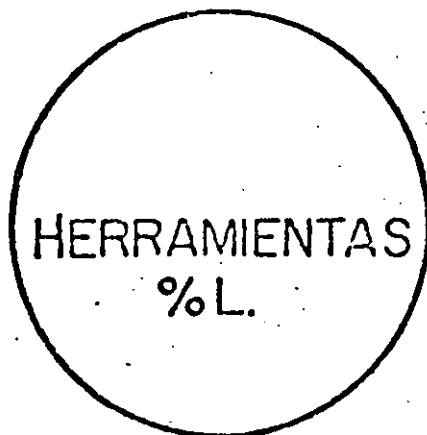


Fig. 6.1

El cargo por herramienta de mano, corresponde al consumo ó desgaste de la herramienta utilizada en la ejecución de los conceptos de obra y se determina en función de un porcentaje de la mano de obra. Dicho porcentaje se determina con estadísticas.



Fig. 7.1

El cargo por instalaciones corresponde a las erogaciones realizadas por el Contratista para construir las instalaciones accesorias, necesarias para realizar conceptos de trabajos de finidos y no deberá incluir ninguna instalación de servicio general en la obra.

P R E C I O U N I T A R I O
C A R G O S I N D I R E C T O S

15

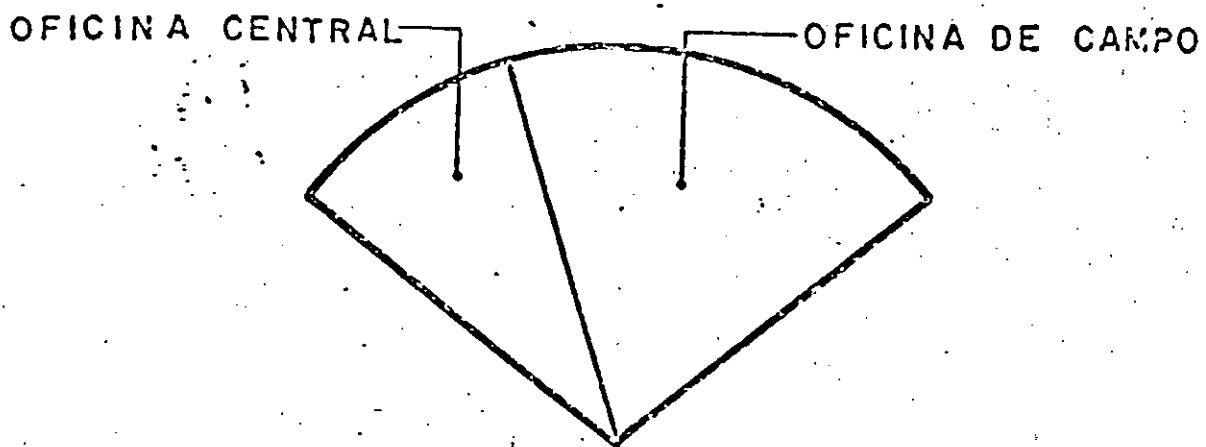


Fig. 8.1

TODOS LOS GASTOS QUE SE REALIZAN PARA LA CONSTRUCCION DE UN -- PROYECTO NO CONSIDERADOS EN LOS CARGOS DIRECTOS SE DENOMINARAN CARGOS INDIRECTOS COMO MUESTRA LA FIG. 8.1 SE DIVIDEN EN GASTOS DE OFICINA CENTRAL Y GASTOS DE OFICINA DE CAMPO.

LAS FIG. 8.2 Y 8.3 MUESTRAN LOS DIVERSOS FACTORES QUE INTEGRAN DICHS CARGOS SEGUN LAS BASES Y NORMAS GENERALES PARA LA CON-- TRATACION Y EJECUCION DE OBRAS PUBLICAS, ESTOS CARGOS SE EX-- PRESAN COMO UN PORCENTAJE DEL COSTO DIRECTO OBTENIDO DEL RESUL-- TADO TOTAL DE LOS CARGOS INDIRECTOS ENTRE EL TOTAL DE LOS CAR-- GOS DIRECTOS MULTIPLICADO POR CIEN.

$$\% \text{ DE CARGOS IND} = \frac{\text{CARGOS IND.}}{\text{CARGOS DIRECTOS}} \times 100$$

BASES Y NORMAS GENERALES PARA LA CONTRATACION Y EJECUCION DE OBRAS PUBLICAS

9.3. A continuación se enlistan los gastos generales más frecuentes que deberán tomarse en consideración para integrar el cargo indirecto.

| | Admón. central | Admón. de obra |
|---|---|-------------------|
| | X De posible aplicación - No aplicable | |
| 9.3.1. Honorarios, sueldos y prestaciones. | | |
| 1. Personal directivo | X | - |
| 2. Personal técnico | X | X |
| 3. Personal administrativo. | X | X |
| 4. Personal en tránsito | - | X |
| 5. Cuota patronal de Seguro Social e impuesto adicional sobre remuneraciones pagadas para ítems 1 a 4 | X | X |
| 6. Pasajes y viáticos | X | X |
| 7. Consultores y asesores | X | - |
| 8. Estudios e investigaciones | X | - |
| 9.3.2. Depreciación, mantenimiento y rentas. | | |
| 1. Edificios y locales | X | X |
| 2. Campamentos | - | X |
| 3. Talleres | - | X |
| 4. Bodegas | - | X |
| 5. Instalaciones generales | - | X |
| 6. Muebles y enseres | X | X |

CARGOS INDIRECTOS
OFICINA DE CAMPO

17

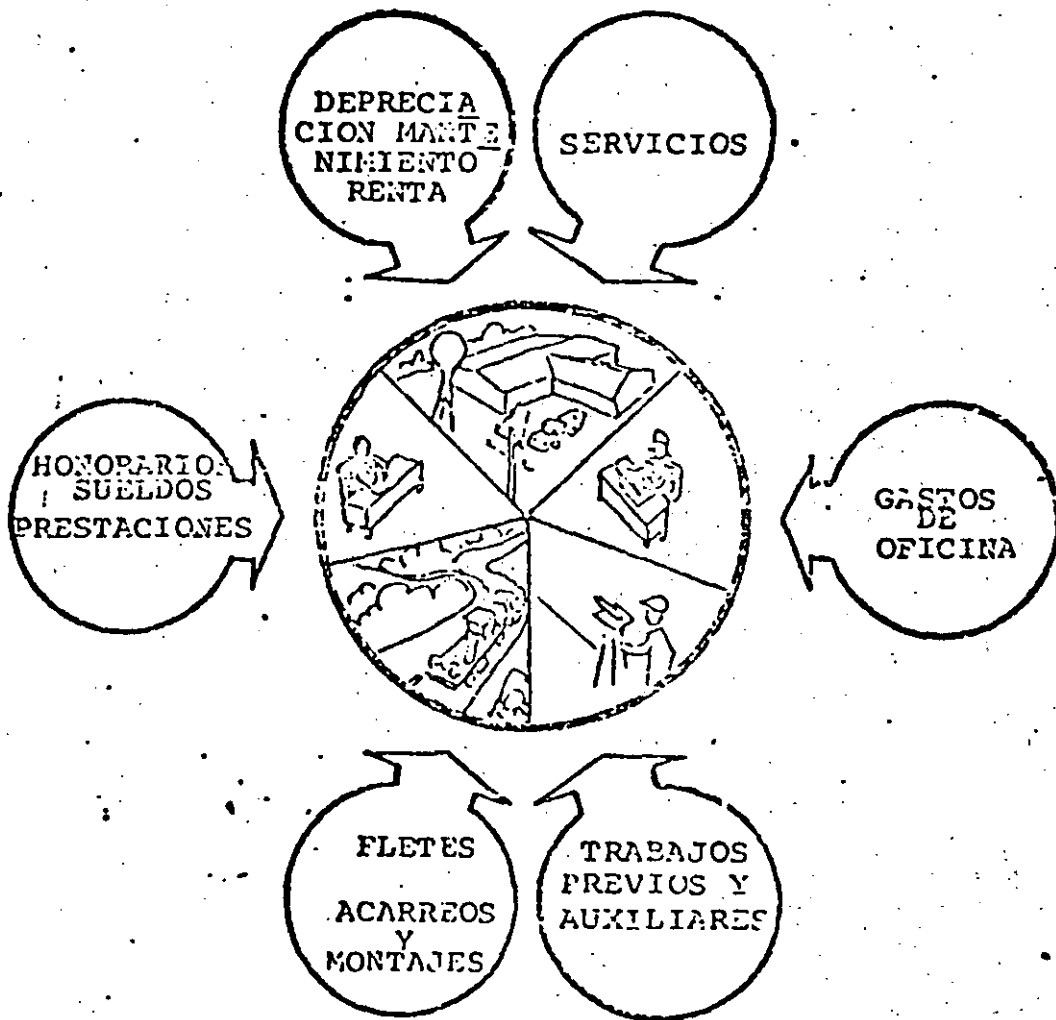


Fig. 8.3

Factores de influencia que determinan los cargos indirectos de la Oficina de Campo.
Ver Anexo 1.

BASES Y NORMAS GENERALES PARA LA CONTRATACION Y EJECUCION DE OBRAS PUBLICAS

9.3. A continuación se enlistan los gastos generales más frecuentes que deberán tomarse en consideración para integrar el cargo indirecto.

| | Admón. central | Admón. de obra |
|---|---|-------------------|
| | X De posible aplicación - No aplicable | |
| 9.3.1. Honorarios, sueldos y prestaciones. | | |
| 1. Personal directivo | X | - |
| 2. Personal técnico | X | X |
| 3. Personal administrativo. | X | X |
| 4. Personal en tránsito | - | X |
| 5. Cuota patronal de Seguro Social e impuesto adicional sobre remuneraciones pagadas para ítems 1 a 4 | X | X |
| 6. Pasajes y viáticos | X | X |
| 7. Consultores y asesores | X | - |
| 8. Estudios e investigaciones | X | - |
| 9.3.2. Depreciación, mantenimiento y rentas. | | |
| 1. Edificios y locales | X | X |
| 2. Campamentos | - | X |
| 3. Talleres | - | X |
| 4. Bodegas | - | X |
| 5. Instalaciones generales | - | X |
| 6. Muebles y enseres | X | X |

Admón.
centralAdmón.
de obraX De posible aplicación
- No aplicable

9.3.3. Servicios.

- | | | | |
|----|---|---|---|
| 1. | Depreciación o renta y operación y -- vehículos | X | X |
| 2. | Laboratorio de campo | - | X |

9.3.4. Fletes y acarreos.

- | | | | |
|----|---|---|---|
| 1. | De campamentos | - | X |
| 2. | De equipo de construcción | - | X |
| 3. | De plantas y elementos para instalaciones | - | X |
| 4. | De mobiliario | - | X |

9.3.5. Gastos de oficina.

- | | | | |
|----|--|---|---|
| 1. | Papelería y útiles de escritorio | X | X |
| 2. | Correos, teléfonos, telégrafos, radio. | X | X |
| 3. | Situación de fondos | - | X |
| 4. | Copias y duplicados | X | X |
| 5. | Luz, gas y otros -- consumos | X | X |
| 6. | Gastos de concursos | X | - |

9.3.6. Fianzas y financiamientos.

- | | | | |
|----|-------------------------------|---|---|
| 1. | Primas por fianzas | X | - |
| 2. | Intereses por financiamientos | X | - |

Admón.
central

Admón.
de obra

X De posible aplicación
- No aplicable

9.3.7. Trabajos previos -
y auxiliares.

- 1. Construcción y con-
servación de cami-
nos de acceso -
- 2. Montajes y desman-
telamientos de ---
equipo, cuando así
proceda -

X

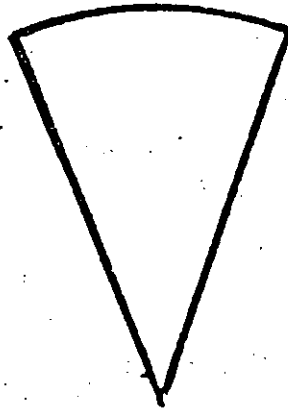
X

• 9.3.8. Imprevistos

Proposición de mo-
dificación en trá-
mite -

X

P R E C I O U N I T A R I O
C A R G O S A D I C I O N A L E S



OTROS CARGOS

Fig. 10.1

Las Normas y Bases Generales para Contratación y Ejecución de Obras Públicas .. Los define claramente como aquellos correspondientes a las erogaciones que realiza el Contratista por estipularse expresamente en el contrato de Obra, como obligaciones adicionales y que no están comprendidas dentro de los cargos directos, ni en los Indirectos, ni en la Utilidad y se expresa generalmente como un porcentaje sobre la suma de los cargos directos, indirectos y utilidad.

PRECIO UNITARIO
CARGOS ADICIONALES

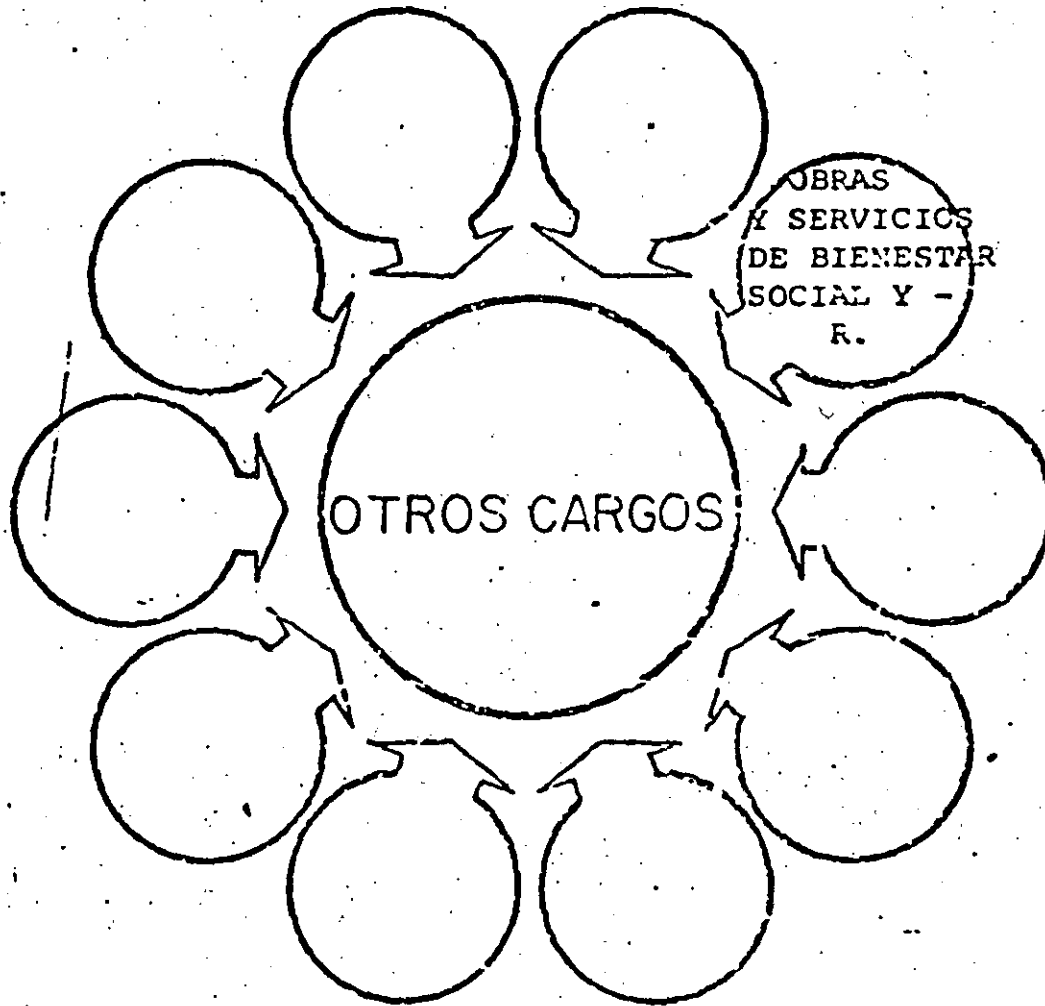


Fig. 10.2

Integración del Cargo Adicional.

CONTINGENCIAS.- Es la partida presupuestal que se calcula para cubrir los costos imprevistos, el desarrollo del proyecto, de acuerdo con la incertidumbre que se tenga en los datos básicos empleados para el cálculo del presupuesto.

ESCALACION.- Es la partida presupuestal que se calcula para cubrir las variaciones esperadas en los costos a un futuro.

Dicho de otra manera: es la diferencia entre los costos actuales y los costos que se tendrán durante la ejecución del proyecto, que no es posible precisar, pero que de acuerdo a estadísticas se espera que surgirán.

HONORARIO.- Es la remuneración económica a que toda empresa tiene derecho, al desarrollar un trabajo profesional y cuyo monto dependa de los gastos originados de la propia subsistencia de la empresa y la utilidad, que de acuerdo a sus políticas, desee percibir.

3. CICLO BASICO DE UN PRESUPUESTO.

Un presupuesto entre otros muchos factores, está basado en estadísticas, registros de resultados, experiencias pasadas, todas ellas obtenidas de proyectos concluidos, realizados.

Si bien hemos de hablar de un ciclo de un presupuesto, esto es solamente en sentido figurativo, pues nunca o casi nunca un presupuesto se repite por iguales que sean las obras, ya que de una obra a otra cambiarán las condiciones, si se quiere en un mínimo, pero cambiarán. Por decir algo, suponemos las escuelas, tipo que desarrolla el comité constructor de escuelas, podrá tratarse de dos edificios exactamente iguales, pero forzosamente tendrán que estar ubicados en sitios distintos, posiblemente con únicas diferencias en: la topografía del lugar, resistencia del suelo, climatología, factores que reflejados en el presupuesto, arrojarán resultados diferentes. Es más, si a esto aunamos la diferencia en tiempo en que se inicie una obra y otra, tendremos posiblemente diferencias en precios de materiales, en tabuladores de salarios, etc. (esto también por la diferencia en sitios de construcción).

A continuación presentaremos un diagrama de secuencias para el cálculo de presupuestos de construcción.

INSTRUCTIVO PARA RECOPIACION DE DATOS
PARA PRESUPUESTOS DE OBRAS FORANEAS

A.- CONCEPTOS GENERALES

1.- Elementos Basicos.-

El investigador deberá contar con los siguientes elementos, antes de salir hacia la Plaza por investigar:

- a) Conocimiento absoluto de todos los planos relativos a la obra.
- b) Estudio detallado y resumen de las especificaciones generales y complementarias.
- c) Dominio absoluto de todos los conceptos y cantidades de obra.
- d) Lista de materiales necesarios para la ejecución de la obra con cantidades lo más aproximadas posible de los mismos.
- e) Lista de conceptos de mano de obra, también con volúmenes por ejecutar de los mismos.
- f) Conocimiento de la localización precisa del sitio de la obra.
- g) Preferentemente contactos con personas de la localidad que puedan colaborar a hacer la investigación o aportar datos importantes.
- h) Conocimiento del procedimiento aproximado que se seguirá para la construcción.

2.- Investigación de Materiales.-

Deberán tomarse en cuenta los siguientes puntos, para la recopilación de cotizaciones de materiales:

- a) En caso de necesitar materiales que no existan en el mercado en cuestión averiguar de dónde llegan habitualmente y si hay posibilidad de obtenerlos en otras plazas distintas a esa.

- b) Tratar de obtener siempre un mínimo de tres cotizaciones para cada material, con el máximo descuento que sea posible conseguir.
- c) Pensar en la posibilidad de fabricar nosotros ciertos materiales, especialmente de los provenientes de barcos - (arena, grava, tepetate, etc.), y averiguar las condiciones que influirían en su explotación y tratamiento (rentas, concesiones, permisos, etc.).
- d) Investigar siempre hasta que fecha son válidas las cotizaciones obtenidas y en que términos se sostienen los descuentos ofrecidos.

3.- Investigación de Mano de Obra.-

Para la mano de obra, el investigador deberá considerar los siguientes puntos:

- a) Si es o no operante el Seguro Social y hasta que punto o en que magnitud debe tenerse en cuenta.
- b) Si existe uno o varios sindicatos y en su caso investigar de que clase es o son y que tan estrictos son, pero sobre todo la magnitud de las exigencias económicas que habitualmente tienen.
- c) Obtener un tabulador de precios de mano de obra del sindicato o los sindicatos.
- d) Aclarar cual es el salario mínimo legal
- e) Anotar los salarios reales por día para todas las categorías de todas las especialidades (incluyendo carpinteros, herreros, pintores, yeseros, etc.) operantes en la Plaza.
- f) Investigar muy a fondo la disponibilidad y eficiencia de la mano de obra local y el sitio más cercano para obtenerla y cuanto cuesta (punto e). En este caso investigar - costo de viáticos para operarios llevados de otra localidad
- g) Dirigirse a tres o cuatro obras en proceso de construcción y hablar con los maestros o sobrestantes, nunca con los Ingenieros o Arquitectos responsables, a menos que sean conocidos o recomendados y obtener de ellos los costos unitarios reales de mano de obra.

4.- Investigación de Subcontratos.-

Para este capítulo regirán básicamente los mismos puntos que en el capítulo 2.

Entendemos por subcontratos: Instalación Hidráulica y Sanitaria, Instalación Eléctrica, Herrería, Carpintería, Yesería, Pintura, etc.

Siempre es conveniente pensar en la posibilidad de ejecutar nosotros directamente uno o varios de estos trabajos, siempre y cuando los datos aportados por el investigador sean reales y ventajosos para la compañía.

5.- Fleteros Locales.-

Es necesario conocer perfectamente la disponibilidad y costo de flotillas de camiones para hacer fletes locales o para los siguientes trabajos. Extracción de tierra, venta de tierra para rellenos, introducir arena, grava, tabique, tepepate, etc.

En caso de no haber en la localidad, buscar en lugares cercanos y averiguar en que términos trabajarían en nuestra plaza.

B.- CUESTIONARIO

I - DATOS DEL LUGAR

1.- Del sitio preciso de la obra:

- a) Describa las características, propias del terreno incluyendo las del subsuelo. (topografía, agua freática, capa resistente, etc.).
- b) Colindancias y límites del terreno.- Descripción.
- c) Localización respecto a la población.- Anexe un croquis de localización respecto al centro de la ciudad y donde aparezcan: Aeropuerto, estación de FF.CC. estación de Autobuses, Teléfonos, Institución Bancaria, etc.

- d) Características de los accesos al lugar de la obra y distancias de los mismos.
- e) Disponibilidad y Costo de energía eléctrica.
- f) Disponibilidad y Costo de agua y drenaje.

2.- De la ciudad investigada:

- a) Condiciones climatológicas de la localidad.- Tiempo y magnitud de lluvias, temperaturas, fenómenos meteorológicos, etc.
- b) ¿Existen laboratorios de Ingeniería?.
- c) ¿Hay lugares donde hagan copias heliográficas?.
- d) ¿Hay algunos otros contratistas trabajando en la región?
¿Quiénes son?

¿Con que equipo cuentan? Si están por desocuparlo, investigar posibilidad de obtenerlo en renta.

- e) Cuanto cuestan los fletes de equipo y materiales (cemento, varilla, madera, muebles de baño, etc.) desde la Ciudad de México y desde otras plazas importantes más cercanas, Investigar en FF.CC. y en camión.
- f) ¿Que Instituciones Bancarias hay en la localidad? ¿Cuales son sus matrices en México?.
- g) ¿Hay posibilidad o antecedentes de importación de materiales? ¿En que condiciones?.
- h) ¿Que empresa (s) aérea (s) vuela (n) a la plaza investigada? ¿Con que frecuencia? ¿Con que equipo? ¿Cual es el costo de pasaje y de express aéreo?.
- i) ¿Que líneas de autobuses? ¿Cuánto cuentan pasajes y express?.
- j) ¿Hay ferrocarril?.
- k) ¿Hay posibilidad de obtener teléfono en la obra? ¿Cual es la tarifa de teléfonos?.
- l) ¿Hay alguno o algunos telex en la ciudad? ¿Quién los tiene?.
- m) ¿Que otras obras se encuentran en construcción actualmente en la ciudad? ¿Quién las esta haciendo?.

- n) ¿Hay escuela de Ingeniería en la localidad? ¿De que clase? ¿Se pueden conseguir estudiantes para trabajar en la obra? ¿Con que horario y de que precio?
- o) Investigar en la oficina de Obras Públicas local que costo tendrían Licencias provisionales que pudieramos necesitar (tapial, ocupación de banqueta, etc.) y obtenga un ejemplar del reglamento de construcciones y Servicios Urbanos vigente en la actualidad.
- p) Investigue disponibilidad de combustibles y lubricantes.
- q) ¿Hay distribuidora de refacciones de equipo de construcción y de transporte? ¿De que magnitud? ¿De que marcas?
- r) ¿Hay talleres mecánicos? ¿De que magnitud y de que tipo?
- s) ¿Hay días festivos especiales o tradicionales de la región?

II.- MATERIALES:

Aquí deberá llevar el investigados ya elaborada una lista de materiales perfectamente especificados y con cantidades aproximadas necesarias para la obra.

Es importante no alvidar: materiales de Instalación Sanitaria, de Instalación Eléctrica, Yeso, Pintura, Herrería, Carpintería, etc.

III.- MANO DE OBRA:

Igualmente deberá llevar la lista de conceptos en que se requiere conocer el costo unitario de mano de obra operante en la localidad, con especificaciones y volúmenes de obra.

IV.- SURCONTRATOS:

Independientemente de obtener precios de materiales y mano de obra para la elaboración de subcontratos directamente por la Compañía, el investigador deberá solicitar a personas o empresas de la localidad presupuestos de los mismos, para lo cual deberá llevar suficientes copias de planos y especificaciones, recordando que deberá obtener un mínimo de tres presupuestos por cada partida.

V.- OPSERVACIONES PERSONALES:

Aquí deberá anotar el investigados cualquier dato que juzgue necesario y no este expresamente solicitado en los puntos anteriores.

Asimismo deberá escribir sus impresiones personales sobre fenómenos políticos, económicos, sociales, sindicales, etc. - que puedan en un momento dado afectar los costos de la obra o la intervención de nuestra compañía en una obra en la localidad investigada.

NOTAS:

- 1.- Todos los presupuestos y cotizaciones deberán venir por escrito y firmadas, con indicación de vigencia y descuentos.
- 2.- Este reporte deberá ser entregado por el investigador a mas tardar 24 horas después de su regreso a México, D.F., y escrito a máquina, con todos sus anexos, catálogos, - fechado y firmado por el investigador.
- 3.- En su caso, deberá el investigador anexar constancia de su visita en el lugar de la obra emitida por quien designe la convocatoria.
- 4.- Deberá anexar al informe, una relación de los gastos efectuados durante la investigación, para compararla con el presupuesto elaborado previamente.

CATALOGO DE CUENTAS

30

INTRODUCCION

Toda empresa está integrada por personas que desarrollan dentro de ella múltiples funciones y que por su calidad humana tienen diferentes mentalidades, a todas ellas se requiere unificarlas sobre la cobertura de los elementos que integran las funciones de dicha empresa, con el fin de minimizar y jerarquizar esfuerzos, para lograrlo será necesario contar con una herramienta común e indispensable para llevar una adecuada identificación de costos, ya sea en el aspecto Contabilidad, en el aspecto Presupuesto, Control Presupuestal ó bien Estadística; esta herramienta se le da el nombre de "Catálogo de Cuentas".

Definición

Catálogo de cuentas es un sistema simbólico generalmente numérico o alfa-numérico que permite desglosar e identificar lógicamente y uniformemente todos los conceptos que intervienen en el costo de un proyecto y/o de una empresa.

Objetivos

Debe unificar los criterios respecto al alcance de ca-

da uno de los elementos en que se divida.

Mediante un lenguaje numérico identifica todas las operaciones que impliquen un costo, para la empresa.

Debe organizar lógicamente todos los elementos que implican un costo.

Características

Todo Catálogo debe estar planeado en una forma tal, -
que permita agrupar o desglosar, unir o separar los -
conceptos que forman cada una de las partes fundamenta
les y que forman los costos de la empresa.

Contemplan una sola forma para clasificar un concepto.
Identificará todos los costos que se requieran para el
buen manejo de la empresa.

Diferenciará las partes principales.

Costo Directo

Costo Indirecto Presupuestos, controles, estadísti
cas.

Cuentas de resultados generales

Cuentas de Orden.

Su flexibilidad será tal, que se adapte a todos los -
proyectos y controles que se manejen en la empresa.

Estará basado en las políticas empresariales.

Todo Catálogo debe ir acompañado de un instructivo - que permita y facilite su comprensión y su manejo, - así como de un reglamento de aplicación, pues sin es te, el Catálogo no funcionará ni dará la información deseada.

Aplicaciones

La comunicación eficiente es vital para un empresa, - esta se facilita enormemente si los conceptos mencionados en la documentación que la empresa genera, son - identificados por un número de cuenta.

Un Catálogo de Cuentas bien planeado, sirve como lista de verificación de todos los conceptos que se involucran en un presupuesto, lo que evita omisiones o dupli cidades.

El control de costos de un proyecto, no se concibe, si no es fundamentado en un Catálogo de Cuentas.

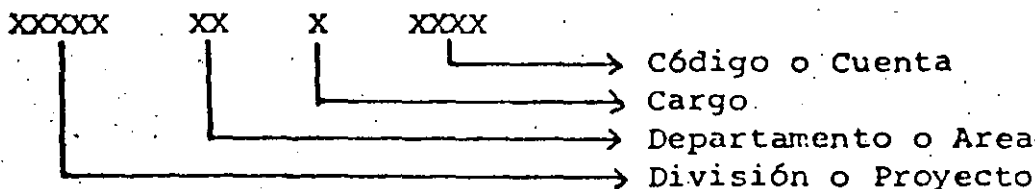
En la programación también tiene un papel preponderante, además de servir como lista de verificación, identifica los tiempos programados, con los costos correspondientes, ya sea en los presupuestos o en los resultados de costos.

Es indiscutible su aplicación en los archivos y estadísticas que maneja la empresa.

Así mismo, es el paso esencial y básico para introducir información a las máquinas de computación.

EN RESUMEN, la idea que debe prevalecer en el estudio de un Catálogo de Cuentas, es la simplificación del mismo, sin perder de vista los objetivos básicos requeridos para su desarrollo efectivo, así como la facilidad de usarlo totalmente manual, manual con asistencia mecanizada o completamente mecanizado, en todas las etapas de un proyecto y operaciones de una empresa, es decir en la planeación, organización, desarrollo y control, aunar a ello, el registro ordenado y lógico que permita el establecimiento de estadísticas confiables, aplicables a futuras labores y proyectos de la Empresa.

Trataremos de describir y aclarar lo que puede obtenerse en forma general o detallada, siguiendo la "Teoría del Abanico" (Fig. 1), la cual permite conocer en primer lugar los Costos Totales de la empresa, en segundo lugar, los Costos Totales de cada una de las divisiones que formen la empresa o proyecto que se esté efectuando; en tercer lugar, los Costos Totales de cada uno de los departamentos que forman cada División o las Areas en que haya sido dividido un proyecto; en cuarto lugar el desglose por tipo de costo (mano de obra, material, etc.) y por último y quinto lugar los costos por código en que haya sido dividido el Area.



| EMPRESA | DIVISION O PROYECTO | DEPARTA- MENTO O AREA | CARGO | CODIGO O CUENTA |
|---------|--|---|---|----------------------------|
| "X" | <u>DIVISION:</u> Ingenieria Construct. Suministr. Finanzas | Direccion Proceso Civil Mecanico Tuberias etc. | M.O. Admon. M.O. Destj. Materiales Equipo etc. etc. | Código Código Código |
| | <u>PROYECTOS</u> "A" "B" "C" "D" | 1 2 3 4 Distrib. | | |

**INSTRUCTIVO PARA DESARROLLAR CUBICACIONES
OBRA CIVIL**

El presente instructivo ha sido formulado para que el trabajo de cubicación se elabore bajo un mismo criterio, así mismo se establecen formas para que se lleve un determinado orden de operaciones que faciliten su revisión.

CUBICACION

En la obtención de volúmenes, superficies, longitudes, unidades y piezas de los elementos que intervienen en la construcción, generalmente ésta se elabora desglosada, según los materiales y elementos que intervienen en una construcción.

MOTIVO

Conociendo las cantidades de materiales que intervienen en la obra, podrá asignárseles el costo correspondiente, tanto por el material mismo, como por la mano de obra necesaria para la colocación de éstos en su posición definitiva.

CONSIDERACIONES BASICAS

Se deberá comenzar calculando el área del edificio por cubicar, que servirá como referencia general, dividiéndola en áreas interiores y exteriores.

Al estar efectuando la cubicación, es necesario de alguna manera ir señalando sobre el plano, los conceptos ya considerados, así como indicar los errores de diseño observados a simple vista. Para ésto utilizaremos colores como sigue:

Amarillo

Café

Azul

Negro



Conceptos ya
considerados

Rojo

Correcciones al diseño e
indicaciones al mismo.

Es frecuente también, que una parte del sistema no se haga necesario cubicar y entonces tenemos que diferenciarla de la parte que se va a tomar en cuenta, para lo que utilizaremos el color verde, pintando con él, lo que no se considere o elimine.

La descripción de los materiales deberá de hacerse de acuerdo a lo indicado en los planos y en las especificaciones de diseño y construcción, dándose preferencia a los planos.

FORMAS

Las formas impresas que se utilizan en la cubicación civil, son las siguientes:

- | | |
|---------------|-----------------------------|
| 1) Forma LM-1 | Denominada hoja de trabajo. |
| 2) Forma LM-2 | " " " " |

| CON | CONCEPTO | SECCION | ALTURA LONGITUD | CANT. | TOTAL | UNIDAD | DESCRIPCION DE OBRA |
|-----|----------|---------|--------------------|-------|-------|--------|---------------------|
| | | | | | | | |

33

PLANTA _____
 OFICIO _____
 LUGAR _____
 AREA _____



BUFETE INDUSTRIAL
 DEPARTAMENTO DE CUBICACIONES
 ESTIMADO CANTIDADE DE OBRA

PROYECTO N° _____ PLANO N° _____
 ESTIMO _____ REVISO _____
 FECHA _____ HOJA _____ DE _____

01 CIMENTACION

1) LIMPIEZA Y TRAZO

M2

Para cubicar este concepto se determinará el área del edificio en planta baja, considerando sus dimensiones entre ejes con 2 metros adicionales perimetralmente. (Ver Fig. 1)

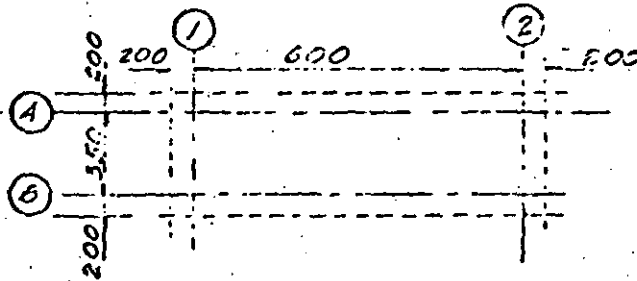


Figura I

- | | | |
|----|---------------------------------|---------------|
| 2) | DEMOLICIONES (Indicar material) | Pza., M2 ó M3 |
| 3) | DRENADO DEL TERRENO | M3 |
| 4) | POZO DE BOMBEO | Pza. |
| 5) | EXCAVACION | M3 |

Indicar si es a mano o a máquina, considerando una franja perimetral según los siguientes desplantes:
(Ver Fig. 2)

- De 0.00 a 2.00 Mts. una franja de 0.50 mts.
- De 2.00 a 4.00 Mts. una franja de 0.80 mts.
- De 4.00 a 6.00 Mts. una franja de 1.20 mts.
- De 6.00 a 8.00 Mts. una franja de 1.50 mts.
- De 8.00 a 10.00 Mts. una franja de 1.75 mts.

Nota: Cuando la separación entre dos excavaciones sea menor o igual a 50 cms. se excavará corrido.

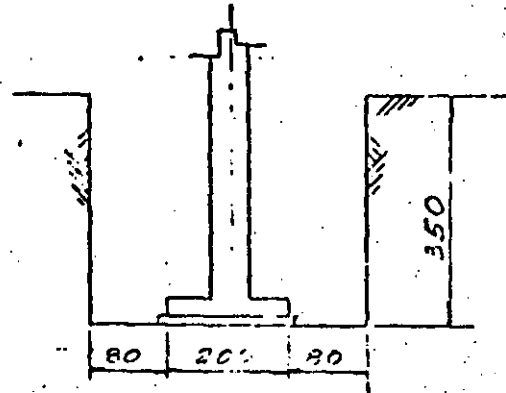


Figura 7

6) EXCAVACION PARA TUBERIA

M3

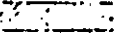

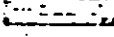
(Considerar una franja según los siguientes diámetros).

| DIAMETRO mm. | pulg. | ANCHO en cms. | PROFUNDIDAD en cms. |
|-----------------|-------|------------------|------------------------|
| 76 | 3 | 60 | 100 |
| 102 | 4 | 60 | 105 |
| 152 | 6 | 60 | 110 |
| 203 | 8 | 70 | 115 |
| 254 | 10 | 70 | 120 |
| 305 | 12 | 80 | 125 |
| 356 | 14 | 80 | 130 |
| 406 | 16 | 90 | 135 |
| 457 | 18 | 90 | 140 |
| 508 | 20 | 110 | 140 |
| 610 | 24 | 120 | 160 |
| 762 | 30 | 140 | 175 |
| 914 | 36 | 160 | 210 |

7) RELLENO PRODUCTO DE LA EXCAVACION

M3

(Indicar procedencia) c/mat. de excavación o c/mate-
rial de banco.

El volumen total de excavación  menos el volu-
men del concreto  igual a relleno
(Ver Fig. 3) 

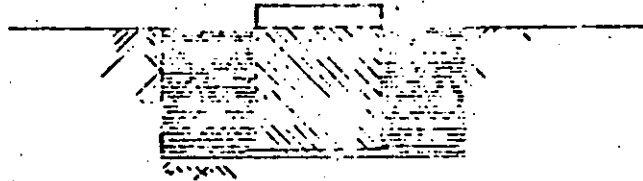
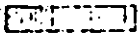


Figura 3

8) ACARREO DE MATERIAL SOBRENTE, PRODUCTO DE LA EXCAVACION. M3

El volumen total desplazado por elementos de cimentación  mas un X % de abundamiento.
(Ver figura 4)

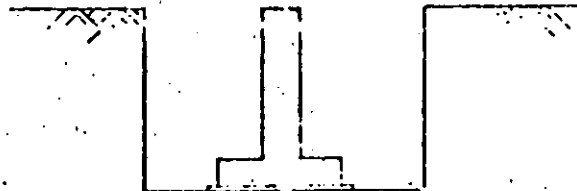


Figura 4

- 9) ATAGUIA (Indicar material, profundidad e hincado) ML. ó PZA.
- 10) PILOTES (Indicar tipo, material, profundidad, diámetro, longitud) (Ver Fig. 5) PZA.

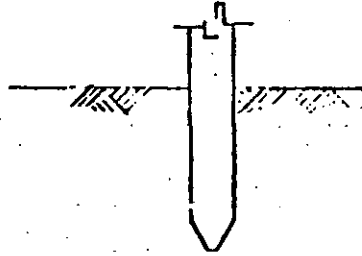


Figura 5

- 11) PILAS (Indicar tipo, material, profundidad, diámetro, longitud) (Ver Fig. 6) PZA.

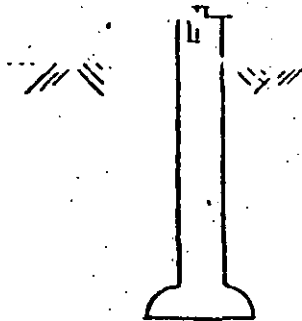


Figura 6

- 12) PLANTILLA DE CONCRETO M2

Indicar material y espesor. A la superficie de la

sección de desplante se le sumará una franja perimetral de 10 cms. de ancho a menos que se indique otra dimensión. (Ver Fig. 7)

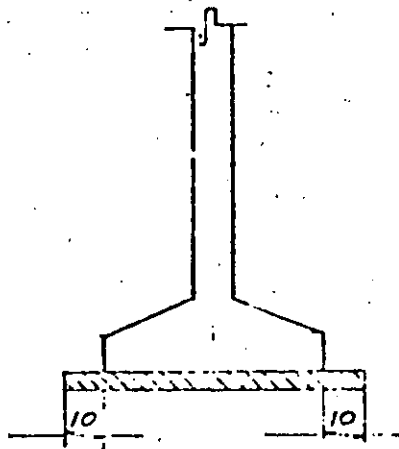


Figura 7

13) CIMENTACION DE MAPOSTERIA O MUROS.

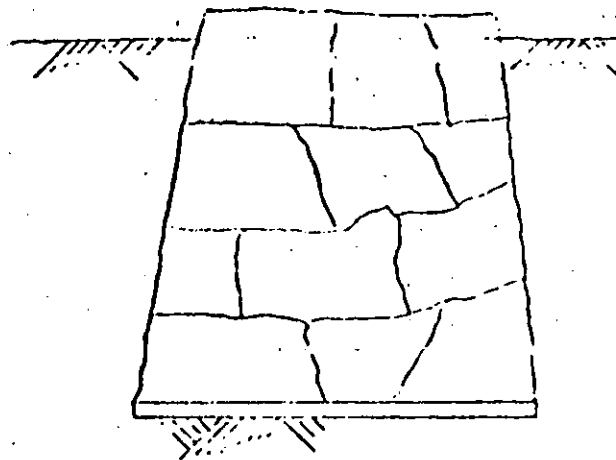


Figura 8

CONCRETO: Para ubicar este elemento en cimentación o estructura, se pueden tomar las dimensiones a ejes sin considerar desperdicio.

- 14) **CONCRETO EN ZAPATAS.** (Indicar resistencia y especificaciones en general) M3
(Ver Fig. 9)

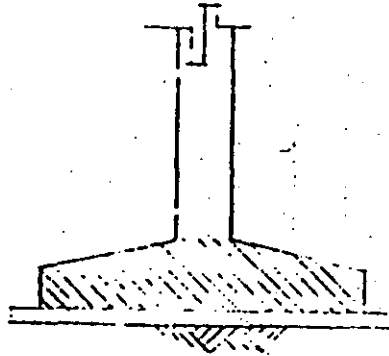


Figura 9

- 15) **CONCRETO EN DADOS** (Indicar resistencia) M3
(Ver Fig. 10)

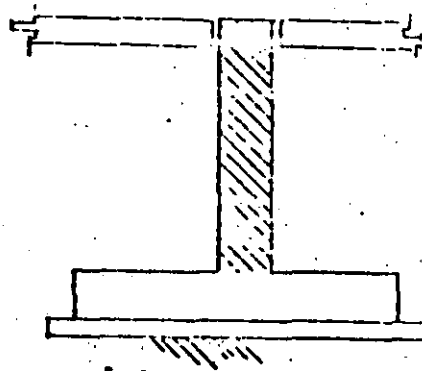


Figura 10

18). CONCRETO EN BASES DE EQUIPO (Indicar resistencia)
(Ver Fig. 14)

M3

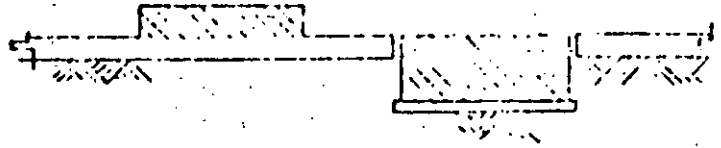
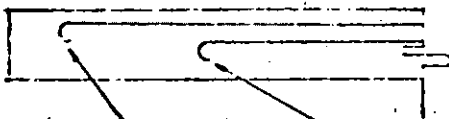


Figura 14

ACERO DE REFUERZO

Al cubicar el acero de refuerzo no se considerarán desperdicios, solamente ganchos, traslapes y escuadras.

| DIAMETRO # | PULG. | GANCHOS PARA ESTRIPOS | GANCHOS EN CABECERA O INTERMEDIOS | TRASLAPES | ESCUADRAS. |
|------------|--------|-----------------------|-----------------------------------|-----------|------------|
| 2 | 1/4" | 8 | 11 | 25 | 10 |
| 2.5 | 5/16" | 10 | 13 | 25 | 15 |
| 3 | 3/8" | 12 | 15 | 30 | 18 |
| 4 | 1/2" | 18 | 19 | 40 | 24 |
| 5 | 5/8" | 24 | 23 | 50 | 30 |
| 6 | 3/4" | | 30 | 60 | 35 |
| 7 | 7/8" | | 34 | 70 | 40 |
| 8 | 1" | | 46 | 80 | 50 |
| 10 | 1 1/4" | | 59 | 100 | 64 |
| 12 | 1 1/2" | | 70 | 120 | 70 |



gancho de cabecera

gancho intermedio

Figura 15

19) ACERO DE REFUERZO: a) ZAPATAS. (Ver Fig. 16)

Kgs.

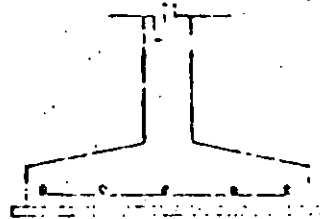


Figura 16

ESTIMACION DE OBRA

1.- TIPOS DE CONTRATOS

1.- Precio alzado.

2.- Precios unitarios.

3.- Administración:

a) Costo más porcentaje.

b) Costo más honorario fijo.

c) Máximo garantizado.

d) Máximo garantizado con di
ferencias compartidas.

Dado que en esta plática solo hablaremos acerca de los posibles procedimientos de cobro al cliente, no entraremos en detalle acerca de las características de cada tipo de contrato, o sus ventajas o desventajas.

2.- CONTRATO A PRECIO ALZADO.

En este tipo de contrato, el precio es fijo, siempre y cuando no cambie el alcance del trabajo. Los sistemas más usuales de cobro pueden resumirse como sigue:

A.- Cubicación de obra ejecutada.- En este caso, con la periodicidad que haya sido convenido en el contrato, se lleva a cabo la determinación de cantidades de obra o cubicación de los conceptos de trabajo que se hayan ejecutado hasta la fecha de corte. Aplicando los precios unitarios que se hayan fijado en el presupuesto base, al volumen de trabajo efectuado, se determina el valor del mismo.

Ya que el precio total del trabajo es fijo, deberán hacerse ajustes periódicos en los volúmenes de obra, a fin de apegarse a los volúmenes fijados en el presupuesto y por lo tanto al importe de las partidas presupuestales.

Este procedimiento es laborioso y dadas las características del contrato (precio fijo) es poco usado.

B.- Avance Físico.- En este caso, y en la misma forma que en el caso anterior, con la periodicidad convenida en el contrato, se determina el porcentaje de Avance Físico alcanzado en el trabajo a la fecha de corte y aplicando este al valor total del contrato se determina el valor del trabajo ejecutado.

Consideramos que este es el procedimiento más adecuado de cobro en los contratos a precio alzado y dado que en nuestro medio cada día es más popular este tipo de contrato, vamos a explicar más adelante, con todo detalle, el procedimiento para determinar el Avance Físico de los Proyectos.

3.- CONTRATOS A PRECIOS UNITARIOS.

En este tipo de contrato, el valor de los trabajos ejecutados durante el período convenido en el contrato, se cuantifica, aplicando los precios unitarios establecidos, a las cantidades de obra ejecutadas en el período.

Es muy importante conocer con todo detalle el alcance de los trabajos incluidos en cada precio unitario, ya que es frecuente, que durante el desarrollo de la obra, cambien las condiciones que sirvieron de base para la elaboración del precio unitario y por lo tanto, en muchos casos se haga necesario negociar con el cliente un nuevo precio.

Los procedimientos para llevar a cabo una cubicación, en una forma ordenada, que nos garantice que no haya omisiones o duplicaciones.

4.- CONTRATO POR ADMINISTRACION.

En general, podemos decir que, en este tipo de contrato es relativamente sencillo. De acuerdo a los procedimientos que se convengan se presentará al cliente una relación de los gastos efectuados en un determinado período de tiempo, debidamente soportados, los cuales son reembolsados o pagados por el cliente. De acuerdo con la alternativa del tipo de contrato que se haya seleccionado se procederá en la siguiente forma:

- A.- Costo más porcentaje.- A los gastos totales del período se les aplicará el porcentaje convenido de honorarios, determinando de este modo el valor del cobro al cliente.

- B.- Costo más honorario fijo.- En este caso, de acuerdo al procedimiento que se fije, generalmente en función de un determinado calendario de pagos, se procede al cobro de los honorarios.

- C.- Máximo garantizado.- En este caso se procederá de acuerdo a cualquiera de los procedimientos fijados en los puntos A y B, con la diferencia de que, generalmente, se forma un fondo de garantía importante, que garantice al cliente la recuperación, en su caso, del dinero gastado en exceso al valor máximo garantizado del trabajo. Este tipo de contrato es poco usado y desde luego no es recomendable ya que para el Contratista, reúne todos los peligros de un contrato a precio alzado y los inconvenientes de un contrato por administración.

- D.- Máximo garantizado con diferencias compartidas.- Este tipo de contrato no tiene un uso muy extendido en nuestro medio, aunque se reúnen en él las ventajas de los contratos a precio alzado y por administración.

En este caso se establece un costo estimado con un margen de variación fijo (por ejemplo, 50 millones más 10%). Si al terminar el trabajo, el costo real del mismo resulta inferior al límite mínimo del estimado (en nuestro ejemplo inferior a 50 millones - 10% de 50 millones, es decir, inferior a \$45 millones), la diferencia entre el costo real y el límite inferior del estimado se reparte entre el cliente y el contratista, en la proporción que se estipule en el contrato.

Del mismo modo, si el costo real resulta superior al límite máximo del estimado (en el ejemplo, superior a \$55 millones), el exceso con respecto al límite máximo del estimado, lo cubren el contratista y el cliente en la proporción que estipule el contrato.

5.- ALTERACIONES.

Se dice que nunca se construye lo que se presupuesta. Creemos que ésta es una afirmación completamente acertada, ya que durante el transcurso de la construcción siempre se presentan cambios en el alcance del trabajo, en las especificaciones, etc., que justifican, desde el punto de vista del Contratista, una razón para efectuar un cambio en el precio convenido por un determinado trabajo. Es sumamente importante llevar un adecuado sistema de control de todos los cambios que se efectúen durante el trabajo y su efecto tanto en el costo total del proyecto -- como en el tiempo de ejecución. Lo anterior puede determinar la diferencia entre obtener una utilidad legítima o perder dinero, entre quedar bien con el cliente o dejarle una mala impresión.

DETERMINACION DEL AVANCE FISICO
EN CONSTRUCCION INDUSTRIAL.

1.0 DEFINICION.-

Se entiende como Avance Físico el avance real, objetivo, calculado por medios empíricos de la relación entre el volumen de obra ejecutada, en un momento dado y el volumen de obra total.

El Avance Físico no se relaciona con los precios, costos y otros parámetros, sino únicamente con volúmenes o cantidades de obra y se da en porcentajes relativos. El 100% del Avance Físico se tiene sólo cuando el Proyecto se ha terminado y es recibido por el Cliente.

2.0 OBJETO.-

El objeto de determinar el Avance Físico en un momento dado, es el de dar un parámetro de referencia para la verificación de los estados económicos de un Proyecto y permitir proyectar su costo final o para efectos de cobro.

3.0 NOMENCLATURA.-

Para el cálculo del Avance Físico en un Proyecto, y debido a la gran cantidad de conceptos distintos que intervienen en él, es necesario seguir una serie de pasos intermedios que hemos denominado en la siguiente forma:

Calificación

Valor como Unidad

Avance Global

La definición de cada uno de estos conceptos es:

3.1 Calificación es el porcentaje que representa cada área, cuenta, sub-cuenta o cualquier concepto con relación al total del Proyecto. La suma de las "Calificaciones" de cada área en que haya sido dividido el Proyecto será de 100% y representa el total del mismo.

Para facilidad de cálculo, tal como se verá más adelante, cada área se considerará como una unidad compuesta de un grupo de cuentas, es decir, que la suma de las "Calificaciones" de las cuentas de un área será de 100%. El mismo criterio se sigue con la "Calificación" de cada una de las sub-cuentas - que forman una cuenta.

3.2 Valor como Unidad es el porcentaje de "Avance Físico" que se ha alcanzado en cada área, cuenta o sub cuenta, considerando a ésta como una unidad. Es decir, que en cuanto ha sido terminado el trabajo que se encuentra incluido en cada una de ellas, se alcanza el 100%.

3.3 Avance Global. Representa el Avance Físico de un Proyecto en un momento dado con respecto al total del mismo. La suma de esta columna será 100% para el caso del avance global de las áreas en que ha sido dividido el Proyecto, cuando el Proyecto ha sido terminado y recibido por el Cliente. El mismo criterio se sigue para el caso de las cuentas en que se ha dividido cada área y para las sub-cuentas en que ha sido dividida cada cuenta.

4.0 CALCULO DE LA CALIFICACION.-

El Avance Físico debe representar siempre el avance real y objetivo del Proyecto, en el lugar de su ejecución. Por lo tanto, tomaremos como punto de referencia para calcular las "Calificaciones", la obra de mano, que de acuerdo al Estimado, se requiere para ejecutar un determinado trabajo en el Campo.

Ahora bien, tenemos obra de mano en los trabajos que ejecutamos directamente así como en los trabajos que se encarguen a sub-contratistas, por lo que haremos las siguientes consideraciones:

4.1 Unicamente la obra de mano correspondiente a conceptos de "Costo Directo" produce avance físico, por lo que sólo ésta se tomará en cuenta.

4.2 Los Sub-Contratos requieren también de obra de mano, la que generalmente es difícil de calcular. Por experiencia se considera que, en promedio, el 25% del valor de un sub-contrato, es la obra de mano necesaria para su ejecución, por lo que este valor será -

el que consideraremos en el cálculo de las "calificaciones". Desde luego, debe aclararse que sólo los sub-contratos en que se ejecuten trabajos incluidos dentro del "Costo Directo" de un Proyecto, serán tomados en cuenta.

4.3 En la Figura 1 incluimos un ejemplo del cálculo de las "calificaciones" de las áreas que forman un proyecto cualquiera. Para el cálculo seguimos los siguientes pasos:

4.3.1. Del Estimado Actual tomamos la información correspondiente a:

a) Número de Area

b) Valor de la obra de mano y de los sub-contratos correspondientes a cada uno de las áreas.

4.3.2. Para obtener las cifras que aparecen en el grupo de columnas titulado "Cifras de Cálculo", procederemos en la siguiente forma:

a) Obra de Mano.- Se escribe el mismo valor que tenemos para este concepto en el Presupuesto Actual.

b) Sub-Contratos.- Se calcula el 25% del valor de los sub-contratos que se encuentran en cada área, escribiendo el valor obtenido en esta columna.

c) Total.- Aquí se anotará el resultado de sumar las dos columnas anteriores. Este valor servirá para calcular la calificación de cada área.

4.3.3. Para obtener las cifras que aparecen en el grupo de columnas tituladas "calificación", se procederá en la siguiente forma:

a) Obra de Mano.- Se divide el valor de la obra de mano en el área que se está "calificando" por la suma total de la obra de mano más el 25% del valor de los sub-contratos y multiplicando el resultado por 100.

Ejemplo: Utilizaremos el Area 42.

$$\text{Calificación O. de M.} = \frac{218,443}{2,307,213} \times 100 = 10.3\%$$

Lo anterior quiere decir que los trabajos que se ejecutarán directamente por el Contratista en el Area representan el 10.3% del trabajo total a realizar hasta la terminación del Proyecto.

- b) Sub-Contratos.- Se calculan en igual forma - que en el caso de la Obra de Mano.
- c) Total.- Es la suma de las dos columnas anteriores y representa la "calificación" de cada área en relación al Proyecto completo. La suma de esta columna será siempre 100%.

Cuando se esté utilizando el Sistema Mecanizado, la computadora calculará estas "calificaciones".

El valor de las "calificaciones" se verá afectado cada vez que se modifique el estimado actual en función de alteraciones que hayan sido aprobadas por el Cliente.

- 4.4 En la Figura 2 podremos ver el cálculo de las - "calificaciones" correspondientes a las cuentas que forman un área y en la Figura 3 el mismo cálculo para las sub-cuentas que forman otra cuenta cualquiera. El procedimiento de cálculo es idéntico al explicado anteriormente para el caso de las "calificaciones de las áreas".



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

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION", ORGANIZADO EN COLABORACION
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA, DEL 15 AL 19 DE OCTUBRE
DE 1984.

RECEPCION DE OBRA

Veracruz, Ver.

RECEPCION DE OBRAS

OBJETO DEL ACTA DE RECEPCION.

TIPOS DE RECEPCION.

| | |
|------------------------|---------|
| RECEPCION DE CONTRATOS | PARCIAL |
| | TOTAL |
| RECEPCION DE OBRAS | TOTAL |
| | PARCIAL |

CAMBIO DE DOMINIO.- (TRASLADO)

ASPECTOS CONTRACTUALES Y LEGALES

ACTAS DE RECEPCION

GUIA DE RECEPCION

FORMA DE ACTA SPP.

EJEMPLO DE ACTA SECRETARIA DE MARINA

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO.

O B R A S D E R E C E P C I O N

Colaboración del Ing. Rogelio Rivero Carraro,
al Curso SUPERVISION DE OBRA impartido en el
Colegio de Educación Continua

Mayo de 1982.

T E M A: ACTAS DE ENTREGA RECEPCION!

EL ACTA DE RECEPCION DE OBRAS TIENE POR OBJETO EL FINIQUITAR LOS COMPROMISOS CONTRACTUALES UNA VEZ QUE HAN SIDO CUMPLIDOS POR LAS PARTES.

EXISTEN DIFERENTES TIPOS DE RECEPCION:

1. ACTAS DE RECEPCION PARA LIBERAR COMPROMISOS (Contratos de Obra ó Suministro):

- PARCIAL
- TOTAL

2. RECEPCION DE OBRAS

- PARCIAL
- TOTAL

3. TRASLADO DE DOMINIO.

3.1. De acuerdo con las disposiciones legales es factible realizar la recepción parcial ya sea de áreas posibles de poner en servicio, ó bien por períodos fiscales: en esa situación es previsión del contratante definir si lleva a cabo una u otra.

En términos generales las empresas constructoras procuran tener Actas de tal forma que puedan ir liberando parte de los compromisos.

Nunca una Estimación puede ser considerada como recepción de obra a satisfacción de una contratante.

3.2. Recepción de Obras.- En ocasiones un Contrato involucra la realización de diversas obras, por ejemplo, la construcción de unidades habitacionales, que pueden las contratantes ir recibiendo unidades terminadas para entregarle al usuario;

ó bien en ocasiones un conjunto de obras, amparadas por diversos contratos, no son recibidas hasta concluída la totalidad, principalmente originado por la interrelación entre ellas.

ASPECTOS CONTRACTUALES

EN LA ACTUALIDAD LA LEY DE OBRA PUBLICA ESTABLECE LA REGULACION AL RESPECTO, LAS BASES Y NORMAS GENERALES PARA LA CONTRATACION Y EJECUCION, EN EL CAPITULO RELATIVO A MODELOS DE CONTRATO, ESTABLECE LOS REQUISITOS QUE DEBEN DE CUBRIRSE PARA PODER FINIQUITAR EL COMPROMISO.

EN TERMINOS GENERALES, LA RECEPCION DE OBRAS NO TIENE NINGUN PROBLEMA CUANDO LOS ELEMENTOS DE CONTROL QUE SE REQUIEREN PARA LLEVAR A CABO LA OBRA HAN SIDO SEGUIDOS ORDENADAMENTE POR LA RESIDENCIA DE OBRAS.

LOS ELEMENTOS MINIMOS DE CONTROL PARA LA OBRA SON LOS SIGUIENTES:

- PROYECTO GENERAL DE PLANOS Y DE LA OBRA
- PROGRAMA DE OBRA
- RELACION DE CONTRATOS O ACUERDOS DE OBRA POR ADMINISTRACION DIRECTA
- PRESUPUESTO DE LA OBRA
- CATALOGO DE PRECIOS UNITARIOS
- ESTIMACIONES AUTORIZADAS O RELACIONES DE GASTOS EFECTUADOS.
- NUMEROS GENERADORES
- ESPECIFICACIONES GENERALES Y COMPLEMENTARIAS
- CONTROL DE CALIDAD
- BITACORA

- MEMORIA FOTOGRAFICA
- MODIFICACIONES
- RELACION DE CONCEPTOS Y VOLUMENES EJECUTADOS CON SUS CORRESPONDIENTES PRECIOS UNITARIOS.

LA NUEVA LEY DE OBRA PUBLICA ESTABLECE LA OBLIGACION DE AL EFECTUAR LA ENTREGA RECEPCION DE UNA OBRA, PROPORCIONAR OPORTUNAMENTE EL INMUEBLE, EN CONDICIONES DE OPERACION, LOS PLANOS ACTUALIZADOS, Y LAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES QUE FUERON APLICADAS EN LA EJECUCION, ASI COMO LOS MANUALES E INSTRUCTIVOS DE OPERACION, CONSERVACION Y MANTENIMIENTO CORRESPONDIENTES.

ELEMENTOS QUE DEBEN CONTEMPLAR LAS ACTAS DE RECEPCION:

EN PRIMER TERMINO DEBERA DESCRIBIRSE CLARAMENTE EL OBJETO DE DICHA ACTA; RECIBIR TOTAL O PARCIALMENTE POR LA CONTRATANTE, LOS TRABAJOS DESARROLLADOS POR LA CONTRATISTA DE ACUERDO CON LO INDICADO EN EL CONTRATO DE REFERENCIA Y SUS DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS.

DEBERA CONTENER LA INFORMACION BASICA QUE DEFINA:

- NOMBRE DEL CONTRATANTE
- DIRECCION U OFICINA ENCARGADA DE LA EJECUCION DE LA OBRA
- NOMBRE Y LOCALIZACION DE LA OBRA
- UNIDAD FEDERATIVA DONDE SE REALICEN LOS TRABAJOS
- NUMERO DE CONTRATO DE LA CONTRATANTE, SU FECHA Y MONTO
- NUMERO DE REGISTRO DE LA EMPRESA EN EL PADRON DE CONTRATISTAS; EN EL CASO DE SER OBRA FEDERAL, EL NOMBRE DE LA CONTRATISTA EJECUTORA DE LAS OBRAS
- NUMERO DE REGISTRO DE LA CONTRATISTA EN LA CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION, EN EL CASO DE SER OBRA PARTICULAR.
- LUGAR, FECHA Y HORA DE LA RECEPCION.

POR OTRA PARTE, ES NECESARIO PRESENTAR LA SIGUIENTE INFORMACION:

- EL ORIGEN DE LOS RECURSOS
- LA AUTORIZACION RESPECTIVA EN EL CASO DE SER OBRA FEDERAL
- BAJO QUE CONDICIONES FUE OTORGADO EL CONTRATO (Concurso y/o Adjudicación Directa)
- FECHA DE INICIACION QUE ESTABLECE EL CONTRATO
- FECHA REAL DE INICIACION
- FECHA DE TERMINACION SERALADA EN EL CONTRATO Y LA FECHA REAL DE TERMINACION
- EN EL CASO DE OBRAS PUBLICAS, SERALAR LAS COMUNICACIONES RESPECTIVAS A LA SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO.

DEBERA CONSIGNARSE TAMBIEN EN LAS ACTAS DE ENTREGA RECEPCION LA PERSONALIDAD DE LOS INTERVENTORES, CUANDO MENOS EL CORRESPONDIENTE AL CONTRATANTE, AL CONTRATISTA Y, EN EL CASO DE OBRAS PUBLICAS, SI DECIDE INTERVENIR EL CORRESPONDIENTE A LA SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO.

CAPITULO DE GRAN IMPORTANCIA, QUE EN LA MAYORIA DE LOS CASOS ES DESCRITO SUSCINTAMENTE, ES EL RELATIVO A LOS TRABAJOS EJECUTADOS. SE ESTIMA DE GRAN IMPORTANCIA EL ANEXAR LA RELACION DE OBRA REALMENTE EJECUTADA Y SUS CORRESPONDIENTES VOLUMENES Y PRECIOS UNITARIOS.

ASI MISMO, DEBERAN ASENTARSE LOS DATOS GENERALES DE LA FIANZA O FIANZAS, OTORGADAS PARA GARANTIZAR LA CORRECTA EJECUCION. PRINCIPALMENTE SE DEBERA INDICAR EL MONTO Y PERIODO DE VIGENCIA DE DICHA FIANZA; ASI TAMBIEN DEBERA ASENTARSE CUALQUIER OTRA GARANTIA ENTREGADA.

ES MUY IMPORTANTE QUE SE INDIQUE EL NUMERO, PERIODO E IMPORTES DE LAS ESTIMACIONES GENERADAS, YA QUE CON ELLO SE PERMITE OBTENER LOS SALDOS A FAVOR O EN CONTRA. DEBERAN ANOTARSE CLARAMENTE LOS CREDITOS A FAVOR DE LA CONTRATISTA, IMPORTE TOTAL DE LAS ESTIMACIONES, IMPORTE DE LA DEVOLUCION DE MATERIALES, IMPORTE DE PAGOS HECHOS POR EL CONTRATISTA POR CUENTA DE LA CONTRATANTE.

CARGOS AL CONTRATISTA, ES DECIR, IMPORTE DE LAS SANCIONES, IMPORTE DE LOS MATERIALES QUE FUERON SUMINISTRADOS POR EL CONTRATANTE, PAGOS HECHOS POR LA CONTRATANTE A CUENTA DEL CONTRATISTA, DEDUCCIONES POR IMPUESTO Y DERECHOS, ETC. ETC.....

TAMBIEN DEBERA INDICARSE EN BASE A PROCEDIMIENTOS ANTERIORES EL SALDO QUE SE CANCELA O BIEN EL ADEUDO CORRESPONDIENTE.

EN LA PRESENTE ACTA DEBERA CONSIGNARSE LAS MODIFICACIONES QUE SUFRIO EL PROYECTO, LAS ESPECIFICACIONES O BIEN EL PROGRAMA CON EL FIN DE DESLINDAR RESPONSABILIDADES, QUE SE APLIQUEN LAS SANCIONES CORRESPONDIENTES, EN SU CASO, AL CONTRATISTA. ESTAS SANCIONES ESTAN CONTEMPLADAS EN EL CONTRATO, DONDE SE ESPECIFICAN LAS CAUSAS Y LOS IMPORTES QUE SE DEBEN APLICAR.

DENTRO DE LOS TERMINOS DEL CONTRATO SE RECIBEN LOS TRABAJOS DESCRITOS RESERVANDOSE EL DECRETO DE HACER POSTERIORMENTE LAS RECLAMACIONES QUE ESTIMEN PROCEDENTES POR OBRA FALTANTE, MAL EJECUTADA, MALA CALIDAD DE LOS MATERIALES EMPLEADOS, PAGOS INDEVIDOS O VICIOS OCULTOS.

EL CONTRATISTA MANIFIESTA Y ACEPTA QUE NO TIENE RECLAMACIONES QUE HACER A LA CONTRATANTE.

CUANDO HUBIERE OBSERVACIONES QUE SE DEBAN CONSIGNAR EN EL ACTA, COMO DATOS Y CONCEPTOS QUE ACLARE LO REGISTRADO EN EL FORMATO, SE ASENTARAN CON CLARIDAD Y EN FORMA CONCISA.

FINALMENTE, SE DEBERA SEÑALAR EL NOMBRE, CARGO Y DEJAR UN ESPACIO PARA FIRMA DE TODAS LAS PERSONAS QUE REAL Y FISICAMENTE INTERVINIERON EN EL ACTO DE ENTREGA RECEPCION DE LA OBRA, EN EL LUGAR, FECHA Y HORA INDICADOS.

I. Del Objeto.

- + 1.1. Recibir total o parcialmente por la Contratante, los trabajos ejecutados por el contratista, de acuerdo con lo indicado en el contrato de referencia y sus documentos complementarios.

II. De la Información Básica Inicial.

- 2.1. Nombre de la Contratante.
- 2.2. Dirección u Oficina encargada de la Obra.
- 2.3. Nombre y localización de la Obra.
- 2.4. Entidad federativa donde se realizaron los trabajos.
- 2.5. Número del contrato en la Dependencia, fecha y monto.
- 2.6. Número del Registro del Contrato en la S.P.P.
- 2.7. Contratista que ejecutó los trabajos.
- 2.8. Número del Registro del contratista en el Padrón de Contratistas del Gobierno Federal de la S.P.P.
- 2.9. Lugar, fecha y hora de la recepción.

III. De los Antecedentes.

- ++ 3.1. Autorización de inversión de la Sría de la Presidencia. (número de oficio y fecha).
- ++ 3.2. Concurso. Número, fecha de la adjudicación e importe.
- ++ 3.3. Fecha de iniciación de los trabajos según contrato.
- ++ 3.4. Fecha real de iniciación.
- ++ 3.5. Número y fecha del AVISO DE INICIACION (formato oficial) enviado a la S.P.P.
- +++ 3.6. Fecha de terminación de los trabajos según contrato.
- +++ 3.7. Fecha de terminación de los trabajos según prórroga concedida, señalando número y fecha del oficio enviado al contratista.
- +++ 3.9. Número real de terminación de los trabajos contratados.
- ++ 3.8. Número y fecha del aviso de prórroga enviado a la S.P.P.
- ++ 3.10 Fecha de envío del AVISO DE TERMINACION a la S.P.P.
- ++ 3.11 Número y fecha del oficio de la SOLICITUD DE REPRESENTANTE enviado a la S.P.P.

IV. De la Personalidad de los que intervienen.

- +++ 4.1. Por la Contratante.
Nombre y cargo de los funcionarios designados.
- +++ 4.2. Por el Contratista:
Nombre del representante debidamente acreditado.
- +++ 4.3. Por la Secretaría de Programación y Presupuesto.
Nombre del representante designado e notificación de no intervención, indicando número y fecha del oficio correspondiente.

V. De los Trabajos Ejecutados.

- +++ 5.1. Describáanse en DETALLE las partes o aspectos principales, a fin de facilitar su identificación.

VI. De las Modificaciones.

- +++ 6.1. Describanse las modificaciones substanciales autorizadas en el proyecto, las especificaciones, o el programa. Infórmese el número y fecha de las comunicaciones relativas enviadas a la S.P.P.

VII De las Garantías.

- +++ 7.1. Datos generales de la fianza o fianzas, indicando su monto y vigencia.
- +++ 7.2. Datos generales de otras garantías, indicando su monto y vigencia.

VIII. De las Estimaciones.

- +++ 8.1. Indíquese: Número, fecha de expedición, período que comprende, monto de cada una y si han sido registradas en la S.P.P. (++) (la última estimación podría no estar registrada, pero sí debidamente autorizada por la Contratante.

IX. De las Sanciones.

- +++ 9.1. Causa de las sanciones y su importe.

X. De la Liquidación.

- +++10.1 Créditos a favor del contratista: (Importe total de las estimaciones, importe de la devolución de materiales, importe de pagos hechos por el contratista por cuenta de la Contratante, etc).
- +++10.2. Cargos al contratista: (Importe de las sanciones, importe de materiales suministrados por la Contratante; pagos hechos por la Contratante a cuenta del contratista; deducciones por impuestos y derechos; etc.)
- +++10.3 Saldo que se cancela.

XI. Términos bajo los cuales se efectúa la Recepción.

- 11.1. La Contratante dentro de los términos del contrato, recibe los trabajos descritos, reservándose el derecho de hacer posteriormente, las reclamaciones que estime convenientes, por obra faltante, mal ejecutada, mala calidad de los materiales empleados, pagos indebidos, o vicios ocultos.
- II.2 Por su parte el contratista manifiesta que no tiene reclamaciones.
- II.3 Se incluirá el siguiente texto: El representante de la S.P.P. cuya personalidad se ha acreditado, interviene para certificar la realización del presente acto, de conformidad con las facultades

que a su representada confieren la fracción XVI del Artículo -
7o. de la Ley de Secretaría y Departamentos de Estado, la Ley
de Obras Públicas y las disposiciones legales aplicables.

XII. Observaciones:

Las procedentes.

**+++ XIII, Nombre, Cargo y Firma de las personas que real y físicamente -
intervinieron en el lugar, fecha y hora señalada.**

-
- + Esta acta se refiere a un solo contrato ya sea el original o -
una ampliación del mismo.
 - ++ Estos datos solo se proporcionarán si se tienen en el lugar de
la recepción.
 - +++ Artículo 43 del Reglamento de la Ley de Inspección de Contratos
y Obras Públicas.

14.V.82.

(1) 0.6.2.1.0.6
 NÚMERO DE CONTROL S. P. P. (2) EP-100-001/84

NÚMERO DE CONTRATO EN LA DEPENDENCIA O ENTIDAD

I. DEL OBJETO (3) NOMBRE DE LA ENTIDAD QUE RECIBE SISTEMA NACIONAL PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE LA FAMILIA NÚMERO ECONOMICO 3.1.6
 RECEPCIÓN: TOTAL PARCIAL
 NOMBRE DEL CONTRATISTA QUE ENTREGA APOLO CONSULTORES, SERVICIOS Y ASESORIA (5) S.C. NÚMERO REGISTRO S.P.P. 177432

II. DE LA INFORMACION BASICA INICIAL (6)
 DIRECCION O UNIDAD ENCARGADA DE LA OBRA SUBDIRECCION DE OBRAS Y CONSERVACION
 OBJETO DEL CONTRATO: (7) ESTUDIO DE PRECIOS UNITARIOS PARA UNIDADES DE SALUD DEL DIF

12

ENTIDAD FEDERATIVA DONDE SE LOCALIZAN LOS TRABAJOS (8) DISTRITO FEDERAL CLAVE 43

III. ANTECEDENTES (9) (10) (11)
 AÑO DEL OFICIO DE AUT. DE INVERSION S.P.P. 313-81-58 DE FECHA 3.0.0.1.81 MODALIDAD DE LA ADJUDICACION 14
 NÚMERO DE CONCURSO 43 FECHA ADJUDICACION 02.03.81 FECHA CONTRATO ORIGINAL 02.03.81
 FECHA INICIACION SEGUN PRIMER CONTRATO QUE SE RECIBE 02.03.81 FECHA TERMINACION SEGUN ULTIMO CONTRATO 01.04.81
 FECHA REAL INICIACION 02.03.81 FECHA REAL TERMINACION 01.04.81

IV. DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS QUE SE ENTREGAN: (19)
ESTUDIOS DE PRECIOS UNITARIOS PARA UNIDADES DE SALUD DEL DIF

V. DESCRIPCION DE LAS MODIFICACIONES (20) LAS ASENTADAS EN BITACORA DE OBRA, MEDIO DE COMUNICACION OFICIAL ENTRE EL ORGANISMO Y LA CONTRATISTA. CLAVE 100
 COMUNICACIONES DE MODIFICACIONES A LA S. P. P. NÚMERO (21) FECHA (22) NÚMERO (21) FECHA (22)

VI. DE LAS GARANTIAS
 FIANZA NÚMERO (23) IMPORTE (24) DE FECHA (25) COMPAÑIA AFIANZADORA (26) VIGENCIA (27)

OTRAS GARANTIAS

IMPORTE (28) 109 119 (29) CONCEPTO DE VIGENCIA (30)

VII. DE LA LIQUIDACION

VIII. DE LAS ESTIMACIONES DEFINITIVAS

| IMPORTE-CONTRATO ORIGINAL (31) | NUM. EST. (34) | FECHA (35) | DE PERIODO A (36) | IMPORTE TOTAL (37) | DEDUCCIONES (39) | REGISTRO (41) | PAGO (42) |
|--------------------------------|----------------|------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------|-----------|
| 9 1 4 4 0 0 | | 02-03-81 | 0 2 0 3 8 1 0 1 0 4 8 1 | 9 1 4 4 0 0 0 | 3 8 8 6 3 7 | | |
| IMPORTE | | | | | | | |
| NUM. AMPLIACIONES (32) | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| IMPORTE TOTAL CONTRATADO (33) | | | | IMPORTE TOTAL ESTIMADO (38) | IMPORTE TOTAL DEDUCCIONES (40) | | |
| | | | (43) | 0 0 9 1 4 4 0 0 0 | 3 8 8 6 3 7 | | |
| SALDO POR CANCELAR | | | | | | | 13 |

IX. DE LAS SANCIONES CAUSA (44) NO HUBO IMPORTE (45) RECIBO NUM. (46)

X. TERMINOS BAJO LOS CUALES SE EFECTUA LA RECEPCION DEPENDENCIA O ENTIDAD .- Dentro de los terminos del Contrato recibe los trabajos descritos reservándose el derecho de hacer posteriormente, las reclamaciones que estime conveniente por obra faltante, mal ejecutada, mala calidad de los materiales empleados, pagos indevidos o vicios ocultos. Por su parte el Contratista manifiesta que no tiene reclamaciones. El Representante de la SPP (DGNAOOP) cuya personalidad se ha acreditado interviene para certificar la realizacion del presente acto, de conformidad con las facultades que a su representado confieren las fracciones IX y XVI del Art. 32 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, la Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas y demás disposiciones legales aplicables.

X-OBSERVACIONES (47) NINGUNA

XII. NOMBRE, CARGO y FIRMA DE LAS PERSONAS QUE REAL Y FISICAMENTE INTERVINIERON EN ESTE ACTO. el día a las en

POR LA ENTIDAD (Nombre y Cargo) Firma (51) POR EL CONTRATISTA (Nombre y Cargo) Firma (52) POR LA S.P.P. (Nombre y cargo) Firma (53)

CATALOGO DE CLAVES (*)

| CATALOGO NUM. 1 | | CATALOGO NUM. 2 | | CATALOGO NUM. 6 | |
|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------------|-----------------|--|
| CVE. | ENTIDAD FEDERATIVA | CVE. | MODALIDAD EJECUCION | CVE. | MODALIDAD ADJUDICACION |
| 01 | AGUASCALIENTES | 1 | CONTRATO DE OBRA | 1 | CONVOCATORIA PUBLICA EN EL DIARIO OFICIAL |
| 02 | BAJA CALIFORNIA NORTE | 2 | CONTRATO DE SERVICIOS | 2 | OBRAS A QUE SE REFIERE: EL ARTICULO 56 L.O. P. |
| 03 | BAJA CALIFORNIA SUR | 3 | ADMINISTRACION DIRECTA | 3 | OBRAS A QUE SE REFIERE: EL ARTICULO 57 L.O. P. Y ARTICULO 5º TRANSICION 1931 |
| 04 | CAMPECHE | | | 4 | OBRAS A QUE SE REFIERE: EL ARTICULO 58 L.O. P. |
| 05 | COAHUILA | | | | |
| 06 | COLIMA | | | | |
| 07 | CHIAPAS | | | | |
| 08 | CHIHUAHUA | | | | |
| 09 | DISTRITO FEDERAL | | | | |
| 10 | DURANGO | | | | |
| 11 | GUANAJUATO | | | | |
| 12 | GUERRERO | | | | |
| 13 | HIDALGO | | | | |
| 14 | JALISCO | | | | |
| 15 | MEXICO | | | | |
| 16 | MICHOACAN | | | | |
| 17 | MORELOS | | | | |
| 18 | NAYARIT | | | | |
| 19 | NUEVO LEON | | | | |
| 20 | OAXACA | | | | |
| 21 | PUEBLA | | | | |
| 22 | QUERETARO | | | | |
| 23 | QUINTANA ROO | | | | |
| 24 | SAN LUIS POTOSI | | | | |
| 25 | SINALOA | | | | |
| 26 | SONORA | | | | |
| 27 | TABASCO | | | | |
| 28 | TAMAULIPAS | | | | |
| 29 | TLAXCALA | | | | |
| 30 | VERACRUZ | | | | |
| 31 | YUCATAN | | | | |
| 32 | ZACATECAS | | | | |
| 33 | VARIOS (1) | | | | |
| 34 | EXTRANJEROS | | | | |

| CATALOGO NUM. 3 | |
|-----------------|---------------------------|
| CVE. | MODALIDAD DE CONTRATACION |
| 1 | CONTRATO |
| 2 | CONVENIO ADICIONAL |

| CATALOGO NUM. 4 | |
|-----------------|----------------------------|
| CVE. | APLICACION DE LA INVERSION |
| N | OBRA NUEVA |
| P | OBRA EN PROCESO |
| C | OBRA DE CONSERVACION |

| CATALOGO NUM. 5 | |
|-----------------|-----------------------|
| CVE. | PROGRAMA DE INVERSION |
| 1 | NORMAL |
| 2 | CUC |
| 3 | COPLAMAR |

| CATALOGO NUM. 7 | |
|-----------------|----------------------|
| CVE. | TIPO DE SALDO |
| NS | SALDO POR EJERCER |
| SP | SALDO NO EJERCIDO |
| SC | SALDO A CANCELAR |
| SR | SALDO POR REINVERTIR |

| CATALOGO NUM. 8 | |
|-----------------|------------------------------|
| CVE. | MODIFICACIONES CONTRACTUALES |
| 1 | MONTO |
| 2 | FECHA INICIACION |
| 3 | FECHA TERMINACION |

| CATALOGO NUM. 9 | |
|-----------------|-------------------------------------|
| CVE. | INFORMACION ENVIADA |
| 1 | CONTRATO, ACUERDO O CONVENIO |
| 2 | ESTIMACIONES O RELACIONES DE COSTOS |
| 3 | MODIFICACIONES CONTRACTUALES |
| 4 | TERMINACION DE TRABAJOS |

(1) SE USARA CUANDO LA OBRA AFECTE VARIAS ENTIDADES FEDERATIVAS, Y LA INVERSION A EJERCER EN CADA UNA DE ELLAS SEA EXACTAMENTE IGUAL. EN CASO CONTRARIO LA ENTIDAD FEDERATIVA A REPORTAR PARA ESA OBRA, DEBERA SER EN LA QUE SE APLICA LA MAYOR PARTE DE LA INVERSION AUTORIZADA.

OBRA CIVIL

0 Estructuras de Concreto

311 Tejesos
312 Columnas
313 Losas de concreto (Rect-Rect)
314 Puentes
315 Estructuras de control y cunetas
316 Alforjes
317 *
318 *

0 Estructuras Metálicas

321 Techos
322 Torres
323 Forja y soldadura
324 Montaje
325 Puentes
326 *

0 Edificación

331 Alfarería y recubrimientos
332 Pintura
333 Pisos, plafones
334 Mamparas
335 Cenefas
336 Vidrieras
337 Carpintería
338 Instalación de tuberías
339 Limpieza de edificios
340 Drenaje
341 *

0 Infraestructura de Zonas Libres y Suburbanas

351 Obras de embalsamiento y redes de distribución de agua
352 *
353 *
354 *
355 *
356 *
357 *

0 Instalaciones de Terrazas

361 *
362 *
363 *
364 *
365 *
366 *
367 *
368 *
369 *
370 *
371 *
372 *

0 Pavimentos

381 De concreto asfáltico
382 De concreto hidráulico
383 *

0 Obras Especiales y Fluidales

391 Bascas, esclusas y equipos
392 *
393 *
394 *
395 *

700 INDUSTRIAL Y ELECTROTÉCNICA

210 Plantas Industriales 15

211 Obras de refinería
212 Intemperias
213 Plantas de refrigeración y acondicionamiento de ambientes
214 Mantenimiento e instalación de equipo
215 Plantas de distribución y almacenamiento
216 Ingenieros
217 *

220 Plantas de Generación de Electricidad

221 Hidroeléctricas
222 Termoelectricas
223 Geotérmicas
224 Biocombustibles
225 Generadores de vapor
226 Turbogeneradores y turbinas
227 *

230 Líneas y Poles de Transmisión

231 Líneas de transmisión
232 Redes de distribución
233 Torres
234 Subestaciones
235 *

240 Guardaparos de Petróleo y Gasolina

241 Obras de recolección y distribución
242 Instalaciones de recolección
243 Instalaciones de separación
244 Instalaciones de refino
245 Instalaciones de calderas
246 Instalaciones de compresores
247 *

300 INGENIEROS

310 En Edificios

311 Estructuras Hidráulicas
312 Estructuras
313 *

320 Telecomunicaciones

321 Sistemas de instrumentación y control
322 Telégrafos
323 Teléfonos
324 Radio
325 T.V.
326 Sistemas de memoria
327 *

330 Instalaciones Especiales

331 Aguas vitales en piscinas afuera
332 Aguas cloradas en piscinas afuera
333 Aire acondicionado
334 Instalación y/o mantenimiento
335 Calefacción y aire acondicionado
336 Sistema contra incendio
337 Instalaciones de gas
338 Electricidad
339 Elevadores
340 Instalaciones para albercas
341 Agotamiento
342 Filtros de agua
343 Instalaciones térmicas y acústicas
344 Obras de riego de abastecimiento
345 Instalación de material prefabricado
346 Instalación
347 Iluminación
348 *

ESTADÍSTICA

410 Estadística

411 Muestreo y muestreo
412 Estadística
413 Estadísticas de distribución
414 *

420 Encuestas y Estadísticas

421 Muestreo
422 Censos de empresas industriales
423 Encuestas
424 *

430 Obras Estadísticas

440 Construcción de Vías

441 Termino de vía
442 Construcción y/o conservación de vías
443 *

450 Obras Estadísticas

451 Muestreo
452 Estadísticas
453 Estadísticas de datos
454 *

460 Estadísticas y Estadísticas

461 Muestreo
462 Estadísticas
463 Estadísticas
464 Estadísticas
465 *

470 Estadísticas

480 Plantas Estadísticas y Estadísticas

490 Estadísticas para Estadísticas y Estadísticas

491 Obras de exploración
492 Obras de exploración
493 *

500 Estadísticas para Estadísticas y Estadísticas

510 Estadísticas Estadísticas

520 Estadísticas de Estadísticas

530 Control del Medio Ambiente

540 *

600 Estadísticas, Estadísticas, Estadísticas y Estadísticas

601 Estadísticas estadísticas
602 Estadísticas estadísticas
603 Estadísticas de datos estadísticas
604 Estadísticas estadísticas
605 Estadísticas y estadísticas
606 Estadísticas estadísticas
607 Control de calidad
608 Estadísticas
609 Estadísticas
610 Estadísticas
611 Estadísticas de estadísticas
612 Estadísticas y estadísticas
613 Estadísticas estadísticas
614 Estadísticas estadísticas
615 Estadísticas y estadísticas
616 Estadísticas de estadísticas y estadísticas
617 Estadísticas
618 Estadísticas
619 Estadísticas
620 Estadísticas de estadísticas
621 Estadísticas
622 Estadísticas de estadísticas
623 Estadísticas de estadísticas

INSTRUCTIVO
PARA LA ELABORACION DEL
FORMATO ACTA
DE ENTREGA-RECEPCION

INSTRUCTIVO PARA LA ELABORACION DEL
FORMATO ACTA DE ENTREGA-RECEPCION

18

De conformidad con lo dispuesto por el artículo 32 fracciones III y IV de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y con apoyo en el artículo 20 fracciones I y III de su Reglamento Interior, la Secretaría de Programación y Presupuesto, por conducto de la Dirección General de Normas sobre Adquisiciones, Almacenes y Obras Públicas, expide el presente Instructivo, para la elaboración de las Actas de Entrega-Recepción de las Obras Públicas que se construyan con cargo al presupuesto de Egresos de la Federación.

Cada dependencia o entidad imprimirá sus propios formatos, en original y cinco copias, con su logotipo, o bien el sello correspondiente, en el ángulo superior izquierdo.

El formato deberá ser llenado invariablemente a máquina, aún cuando los espacios precodificados señalados no coincidan con el espaciado de las letras o números de la máquina, lo importante es que al mecanografiar, no se rebase el número de espacios señalados para cada campo.

Asimismo aparecen espacios por llenar que no están precodificados, en los cuales no existe límite para anotar las letras o números arábigos que se requieran.

1. Número de control SPP

Anote el número del Aviso de Ejecución y Control de Obra asignado por la Secretaría de Programación y Presupuesto.

2. Número de contrato en la dependencia o entidad

Anote el número que corresponde al contrato en su caso el del Convenio Adicional, revalidación o acuerdo.

I. DEL OBJETO

3. Recepción total o parcial

Crucce con una X si se recibe total o parcialmente la obra.

4. Nombre de la Entidad que Recibe y Número Económico

Anote el nombre de la dependencia o entidad que expida el formato Acta de Entrega-Recepción.

Anote el número económico que corresponda a la dependencia o entidad.

5. Nombre del Contratista que entrega y Núm. Reg. SPP

Anote el nombre o razón social de la contratista, y su número según registro en el Padrón de la Secretaría de Programación y Presupuesto.

II. DE LA INFORMACION BASICA INICIAL

6. Dirección o Unidad encargada de la obra

Anote el nombre de la Dirección o Unidad encargada de ejecutar la obra.

7. Objeto del contrato

20

Anote la finalidad en base a las cláusulas específicas del contrato de obra o en su caso del convenio adicional, revalidación o acuerdo, etc.

8. Entidad Federativa donde se localiza

Anote el nombre y clave de la Entidad Federativa donde se localiza la obra de acuerdo al siguiente

catálogo:

| | | | |
|--------|----|----------|----|
| AGS. | 01 | BCN. | 02 |
| BCS. | 03 | CAMP. | 04 |
| COAH. | 05 | COL. | 06 |
| CHIS. | 07 | CHH. | 08 |
| D.F. | 09 | DGO. | 10 |
| GTO. | 11 | GRO. | 12 |
| HGO. | 13 | JAL. | 14 |
| MEX. | 15 | MICH. | 16 |
| MOR. | 17 | NAY. | 18 |
| N. L. | 19 | OAX. | 20 |
| PUE. | 21 | QRO. | 22 |
| Q. ROO | 23 | S. L. P. | 24 |
| SIN. | 25 | SON. | 26 |
| TAB. | 27 | TAMS. | 28 |
| TLAX. | 29 | VER. | 30 |

| | | | |
|--------|----|------------|----|
| YUC. | 31 | ZAC. | 32 |
| Varios | 33 | Extranjero | 34 |

NOTA: Se clasificará varios cuando la obra abarque dos o más entidades federativas.

III. DE LOS ANTECEDENTES

9. Número del Oficio de Autorización de Inversión SPP

Anote el número de oficio de autorización de inversión para la obra, girado por la SPP.

10. Fecha

Anote con números arábigos el día, mes y año del oficio de Autorización de Inversión. Ej. Primero de marzo de mil novecientos setenta y ocho: 010378.

EN TODAS LAS FECHAS UTILICE ESTE SISTEMA DE ANOTACION.

11. Modalidad de Adjudicación

Anote la clave de la modalidad de la adjudicación de las obras.

Clave: 01 - Concurso
02 - Adjudicación Directa.

12. Número de Concurso

Anote el número que la dependencia o entidad asignó al concurso.

13. Fecha Adjudicación

22

Anote el día, mes y año de adjudicación del contrato.

14. Fecha contrato original

Anote el día, mes y año del contrato original.

15. Fecha de iniciación
primer contrato que se
recibe

Anote en números arábigos, la fecha de iniciación correspondiente en tiempo, señalada en el primer contrato que se recibe.

16. Fecha terminación según
último contrato

Anote la fecha de terminación, -incluyendo prórrogas- señalada para el último contrato que se recibe, según tiempo.

17. Fecha real de iniciación

Anote la fecha real en que se iniciaron los trabajos relativos al primer contrato que se recibe.

18. Fecha real de terminación

Anote la fecha de terminación real, correspondiente al último contrato que se recibe, según tiempo. Deben incluirse las prórrogas relativas.

IV. DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS QUE SE ENTREGAN

19. Descripción de los trabajos que se entregan **23** Describense en detalle las partes o aspectos principales de la obra, a fin de facilitar su identificación.

V. DESCRIPCION DE LAS MODIFICACIONES

20. Descripción de las modificaciones y su clave. Describa las modificaciones sustanciales autorizadas, anotando la clave que les corresponda.

| | | | |
|-------------------|----|-----------|----|
| Plazo | 01 | Monto | 04 |
| Proyecto | 02 | Rescisión | 05 |
| Precios Unitarios | 03 | Otros | 06 |

Comunicaciones de modificaciones a la SPP

21. Número Anote el número de la comunicación de modificaciones a la SPP.
22. Fecha Anote la fecha correspondiente a la comunicación de modificaciones a la SPP.

VI. DE LAS GARANTIAS

23. Fianza número Anote el número de la fianza de garantía especificada en el contrato.

garantía.

25. De fecha

24

Anote la fecha de expedición de la fianza de garantía.

26. Compañía Afianzadora

Anote la razón social de la compañía que expidió la fianza de garantía.

27. Vigencia: De, a

Anote las fechas que limitan la vigencia de la fianza.

En caso de existir una segunda fianza anotarse los datos de ésta.

Otras garantías

28. Importe

Anote el importe que corresponda a la garantía.

29. Concepto

Anote el concepto por el cual queda la garantía.

30. Vigencia: De, a

Anote las fechas que limitan la vigencia de la fianza.

VII. DE LA LIQUIDACION

31. Importe Contrato original

Anote importe del contrato original.

32. Importe Ampliaciones

Anote el número y el monto de cada una de las ampliaciones, correspondientes al contrato y a la obra por recibir.

tratado

Anote el importe total del contrato y sus ampliaciones.

25

Anote el número de las estimaciones y su monto, correspondiente al ejercicio del contrato original y sus ampliaciones.

Anotese la fecha de elaboración de cada estimación.

Anote la fecha inicial y final, del período correspondiente a la ejecución de los trabajos estimados.

Anote el importe sin descuentos, correspondiente a cada estimación.

Anotese el importe total de las estimaciones derivadas de la ejecución de los trabajos que se entregan.

Anotese para cada estimación, el importe total de las deducciones aplicadas:

Anotese el importe total obtenido al sumar las deducciones aplicadas en cada una de las estimaciones.

aciones

acción de registro de la estimación en la SPP.

26

42. Pago

Anotese un si o no de acuerdo con la del pago de la estimación al contratista o a sus representados.

43. Saldo por cancelar

Anotese la cantidad obtenida de restar al importe contratado, el importe estimado.

Anotese en "observaciones", campo 47, el destino del saldo.

IX. DE LAS SANCIONES

44. Causa

Anotese la causa de la sanción con detalle.

45. Importe

Anotese el importe correspondiente a la sanción.

46. Recibo Núm.

Anotese el número del recibo oficial expedido por la Tesorería de la Federación, que ampare la sanción.

X. TERMINOS BAJO LOS CUALES SE EFECTUA LA RECEPCION

Se detallan en el formato establecido para el acta de entrega-recepción, los terminos bajo los cuales se efectúa la misma.

47. Observaciones

Anote aquellos datos y conceptos,

27 que aclaren lo registrado en el formato.

XII. NOMBRE, CARGO Y FIRMA DE LAS PERSONAS QUE REAL Y FISICAMENTE INTERVIENEN EN ESTE ACTO

48. El día

Anote el día, mes y año en que se realiza la recepción de la obra.

49. A las

Anote la hora señalada para la recepción de la obra.

50. En

Anote el lugar y la entidad federativa donde se realice la recepción de la obra.

51. Por la dependencia o entidad
nombre, cargo, firma

Este espacio es para anotar el nombre, cargo y de la persona que por parte de la dependencia o entidad interviene en la recepción y firmará para constancia.

52. Por el Contratista
nombre, cargo y firma

Deberá anotarse, nombre y cargo de la persona que por parte del contratista hace entrega de la obra, firmando para constancia.

Deberá anotarse, nombre, y cargo de la persona que participa en la recepción, por parte de la SPP, mandando para constancia.

26

NO INT. Fecha.
Núm. . oficio

En caso de no intervención, anote la fecha y el número del oficio, con que la SPP, notificó la no intervención.

NOTA GENERAL

En caso de que los renglones de cualquier concepto sean insuficientes deberán anexar 1 hoja complementaria con los datos correspondientes.

3

0

La Lista de Entrega Recepción se formulará en original y siete copias para la siguiente distribución.

23

| | | |
|----------------------|----------|--|
| Original y 1a. copia | Blanca | Tesorería de la Federación u Oficina Pagadora. |
| 2a. y 3a. copias | Amarilla | Dirección General de Egresos, -- Deuda Pública y Créditos Internacionales (Únicamente cuando exista financiamiento con crédito externo). |
| 4a. copia | Rosa | Dirección General de Normas sobre Adquisiciones, Almacenes y Obras Públicas, anexando los cuadros de cálculo que correspondan al 100% de la etapa de obra ejecutada. |
| 5a. copia | Azul | Contratista. |
| 6a. copia | Rosa | Dirección General de Sistemas y Procesos Electrónicos, por conducto de la Dirección General de Normas sobre Adquisiciones, Almacenes y Obras Públicas. |
| 7a. copia | Verde | Entidad (acuse de recibo). |
| 8. copias | Blancas | Para uso interno de la entidad. |



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

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION", ORGANIZADO EN COLABORACION
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA, DEL 15 AL 19 DE OCTUBRE
DE 1984.

SEGURIDAD INDUSTRIAL EN LA CONSTRUCCION

Veracruz, Ver.

SEGURIDAD INDUSTRIAL EN LA CONSTRUCCION

La finalidad de la Seguridad Industrial es evitar accidentes en el trabajo, con lo que protegemos:

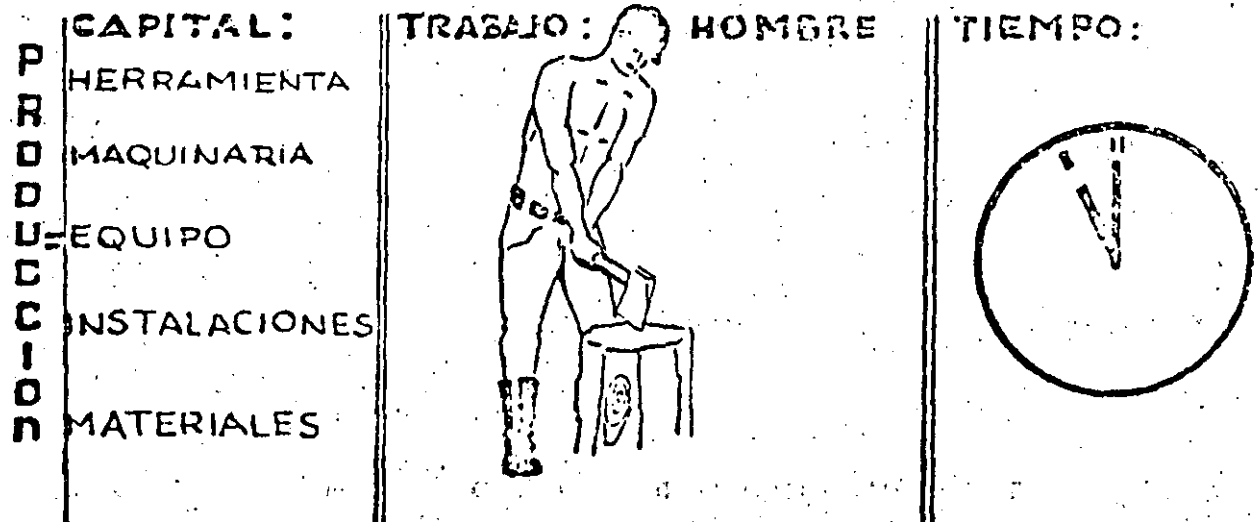
- 1).- Al trabajador durante el desempeño de sus labores.
- 2).- La familia que depende de él.
- 3).- Los intereses de la empresa.
- 4).- La economía del país.

ACCIDENTE ES TODO ACONTECIMIENTO IMPREVISTO, que por lo mismo ocasiona serios trastornos a la actividad que se desarrolla.

Cuando la actividad desarrollada es en un centro de trabajo, el accidente trastorna la producción de bienes o servicios, según el giro de la empresa.

Los elementos de la Producción son : Capital, Trabajo y Tiempo.

Al ocurrir un accidente (acontecimiento imprevisto) en un centro de trabajo, se afecta siempre a los elementos de la producción.



De lo anterior obtenemos las siguientes conclusiones:

2

EL ACCIDENTE PROVOCA ALGUNAS VECES LESIÓN EN LOS TRABAJADORES, por lo que la LESIÓN ES CONSECUENCIA DEL ACCIDENTE.

EL ACCIDENTE PROVOCA SIEMPRE PERDIDAS DE CAPITAL Y TIEMPO.

AL ELIMINAR LOS ACCIDENTES PROTEGEMOS :

- a).- Al trabajador de sufrir una lesión.
- b).- A la empresa de sufrir pérdidas económicas.

Del análisis que se hace de los accidentes, se demuestra que tienen causas perfectamente definidas y que el 98% pueden ser evitados.

(Sólo los accidentes provocados por las fuerzas incontrolables por ahora - de la naturaleza, como sismos, huracanes, etc., no son humanos y son pre- visibles).

LAS CAUSAS DE LOS ACCIDENTES SE CLASIFICAN EN :

- 1).- ACTO INSEGURO O PELIGROSO (QUE REALIZA EL TRABAJADOR).
 - 2).- CONDICION INSEGURA O PELIGROSA (DEL MEDIO, OBJETO, - SUBSTANCIA, PERSONA O RELACIONES EL TRABAJO).
-

Siendo nuestra finalidad el evitar los accidentes, la técnica de la Seguridad Industrial nos proporciona los siguientes medios para lograrlo :

INSPECCION DEL SITIO DE TRABAJO.
INVESTIGACION Y ANALISIS DE LOS ACCIDENTES.
ADIESTRAMIENTO Y SUPERVISION DEL PERSONAL.
ANALISIS DE SEGURIDAD DEL TRABAJO.

Estos medios ayudan a la localización de las posibles causas de los accidentes, determinándose éstas, deberá APLICAR LA ACCION CORRECTIVA NECESARIA Y OBSERVAR LOS RESULTADOS.

Es inútil cualquier esfuerzo tendiente a la localización de causas que pueden provocar un accidente, si no se aplica de inmediato la acción correctiva necesaria.

El comportamiento del Supervisor en Seguridad debe ser tal, que al ser llamado de una causa, aplique el efecto de la acción necesaria.

APLICACION DE LOS MEDIOS PARA LOGRAR SEGURIDAD EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION

Es muy importante para lo que trabajamos en la industria de la construcción no olvidemos que las condiciones del medio de trabajo son rápidamente modificadas por el avance de la obra y que las labores de tipo repetitivo se ven muy afectadas por este motivo.

Lo anterior sugiere que las actividades de Seguridad deben ser altamente dinámicas, o sea aplicar de inmediato la acción correctiva necesaria y una supervisión completa y constante.

INSPECCION DEL SITIO DE TRABAJO

Tiene como fin el localizar posibles causas de accidente:

Actos inseguros y/o condiciones peligrosas.

En la construcción el mayor número de accidentes en obra están provocados por :

- 1.- Falta de limpieza.
- 2.- Falta de orden.
- 3.- Forma incorrecta de manejo de materiales.
- 4.- Malas condiciones de la herramienta.
- 5.- Malas condiciones de andamios, escaleras, tendidos, etc.
- 6.- Falta de equipo de protección personal.
- 7.- Falta de accesos seguros a las áreas de trabajo.
- 8.- Falta de cubiertas a fosos, huecos, registros.
- 9.- Falta de iluminación adecuada en áreas de trabajo y circulación.
- 10.- Falta de tapiales.
- 11.- Incumplimiento de las normas de seguridad para operadores de maquinaria. * (I).

ANEXO 1)

- * (I) Anexo. - Normas de seguridad obligatorias para operadores de maquinaria pesada.

- 12. - Manejo de sustancias tóxicas.
- 13. - Falta de Supervisión en general.
- 14. - Falta de ventilación en áreas cerradas con motores de combustión.
(Contaminación Atmosférica).
- 15. - Falla de taludes.

Debemos considerar también como área de trabajo las zonas de influencia de la obra, que son aquellas en las que el público se ve afectado en sus costumbres o en riesgos durante los trabajos.

Comprender el punto de vista, que la gente tiene interés por conocer o ver el desarrollo de la obra, para lo cual su curiosidad la acerca a zonas de peligro que son totalmente desconocidas.

Es nuestra responsabilidad, por tal motivo, el proteger a la gente de sufrir accidentes por causa de la obra.

Las causas principales por la que sufren accidentes las personas ajenas a la obra son por :

- 1. - Tener acceso a la obra.
- 2. - Falta de protección en las zonas de circulación.
(Paso de Peatones).
- 3. - Falta de limpieza en zonas afectadas.
- 4. - Falta de iluminación en zonas de circulación pública afectadas por la obra.
- 5. - Falta de señalización adecuada en zonas de peligro de peatones y vehículos.
- 6. - Falta de vigilancia en zonas de cruce.
- 7. - Falta de cubiertas en fosos, huecos, registros, cepas, etc.
- 8. - Falta de supervisión en operaciones peligrosas, por ejemplo: extracción de tablaestaca.

Otras causas que provocan accidentes son :

Incumplimiento de normas de seguridad en almacenes y patios.

Falta de protecciones en las instalaciones eléctricas.

Falta de prevención de incendios y explosiones.

Falta de supervisión general.

SOLO LA APLICACION DE LA ACCION CORRECTIVA NECESARIA, por el descubrimiento de las causas anteriores, CONTRIBUYE A LA ELIMINACION DE LOS ACCIDENTES.

ADIESTRAMIENTO Y SUPERVISION DEL PERSONAL

6

Cuando las necesidades de la obra exijan que se realice un trabajo peligroso, se requiere que el personal que lo ejecute esté debidamente adiestrado y en conocimiento de los riesgos a que está expuesto. El adiestramiento debe dirigirlo una persona con experiencia y conocimientos suficientes del trabajo a realizarse.

Es el supervisor de seguridad el indicado para exigir en ciertos trabajos, que se sujete al personal a un adiestramiento adecuado.

El supervisor debe hacerse presente en cuanta ocasión se violen las disposiciones de seguridad y en aquellos trabajos que por su naturaleza se consideren peligrosos.

EL EXITO DE CUALQUIER PROGRAMA DE SEGURIDAD DEPENDE DE LA EFICIENCIA DE LA SUPERVISION EN LA OBRA

Como en los casos anteriores al localizar una causa de accidente, deberá aplicarse de inmediato la acción correctiva necesaria.

En la industria de la construcción es necesario adiestrar al personal encargado del manejo de materiales *

- a).- Acarreo de varillas y objetos largos.
- b).- Levantar pesos excesivos.
- c).- Bajar materiales pesados y/o voluminosos.
- d).- En almacén de combustible.
- e).- En almacenes y patios.

* Anexo 4 : Recomendaciones para el manejo seguro de materiales.

ANALISIS DE SEGURIDAD DEL TRABAJO

En la aplicación de este medio para lograr seguridad, nos proponemos que el supervisor cuente con los conocimientos necesarios para mejorar los métodos de trabajo a través de un mayor conocimiento de las operaciones que se realizan.

Los objetivos específicos que lograremos al hacerlo son :

- 1.- Descubrir condiciones inseguras.
- 2.- Descubrir actos peligrosos.
- 3.- Determinar las cualidades requeridas del personal para la ejecución segura del trabajo.

- 7
- 4.- Determinar que equipo y herramienta son necesarios para la seguridad del trabajo.
 - 5.- Establecer normas que deben seguirse para realizar las operaciones con seguridad.
 - 6.- Determinar las instrucciones y adiestramiento necesarios para el personal.

El método consta de 4 pasos :

I. - Dividir la operación en detalles.

Para conocerla mejor - Determinar lo que se hace.

Determinar el orden en que se hace.

- a).- Enterar a los trabajadores de lo que está haciendo.
- b).- Observar varias veces la operación que analizamos.
- c).- Anotar los detalles de la operación (peso, longitud, condiciones)

II. - Localizar los riesgos:

- a).- Obtener la colaboración de los trabajadores y personas afectadas.
- b).- Determinar en cada detalle el riesgo que esté presente.
- c).- Consultar la experiencia de accidentes anteriores.

III. - Determinar el método seguro :

- a).- Tratar de eliminar el riesgo; proteger la máquina o equipo, usar equipo de protección personal.
(en el orden que se indica).
- b).- Escribir el método seguro.

IV. - Aplicar el Método seguro :

- a).- Obtener la aprobación del jefe, subordinados y personas relacionadas.
- b).- Adiestrar a su personal en el método seguro.
- c).- Comprobar resultados.

La seguridad Industrial aplicada en la construcción, por ser una técnica de carácter preventivo, no es una actividad de la que se pueda hacer un juicio a "ojo" de los resultados obtenidos, porque siempre encontraremos que deben aplicarse ciertas medidas de seguridad que salen de la sagacidad de observación del supervisor, ó del control del mismo sobre la totalidad del conjunto de trabajadores que realizan su labor dentro de un medio rápidamente cambiante de condiciones originadas por el avance de la obra.

Para reducir los inconvenientes anteriores se debe contar :

- 1).- Con el convencimiento en seguridad de todos los elementos que

controlan o dirigen el trabajo del personal. - jefe de obra, ayudantes, sobrestantes, cabos, etc.

- 2).- Con la confianza de los anteriores hacia el supervisor en Seguridad, para que tenga conocimiento de los avances programados en obra y procedimientos de trabajo que se usarán en determinadas operaciones.
- 3).- Con el mayor y mejor adiestramiento al personal de primera línea (peones).

El juicio que se haga de las actividades de Seguridad, deberá ser a través de los llamados Indices de Seguridad, los cuales nos indican: 1o. la frecuencia con que ocurren los accidentes con incapacidad y 2o. la gravedad que los mismos revisten.

Es el Supervisor en Seguridad encargado de cada frente de trabajo, la persona indicada de enviar a la Dirección, los datos necesarios para el cálculo de Indices de Seguridad. Se deberá hacer puntualmente el "Reporte Semanal" * (5) de los mismos, cumpliendo con las indicaciones del instructivo elaborado para tal fin * (6).

* (5) Anexo. - Reporte semanal para el cálculo de Índice de Seguridad.

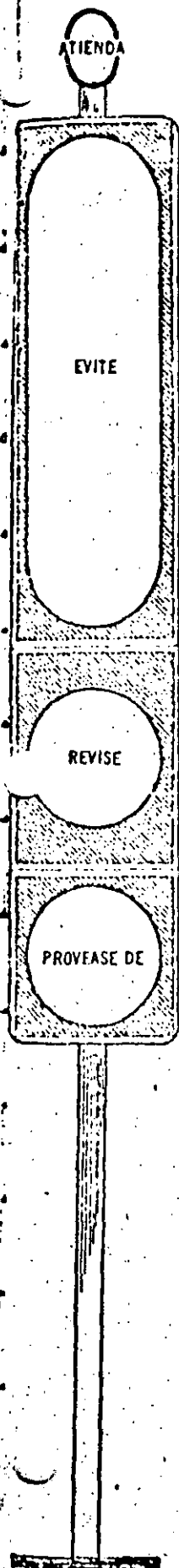
* (6) Anexo. - Instructivo para el llenado del Reporte Semanal para el cálculo de Indices de Seguridad.

ANEXOS : CURSO BASICO DE SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCION**La seguridad industrial en la construcción :**

- Anexo 1)** Normas de seguridad obligatorias para operadores de maquinaria pesada.
- Anexo 2)** Reporte de Accidente.
- Anexo 3)** Instructivo para el llenado del "Reporte de Accidente".
- Anexo 4)** Recomendaciones para el manejo seguro de materiales.
- Anexo 5)** Reporte semanal para el cálculo de Indices.
- Anexo 6)** Instructivo para el llenado del "Reporte Semanal para el Cálculo de Indices".
- Anexo 7)** Revisión de Seguridad.

NORMAS DE SEGURIDAD OBLIGATORIAS PARA LOS OPERADORES DE MAQUINARIA PESADA.

1.—Las señales del ayudante y banderero. 10



- 1.—Que suban o viajen en la máquina, personas ajenas al operador.
- 2.—Acercar las manos a cables en movimiento.
- 3.—Que el ayudante limpie la máquina, cuando está en operación.
- 4.—Usar la máquina para trabajos fuera de los especificados.
- 5.—Pelearse con las palancas de mando.
- 6.—Suspender carga sobre trabajadores.
- 7.—Operaciones bruscas (sacudidas, giros violentos, choque de la almeja, etc.)
- 8.—Acercarse a cables eléctricos a menos de 1.50 mts. (en caso de contacto librarse del mismo y de ser necesario, bajar saltando de la máquina).
- 9.—Poner en operación la máquina en sitios peligrosos (tierra suelta, pisos grasosos, etc.)
- 10.—Cargar combustible con la máquina funcionando.
- 11.—Bajarse de la máquina en movimiento sin asegurar los mandos.

- 1.—El estado de cables, amarres y ganchos.
- 2.—Que haya espacio suficiente para la operación.
- 3.—En torno y debajo de la máquina, antes de ponerla en operación.
- 4.—Que los protectores de las partes móviles estén bien instalados.
- 5.—La carga en todo momento.

- 1.—Casco de Seguridad.
- 2.—Extintidor en la máquina.
- 3.—Buena iluminación para operaciones nocturnas.
- 4.—Prendas de vestir apropiadas.

¿Conoce las especificaciones en cuanto a limitaciones de operación de esta máquina?

¿Demuestra su capacidad técnica operando la máquina de acuerdo a las indicaciones del fabricante en cuanto a capacidad y ciclos de operación?

¿Demuestra su responsabilidad?

- a) Planeando sus operaciones y traslados.
- b) Cuidando las recomendaciones del fabricante en cuanto a operación.
- c) Cumpliendo las medidas de seguridad.



Reporte de Accidente

En Obra _____

Nombre del lesionado _____ Edad _____ Ocupación _____
 S _____ SUFRIO UN ACCIDENTE EL _____ A LAS _____ Hs.

Salario Diario _____ Fecha _____
 LESIONANDOSE _____ RESULTANDO UNA INCAPACIDAD (Marque con una x)

| | |
|--------------------|--------------------------|
| MOMENTANEA | <input type="checkbox"/> |
| PARCIAL TEMPORAL | <input type="checkbox"/> |
| PARCIAL PERMANENTE | <input type="checkbox"/> |
| TOTAL | <input type="checkbox"/> |

Parte del Cuerpo _____
 EL LESIONADO ES PERSONAL (Marque con una x)

| | |
|--------------------|--------------------------|
| DE LA COMPAÑIA | <input type="checkbox"/> |
| DE SUB-CONTRATISTA | <input type="checkbox"/> |
| O GUESTAJISTA | <input type="checkbox"/> |

¿Qué operación o trabajo realizaba antes de lesionarse? _____

¿Con qué máquinas, herramientas? _____

¿O mientras estás en contacto antes de lesionarse? _____

¿CUANTAS PERSONAS INTERVINIERON EN LA _____

OPERACION QUE SE REALIZABA? _____ ¿LES AFECTO EL ACCIDENTE?

| | |
|----|--------------------------|
| SI | <input type="checkbox"/> |
| NO | <input type="checkbox"/> |

 (Marque con una x)

¿COMO? _____

¿Cómo se presentó el accidente _____

desde antes de lesionarse, ... hasta habérselo proporcionado los _____

auxilios necesarios? _____

¿Con qué se lesionó? _____ ¿Qué daño sufrió la Maquinaria, _____

Equipo, Material o Instalaciones? _____ A QUE ALTURA O

NIVEL SE TRABAJABA? _____ ¿SUFRIO CAIDA?

| | |
|----|--------------------------|
| SI | <input type="checkbox"/> |
| NO | <input type="checkbox"/> |

 (Marque con una x)

DE _____ Metros ¿USABA EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL?

| | |
|----|--------------------------|
| SI | <input type="checkbox"/> |
| NO | <input type="checkbox"/> |

 (Marque con una x)

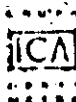
¿CUAL? _____

COMENTARIOS QUE CONSIDERE ACLARATORIOS DEL ACCIDENTE: _____

REPORTO EL ACCIDENTE A LA DIRECCION DE SEGURIDAD METRO

Nombre _____

Firma _____



INSTRUCTIVO PARA EL LLENADO DEL REPORTE DE ACCIDENTE

Deberá hacerse reporte escrito de todos los accidentes que:

- 1).- Ocasionan lesión.
- 2).- Los que "por poco" la provocan.
- 3).- Los que causen daños considerables al capital o al tiempo.

La finalidad del reporte es conservar la experiencia que nos proporciona cada accidente, al determinar las causas que lo originaron y tener conocimiento de las circunstancias que lo hicieron propicio.

La forma impresa para el Reporte de Accidente, tiene el objeto de dar al Supervisor en Seguridad en el vaciado de datos, más no es una forma perfecta que se adapte a todo tipo de accidentes, de los que se deberán reportar por escrito.

Por lo anterior es necesario revisar que en cada reporte, sean contestadas las siguientes preguntas :

- 1).- ¿ A quién ?
- 2).- ¿ Cuándo ?
- 3).- ¿ Dónde ?
- 4).- ¿ Qué ?
- 5).- ¿ Cómo ?
- 6).- ¿ Con qué ?

Con las que cualquier persona que lea el reporte deberá darse una idea precisa de las circunstancias en las que sucedió o por poco sucede el accidente.

Habiendo logrado describir el accidente, nuestro siguiente paso es determinar las causas que lo originaron, contestando la pregunta ¿ Por qué sucedió ?, cuya respuesta deberá anotarse en el margen derecho y en sentido longitudinal de la hoja, recordando que pueden ser varias causas inseguras o condiciones peligrosas a la vez, las causas que lo originaron.

En el reverso de la hoja deberán anotarse las medidas de seguridad necesarias para evitar que ocurran accidentes similares.

El criterio con el que se determinarán las acciones correctivas necesarias es el siguiente :

- 10.- Tratar de eliminar el riesgo o causa.

- 2º.- Determinar si es necesario modificar el procedimiento de trabajo ó sujetar al personal encargado de realizarlo, a un adiestramiento determinado.
- 3º.- Proteger al personal con equipo conveniente. (Sólo en los casos en que no se logre eliminar el riesgo, al tratar de aplicar el primero y segundo paso).

Nota : Si la forma de Reporte de Accidente no se ajusta a sus necesidades, se deberá ocupar el reverso y agregar hojas para su propósito. No olvidar que nos interesa conocer las circunstancias que lo originaron, para determinar las causas y aplicar la acción correctiva necesaria.

El Supervisor en Seguridad en cada frente de trabajo, tiene la obligación de reportar por escrito diariamente los accidentes que ocurran en su área, no importando en que turno sucedieron, para tal efecto durante su permanencia en la obra, deberá avisar a todo el personal que se requiera, que le comunique de inmediato cualquier accidente que ocurra, acudir al lugar del accidente contribuyendo a que al personal lesionado (si lo hay), se le presten los auxilios necesarios y posteriormente hacer el "Reporte" con las características anteriormente solicitadas.

Deberá puntualizar con el personal que observó el accidente o está relacionado con el mismo, que su finalidad no es determinar culpabilidad en ningún trabajador, sino determinar las causas para evitar que ocurra a presentarse un accidente similar.

Cuando el accidente ocurra fuera del turno de trabajo del Supervisor, éste deberá acudir al lugar del accidente y preguntar a los testigos el desarrollo del mismo, siguiendo el procedimiento descrito.

Para enterarse de accidentes con lesión que pudieron haber ocurrido fuera de su turno de trabajo, deberá solicitar diariamente al encargado de extender los "Avisos de Trabajo" durante ese turno, el nombre del lesionado y lugar donde ocurrió, para trasladarse a hacer el reporte con algún testigo.

El Supervisor en Seguridad deberá entablar buenas relaciones de compañerismo, con el objeto de que el personal que se quede en los otros turnos de trabajo le informe diariamente los sucesos de su interés.

RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO SEGURO DE MATERIALES.

- 1.- Deben levantarse pesos, aprovechando los músculos de las piernas manteniendo recta la espalda y las rodillas dobladas. Si el peso es excesivo, pida ayuda, no trate de levantarlo usted solo.
- 2.- Cuando dos o más personas transportan objetos muy pesados o largos, es importante que los esfuerzos y movimientos se hagan al unísono. Debe haber alguien que dirija las maniobras y dé las voces de ejecución. Siempre que sea posible, deben usarse herramientas especiales.
- 3.- Al manejar materiales largos como tubería, piezas de madera y escaleras, el extremo del frente debe estar más alto que el de atrás. El objeto es que el extremo del frente libre a una persona al dar vuelta en una esquina.
- 4.- Un objeto muy pesado no debe levantarse manualmente, si se cuenta con ganchos, grúas u otros medios mecánicos.
- 5.- Al subir o bajar por un plano inclinado, rodando tanques u otros objetos redondos, pesados, sus movimientos deben controlarse por medio de cables o aparejos, evitándose que haya personas en el trayecto de bajada.
- 6.- Si un material que está siendo utilizado o está saliendo en una máquina u otro equipo, tiene que apilarse; debe procurarse que su estibamiento sea correcto.
- 7.- Deben mantenerse en buenas condiciones de operación, herramientas tales como palas, trinchas, barretas, carretillas, carros de mano, ganchos, etc.
- 8.- Al manejar madera, metal en diversas formas, cajas y otros artículos suficientemente pesados para lesionar los pies, deben usarse protectores para éstos. - zapatos de seguridad, punteras metálicas para resguardarlos, así como guantes, manoplas de cuero y equipo semejante.
- 9.- Debe procurarse el buen estado de los pisos para evitar saltos en los carros que lleven material.
- 10.- Los pasillos deben estar despejados y lo suficientemente amplios.

11.- Al estibar materiales debe asegurarse y, cuando su forma lo permita queden "cuatraperados" para dar mayor solidez a la estiba. Al desestibar debe preverse la posibilidad de que el material se corra o se derrumbe.

15

12.- Al emplear carretillas, debe procurarse poner la carga más bien hacia la parte del frente, para que se facilite levantarla y empujar la carretilla. Debe evitarse sobrecargarlas.

13.- Al izar una carga con la ayuda de eslingas, éstas deben ser usadas y colocadas correctamente. La carga debe asegurarse para que no se corra o se vuelque.



REPORTE SEMANAL PARA EL CALCULO DE INDICES DE SEGURIDAD

Semana No. _____ del _____ de _____ al _____ de _____ de _____

PERSONAL POR ADMINISTRACION

PERSONAL SUB-CONTRATISTA

Horas-hombre laboradas =

Horas-hombre laboradas =

RELACION DE ACCIDENTES OCURRIDOS EN LA SEMANA

Se anexan Reportes de cada uno.*

| Nombre del lesionado | Dias de incapacidad | Nombre del lesionado | Dias de incapacidad |
|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

RELACION DE INCAPACIDADES RECIBIDAS EN LA SEMANA

| Nombre del lesionado | Dias de incapacidad | Nombre del lesionado | Dias de incapacidad |
|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Informe de las incapacidades parciales, permanentes o totales

Reporto a la Dirección de Seguridad: Nombre _____

Firma _____



INSTRUCTIVO PARA EL LLENADO DEL REPORTE SEMANAL PARA EL CALCULO DE INDICES DE SEGURIDAD

La efectividad de las actividades de seguridad se mide a través de los llamados Indices de Frecuencia y Gravedad.

I.F. - $\frac{\text{No. de accidentes con incapacidad} \times 10^6}{\text{horas - hombre laboradas.}}$

I.G. - $\frac{\text{No. de días perdidos por incapacidad} \times 10^6}{\text{horas - hombre laboradas.}}$

Accidente con incapacidad, es aquel que a consecuencia de la lesión sufrida, impide al trabajador laborar al día siguiente del accidente.

Por medio de los índices calculados en función de los accidentes que provocaron lesiones con incapacidad al personal, tendremos una relación que nos permitirá juzgar cuantitativamente el control logrado para la prevención de accidentes con lesión.

Es conveniente recordar, que los accidentes son acontecimientos imprevistos que siempre afectan a los elementos de la producción, y que los accidentes que afectan al trabajador son solo una pequeña parte de todos los que afectan a la producción (Capital, Trabajo y Tiempo).

O sea :

Los índices de Seguridad nos muestran como afectan los accidentes al elemento de trabajo que es el hombre; y nos muestran una parte pequeña de como afecta a la producción (CAPITAL, TRABAJO, TIEMPO).

La seguridad se controla a través de los índices anteriores, porque existe imposibilidad física y técnica del conocimiento y cuantificación de daños de la totalidad de accidentes (acontecimientos imprevistos), que ocurren en un centro de trabajo.

Otra limitación en el cálculo de los índices anteriores, es la cuantificación de la gravedad (días perdidos por incapacidad) en los casos de incapacidades permanentes parciales o totales, que son consecuencia del accidente que sufre el trabajador, las cuales se valúan de acuerdo a las indicaciones de la Ley Federal del Trabajo referente a valuación de incapacidades permanentes por accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

El Supervisor en Seguridad deberá anotar en el Reporte Semanal para el Cálculo de Índices de Seguridad, en que consistieron las incapacidades permanentes ocasionadas por la lesión.

El procedimiento de llenado del Reporte mencionado es como sigue :

- a) Parte superior derecha : iniciales de la empresa, número de obra y en el siguiente renglón el nombre con que se conoce el frente de trabajo.
- b) Después del encabezado del reporte indicar el número de la semana, de la que se envían los datos y los días y mes que comprenden esa misma semana.
- c) En el siguiente renglón hay una división para el vaciado de datos ; en parte izquierda para el personal administrativo de la empresa y la parte derecha para la totalidad del personal sub-contratista y destajista (en este último caso, los datos de cada sub-contratista deberán anotarse al reverso de la hoja, para que aparezca en el frente solo el total de la suma).

Anotar las horas-hombre laboradas por administración en la izquierda y la suma de las horas-hombre laboradas por la totalidad de los sub-contratistas a la derecha.

- d) En los cuadros "Relación de Accidentes ocurridos en la semana" deberán anotarse el nombre del lesionado o lesionados en esa semana que se reporta y el Número de días de incapacidad que le otorga el Seguro Social a través de los certificados de incapacidad. Si el certificado no ha sido presentado en la obra cuando se llene este reporte, deberá aparecer con raya horizontal el espacio destinado a días de incapacidad.

Es importante darse cuenta que la división de personal por administración a la izquierda y personal sub-contratista a la derecha, se conservará hasta terminar el reporte y que todos los nombres de lesionados que aparezcan en estos cuadros, sean de accidentes ocurridos en la semana que se reporta y que se anexas a esta hoja todos los "Reportes de Accidentes". (Anexo 2).

- e) En los cuadros de "Relación de Incapacidades recibidas en la semana" deberán anotarse el nombre del lesionado al que se le extiende el certificado de incapacidad y los días de incapacidad que consigna el mismo (en estos cuadros, no importa en que semana ocurrió el accidente de trabajo, sino la totalidad de las incapacidades recibidas en la semana que se reporta).

NOTA : Al presentarse el caso de un lesionado de la semana que se reporta y que no ha entregado el certificado de incapacidad que-

extiende el Seguro Social, aparecerá su nombre en el cuadro superior y con raya horizontal los "días de incapacidad", a la semana siguiente, el nombre de este lesionado deberá aparecer en el cuadro inferior y con los días de incapacidad que indica el certificado que debe haber entregado o enviado a la obra.

19 Cuantas veces más le entreguen certificado de incapacidad, deberá aparecer su nombre en el cuadro inferior con los días de incapacidad otorgados y en el Reporte de la semana en que se reciba el certificado.

f) Nombre y Firma del Supervisor en Seguridad.

II.- "REVISION DE SEGURIDAD

21

22

EL SUPERVISOR EN SEGURIDAD, es un elemento que depende del Director de Seguridad y que al asignársele a un frente de trabajo actúa como auxiliar del jefe de obra y demás contratistas en los aspectos de prevención de accidentes de trabajo.

El personal de cada una de las empresas del Grupo ICA debe considerar al Supervisor en Seguridad como de la propia compañía y aceptar sus indicaciones.

EL TALLER DE SEGURIDAD, se creó con la finalidad de auxiliar a las empresas constructoras en cuanto a la fabricación de protecciones para el público y trabajadores tales como barreras, mamparas, fantasmas - luminosos, avisos, etc.

Es del Grupo ICA y para servicio del mismo.

- A) MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA PROTECCION DEL PUBLICO 23
- B) MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA PROTECCION DE TRABAJADORES
- C) MEDIDAS DE SEGURIDAD GENERALES
- D) MEDIOS DE CONTROL DE LA SEGURIDAD.

24

MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA PROTECCION DEL PUBLICO

- 1).- Confinar áreas de trabajo.
- 2).- Pasos seguros para peatones.
- 3).- Limpieza en zonas afectadas.
- 4).- Iluminación en zonas de circulación pública.
- 5).- Señalización en zonas de peligro.
- 6).- Vigilancia en zonas de cruce.
- 7).- Protección de huecos, registros, fosos, etc.

IMPEDIR EL ACCESO DEL PUBLICO AL INTERIOR DE LAS AREAS DE TRABAJO, CONTRIBUYE A MEJORAR EL AVANCE DE LA OBRA

MANTENER CERRADAS LAS AREAS DE TRABAJO PARA IMPEDIR LA ENTRADA DE PERSONAS AJENAS A LA OBRA, es obligación del Supervisor en Seguridad, para lo que dispone de los siguientes medios:

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA .

- 1.- Autorizar al Supervisor en Seguridad a solicitar los artículos necesarios al taller de Seguridad.
- 2.- Comunicar al Supervisor oportunamente el avance próximo de la obra o las modificaciones en el área de trabajo, para que ordene las instalaciones necesarias.
- 3.- Ordenar al cuerpo de vigilantes que cuiden las instalaciones y cooperen impidiendo el paso de personas ajenas.
- 4.- Indicar al Supervisor, la persona que se hará cargo del mantenimiento necesario de las instalaciones de Seguridad.
- 5.- Proporcionar vigilante en zonas donde por necesidad de obra no pueda confinarse el área de trabajo.

B) CUADRILLA DE LIMPIEZA.

- 1.- Instalar las mamparas, barreras, avisos, etc., que se requieran para confinar el área de trabajo.

NOTA : Cuando se instale barda Pintro, el jefe de obra debe proporcionar elementos suficientes, para no descuidar las demás actividades que realiza la cuadrilla.

- 2.- Ejecutar los cambios necesarios de las instalaciones anteriores cuando por necesidades de la obra se requiera.
- 3.- Realizar labores de mantenimiento menor que se requieran.
- 4.- Asegurar al piso las barreras para impedir que caigan por empuje del viento.

C) TALLER DE SEGURIDAD 26

- 1.- Entregar el material necesario para confinar el área de trabajo.
- 2).- PASOS SEGUROS PARA PEATONES.

27

EL MANTENER PASOS SEGUROS DE PEATONES, CONTRIBUYE A MEJORAR EL PRESTIGIO DE LA EMPRESA.

ASEGURAR QUE LAS AREAS DE CIRCULACION DE PEATONES ESTEN LIBRES DE RIESGOS, es obligación del Supervisor en Seguridad, para lo que cuenta con los siguientes medios :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Autorizar al Supervisor a solicitar los artículos necesarios al Taller de Seguridad.
- 2.- Comunicar oportunamente al Supervisor los cambios y avances próximos en la obra que afecten o requieran pasos para peatones.
- 3.- Ordenar al personal de obra que no mueva u ocupe los materiales e instalaciones destinadas a limitar los pasos de peatones.
- 4.- Informar al personal que no deben invadir las áreas destinadas al público, con maquinaria, materiales o escombros.
- 5.- Disponer que la vigilancia coopere en el cuidado de las instalaciones para peatones.
- 6.- Solicitar a S. T. C. , que los contratistas ajenos a la empresa cumplan con proporcionar pasos seguros a los peatones. En caso contrario, el jefe de obra nos proporcione los elementos necesarios para cumplir.
- 7.- Proporcionar materiales y herramientas necesarios.

B) TALLER DE SEGURIDAD.

- 1.- Proporcionar en la obra los artículos necesarios : barreras, mamparas, avisos, etc.

C) CUADRILLA DE LIMPIEZA .

- 1.- Acomodar e instalar los elementos necesarios para los pasos

de peatones.

28

- 2.- Realizar mantenimiento menor cuando se requiera.
- 3.- Retirar escombros o materiales que invaden la zona de circulación de peatones.

D) DIRECCION DE SEGURIDAD.

Elaborar instructivo para uniformar las instalaciones.

3).- LIMPIEZA EN ZONAS AFECTADAS.

29

LA LIMPIEZA DE LAS AREAS DE CIRCULACION PUBLICA AFECTADAS POR LA EJECUCION DE LAS OBRAS, CONTRIBUYEN A MEJORAR EL PRESTIGIO DE LA EMPRESA.

MANTENER LIMPIAS LAS ZONAS DE CIRCULACION PUBLICA AFECTADAS POR LA OBRA, es obligación del Supervisor en Seguridad, para lo que cuenta con los siguientes medios :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA .

- 1.- Proporcionar al Supervisor en Seguridad, los medios necesarios para extraer el escombros, basura, o materiales que invadan las zonas de circulación pública afectadas por la obra.
- 2.- Autorizar al Supervisor a pedir los elementos que requiera.
- 3.- Ordenar a los camiones que sellen sus cajas dentro de la obra para no regar materiales en la vía pública.
- 4.- Colaboración de los vigilantes a no permitir se rieguen materiales en la vía pública.
- 5.- Prohibir bombear bentonita y aguas negras a la vía pública.
- 6.- Proporcionar equipo y herramientas necesarias a la cuadrilla de limpieza.
- 7.- Convencer a contratistas ajenos a la empresa de no tirar o dejar escombros en la vía pública. En caso en que no cumplan, la cuadrilla de limpieza lo levantará.
- 8.- Atender las indicaciones del Supervisor, relacionadas con destapar drenajes.

B) TALLER DE SEGURIDAD.

- 1.- Proporcionar los elementos necesarios como tambos de recolección de basura, carros para la concentración, etc.

C) CUADRILLA DE LIMPIEZA

- 1.- Recolección de basura y su concentración.
- 2.- Mantener limpias las zonas afectadas.

30

4).- ILUMINACION EN ZONAS DE CIRCULACION PUBLICA.

3i

LA ILUMINACION EN ZONAS DE CIRCULACION PUBLICA AFECTADAS POR LA EJECUCION DE LA OBRA, CONTRIBUYE A MEJORAR LAS RELACIONES CON EL PUBLICO.

PROPORCIONAR ILUMINACION SUFICIENTE EN TODAS LAS AREAS DE CIRCULACION DE PEATONES Y VEHICULOS, DONDE EL ALUMBRADO PUBLICO SE VIO AFECTADO POR NECESIDADES DE LA OBRA, es obligación del Supervisor en Seguridad, para lo que cuenta con los siguientes medios:

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA:

- 1.- Informar al electricista que deberá acatar las órdenes del Supervisor en Seguridad en cuanto a instalar la iluminación necesaria en áreas de circulación pública afectadas por la obra.
- 2.- Informar al almacenista que deberá proporcionarle al Supervisor en Seguridad, el material necesario para la instalación y mantenimiento.
- 3.- Informar al Supervisor las necesidades próximas de iluminación en zonas afectadas.
- 4.- Indicar al electricista que deberá efectuar las actividades necesarias de mantenimiento de la instalación eléctrica.

B) CUADRILLA DE LIMPIEZA.

- 1.- Reponer y cambiar diariamente las unidades en mal estado. (Mantenimiento Menor).
- 2.- Evitar deslumbramiento a vehículos.

C) DIRECCION DE SEGURIDAD.

Proporcionar indicaciones generales de iluminación en zonas de circulación pública afectadas por la obra.

LA SEÑALIZACION EN ZONAS DE PELIGRO DE LAS AREAS AFECTADAS POR LA OBRA, DEMUESTRA LA ATENCION DE QUIENES LA REALIZAN HACIA EL PUBLICO.

INSTALAR LA SEÑALIZACION ADECUADA EN TODAS LAS AREAS PELIGROSAS DONDE EL PUBLICO SEA AFECTADO POR LA OBRA, es obligación del Supervisor en Seguridad, para lo que cuenta con los siguientes medios:

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Disponer que el cuerpo de vigilancia en la obra, colabore al cuidado de las instalaciones para señalar zonas de peligro.
- 2.- Autorizar al Supervisor a solicitar los artículos necesarios al Taller de Seguridad, tales como avisos, fantasmas, barreras.
- 3.- Avisar al Supervisor en Seguridad, con oportuna anticipación, los cambios de circulación de vehículos y modificaciones en los pasos de peatones, originados por el avance de la obra.
- 4.- Ordenar al almacenista que proporcione al Supervisor los materiales herramientas y equipo necesario para la instalación y mantenimiento de la señalización en zonas de peligro.
- 5.- Ordenar al electricista que atienda oportunamente las indicaciones del Supervisor en Seguridad referentes a hacer las instalaciones y mantenimiento necesarios para la señalización en zonas de peligro.

B) TALLER DE SEGURIDAD.

- 1.- Proporcionar el equipo de barreras, avisos, fantasmas, que la obra solicite.

C) CUADRILLA DE LIMPIEZA.

- 1.- Ejecutar trabajos de mantenimiento menor necesarios.

2.- Instalar o retirar el equipo de señalización, para que cumplan su cometido.

33

D) DIRECCION DE SEGURIDAD.

1.- Proporcionar normas generales de señalización en zonas de peligro.

NOTA: Cuando contratistas ajenos a la empresa, realicen trabajos en zonas que consideramos de influencia por las obras del Metro, el Jefe de obra y Supervisor en Seguridad deberán convencerlos a que cumplan la disposición de señalización adecuada en zonas de peligro. En caso de no lograrlo, el Supervisor en Seguridad deberá cumplir con los medios con que dispone.

LA VIGILANCIA EN ZONAS DE CRUCE DE TRABAJADORES Y VEHICULOS DE LA EMPRESA CON LA VIA PUBLICA, CONTRIBUYE A DISMINUIR LOS ACCIDENTES.

TODO CRUCERO DONDE VEHICULOS O TRABAJADORES DE LA EMPRESA AFECTEN LA CIRCULACION PUBLICA, DEBERA CONTAR CON UN VIGILANTE A LAS ORDENES DEL SUPERVISOR EN SEGURIDAD.

COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Proporcionar al Supervisor en Seguridad los vigilantes que se requieran para los cruceros.
- 2.- Autorizar al Supervisor a pedir al Taller de Seguridad los elementos necesarios para el vigilante tales como uniforme, silbato, banderolas, libretas y lámpara para la vigilancia nocturna.

VIGILANCIA.

- 1.- Canalizar la circulación de vehículos y personas, en forma segura.
- 2.- Efectuar la limpieza necesaria en el tramo que le asigne el Supervisor en Seguridad.
- 3.- Anotar en su libreta las placas de los vehículos que no cumplan con las indicaciones que se les hagan.
- 4.- Revisar que la señalización en zonas de peligro se encuentre en buen funcionamiento.

DIRECCION DE SEGURIDAD.

Elaborar un reglamento de traslado de máquina y para los vigilantes de cruce.

EL PERMITIR QUE QUEDEN DESCUBIERTOS EN VIA PUBLICA, REGISTROS, CEPAS, BROCALES, ETC., ES SEÑAL DE IRRESPONSABILIDAD POR QUIENES REALIZAN LA OBRA.

ES MOTIVO DE MUY ESPECIAL ATENCION POR PARTE DEL SUPERVISOR EN SEGURIDAD, EL IMPEDIR QUE QUEEDEN EN VIA PUBLICA SIN PROTECCION DEBIDA, LOS REGISTROS, CEPAS, BROCALES, ETC., para lo que cuentan con los siguientes medios:

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA:

- 1.- Ordenar al soldador y carpintero que atiendan con prioridad las indicaciones del Supervisor en Seguridad, referentes a la fabricación de tapas o protecciones especiales para cubrir fosos, brocales, registros, cepas, etc., que se localicen en la vía pública.
- 2.- Prohibir terminantemente a todo el personal el utilizar las instalaciones anteriores de seguridad para otros fines.
- 3.- Ordenar que cuando por necesidades del trabajo se requiera retirar las tapas o cubiertas anteriores, deberá rodearse con barreras y luz la zona peligrosa. Reinstalar las tapas al finalizar el trabajo.
- 4.- Disponer que la vigilancia coopere en el cuidado de las instalaciones anteriores de seguridad.
- 5.- Comunicar al Supervisor en Seguridad, el avance de obra que requiera protección en vía pública de cepas, registros, brocales, etc. para que oportunamente queden cubiertas.

IMPORTANTE. -

LA PROTECCION DE REGISTROS, CEPAS, ETC., en vía pública, deberá hacerse con los medios anteriores aún cuando sean por trabajos de contratistas ajenos a la empresa.

B) CUADRILLA DE LIMPIEZA.

- 1.- Realizar trabajos de mantenimiento menor que se requieran en las instalaciones anteriores.

B) MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA PROTECCION DE TRABAJADORES.

- 1).- Limpieza en áreas de trabajo.
- 2).- Iluminación en áreas de trabajo.
- 3).- Equipo de protección personal.
- 4).- Accesos seguros a áreas de trabajo.
- 5).- Seguridad en equipo e instalaciones de trabajo.
- 6).- Supervisión a operadores de maquinaria.
- 7).- Protección por contaminación atmosférica.
- 8).- Supervisión en el manejo de sustancias tóxicas.
- 9).- Protección de huecos, registros, brocales, cepas, etc.
- 10).- Impedir trabajos peligrosos sin protección.
- 11).- Asegurar troqueles, e impedir montarse en ellos.
- 12).- Prevención de incendios y explosiones.

EL ORDEN Y LA LIMPIEZA EN AREAS DE TRABAJO, CONTRIBUYEN A MEJORAR EL AVANCE DE LA OBRA.

MANTENER LIBRES DE ESCOMBRO LAS AREAS DE TRABAJO Y CIRCULACION DE TRABAJADORES, es obligación del Supervisor en Seguridad, para lo que dispone de los siguientes medios :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Informar al personal por administración y sub-contratistas que deberán realizar limpieza durante y al finalizar un trabajo.
- 2.- Autorizar al Supervisor en Seguridad a hacer las indicaciones necesarias para el oportuno cumplimiento de la disposición tratada.
- 3.- Indicar que personal deberá retirar el escombros amontonado.

B) CUADRILLA DE LIMPIEZA.

- 1.- Efectuar limpieza en áreas de trabajo en que se requiera.

NOTA :

Desde el punto de vista de seguridad, la limpieza que debe efectuar la cuadrilla, es suficiente amontonando el escombros en áreas donde no presente peligros, debiéndose indicar al jefe de obra que personal deberá retirarlos de la misma.

IMPORTANTE :

La limpieza que se requiera en áreas de trabajo de contratistas ajenos a la empresa, deberá efectuarse cuando esté dentro de los límites de la obra.

2).- ILUMINACION EN AREAS DE TRABAJO

LA ILUMINACION EN AREAS DE TRABAJO, CONTRIBUYE A MEJORAR EL AVANCE DE LA OBRA .

LA ILUMINACION EN ZONAS DE TRABAJO DEBE SER DE INTENSIDAD Y LOCALIZACION ADECUADA, para lo que el Supervisor en Seguridad dispone de los siguientes medios :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Informar al electricista que deberá acatar las órdenes del Supervisor en Seguridad en cuanto a instalar la iluminación necesaria en las áreas de trabajo requeridas.
- 2.- Informar al almacenista que deberá proporcionarle al Supervisor en Seguridad el material necesario para la instalación.
- 3.- Informar al Supervisor las necesidades próximas de iluminación.
- 4.- Indicar al electricista que deberá efectuar las actividades necesarias de mantenimiento de la instalación eléctrica.

B) CUADRILLA DE LIMPIEZA

Reponer o cambiar diariamente las unidades en mal estado.

3).- EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

39

EL USO DEL EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL, CONTRIBUYE A MEJORAR LA SEGURIDAD Y EL AVANCE DE LA OBRA.

EL PERSONAL QUE SE ENCUENTRE EN EL AREA DE TRABAJO, DEBERA USAR CASCO DE SEGURIDAD Y EL EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL QUE POR SU ESPECIFICIDAD REQUIERA, para lo que el Supervisor en Seguridad dispone de los siguientes medios :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Ordenar al jefe de personal de la obra y subcontratistas, que todos los trabajadores tengan y usen el equipo de protección personal.
- 2.- Informar a todo el personal que se autoriza al Supervisor en Seguridad a retirar del interior de la obra a los trabajadores que no usen el equipo de protección requerido.
- 3.- Indicar al almacenista que todo el equipo de protección personal que entreguen, se encuentre en buenas condiciones físicas y de higiene.
(Sería conveniente comisionar un elemento para que ejecute el mantenimiento necesario del equipo de protección).
- 4.- Autorizar al Supervisor en Seguridad, a reportar al personal que no use su equipo de protección personal y al jefe inmediato responsable de no exigirlo.
- 5.- Poner el ejemplo de usar el equipo de protección y exigirlo a todo su personal.
- 6.- Dar instrucciones al personal de vigilancia, que no permita el acceso a la obra si se carece de casco de seguridad.
- 7.- Mantener en almacén suficientes cascos de Seguridad para uso de las visitas.
- 8.- Instalar avisos en los accesos de la obra con leyenda de -
EN ESTA OBRA ES OBLIGATORIO EL USAR CASCO DE -
SEGURIDAD.

- 9.- Solicitar a STC, ordene a su personal que use el casco de seguridad en las obras. En casos particulares, lo proporcione el almacén de obra.

40

IMPORTANTE :

ESTA NORMA OBLIGA A CONTRATISTAS AJENOS A LA EMPRESA.

4).- ACCESOS SEGUROS A AREAS DE TRABAJO.

INSTALAR ACCESOS SEGUROS A LAS AREAS DE TRABAJO, CONTRIBUYE A MEJORAR EL AVANCE DE LA OBRA.

INSTALAR ACCESOS SEGUROS A LAS AREAS DE TRABAJO, DE ACUERDO A LAS NECESIDADES QUE IMPONGA EL MISMO, es obligación del Supervisor en Seguridad, para lo que dispone de los siguientes medios:

COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Autorizar al Supervisor en Seguridad, a ordenar la fabricación e instalación de los accesos que se requieran.
- 2.- Ordenar al personal de obra, cumplan con las órdenes del Supervisor, referentes a los accesos a las áreas de trabajo.
- 3.- Comunicar a los subcontratistas la obligación de construir accesos seguros a sus áreas de trabajo.
- 4.- Indicarle al personal, que queda prohibido el usar para otros fines los materiales de las escaleras y pasillos de acceso a las áreas de trabajo.
- 5.- Autorizar al Supervisor a exigir que la ejecución de todo trabajo, cuente con los accesos seguros necesarios.

CUADRILLA DE LIMPIEZA.

- 1.- Realizar el mantenimiento menor que se requiera.

5).- SEGURIDAD EN EQUIPO E INSTALACIONES DE TRABAJO.

42

LA SEGURIDAD EN EL EQUIPO E INSTALACIONES DE TRABAJO. -
CONTRIBUYEN A MEJORAR EL AVANCE DE LA OBRA.

El Supervisor en Seguridad deberá cerciorarse que el equipo e instalaciones de trabajo se encuentren en buenas condiciones, para lo que cuenta con los siguientes medios :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Ordenar al personal que atienda oportunamente las indicaciones de seguridad para el equipo e instalaciones de trabajo.
- 2.- Ordenar el mantenimiento y revisión periódica del equipo, por personal competente.
- 3.- Autorizar al Supervisor a solicitar las protecciones requeridas.

B) TALLER DE SEGURIDAD.

- 1.- Proporcionar las protecciones solicitadas.

C) DIRECCION DE SEGURIDAD.

- 1.- Proporcionar a los supervisores, información necesaria para la seguridad del equipo e instalaciones de trabajo.

6). -

SUPERVISION A OPERADORES DE MAQUINARIA

43

EL SUPERVISOR DEBERA HACER CUMPLIR LAS NORMAS DE SEGURIDAD OBLIGATORIAS PARA LOS OPERADORES DE MAQUINARIA PESADA. (ANEXO 1) PARA LO QUE CUENTA CON LA :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

1. - Ordenar que todas las máquinas tengan en lugar visible al operador la hoja de normas de seguridad obligatorias, (Inclusive las alquiladas).
2. - Ordenar a los sobrestantes de maquinaria que obliguen a los operadores, el cumplimiento de las normas mencionadas.
3. - Establecer sanciones a que se hagan merecedores, sobrestantes, operadores y ayudantes, por incumplimiento de las normas.
4. - Enterar a jefes de frente y auxiliares en las normas de Seguridad.

- 7).- PROTECCION POR CONTAMINACION ATMOSFERICA.
- 8).- SUPERVISION EN EL MANEJO DE SUSTANCIAS TOXICAS.

44

El Supervisor en Seguridad deberá investigar y observar, si los nuevos productos que se empleen en la obra alteran las propiedades del aire, al punto que sea intolerable por daños o efectos. Solicitar información técnica a este respecto, a quienes lo fabrican y a quienes lo emplean.

La contaminación atmosférica se origina con las identificaciones de elementos que alteran las propiedades del aire, ya sea produciendo olores o efectos visibles en el ambiente o cuando se identifica a través de múltiples observaciones su efecto sobre objetos, plantas o animales, incluyendo al hombre.

La contaminación atmosférica se hace evidente por :

- a).- Disminución de la visibilidad.
- b).- Daño a la vegetación.
- c).- Deterioro de materiales.
- d).- Olores molestos.
- e).- Suciedad visible.
- f).- Sabor ácido o desagradable en la boca.
- g).- Irritación de las membranas.

Puede provocarse principalmente por combustión de desechos, motores de combustión, procesos industriales, transportación, demoliciones, evaporación de solventes y gasolina, sustancias químicas usadas, etc.

En general las combustiones son las responsables principales de la contaminación, por lo que es recomendable que el personal encargado del funcionamiento y mantenimiento de los equipos de combustión, sea altamente capacitado y responsable.

Existen diversos métodos para suprimir o reducir los contaminantes en las fuentes donde son producidos. Si por las condiciones especiales en la obra, no podemos controlar en la fuente la contaminación de la atmósfera, debemos de proporcionar el equipo de protección personal necesario.

La toxicidad de los gases de escape, pueden estimarse de acuerdo con la cantidad de aire requerido para diluir los contaminantes hasta que no tengan ningún efecto sobre la salud.

O sea, el riesgo se reduce considerablemente en este caso en áreas abiertas, por lo que el Supervisor en Seguridad deberá prestar mayor atención a las áreas cerradas con poca circulación de aire.

Otro peligro de los gases del escape de los motores diesel se atribuye al humo negro que es medio de sustancias cancerígenas. *

43

Algunos casos en que se puede presentar la contaminación atmosférica en la obra, si se realiza el trabajo en áreas cerradas con poca circulación de aire.

a).- Por gases de :

- Motores de combustión interna, Bombas.
- Selladores de filtraciones.
- Soldadura eléctrica.
- Quemado de cables o desperdicios.
- Soldado de bandas de las juntas del muro.
- Acido muriático.
- Calentamiento de chapopote.
- Fugas en tanques combustibles, Acetileno, butano.
- Evaporación de líquidos combustibles o solventes.

b).- Por Polvos :

- Corte de materiales pétreos.
- Descarga del balasto o materiales pétreos.
- Bentonita.
- En demoliciones de concreto.

* Higiene y Seguridad. - Enero '69.

9). - PROTEGER REGISTROS, FOSOS, HUECOS, ETC.

**PROTEGER LOS REGISTROS, REJILLAS, CEPAS, PROTECTORES, ETC.
CONTRIBUYE A MEJORAR LA SEGURIDAD DE LA OERA**

El Supervisor en cumplimiento tiene la obligación de proteger la superficie del piso que pueda ocasionar un accidente, para lo que cuenta con las siguientes medidas:

A) COOPERACION DEL JEFE DE OERA

- 1.- Autorizar al Supervisor, a ordenar la fabricación e instalación de tapas o cubiertas necesarias.
- 2.- Indicar al personal encargado de fabricar las cubiertas, que atienda con prioridad las órdenes del Supervisor.
- 3.- Prohibir estrictamente al personal el retirar las cubiertas o tapas de los huecos. De requerirse por necesidades de trabajo, deberán rodear con barreras y cortar eléctrica la zona de peligro y reinstalar la tapa al terminar el trabajo o retirarse del sitio.
- 4.- Indicar al Supervisor los lugares o tamaños de las cubiertas que se requerirán. (Ej: tapa de colado).
- 5.- Cuando se utilice un registro para bombear, deberá hacerse en la tapa la abertura necesaria para el paso de la manguera.
- 6.- Prohibir terminantemente el usar las tapas o cubiertas para otros fines.
- 7.- Indicar a todos los subcontratistas de la empresa o ajenos a la misma, la obligación de cumplir esta disposición.

B) CUADRILLA DE LIMPIEZA.

- 1.- Realizar mantenimiento menor.

10). - IMPLER TRABAJOS PELIGROSOS SIN PROTECCION.

47

EL SUPERVISOR EN SEGURIDAD DEBERA OBSERVAR QUE SE CUMPLAN LAS MEDIDAS PREVENTIVAS NECESARIAS DURANTE LA EJECUCION DE TRABAJOS PELIGROSOS TALES COMO :

- a). - Demolición con pistola neumática sobre muros Milán.
- b). - Los expuestos a caídas de materiales.
- c). - Bajar varillas al piso del cajón.
- d). - Operación de almeja entre troqueles habiendo trabajadores abajo.
- e). - Extracción de tablaestaca.
- f). - Montaje de losas precoladas.
- g). - Colocación de emparrillado y traslado.
- h). - Movimiento de maquinaria pesada.
- i). - Excavación profunda en terrenos falsos.
- j). - Cruces con interferencias de cables eléctricos.

Medios con que cuenta :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Autorizar al Supervisor a impedir trabajos peligrosos en los que no se haya previsto disminuir el riesgo.
- 2.- Informar al personal de la autoridad del Supervisor para impedir la ejecución de trabajos, sin la debida protección.
- 3.- Informar a los subcontratistas que deberán acatar las disposiciones del Supervisor en Seguridad.
- 4.- Informar al Supervisor cuando se vayan a efectuar trabajos peligrosos para que disponga las medidas de seguridad convenientes.
- 5.- Autorizar al Supervisor a ordenar la construcción e instalación de protecciones que se requieran. Por ejemplo - tapiales, ademes, etc.

B). - CUADRILLA DE LIMPIEZA.

- 1.- Auxiliar a retirar trabajadores o curiosos en áreas de trabajo peligrosas.

II). - IMPEDIR MONTARSE SOBRE LOS TROQUELES.

43

TODO TROQUEL DEBE ASEGURARSE CON CABLE DE ACERO E IMPEDIR QUE EL PERSONAL SE TRANSLADE SOBRE LOS MISMOS O QUE LOS OCUPEN DE APOYO.

El Supervisor en Seguridad, deberá vigilar el cumplimiento de esta disposición, para lo que cuenta con los siguientes medios:

A). COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Autorizar al Supervisor en Seguridad a hacer cumplir la medida preventiva que tratamos.
- 2.- Instalar avisos de Seguridad que recuerden que no se permite caminar ni apoyarse sobre los troqueles.
- 3.- Disponer que cuando sea necesario se utilicen escaleras, tendidos ó andamios, para evitar que usen los troqueles.
- 4.- Ordenar que los estrobos con que aseguran los troqueles, los instale personal competente con material en buen estado y que cumplan los requerimientos de Seguridad en el anclaje.
- 5.- Ordenar se aseguren de inmediato los troqueles.
- 6.- Autorizar al Supervisor en Seguridad, el parar cualquier trabajo en el que el personal se encuentre bajo troqueles sin estrobos y con maquinaria pesada en su cercanía.

B). TALLER DE SEGURIDAD.

- 1.- Proporcionar avisos alusivos.

12.- PREVENCIÓN DE INCENDIOS Y EXPLOSIONES. *

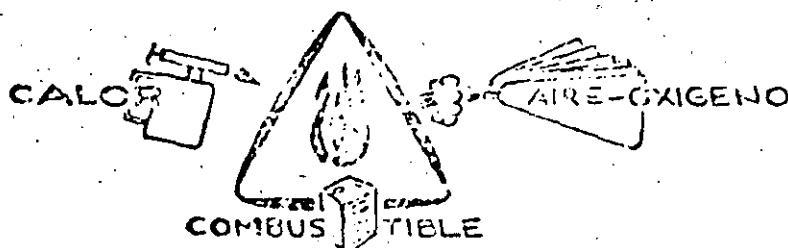
43

Fuego es la oxidación rápida de los materiales combustibles con desprendimiento de luz y calor.

LO QUE PRODUCE EL FUEGO SON :

Los vapores que desprenden los materiales combustibles al mezclarse en ciertas proporciones con el oxígeno del aire y ser calentado a una temperatura determinada.

Para una ilustración gráfica, se forma lo que se conoce como TRIANGULO DE FUEGO.



Todas las medidas de prevención ó combate de fuego, consisten básicamente en evitar la formación o destruir el triángulo de fuego.

REGLAS FUNDAMENTALES PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS.

- 1.- Sustituir materiales combustibles, por menos combustibles (no siempre es posible).
- 2.- Disminuir la proporción de oxígeno (atmósfera inerte). En combate de incendio si es posible eliminar el oxígeno con los agentes extintores.
- 3.- El calor tendremos que controlarlo o de ser posible eliminarlo. En combate de incendios se emplean sustancias que tienen a enfriar los combustibles.

El Supervisor en Seguridad deberá conocer los peligros de incendio derivados de los materiales que se emplean en el trabajo, conocer las prácticas peligrosas de su manejo e instruir al personal sobre las precauciones que deben tomarse para evitar la conjunción de los tres elementos que producen el fuego.

1. - Falta de orden y limpieza.

50

Acumulación de basuras y desperdicios combustibles: trapos con aceite o grasa; grasas, aceites o líquidos inflamables en el piso, estibas excesivas sin espacios de circulación; pastos o vegetales secos en las cercanías de las instalaciones, falta de limpieza en maquinaria, en armaduras de techos etc.

REMEDIO.- Estricta observancia de las reglas del trabajo y medidas de seguridad así como la especial atención que siempre debe darse al orden y a la limpieza.

2. - Cigarrillos y Cerillos.

No son en sí los cigarrillos y los cerillos los causantes directos de los incendios, sino más bien el descuido de los fumadores y el gran número de ellos. Muchos incendios han sido causados por la falta de observancia de las reglas más elementales de precaución tales como cerciorarse de que tanto cigarrillos como cerillos estén bien apagados antes de tirarlos, usar ceniceros y fumar solamente en los sitios en que es permitido hacerlo.

Si tomamos todas las precauciones debidas, observamos y hacemos observar los reglamentos que establecen la prohibición de fumar en determinadas áreas, el peligro se habrá disminuido en mucho.

La colocación de carteles visibles en todos aquellos lugares en donde se crea conveniente establecer la prohibición de fumar, es una medida indispensable.

3. - Líquidos inflamables.

Encontramos muchas veces almacenados líquidos inflamables en lugares inadecuados y en recipientes no propios para este tipo de material.

Existen recipientes apropiados, botes de seguridad, para el depósito de líquidos inflamables.

Debemos tener presente, que aunque sea en forma transitoria nunca se deben tener líquidos inflamables cercanos a fuentes de calor, tampoco almacenarlos o transportarlos en recipientes abiertos; o de vidrio.

En los almacenes para esta clase de materiales, las precauciones que se tomen deben ser mayores; en todas las instalaciones para el-

almacenaje y movimiento de líquido inflamable, las conexiones a "tierra" son indispensables y si se usa equipo eléctrico, debe ser a prueba de explosión.

5i

Deben hacerse revisiones periódicas a válvulas y tuberías para evitar fugas. Es conveniente recordar que son más peligrosos los recipientes semi-vacíos ó vacíos, que los llenos, por lo que todo recipiente se mantendrá siempre bien tapado y lejos de toda fuente de calor. En almacenes cerrados además de las precauciones descritas se prestará especial atención a la ventilación, para reducir al mínimo la posibilidad de formación de mezclas explosivas.

Es frecuente el empleo de barnices y solventes inflamables, los cuales siempre deberán almacenarse en lugares apropiados. Sólo se debe tener en las áreas de operación la existencia para el trabajo del día y siempre en recipientes apropiados.

4.- Equipos de soldadura y corte con soplete.

En condiciones normales de trabajo y con personal preparado, el empleo de este equipo no representa ningún peligro, pero por desgracia, las precauciones que por regla general se toman, son muy deficientes, y en ocasiones nulas.

a).- Inspección previa del lugar en que se va a trabajar. - Antes de iniciarse cualquier trabajo con el equipo de soldadura o corte, es necesario cerciorarse que no existen en el área de trabajo: desperdicios, materiales combustibles o bien mezclas explosivas en el ambiente; el piso debe estar limpio, sin aceites, grasas o pinturas y en general de cualquier otro material combustible.

Se despejará cuando menos un radio de tres metros, y siempre que sea posible se pondrán barreras o lonas protectoras.

b).- Vigilancia durante y después del trabajo. - Al estar trabajando con el equipo de referencia recordemos que estamos calentando los materiales en que es muy frecuente que salten partículas "al rojo", por lo que la vigilancia durante el trabajo es muy importante. Una vez terminado, es necesario que nos cercioremos de que no ha quedado ninguna partícula caliente o brasa de algún material, y vigilar el área en que se trabajó. De ser posible se colocará un extinguidor cerca de donde se está trabajando.

RECUERDE QUE EL OXIGENO Y LA GRASA FORMAN COMBINACION QUE SE INFLAMA EXPONTANEAMENTE.

5.- Equipo Eléctrico.

Instalaciones pobres y conexiones inseguras son fuente de muchas des

gracias, deben revisarse cuidadosamente los cordones de conexión de aparatos eléctricos y de herramientas eléctricas. Las instalaciones con protección deficiente o sobrecargadas están expuestas a corto - circuito, origen de muchos incendios.

Las reglas que debemos observar para prevenir incendios son las siguientes :

- a). - Cerciorarse de que la instalación eléctrica es la adecuada para los usos que se le está dando. **NO SOBRECARGARLA.**
- b). - Un buen mantenimiento en todos los circuitos eléctricos **EVITAR LAS INSTALACIONES PROVISIONALES.**

COMBATE DE INCENDIOS CON EXTINGUIDORES

| CLASE DE FUEGO | | EXTINGUIDORES | | | | |
|---|--|-----------------|---|--------|---------|-------|
| | | AGUA | SODA ACIDOS | ESPUMA | BIOXIDO | POLVO |
| A | MADERA, TPAOS, PAPEL ETC. SÓLIDOS EN GRAL. | ○ | ○ | ○ | △ | △ |
| B | LIQUIDOS INFLAMABLES O SÓLIDOS DE BAJO PUNTO DE FUSION | X | X | ○ | ○ | ○ |
| C | EQUIPO ELECTRICO VIVO | X | X | X | ○ | ○ |
| ○ ADECUADOS PARA EL TIPO DE FUEGO | | △ PUEDEN USARSE | X NO DEBEN USARSE EN ESA CLASE DE FUEGO | | | |

a). - Fuego :

El fuego, de acuerdo con los materiales combustibles que lo alimentan se ha clasificado en tres clases: esta clasificación se ha hecho atendiendo a las técnicas de combate que se emplean y la forma en que se desarrolla el fuego mismo. Estas clases se conocen con las letras "A" "B" y "C".

Fuego Clase "A". - Es el que se produce en materiales tales como la madera, los textiles, trapos y en general en materiales sólidos.

El fuego de esta clase se caracteriza porque agrieta el material, origina brasas, deja cenizas y se propaga de afuera hacia adentro. Para combatirlo se requiere enfriar los materiales, y aprovechando la cualidad de agrietarse, deben emplearse de preferencia, agentes de extinción a base de agua.

Fuego Clase "B". - Se produce en combustibles líquidos en general, -
tales como la gasolina, aceites, pinturas y sustancias de bajo punto
de fusión, como las grasas y algunos plásticos.

53

La característica principal de este tipo de incendios, es que se produ-
ce en la superficie de los líquidos, por tanto, para combatirlos, debe-
mos eliminar el oxígeno en contacto con la superficie que se está que-
mando. Se requieren agentes de extinción que cumplan con este fin.

Fuego Clase "C". - Son los incendios que se producen en el equipo -
eléctrico "vivo":

Aunque este tipo de incendio se produce en materiales sólidos, ha me-
recido clasificación especial por el peligro que implica la corriente -
eléctrica, pues de no emplearse los medios adecuados de extinción, -
se corre el peligro de recibir una descarga eléctrica. Se emplean -
agentes de extinción NO CONDUCTORES DE ELECTRICIDAD.

* "Prevención y Combate de Incendio" A. M. H. S. A. C.

C) - MEDIDAS DE SEGURIDAD GENERALES :

- 1.- Instalación y servicio de sanitarios.
- 2.- Botiquín de curaciones y primeros auxilios.
- 3.- Presentación de las instalaciones de seguridad.

DISTRIBUIR CONVENIENTEMENTE SUFICIENTES SANITARIOS EN LA OBRA ASI COMO MANTENERLOS EN OPTIMAS CONDICIONES DE HIGIENE, es obligación del Supervisor en Seguridad, para lo que cuenta con los siguientes medios :

A) COLABORACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Autorizar al Supervisor en Seguridad a solicitar los sanitarios necesarios.
- 2.- Comunicar oportunamente al Supervisor los cambios en número significativo de trabajadores.
- 3.- Autorizar al Supervisor en Seguridad a solicitar al almacén los artículos necesarios para el mantenimiento higiénico de las unidades.

B) CUADRILLA DE LIMPIEZA.

- 1.- Mantener en óptimas condiciones de higiene los sanitarios.
- 2.- Mover los sanitarios a los lugares donde se requieran.

C) TALLER DE SEGURIDAD.

- 1.- Proporcionar en la obra los sanitarios que soliciten.

2).- BOTIQUIN DE PRIMEROS AUXILIOS.

56

TODO FRENTE DE TRABAJO DEBERA CONTAR CON BOTIQUIN PARA CURACIONES Y APLICACION DE PRIMEROS AUXILIOS, siendo el Supervisor en Seguridad el responsable de verificar lo anterior y aplicar los primeros auxilios cuando se requiera.

Medios con que dispone :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Autorizar al Supervisor a solicitar el Botiquín con los elementos necesarios.
- 2.- Autorizar al Supervisor a solicitar al almacén de obra - los artículos del botiquín que se vayan consumiendo.
- 3.- Comunicar al personal por administración y subcontratistas que el Supervisor en Seguridad está adiestrado para aplicar los primeros auxilios.
- 4.- Establecer un lugar permanente para el botiquín y comisionar a un trabajador para hacer curaciones de lesiones leves.
- 5.- Ordenar al personal de vigilancia de la obra, que avise - de cuanta lesión observe.
- 7.- Ordenar al encargado del botiquín a llevar el control mensual de atenciones, como le indicará el Supervisor.

B) TALLER DE SEGURIDAD.

- 1.- Entregar en la obra el botiquín con los elementos necesarios y dos banderolas.

3).- PRESENTACION DE LAS INSTALACIONES DE SEGURIDAD.

57

LA PRESENTACION DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCION --
AL PUBLICO Y TRABAJADORES, DEBE SER TAL QUE DEMUES --
TRE LA ESPECIAL ATENCION DE LA EMPRESA HACIA LA SEGU --
RIDAD.

UNIFORMIDAD, ORDEN, LIMPIEZA, ESTETICA Y FUNCIONABI -
LIDAD, deben ser las características de las instalaciones de Segu -
ridad que debe cuidar el Supervisor, para lo que cuenta con los si -
guientes medios :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Aceptar la uniformidad de las instalaciones que estable -
ce la Dirección de Seguridad.
- 2.- Proporcionar al Supervisor los elementos necesarios -
para el mantenimiento menor de las instalaciones.
- 3.- Ordenar que la vigilancia de la obra colabore a que las
instalaciones no sufran deterioro por el público o tra -
bajadores y vehículos.
- 5.- Prohibir se utilicen las instalaciones de Seguridad pa -
ra otros fines.
- 6.- Proporcionar al Supervisor los elementos necesarios -
para efectuar el mantenimiento mayor que se requiera
de las instalaciones de Seguridad.
- 7.- Obligar a contratistas ajenos a la empresa a no causar
daños a nuestras instalaciones de Seguridad.

B) CUADRILLA DE LIMPIEZA.

- 1.- Realizar mantenimiento menor.
- 2.- Mantener las instalaciones bien presentadas.

D) DISPOSITIVOS DE CONTROL DE LA SEGURIDAD.

1. - Reporte de accidente.
2. - Reporte Semanal para el cálculo de índices.
3. - Reporte mensual de atenciones en botiquín.

1.- REPORTE DE ACCIDENTE :

59

Es Supervisor en Seguridad tiene la obligación de presentar por escrito el reporte de todos los accidentes que :

- 1o.- Ocasionan lesión.
- 2o.- Los que "por poco" la provocan.
- 3o.- Los que causan daños considerables al Capital o al tiempo, para lo que cuenta con los siguientes medios:

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Informar al personal por administración y subcontratistas que colaboren con el Supervisor en Seguridad, para que pueda hacer los reportes de accidentes.
- 2.- Indicar al personal que extiende los Avisos de Trabajo que coopere con el Supervisor en Seguridad.
 - a). Marcando cada aviso que se extienda para atender a un lesionado, con la clave A. T. (Accidente de Trabajo).
 - b) Proporcionar al Supervisor diariamente y por escrito, la relación de Avisos de Trabajo, fecha, nombre del trabajador y la indicación si se extiende por A. T. o E. G. (Enfermedad General para el trabajador o su familia).
- 3.- Indicar al tomador de tiempo :
 - a) Que facilite al Supervisor en Seguridad la información respecto a la asistencia de los trabajadores a los que se les extendió el Aviso de Trabajo.
 - b) Que entregue al Supervisor en Seguridad todos los certificados de incapacidad que reciba diariamente (Los mismos serán devueltos tan pronto como se hayan tomado los datos que necesita).
- a.- Ordene que el Ingeniero en guardia nocturna llene la hoja de Reporte de Accidente cuando ocurra en ese turno de trabajo.
- 5.- Indicar a todo el personal, que avise al Supervisor en Seguridad o Ingeniero en guardia (Turno Nocturno), de los accidentes que ocurran al público a consecuencia de la obra o sus instalaciones.

Procedimiento al que se sujetará el Supervisor en Seguridad para enviar a la Dirección el reporte de "TODOS" los accidentes que ocasionen lesión en la obra.

60

Establecer dos registros, uno para el personal por administración de la empresa y otro para los subcontratistas.

En cada registro se llevarán los siguientes datos :

PERSONAL POR _____ OBRA _____

| ORD | NOMBRE DEL TRABAJADOR | FECHA | CONCEPTO AT.OEG | ASISTIO AL DIA SIGUIENTE SIN CAUSA | ENTREGO INCAPACIDAD POR AT.OEG? | ELABORO EL REPORTE DE ACC? |
|-----|-----------------------|-------|-----------------|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| | | | | | | |

El personal que extiende los avisos de trabajo proporcionará diariamente y por escrito al Supervisor, la relación de avisos extendidos con los datos de las primeras cuatro columnas del registro anterior.

Se transcribirán al registro del Supervisor y procederá a verificar que haya hecho el reporte de accidente de los lesionados (si ocurrió la lesión en el turno nocturno, el Ingeniero de guardia le entregará el reporte respectivo; en caso de no haberlo hecho, el Supervisor deberá llenarlo en el lugar donde sucedió y con testigos del accidente).

Proceder a verificar con el tomador de tiempo, la asistencia del personal que aparece en la relación y del cual no se ha elaborado el Reporte de Accidente (puede ser que sea por E. G. o A. T.), preguntar al jefe inmediato si conoce la causa por que no asistió. Si dice que por A. T., llenar el reporte y avisar al que extiende el aviso de trabajo que omitió la indicación de A. T. en el reporte que entregó.

De los certificados de incapacidad que reciba, deberá separar todos aquellos por A. T. (Accidente de Trabajo) o E. P. (Enfermedad Profesional) y hacer la anotación en la columna 6.

VERIFICAR QUE TODOS LOS A. T. , hayan sido reportados y anotados en la columna 7.

NOTA : Los días de incapacidad deberán consignarse en el registro del "Reporte Semanal para el Cálculo de Índices de Seguridad".

2.- REPORTE SEMANAL PARA EL CALCULO DE INDICES DE SEGURIDAD.

6i

El Supervisor en Seguridad entregará semanalmente el reporte solicitado, para lo que cuenta con los siguientes medios:

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

1.- Indicarle al encargado de hacer la lista de raya.

a) Que informe al Supervisor de las Horas-hombre trabajadas esa semana.

b) Que permita verificar ese dato periódicamente.

2.- Indicarle al encargado del personal, que le entreguen al Supervisor todos los avisos de alta que reciban en la obra (serán devueltos el mismo día).

El Supervisor en Seguridad procederá al llenado de la hoja del Reporte Semanal para el Cálculo de Indices de Seguridad de acuerdo a las instrucciones que están contenidas en el Anexo 6, con el dato anterior y los proporcionados por el registro siguiente :

| NOMBRE DEL LESIONADO | FECHA DEL ACCIDENTE | FECHA DE ALTA | INCAPACIDADES PARCIALES TEMPORALES | INCAPACIDAD PERMANENTE (CEN QUE CONSISTE?) |
|----------------------|---------------------|---------------|------------------------------------|--|
| | | | | |

Obtenido del que se lleva de "Reporte de Accidentes".

Los avisos de alta que reciba el Supervisor deberán relacionarse en la hoja del Reporte Semanal.

III. - APLICACION DE PRIMEROS AUXILIOS.

PROGRAMA DEL CURSO DE APLICACION DE
PRIMEROS AUXILIOS

64

1.

- a) Reglas Generales.
- b) Que se debe hacer.
- c) Que no se debe hacer.

HERIDAS :

- d) Clases.
- e) Peligros.
- f) Vendajes.

3.

QUEMADURAS :

- a) Clasificación.
- b) Atención de emergencia.
- c) Exhibición de transparencias.

FRACTURAS :

- d) Clasificación.
- e) Síntomas.
- f) Inmovilización.
- g) Prácticas.
- h) Exhibición de Transparencias.

2. HEMORRAGIAS.

- a) Tipos
- b) Control.
- c) Prácticas.

SHOCK TRAUMATICO :

- d) Síntomas.
- e) Prevención y Control.
- f) Prácticas.

4.

RESPIRACION ARTIFICIAL DE
BÓCA A BÓCA

- a) Mecanismo de la Respiración.
- b) Casos que requieren Respiración Artificial.
- c) Reglas para dar Respiración.
- d) Prácticas.

MASAJE CARDIACO A PECHO
CERRADO

- e) Mecanismo.
- f) Casos que lo ameritan.
- g) Reglas.
- h) Prácticas.
- i) Película.

5.

TRANSPORTACION DE LESIONADOS

- a) Por una persona.
- b) Por dos personas.
- c) Por más personas.
- d) Uso de la Camilla.
- e) Prácticas.
- f) Exhibición de transparencias.
- g) Examen final escrito.

No hay nada más semejante a crear una vida, que salvarla.

Los primeros auxilios son los cuidados inmediatos y temporales dados a las víctimas de un accidente o de una enfermedad súbita, en tanto que los servicios de un Médico pueden obtenerse.

Atender las lesiones que se observan en el siguiente orden :

- 1.- Hemorragias.
 - 2.- Carencia de respiración.
 - 3.- Fracturas.
 - 4.- Heridas, quemaduras, etc.
- PREVENGA O TRATE EL SHOCK.

HERIDA: Lesión que produce daño a los tejidos de la piel.

- a) Abrasiva.
- b) Incisiva.
- c) Lacérante.
- d) Penetrante.

Peligros de infección y hemorragias.

Prevención de la infección :

- 1.- Lavado con agua simple (algunos casos).
- 2.- Secado con gasa esterilizada.
- 3.- Aplicar antiséptico.
- 4.- Cubrir la herida con gasa esterilizada.

HEMORRAGIA : Pérdida abundante de sangre.

- a) Arterial.
- b) Venenosa.
- c) Capilar.

1.- Presión directa sobre la herida.

2.- Presión en los "puntos de control".

Únicamente en los casos en que no ha podido contener una hemorragia en las formas antes mencionadas, y esta pone en peligro la vida del accidentado, deberá aplicarse un torniquete.

RESPIRACION ARTIFICIAL : Sistema de respiración de boca a boca.

- 1.- Coloque a la víctima boca arriba.
- 2.- Con una mano jale hacia arriba la mandíbula inferior y hacia atrás la cabeza, con la otra mano tape la nariz.
- 3.- Respire más aire de lo normal y sople por la boca del accidentado, viendo como se levanta el pecho al entrar el aire.
- 4.- Si no entra, voltee a la víctima y dele fuertes palmadas en la espalda y límpiele la boca con un trapo. Repita los pasos anteriores.
- 5.- Una vez insulfado el aire, retírese a tomar aire nuevo mientras la víctima exhala el que usted había inyectado. REPITA LOS PASOS 3 y 5, doce veces por minuto para adultos y veinte veces para niños.
- 6.- Si usted nota que el estómago se está inflando bastará con que haga presión en él con la mano que usted tiene libre.
- 7.- Déla inmediatamente, mantenga el ritmo y no suspenda hasta que lo indique el Médico ó la víctima respire sola.

QUEMADURAS : Lesiones causadas por temperatura o sustancias químicas corrosivas al ponerse en contacto con nuestro organismo.

- a) Primer grado. - Color subido de la piel;
- b) Segundo grado. - Se forman ampulas.
- c) Tercer grado. - Piel destruída.

Tratamiento. - Uso inmediato de agua (1º. y 2º grado).
Bolsas con hielo en quemaduras de 3er. grado.

QUEMADURAS QUIMICAS. - Mucha agua y mucho tiempo.

SHOCK. - Fenómeno que se presenta en el sistema circulatorio a consecuencia de las lesiones de un accidente y que por sí mismo puede causar la muerte.

Tratamiento :

- a) Reposo
- b) Temperatura

- Síntomas :
- 1.- Se siente débil.
 - 2.- Piel pálida, fría y pegajosa.
 - 3.- Pulso débil.
 - 4.- Náusea y vómito algunas veces.
 - 5.- Sudor.
 - 6.- Inconciencia.
 - 7.- Respiración superficial lenta.

- a) Simples. - Cuando se ha roto el hueso y no ha perforado la piel.
- b) Compuesta. - Cuando los huesos rotos perforan la piel y salen.

Tratamiento: Inmovilizar la parte fracturada en la posición encontrada y proporcionar transportación adecuada.

MASAJE CARDIACO A PECHO CERRADO : Método de aplicación; con el lesionado acostado boca arriba y sobre un soporte rígido.

- a) Se coloca el auxiliador viendo la cara del lesionado.
- b) Pone el talón de la palma de la mano más cercana al auxiliado sobre la parte inferior de su esternón, se coloca la otra mano encima de la primera. (En caso de niños menores de 3 años, aplicar la presión con las yemas de los dedos índice y medio).
- c) Se ejerce una presión vertical que mueva aproximadamente 4 cms de la parte inferior del esternón.
- d) Se retira toda la presión para que el esternón recobre su posición de reposo.
- e) La velocidad a que deben repetirse estas presiones, es de 60 a 70 veces por minuto para adultos y 90 para niños de menos de 3 años.



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

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION", ORGANIZADO EN COLABORACION
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA, DEL 15 AL 19 DE OCTUBRE
DE 1984.

EL DILUVIO
ORDENES VERBALES

Veracruz, Ver.

1

EL DILUVIO

GENESIS 6, 1 - 7, 24

Y el Señor dijo a Noé:

¿Dónde está el Arca que te mandé construir?

y Noé Contestó:

Señor, hemos tenido problemas. Los permisos para talar árboles no fueron autorizados. Las madererías han subido los precios al saber lo grande que será el Arca y los pedidos que se colocaron hace 12 meses no han sido surtidos por los proveedores.

Los plomeros estuvieron en huelga y los carpinteros se dieron cuenta de la urgencia del trabajo y quieren bonificaciones y un lugar en el Arca.

Y el Señor dijo a Noé:

¿ Terminarás el Arca dentro de 7 días y 7 noches?

Y Noé Contestó:

Así se hará. Y no fue así.

El Señor dijo a Noé:

¿Qué problema tienes ahora?

Y Noé contestó:

La primera madera llegó habilitada y lista para ser ensamblada, pero se le torraron las mareas y ahora no sabemos como encajan las piezas.

El pedido de la madera del tercer piso se duplicó y el del segundo piso no se comió y será necesario hacer ajustes para aprovechar el material mientras se pide el resto.

La ventana que tú ordenaste, no está indicada en los planos y ahora hay presiones de distintos grupos de animales, más todos quieren venir al mar.

2

Los elefantes que llegaron son más grandes que los solicitados, por lo que habrá que ampliar la puerta y las celdas.

Todos estos cambios, Señor, han elevado los costos y ahora no nos quieren entregar las jirafas si no pagamos por adelantado.

Y el Señor dijo a Noé:

Te reunirán con los proveedores y carpinteros para coordinar todas esas modificaciones en el acto.

Y Noé contestó:

Ya lo hemos hecho Señor, pero las juntas no progresan pues desde lo de Babel, las distintas lenguas, nos complicaron la comunicación. (Gen. 11, 1 - 9).

Y el Señor preguntó a Noé:

¿Y qué me dices de los demás animales macho y hembra que te ordené llevar en el Arca para preservar su semilla viva sobre la tierra?

Y Noé contestó:

Casi todos han sido entregados en una dirección equivocada, pero el viernes estarán aquí.

Los que ya llegaron, vinieron en secuencia distinta a la de construcción de las celdas por lo que fue necesario construir albergues provisionales y los alimentos que tú ordenaste han empezado a escasear.

Y el Señor dijo a Noé:

¿Y que pasó con los unicornios y los canguros?

Y Noé contestó:

Los unicornios han sido descontinuados y no se consiguen.

Los canguros, llegaron pero quizá no se pueda preservar su especie, pues ninguno trae bolsa. Se está investigando si vinieron defectuosos o si son puros machos.

Y el Señor reprendió a Noé:

2

4

El riesgo de las órdenes verbales

EL TENIENTE AL SARGENTO.

Por orden del capitán la tropa asistirá mañana al campo de ejercicios en uniforme de campaña, a fin de presenciar el eclipse del sol, que según los periódicos tendrá lugar a las once en punto. Un especialista en astronomía explicará a los soldados, en el campo, las causas del raro fenómeno; pero si llegara a llover, las explicaciones tendrán lugar en el comedor del cuartel.

EL SARGENTO A LOS CABOS.

Por orden del capitán mañana habrá un eclipse del sol en el campo de ejercicios. Seguidamente empezará a llover, por lo que la tropa presentará al comedor del cuartel en uniforme de astrónomo en uniforme de campaña, leerá a los soldados lo que los periódicos dicen acerca del raro fenómeno.

EL CABO A LOS SOLDADOS.

Mañana a las once en punto el capitán eclipsará al sol con unos periódicos, en el campo de ejercicios, un especialista hará llover en el comedor; pero para que el raro fenómeno se produzca, la tropa deberá vestirse con el uniforme de campaña.

LOS SOLDADOS ENTRE ELLOS.

Mañana a las once el sol eclipsará al capitán. Los astrónomos tratarán de explicar las causas del raro fenómeno, los que no lo entiendan irán a ver a un especialista. Los soldados llevarán periódicos para taparse por si acaso llueve.

3

3

¿Por qué, hijo mío, si has tenido tantos problemas, no solicitaste antes mi ayuda infinita?

Y Noé contestó:

Lo intenté muchas veces Señor, pero había tanta gente tratando de comunicarse contigo que tuve que estar en lista de espera 40 días y 40 noches.

Además, Señor, las primeras lluvias se han adelantado anegando el Arca por completo, y los elefantes no tienen capacidad suficiente para desaguarla, tu sabes como es esto, Señor.

Y el Señor con su sabiduría infinita asintió:

Noé, hijo mío, ya lo sé.

¿Por qué crees, que he ordenado que venga un diluvio sobre la tierra?

AÑO DEL SEÑOR.

VIII - X - MCMLXXVI



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

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION", ORGANIZADO EN COLABORACION
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA, DEL 15 AL 19 DE OCTUBRE
DE 1984.

RELACION ENTRE CONSTRATISTAS Y
SUPERVISOR

Veracruz, Ver.

RELACION ENTRE CONTRATISTAS Y SUPERVISOR.

C O N T E N I D O

Introducción.

Relaciones Propietario - Supervisor.

Normas de Supervisión.

Objetivos

Contenido de las Normas

Campos de Acción de la Supervisión

Conceptos Generales.

Definición

Condición Fundamental

Funciones del Supervisor

El Supervisor.

Relaciones entre Contratistas y Supervisor.

Relaciones Técnicas

Relaciones de Trato y Comportamiento

Relaciones Humanas

La Persona

La Persona en el Grupo

Integración del Grupo-Colaboración-Cortesía

Comunicación.

Aspectos Teóricos de la Comunicación

Sugerencias e Ideas para mejorar las Comunicaciones.

Liderazgo y Autoridad.

Liderazgo

Autoridad

Toma de Decisiones

Cualidades que debe tener el Supervisor desde el Punto de Vista de un Contratista.

Conclusión.

RELACIONES ENTRE CONTRATISTAS Y SUPERVISOR

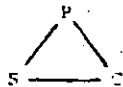
INTRODUCCION

Se dice que Supervisar una obra es como meterse en una "olla de presión".

En un folleto sobre unos cursos sobre administración de proyectos se menciona que "cuando se le asigna a uno un proyecto, por lo general se trata de un trabajo único, el cual nunca se ha hecho antes y lo más probable es que nunca se vuelva a presentar otro igual. Por su propia naturaleza, la administración de un proyecto se convierte en una incubadora de tropiezos, de errores, de conflictos y hasta de desastres".

Lo anterior es sólo a manera de introducción al tema sobre Relación entre Contratistas y Supervisor.

La acción del Supervisor se desarrolla fundamentalmente dentro del conjunto PROPIETARIO-SUPERVISOR-CONTRATISTA.



En ocasiones, la relación no es directa con el Propietario sino con un representante de él que actúa como Gerente del Proyecto. En otros casos puede también relacionarse con proyectistas, proveedores, autoridades, asesores, etc..

El conjunto P-S-C tiene como objetivo único común LA REALIZACION SATISFACTORIA DE UNA OBRA. El Supervisor debe estar alerta para conciliar puntos de vista e intereses del Propietario, del diseñador y del constructor.

RELACIONES PROPIETARIO - SUPERVISOR

Para analizar las relaciones Contratista-Supervisor, es necesario revisar también las de Propietario-Supervisor, aunque sea en forma somera.

La mayoría de los puntos a revisar de relaciones con el Propietario, en el fondo son semejantes y aplicables a las relaciones con el Contratista.

Se pueden mencionar como puntos específicos de las relaciones P-S los siguientes que el Propietario debe establecer fundamentalmente, con claridad y precisión desde un principio:

- La autoridad que delega al Supervisor.
- La confianza que deposita en él.
- El apoyo que le dará.
- Las facultades que le autoriza.
- Las actividades que desarrollará.
- El alcance (facultades-responsabilidades-actividades) de los servicios del Supervisor.
- Las políticas de actuación.
- La información que espera y los sistemas que establecen para lograrla.
- Las comunicaciones (medios, conductos, frecuencias, etc.).
- El apego de los servicios, acorde con los alcances.
- Las normas a que se sujetará la supervisión.

(Las normas para supervisar comprenderán varios de los puntos mencionados, por lo cual conviene ver lo que se entiende por Normas de Supervisión y qué deben contener).

NORMAS DE SUPERVISION

OBJETIVOS.

Las Normas de Supervisión constituyen el conjunto de reglas, instrucciones, mandatos, condiciones y requisitos a los que deben apegarse las personas físicas o morales, que se encargan de esa labor en la realización de un determinado trabajo, con el fin de que éste resulte satisfactorio.

Cada tipo de trabajo tendrá normas particulares dedicadas a ordenar lo que requiera el trabajo concreto de que se trate. Así nos encontramos con normas para supervisar el montaje de maquinaria, normas para supervisar compras, para supervisar inversiones, supervisar estudios, obras, etc.

El objetivo de unas normas de supervisión consiste en fijar los propósitos que tratan de lograrse con esa labor, para que resulte de utilidad tanto a quien encomienda tal labor como al sujeto supervisado. Al mismo tiempo, un objetivo muy importante es el orientar al Supervisor para que su trabajo lo desarrolle con eficiencia y con eficacia.

Dentro de este aspecto general se mencionan algunos de los temas que lógicamente deben estar implícitos en el contenido de unas normas:

Organizar el modo de trabajar para definir procedimientos, niveles de autoridad, líneas de mando y sistemas de comunicación.

Ordenar las actividades de supervisión y su secuencia, la manera de archivar documentación y la forma de presentarla.

Uniformar las labores de supervisión para que todos los involucrados en ella actúen en forma semejante dentro de una unidad de supervisión, y para que sigan la misma tónica otras unidades supervisoras. Muy importante dentro de este concepto es la uniformidad de la información.

Simplificar el trabajo de supervisión, los controles que se lleven, las actividades a desarrollar y la presentación de resultados o informes para que sean fácilmente interpretados o captados por quien deba enterarse y puedan servirle para tomar las decisiones apropiadas.

Sin duda pueden mencionarse otros temas para las normas, algunos de los cuales quizás quedarían contenidos en uno o más de los ya mencionados.

En resumen puede decirse que todo ello tiende a facilitar el trabajo del Supervisor, del Propietario y de los sujetos supervisados, a precisar en qué consiste la participación de cada uno en dicho trabajo y a propiciar buenas y eficientes relaciones entre todos ellos.

Es necesario que las normas establezcan claramente el grado de autoridad del Supervisor en general y en los casos específicos, y por supuesto también deben establecer las responsabilidades que debe asumir.

Las normas van dirigidas a utilizarse fundamentalmente por el Supervisor ya que establecen la forma en que debe realizar su trabajo. Sin embargo, las normas deberán ser cumplidas también por el propietario, en lo conducente, y por quien este realizando el trabajo objeto de la supervisión, pues de lo contrario se inutilizaría su aplicación. Por ello, en el caso de los contratos de obra, debería decirse que el contratista conoce también las normas de supervisión de las obras.

En algunos casos, según convenga, podrán estar diseñados para utilizarse por personal de la entidad propietaria del trabajo o bien por personal externo contratado específicamente para el servicio de supervisión.

En cuanto a los términos o conceptos que en algunos casos se emplean, tales como Coordinación o Dirección, debe tenerse el cuidado de definirlos para expresar realmente lo que el Propietario desea y entiende por coordinar o dirigir y para precisar las obligaciones y grado de autoridad del Supervisor.

Por lo que respecta a lo detallado que deben ser unas normas y a que lleguen a explicar el "como" se harán las actividades que contemplan, es difícil precisarlo ya que pueden llegar a coartar la libertad y el criterio del supervisor que son condiciones esenciales para un buen desempeño de su trabajo, y por otro lado pueden limitar su responsabilidad.

Se piensa a veces que las normas deben detallar todo lo que pueda necesitarse, suceder o presentarse, indicando cómo resolverlo. Ello demostraría falta de experiencia, de preparación, o el deseo de quitar se responsabilidades.

En general hay que tener en cuenta que las normas deben sujetarse a revisiones periódicas, pues los cambios tecnológicos, los cambios administrativos u organizacionales, frecuentes en nuestra época y en nuestro medio, van conduciendo a la separación paulatina de su contenido con la realidad operativa del trabajo correspondiente.

Pasando ahora de lo general a lo particular y tratándose concretamente de normas para supervisar y coordinar obras de construcción, sus objetivos serán lograr que las obras se realicen con apego al proyecto respectivo, en el plazo establecido, con las calidades estipuladas, ajustándose al costo previsto y que se cumplan las obligaciones pactadas en los contratos de obras.

CONTENIDO DE LAS NORMAS

Las normas deben contener los diversos temas que se pretenden reglamentar, para encuadrar en forma apropiada todas las labores de la supervisión, explicando qué se espera como resultado de tales labores.

Si se pretende que los servicios del supervisor sean también de coordinación, habrá que exponer en qué consiste dicha labor, que seguramente se referirá al ordenamiento de trabajos similares o diversos y que sean ejecutados por diferentes entidades o personas, a fin de llegar al resultado esperado y con la oportunidad prevista, sin interferencias ni pérdidas de tiempo hasta donde sea factible.

Si los servicios deben llegar al nivel de dirección habrá que definir qué se entenderá con dicho término, qué se espera de ese servicio de dirigir y sobre todo sentar en forma clara la autoridad y responsabilidad contenidas en la dirección de los trabajos.

Parte importante del contenido de las normas son los campos de acción del supervisor dentro del proceso de desarrollo de un trabajo o una obra, es decir, precisar el servicio o servicios que deba prestar dentro de las diferentes etapas que componen el desarrollo del trabajo.

Si, por ejemplo, se piensa en un desarrollo portuario, en un complejo industrial o en un conjunto habitacional, las primeras etapas después de la concepción general del proyecto serán las investigaciones, estudios previos técnicos, financieros y sociales, anteproyectos, etc., y todos ellos pueden ser susceptibles de supervisarse.

Generalmente el contenido de las normas tendrá un orden secuencial, cronológico, de las actividades a desarrollar por el supervisor en los campos en que deba actuar.

El contenido de las normas deberá mencionar las facultades que se otorgan al supervisor dentro de la autoridad que tenga. Estas facultades se refieren tanto a permitirle que trate determinados asuntos o aspectos del trabajo y cómo y con quienes puede tratarlos, como a la facultad de toma de decisiones.

Pensando a otro nivel en la acción supervisora, habrá que mencionar las funciones que tendrá a su cargo, y derivada de cada función, las actividades que la componen para que se lleve al cabo dicha función.

En cuanto a responsabilidad, que es como decir "responder por", las normas conviene que precisen en qué consiste tal responsabilidad y a ser posible, llegar a concretar la responsabilidad de los diferentes niveles de un grupo de supervisión.

En ciertos casos o tipos de trabajo puede ser necesario detallar responsabilidades, funciones y actividades que se esperan de cada una de las personas según el nivel que ocupen dentro del grupo.

Habrá que observar que en estos trabajos de tipo profesional, como en los actos de la vida, para que haya responsabilidad tiene que haber libertad; pero esto debe medirse cuidadosamente al formular unas normas que van a regir un trabajo concreto.

Otro aspecto del contenido de las normas, y muy importante, es el de fijar limitaciones en las labores de supervisión, que en realidad muchas veces quedan implícitas en la forma de redacción. Un ejemplo puede ser el fijar el límite de la responsabilidad en el cumplimiento de una orden o de una observación del supervisor, o decir que deberá abstenerse de cierta acción.

El sistema y los medios de comunicación del supervisor son esenciales para su trabajo y deben quedar claramente establecidos.

Los modelos y formatos para registros y controles, para comunicaciones y presentación de reportes, son parte indispensable en el contenido de las normas.

Para algunos casos y condiciones las normas podrían incluir sanciones por incumplimiento de las obligaciones del supervisor.

Finalmente cabe mencionar la conveniencia de que las normas incluyan elementos, requisitos y condiciones para la contratación de los servicios de supervisión, en cuanto a personal y en cuanto a empresa supervisora cuando sea el caso. El modelo de contrato para estos servicios podría también incluirse en el contenido de las normas.

CAMPOS DE ACCION DE LA SUPERVISION Y/O COORDINACION DE OBRAS

Ya se mencionó antes que puede haber diversos campos de acción para la supervisión.

Tratándose del caso específico de obras de construcción, los campos susceptibles de ser supervisados y/o coordinados pueden agruparse en tres grandes campos que son:

PREVIOS Y PREPARATORIOS PARA LA EJECUCION DE UNA OBRA.

DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA.

POSTERIORES A LA EJECUCION DE LA OBRA.

Los detalles relativos a estos campos deben incluirse en las normas.

51

CONCEPTOS GENERALES

DEFINICION.

La supervisión es una especialidad de la construcción enfocada a la vigilancia e intervención en la realización de una obra, para lograr que un proyecto se realice conforme a los diseños (arquitectónicos, estructurales, de instalaciones etc.) de acuerdo en todas sus partes integrantes en cuanto a calidades, tanto de materiales - como de mano de obra, señaladas en las normas y especificaciones, y dentro de un programa de tiempo y costo.

CONDICION FUNDAMENTAL.

La condición fundamental en la supervisión es que ésta sea preventiva y no correctiva. Esto quiere decir que antes de principiar cualquier etapa de la construcción se debe verificar que sus dimensiones y localización, niveles, calidad de los materiales por emplear herramientas y equipo, procedimiento constructivo, etc., sean los adecuados para garantizar que el trabajo se desarrollará logrando los resultados esperados, no dando lugar a que una vez terminado se tenga que corregir o desoler, con la consiguiente pérdida de tiempo y dinero. Es obvio decir que debe mantenerse vigilancia sobre estos aspectos durante todo el desarrollo del trabajo, pero esto se refiere sólo a que la obra se apege al diseño y sus especificaciones.

El principal elemento para prever el cumplimiento o incumplimiento de los avances conforme al tiempo, y de los costos, lo constituye la programación de la ejecución.

FUNCIONES DEL SUPERVISOR.

El Supervisor, coordinador o director de la obra, es el apoyo principal y la única autoridad que actuará en representación de los intereses del Propietario auxiliándolo en todo lo relacionado con la ejecución de la obra, teniendo la responsabilidad total de ella, para lograr que se lleve a cabo conforme a lo previsto.

EL SUPERVISOR.

El Supervisor es un especialista que generalmente después de una profesión, tal como Ingeniero o Arquitecto, ha profundizado en los aspectos constructivos, control de calidad, costos y control de tiempo, teniendo a su cargo la vigilancia técnica de las obras, representando al Propietario y responsabilizándose ante él de las actividades desarrolladas durante su labor de supervisión.

RELACIONES ENTRE CONTRATISTAS Y SUPERVISOR

En esta sección se analizan las relaciones entre contratista y supervisor que son la parte esencial del tema a tratar.

El tema se dividirá en dos partes: RELACIONES TÉCNICAS Y RELACIONES DE TRATO Y COMPORTAMIENTO.

RELACIONES TÉCNICAS.

Le llamo relaciones técnicas a los aspectos de la realización de una obra en que el Supervisor interviene frente al Contratista para asesorarlo, orientarlo, informarlo, pedirle u ordenarle sobre la ejecución de la obra, para que ésta se apege al proyecto, a las especificaciones y calidades, a los programas de tiempos y erogaciones y a los términos del contrato, con el fin de que se lleve al cabo en forma satisfactoria según lo pactado.

Para ello el Supervisor debe conocer detalladamente el proyecto, las normas y especificaciones de cada parte de la obra, el presupuesto, los alcances de los precios, los diversos programas de ejecución, el contrato, así como el sitio donde se ejecutará y los aspectos legales y los organizacionales del Propietario para que aplicando sus conocimientos técnicos, criterio y experiencia, pueda juzgar lo que haga el contratista y ayudarlo, asesorarlo, pedirle y ordenarle lo que proceda para la feliz realización del trabajo.

Esta acción del Supervisor debe fundamentarse en la PREPARACION PROFESIONAL Y TÉCNICA, QUE JUNTO CON LA EXPERIENCIA integran el CRITERIO, que es indispensable para sus relaciones con el contratista.

Es muy deseable que en estos aspectos el Supervisor este a mayor nivel que el contratista o al menos al mismo nivel, pues de lo contrario no será respetado y reconocida su posición.

Hablando en términos generales, cuando una persona no es respetada u obedecida, por convencimiento, debido a su calidad y nivel intelectual y moral, tendrá entonces que recurrir al poder o fuerza que tenga por su posición, o a las amenazas o hasta la violencia. Tal situación debe evitarse pues es inestable y destructiva, y no implica autoridad.

Es recomendable para el Supervisor, evitar discusiones con el Propietario, con autoridades o entre compañeros de trabajo, delante del Contratista o de proveedores, pues con ello se demerita su posición de autoridad.

También se recomienda al Supervisor evitar la mala costumbre de estar dando instrucciones constantemente, pues ésto puede provocar reclamaciones del Contratista y también el que se sienta liberado de responsabilidad.

RELACIONES DE TRATO Y COMPORTAMIENTO

En esta parte se analizan los aspectos muy importantes, de las RELACIONES HUMANAS y de la COMUNICACION.

Sin duda esto es aplicable a todo género de relaciones: con contratistas, con el Propietario, con la empresa, con autoridades, con su subordinados y superiores, con visitantes, y también con amigos, compañeros y familiares.

RELACIONES HUMANAS

I.- LA PERSONA.- Los Roles que Desempeña y sus Conflictos.

Es necesario tener presente que el ser humano es una unidad:

| | | | | |
|-----------|---|--------|---|------------------|
| BIO | - | PSICO | - | SOCIAL |
| Capaz de: | | | | |
| SENTIR | - | PENSAR | - | HACER (REALIZAR) |

y que son determinantes estas características en el desempeño de sus Roles ya que las conductas y actividades que realiza una persona en cada Rol, nos permiten identificarlos como:

- 1.- **ROL SOCIAL:** Aquel en el que uno tiene el contacto con amigos, reuniones, grupos, compromisos sociales y hobbies (incluye actividades sociales y culturales en general) y que produce presiones que llevan a conductas de conformidad e inconformidad.

(CONFORMIDAD: Es el tipo de conducta que se presenta cuando las metas culturales como los medios organizacionales son aceptados y están suficientemente integrados por el individuo. Lógicamente la estabilidad de una estructura social depende del grado de conformidad de las conductas).

- 2.- **ROL FAMILIAR:** El trato con los padres, hijos y parientes.
 3.- **ROL PAREJA:** La relación con la pareja que se tiene.
 4.- **ROL OCUPACIONAL:** (PROFESIONAL), es el que desempeñamos en toda actividad productiva y/o remunerativa (trabajo, estudio).

Cuando en estos diferentes roles:

- Se llevan los problemas de uno al otro,
- Se confunde uno con otro,
- Se hace o acepta que un rol sea absorbente de uno mismo y de los demás roles,
- No hay autonomía, compatibilidad y comprensión de las personas que actúan en cada uno de los roles hacia los otros,

surge el CONFLICTO DE ROLES.

Cada persona puede analizar sus roles para darse cuenta si existe el equilibrio deseable en ellos; pues de lo contrario sus actividades traerán problemas que repercutirán en las relaciones humanas (se "llevará" sus problemas personales al trabajo, al grupo).

SOCIAL

Amigos
 reuniones (grupos)
 Hobbies
 Deportes
 Tiempo

PAREJA

Afecto
 Información
 Gratificación
 Tiempo

FAMILIAR

Afecto
 Información
 Gratificación
 Tiempo

OCUPACIONAL

Me gusta
 Me valoran
 Me pagan
 Soy eficiente
 Tiempo

Las calificaciones deben ser iguales para cada rol si la persona actúa en forma equilibrada.

- 0= nada (no funciona, no existe, en calidad, en tiempo)
 1= bajo (funciona poco, existe poco en calidad, en tiempo)
 2= aceptable (funciona suficiente en calidad, en tiempo)
 3= mucho (funciona en calidad y tiempo)

II.- LA PERSONA EN EL GRUPO - Dinámica Grupal.

Grupo es cualquier conjunto de personas que se reúnan socialmente o de trabajo y se delimitan. Además todo grupo se caracteriza por ser dinámico, lo que genera los procesos dentro de él. Estos procesos generan principalmente dos tipos de conflictos:

CONFLICTOS REALES.- Que están referidos a situaciones reales, - objetivas, generalmente referidas al tiempo, a la información o a bienes materiales y hechos que se dan en el presente sin mayor emoción.

CONFLICTOS EMOCIONALES.- (Imaginario) Estos se refieren a situaciones emocionales, generalmente con transferencias de significados simbólicos que reviven inconscientemente situaciones del pasado que se traen al presente y se viven con mucha emoción.

(Este último tipo de conflictos es el que más problemas provoca en la organización por estar relacionado con los problemas de tipo interpersonales, teniendo una génesis de tipo intrapersonal).

PROBLEMAS INTERPERSONALES.- Son aquellos que se dan entre personas o entre una persona y un grupo.

Factores Interpersonales que Favorecen los Conflictos en la Organización - Grupo:

1. Agudo desacuerdo u oposición de intereses o ideas.
2. Trastorno emocional, resultante de un choque de ideas.
3. Lucha, pelea, etc., emocional y hasta física por posición, poder o control.
4. Responsabilidades o jurisdicciones no bien definidas.
5. Conflictos de intereses (reparto de tiempo, atenciones, información o bienes materiales).
6. Barreras a la comunicación - actitudes.

- el 100 ó 964
- lector de mentes.
- excitabilidad.
- etiquetas.
- amenazas.
- demasiados temas.
- despreciativo (desvaloriza todo).
- tajante (cortante agresivo).
- cerrado (se tiene información y no se da).
- evasivo (cambia de temas y no se puede regresar).

7. Dependencia marcada entre una parte del conflicto y otra.
8. Alto grado de diferenciación entre personas o grupos.
9. Necesidad de que el acuerdo sea total (general, consensual).
10. Excesivas reglas de conducta

PROBLEMAS INTRAPERSONALES.- Son aquellos que tienen su origen dentro de la persona como son los de tipo emocional y físicos.

Los emocionales: Se manifiestan como rasgos de la personalidad, que en ocasiones aparentan ser cualidades y que a la larga se tienen resultados nefastos para sí mismos o para los demás; como anteriormente se mencionó en los conflictos emocionales en donde la problemática personal se lleva a todos los roles provocando los problemas interpersonales; ejemplos:

- a.- **Descalificación.-** Que es un mecanismo interno por el cual las personas minimizan o ignoran ciertos aspectos de la realidad (de ellos mismos, de otros, o del mundo).

Descalificar (negar) la existencia del problema.
 Descalificar la importancia o significado del problema.
 Descalificar la solución del problema.
 Descalificar la capacidad propia o ajena, para resolverlo.

- b.- **Transferencias.-** Poner máscaras a otros.
 c.- Vivir en el pasado.
 d.- Trastornos de conducta.
 e.- Etc. etc.

Todo esto impide el funcionamiento y desarrollo adecuado de la persona en sus actividades, así como en su trabajo, reduciendo la eficiencia en la organización.

Físicos. - Son las enfermedades que se pueden padecer, que también afectan la eficiencia.

Por lo tanto es conveniente hacer una buena selección de personal, a fin de prever problemas emocionales y físicos que serán en detrimento del buen funcionamiento de la organización; sin olvidar la capacidad técnica que será en beneficio de ella.

III. INTEGRACION DEL GRUPO- COLABORACION- CORTESIA.

La comunicación, el conocimiento de los compañeros así como el autocorocimiento personal van a favorecer las buenas relaciones, y al ambiente de trabajo, teniendo una sensación de seguridad, confianza y bienestar, que llevan a un buen rendimiento en la labor y a que se tenga colaboración y trabajo en equipo al ser conciente cada elemento del grupo que trabaja y convive con seres humanos semejantes a él; porque con quienes mas contacto directo tenemos es precisamente con los miembros de nuestra propia organización. Y mal puede verse a aquel que no empieza por dar él mismo, en su propio grupo, el buen ejemplo.

Para el grupo de trabajo existe un lenguaje especial. No se trata solamente del lenguaje hablado, pues se "habla" con los gestos, con la mirada o con un leve guiño que puede ser de broma, de picardía o de censura. Puede también que no se tenga que abrir la boca para llevar al otro el mensaje del silencio, el que más hiera y del que a nadie en particular se puede acusar porque ni siquiera un gesto hubo. Todo esto es el resultado directo de la proximidad entre unos y otros a través del tiempo, de la relación diaria de trabajo y de problemas personales. De ahí lo "demasiado especial" del lenguaje que todos venimos obligados a usar en el trabajo.

Recordemos que pasamos al menos la tercera parte del día en la relación directa con el compañero de trabajo y tal vez no nos compenetramos de su modo de vida, de sus problemas, de sus necesidades, sus ideales, sus afanes, sus planes y de todo aquello que un ser humano es capaz de sentir, pensar y realizar. Debemos considerarlo como un miembro mas de nuestra familia, pero en general no es así.

A todos nos gusta que nos distinguan, y no existe una mayor distinción que aquella del compañero que reconoce y habla de lo educado y fino que es uno, de lo agradable que le resulta nuestra presencia.

La cortesía es algo abstracto, encierra los elementos básicos de la cohesión de grupo. Tan así es que, con puntos de vista opuestos y de origen social y educacional diferentes, se puede trabajar al unísono como una sola unidad. Practiquemos la cortesía reconociendo las cualidades de nuestros semejantes. ¡No cuesta nada y vale tanto!

COMUNICACION.

Es el proceso mediante el cual el ser humano transmite sus ideas, decisiones, etc. a otros. En el caso de un Supervisor, éste debe comunicarse eficiente y eficazmente con el Propietario, con el Contrata, con sus compañeros de mayor y de menor nivel así como con una diversidad de personas involucradas en la realización de una obra.

No existe nada más frustrante, que el ver nuestros trabajos, que se consideran técnicos y de alta importancia, subestimados o descartados por los superiores que no los entendieron por fallas en la comunicación.

En muchos casos, lo anterior nos lleva a un desaliento y a un fatalismo, algo así como "los de arriba no están preparados para entendernos", debilitándose nuestro esfuerzo, aislándonos y esterilizando aún más en las funciones, en capacidad profesional, en relaciones interpersonales. Y se llega a la conclusión de que el eslabón débil de la cadena esta en la comunicación.

Consideramos que para que la comunicación se efectúe, se requiere que exista un Emisor y un Receptor, donde el Emisor envía un mensaje y el Receptor lo recibe y se produce un intercambio de estímulos y respuestas entre ambos.

Tipos de Comunicación: Verbal - Escrita - Gesticular.

OPTIMIZAR LA COMUNICACION es colocarse en el nivel - al instante de comunicar - para adecuarse a las personas receptoras. Los resultados serán la comprensión real de lo expuesto, que ante un problema será el elemento básico para la toma de decisión.

Perdóneme, no entendí lo que quiso decir.

No vi el memorando que mandaron de su Departamento.

Excúsceme, no me avisaron a tiempo.

Qué pena, se me olvidó anunciarle que lo esperaban en su despacho.

No sé de qué me está hablando. Aquí nadie ha dicho nada.

Estas y otras miles de frases se escuchan a menudo en las empresas modernas y en los diversos trabajos. Ninguna tendría nada de trascendental, si no fuera porque cada palabra está costando dinero.

Las comunicaciones han mejorado en toda su estructura tecnológica, pero han venido desmejorando en su parte humana.

Cada día se cometen más errores por fallas en las comunicaciones o por ausencia de las mismas. Las comunicaciones empresariales se han convertido en toda una compleja ciencia, a veces tan grande y costosa, que se hace necesario encargar a un experto asumir la responsabilidad de aumentar su eficiencia y bajar su costo.

ASPECTOS TEORICOS DE LA COMUNICACION.

A partir del modelo clásico de la teoría de las comunicaciones, y como una expansión del mismo, se desarrolla un modelo específico, que contempla, además, el problema semántico en el grupo o en la empresa, el sico-organizacional, el referente al tipo de desarrollo de operaciones mentales del Receptor y el de la dupla: actitud-aptitud del mismo.

UN MODELO DE LA COMUNICACION.- La idea de mensaje implica la de transferencia de un "representante mental" de un individuo a otro. Para que sea efectivo, todo mensaje debe cumplir con cuatro condiciones fundamentales:

- 1.- Que exista un medio físico adecuado para que pueda propagarse. (el aire, conductor eléctrico, campo electromagnético, papel, onda luminosa).
- 2.- Un acuerdo previo sobre las características sintácticas y de codificación del mensaje, así como la relación biunívoca entre símbolos del idioma y señales físicas.
- 3.- La coordinación efectiva del valor semántico de las palabras que constituirán el mensaje.
- 4.- La máxima concordancia posible en la interpretación psicológica del texto transmitido a fin de lograr la transferencia de la representación mental deseada. (Hay que considerar la posible falibilidad del incumplimiento de cada una de las condiciones).
- La teoría de las comunicaciones desarrolla una metodología matemática para características y para codificación.
- El medio físico adecuado debe ser resuelto por medio de técnicas convencionales.
- El aspecto semántico y cognoscitivo ameritan una extensión de la teoría de las comunicaciones.

El modelo consta de una etapa de codificación en el individuo Emisor (se efectúa a partir de la correspondencia biunívoca establecida entre los símbolos y las señales a emitir), una etapa de propagación física de las señales (depende lógicamente del medio físico elegido) y una tercera etapa de decodificación o descifrado en el Receptor, (se hacen corresponder símbolos a las señales físicas recibidas).

Además, debido a la natural e inevitable imperfección del canal físico de transmisión, se agrega al modelo un bloque de interferencias ó "ruido" que actúa sobre las señales suprimiendo algunas de ellas ó modificándolas ó inyectando señales no transmitidas (no deseadas), afectando la fidelidad del mensaje transmitido.

La consideración del ruido inyectado en un canal de transmisión, hace deseable contar con un cierto porcentaje de redundancia, a fin de no omitir señales en detrimento del mensaje.

La redundancia a veces resulta favorable, por ejemplo para asegurar que la gente pueda entender lo que se está haciendo ó diciendo. El abuso de ella por el Emisor puede llegar a confundir al Receptor.

El modelo de comunicación: Emisor-canal-fuente de ruido-Receptor, es interpretación de tipo cibernético-

EL PROBLEMA SEMANTICO.- El valor semántico de las palabras ó de una expresión determinada puede representar cosas muy distintas, incluso para especialistas en el tema.

El problema semántico del "lenguaje", puede constituirse en una fuente de inyección de ruido que perturba la inteligibilidad de los mensajes transmitidos. De esa manera, al ruido debe agregársele el ruido semántico. 12

SIMBOLOGIA.- En cuanto a la simbología utilizada, deberán seguirse los principios nemotécnicos fundamentales, es decir, que la expresión simbólica que es presentada a modo de fonema, resulte en lo posible fácilmente pronunciable, lo que facilitará su recuerdo y su utilización oral.

La distorsión del sentido del mensaje, originada por interpretar a ésta con el exclusivo punto de vista del área funcional, en que se desenvuelve el receptor, es por tanto, una fuente de ruidos que inyecta los mismos en la comunicación. Estos ruidos pueden denominarse sico-organizacionales y son introducidos en la etapa de representación mental, posterior a la decodificación.

DESARROLLO DE LA INTELIGENCIA.- El desarrollo de la inteligencia es un aspecto cualitativo de la misma, desde el nacimiento a la adultez. Está vinculado a nivel psicológico con distintas relaciones entre los "significantes", definidos como la representación mental operativa del medio, y los "significados" de dichos elementos.

A través de las relaciones significante-significado, se llega a definir el índice, señal-símbolo-signo. Algunos autores denominan a la relación significante-significado, con la palabra código, que engloba tanto a los símbolos como a los signos.

Finalmente, para lograr la aceptación del mensaje, ya decodificado y comprendido, se requiere contar con una favorable dupla "aptitud-actitud" del Receptor.

ES IMPORTANTE QUE CON TODA CLARIDAD Y FRANQUEZA, EN LOS TIPOS DE ASUNTOS A TRATAR, SE RESUELVAN LOS PROBLEMAS SEMANTICOS Y DE SIMBOLOGIA ASI COMO LA DEFINICION DE LOS CANALES ADECUADOS, DETECTANDO LAS POSIBLES INTERFERENCIAS O RUIDOS QUE DESVIRTUAN LOS PROPOSITOS DE LAS COMUNICACIONES.

SUGERENCIAS E IDEAS PARA MEJORAR LAS COMUNICACIONES.

1.- No improvisar cuando de comunicaciones se trate.- La mayoría de los errores de comunicaciones se deben a la improvisación. No planear de antemano lo que se va a comunicar puede resultar costosísimo. Por lo tanto, cuando se quiera comunicar algo hay que prepararlo con sumo detenimiento, sin pensar que se está perdiendo el tiempo. Piense que está utilizando tiempo para que otros lo ganen y sus costos no se eleven. Fijarse detenidamente qué es lo que se quiere comunicar. No se trata sólo de lo que uno entiende, sino de lo que van a entender los otros. Piense en la gente que va a recibir su comunicación. "Si quiere hablar a Juan Pérez, lo que Juan Pérez debe entender, es preciso que piense como Juan Pérez y vea con los ojos de Juan Pérez".

2.- Emplear el medio de comunicación más adecuado.- Los costos también se elevan demasiado cuando el medio es equivocado. La selección del medio de comunicación es otro de los factores fundamentales para aumentar la eficiencia. Hay muchos medios de comunicación y cada uno tiene su valor. Errar en escoger el medio siempre cuesta, y no sólo porque el mensaje no llega a su objetivo, sino porque se hace necesario repetirlo en otro medio y por lo tanto debe volverse a estudiar todo el proceso de la comunicación.

Los receptores de la comunicación, por otra parte, son diferentes. Con algunos puede emplearse la palabra escrita, con otros es imposible, con muchos puede emplearse el lenguaje gráfico, con otros sólo es posible entenderse hablando. A algunos hay que verles, a otros basta llamarlos por teléfono.

3.- Tener en cuenta al ser humano.- Muchas comunicaciones carecen de sentido humano. Alguna gente habla por teléfono como si estuviera hablando con el aparato y no con una persona. Otras gentes sólo comunican a la mente y descuidan el corazón de su receptor.

Cuando se trata de comunicar a seres humanos hay que tener en cuenta que son tales. Por lo tanto no hay que atropellar sus ideas, sus principios ni sus sentimientos, hay que comunicar a los sentidos pero también al corazón.

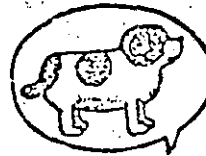
4.- Enviar las comunicaciones a tiempo.- El tiempo es uno de los enemigos mortales de las comunicaciones. Casi todo llega tarde. El éxito de las comunicaciones radicará en hacerlas con suficiente anticipación. No hay que esperar hasta última hora y no se debe dejar nada a la imaginación, ni al prejuicio de que la "gente ya lo sabe".

5.- Hacer mensajes claros, concretos y concisos.- Este principio es conocido con el nombre de la regla de las tres "C" y se debe tener siempre en cuenta. Un célebre industrial decía: "Ningún buen mensaje debe llevar más de una idea".

El lenguaje gráfico también permite hacer mensajes cortos y claros. Se emplea universalmente para turistas que no hablan idiomas. Una buena ilustración afirma tanto como muchas palabras. "Si no puede decirlo, ¡dístrelo", es otro buen principio. Cuando por medio de palabras no pueda expresarse claramente, hágalo con papel y lápiz.

6.- Cuidar muy bien los mensajes no hablados.- Cuando se está participando en un diálogo de cualquier naturaleza, debe tenerse cuidado no sólo de lo que dice sino de la manera como se dice. El lenguaje corporal, facial, ocular y de las manos también cuenta. Muchas veces la boca dice una cosa y los ojos otra; otras veces la palabra afirma algo pero las manos y los pies indican lo contrario. El gesto y las expresiones pueden ser más comunicadoras que las simples palabras.

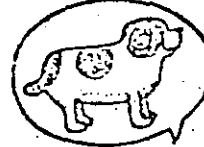
SIEMPRE DEBE TENERSE EN CUENTA QUE COMUNICAR ES MAS QUE HABLAR.



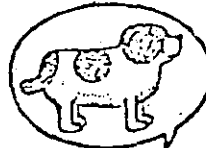
Tengo un animal doméstico en casa



Es un perro



Es un San Bernardo



Grande



Café y blanco



Que bueno
¿Qué clase de animal?



¿Qué clase de perro?



¿Cachorrito, o ya grande?



¿De qué color es?



Podrías haberme dicho desde el principio que tienes en casa - un perro San Bernardo, crecido, color café y blanco



¿Porqué nadie me entiende?

FI

LIDERAZGO Y AUTORIDADLIDERAZGO.

Existen numerosos enfoques y definiciones del Líder y del Liderazgo:

"El ejercicio de la autoridad y de la toma de decisiones".

"El proceso de influencia sobre las actividades de un grupo, - dirigidas a la fijación y cumplimiento de metas".

"El líder es el que logra que otros lo sigan".

La palabra líder procede del inglés "to lead", conducir, luego el líder es un conductor de personas.

Estas definiciones contienen dos premisas:

- Que el liderazgo implica una distribución desigual, pero legítima de la influencia y del poder (autoridad).
- Que no existen líderes aislados. Su rol para existir requiere los roles complementarios de seguidores, miembros del grupo.

Morsey y Blanchard, resumen los conceptos de la mayoría de los autores sobre el tema en la definición que sigue:

"Liderazgo es el proceso de influencia sobre las actividades de individuos o grupos para lograr metas comunes, en situaciones determinadas".

Todos los ejecutivos que supervisan y dirigen a subordinados son por ello líderes al funcionar dentro de una estructura, respondiendo a la última definición.

Los numerosos autores sobre el tema de como debería liderar - "el directivo ideal" no han podido ponerse de acuerdo, ya que sus - definiciones en general no responden a las múltiples y variadas situaciones que éste debería enfrentar. Mencionemos algunas de las diferentes teorías y modelos sobre estilos gerenciales, propuestas por -

especialistas en Desarrollo Organizacional:

Es conveniente distinguir cuatro tipos de líderes de grupo:

- 1) El autocrático.- Toma las decisiones sobre la base de sus - propios intereses, o de intereses especiales dentro y fuera del grupo.
- 2) El paternalista.- Actúa según los intereses del grupo, tal como él interpreta estos intereses.

Los líderes autocráticos y paternalistas, son aquellos en los cuales las decisiones son tomadas por el líder, quien es elegido por el grupo o designado por alguna autoridad exterior. Una gran parte de las técnicas y acciones de los líderes autocráticos y paternalistas, son análogas. La diferencia reside en los motivos de los líderes.

- 3) El individualista o permisivo.- Es producto de una sociedad o grupo de transición. En medio de la inseguridad de la democracia en evolución opina a menudo que la forma de dirigir es no dirigir en absoluto, dejar que la gente aunque inmadura, tenga la completa "libertad".
- 4) El participativo.- Es el que actúa por participación en el - grupo. Los miembros trabajan en conjunto para lograr una elevada cohesión de grupo; el ambiente queda determinado por él mismo. Se asigna la máxima importancia al crecimiento y desarrollo de - todos los miembros del grupo ninguno de los cuales es líder; el liderazgo es distribuido.

Existe otra teoría que valga al líder en función de 2 variables que son: El interés por la producción y el interés por la gente, - teniendo 5 estilos de liderazgo:

El "Empobrecido".- Bajo interés por la producción y por la gente.

El "Club Campestre".- Alto interés por la gente y bajo por la producción.

El "Dedicado a la tarea".- Alto interés por la producción y bajo por la gente.

El "Mitad del Camino".- Su objetivo es el equilibrio, entre las exigencias de la producción, y

El "Equipo máximo".- Interesado por la producción y por la gente; cumple las metas mediante el trabajo en equipo con gente motivada y vinculada con relaciones de confianza.

Cual es el mejor estilo de liderazgo?

El líder situacional para ser efectivo es el que adecúa su estilo de liderazgo de acuerdo a la situación y al momento. Para lograrlo - necesita capacitación y entrenamiento a fin de que el liderazgo formal coincida con el liderazgo natural y tenga flexibilidad. También el liderazgo de grupo estará estrechamente ligado con los tipos de estructura de grupo. Se podría decir que cada grupo elegirá el líder que mejor concuerde con su estructura o característica o a la inversa, el líder escogerá a los seguidores de acuerdo a su problemática personal.

AUTORIDAD.

Existen dos tipos de autoridad:

Autoridad formal o delegada.- Es la que una persona recibe - cuando es nombrada para un puesto, o cuando es delegada.

Autoridad informal.- Es la capacidad para inducir una sugerencia a una persona determinada para que lleve a cabo una proposición específica.

Lo conveniente es que el líder tenga:

Autoridad y liderazgo formal, o mejor todavía:
Autoridad informal y liderazgo inato.

De cualquier modo que se vea la situación, no debe perderse de vista que la autoridad es una investidura de la persona, para el logro de un propósito específico. En el caso de la realización de una obra, ese será el propósito específico u objetivo, que no debe perderse.

El Supervisor, como tal, es el responsable del "proceso de influencia sobre las actividades de un grupo, dirigidas a la fijación y cumplimiento de metas"; y en una obra debe ser la autoridad, que el Propietario le ha delegado.

También conviene tener presente que el hecho de ser líder y tener autoridad implica la responsabilidad y obligación de servicio. (Servir a las personas, servir al grupo, a la organización, a la empresa, a la comunidad, para el logro de sus fines).

TOMA DE DECISIONES.

Una decisión consiste en dar solución a un problema específico.

Para tomarla conviene sopesar los diversos criterios que intervienen así como el acopio de la información necesaria para tener elementos de juicio.

En labores de supervisión de obras se presentan situaciones que demandan tomar decisiones, las cuales deben considerarse y estudiarse con cuidado sopesando sus consecuencias y repercusiones diversas. Algunos ejemplos pueden ser los siguientes: Estudio y análisis de modificaciones al proyecto; modificaciones en procedimientos constructivos; reprogramaciones que alteren o no alteren fechas de terminación; aceptaciones o rechazos de personal, de maquinaria, de materiales, de trabajos o de instalaciones; aplicación de sanciones; suspensiones de obra parciales; o total; trabajos extraordinarios o por administración; situaciones imprevistas o de emergencia.

CARACTERÍSTICAS DE UNA SITUACION DE DECISION.

- Un objetivo.- Se requiere tener el logro de un fin.
- Cursos de acción alternativos.- Son las diferentes formas o medios para obtener el fin. Se hace la selección de alternativas mediante diversos sistemas de selección de ellas.
- Factores importantes.- Económicos, técnicos, personales, sociales, políticos, que pueden ser igualmente importantes para las distintas alternativas.

Dentro de los factores hay que tomar en cuenta, además de los muy importantes antes mencionados, al humano, ya que toda decisión estará influenciada por el razonamiento, por las emociones, la problemática personal, así como la influencia de los roles.

El no tomar una decisión oportuna, es una decisión de no decidir.

FACTORES INTRAPERSONALES QUE IMPIDEN TOMAR BUENAS DECISIONES.

- Temer no tener la información adecuada, o no elegir la mejor línea de acción. (ya tomada la decisión, pensar que no fue la adecuada).
- Tomar la decisión de inmediato, sin haber analizado, como correspondía, sus consecuencias.
- Decidir por sí solo y prometerse asumir todas las consecuencias hasta la última instancia.
- Elegir la decisión que provocará menos dificultades interpersonales.
- Postergar la decisión.

TEORIAS O TECNICAS USUALES PARA LA TOMA DE DECISIONES:

- Teoría de la optimización.- Es mediante la determinación de los valores de los parámetros controlables, empleando la función criterio y las restricciones. Queda como resultado el valor extremo del concepto a optimizar.
- Teoría de probabilidades.- O de conclusiones inciertas, por asignar un valor numérico al grado de incertidumbre que pueda existir respecto a un evento particular.
- Teoría de la estadística.- Esta relacionada con datos u observaciones que ayudan a llegar a conclusiones racionales basándose en los datos recopilados. (Las teorías de probabilidades y de estadística están internamente ligadas. Dan lo que se llama índices de confiabilidad).
- Teoría de la decisión de la utilidad.- Proporciona un medio para la medición en una sola escala de diversidad de valores dimensionales, para la selección de estrategias para optimizar las probabilidades de obtener un valor máximo en la escala de utilidad-

En resumen, tomar una decisión implica alcanzar una meta u objetivo, para lo cual es necesario considerar un conjunto de soluciones posibles, un conjunto de factores importantes y, tal vez, alguna incertidumbre respecto a las posibles consecuencias de las diversas alternativas o soluciones.

CUALIDADES QUE DEBE TENER UN SUPERVISOR, DESDE EL PUNTO DE VISTA DE UN CONTRATISTA.

- 1.- Que el supervisor haya sido también contratista.
- 2.- Que sea exigente en cuanto a la calidad de los trabajos, pero no perfeccionista.
- 3.- Que tenga experiencia en la construcción de obras similares a las que está supervisando.
- 4.- Que sea diligente en el cumplimiento de sus labores, tanto de campo como de gabinete.
- 5.- Que esté adecuadamente remunerado, para que no tenga resentimientos contra el personal del contratista.
- 6.- Que sea honrado, pero no puritano.
- 7.- Que tenga el valor civil de aceptar que está equivocado, cuando sea el caso.
- 8.- Que conozca cuales son las funciones y objetivos de una supervisión.
- 9.- Que sea puntual.
- 10.- Que tenga sentido de responsabilidad.
- 11.- Que sea oportuno.
- 12.- Que tenga capacidad para evaluar y tomar decisiones.
- 13.- Que sea previsor.
- 14.- Que sea respetuoso.
- 15.- Que tenga iniciativa para resolver satisfactoriamente los problemas imprevistos y de emergencia que pudieran presentarse en la obra.
- 16.- Que tenga tacto o delicadeza para manejar las situaciones de controversia que se presenten.
- 17.- Que sea objetivo y justo en sus apreciaciones.

CONCLUSIONES.

Un BUEN Supervisor de obra conoce el proyecto, los programas los controles, es capaz de idear y diseñar procedimientos constructivos y es cumplido con sus responsabilidades.

Pero un Supervisor DESTACADO, conoce además el arte de la diplomacia.

Otra conclusión consiste en que debemos percatarnos de la necesidad de analizar o analizarnos como supervisores y CAPACITARSE para poder desempeñar profesionalmente y eficazmente esa importante función.

Reflexiones Generales.

Empléate a fondo en tu trabajo.

Preguntate si acaso tu trabajo sufre merma porque pasas demasiado tiempo en quejarte y demasiado poco en cumplir con las responsabilidades para las que se te llama y se te paga.

Si trabajas para un hombre, trabaja de veras por él.

Si es él quien paga tu salario, trabaja por él, habla bien de él, defiéndelo en su persona y en la institución que represente.

Si te ponen en aprietos, recuerda que un gramo de lealtad vale más que un kilo de inteligencia.

Si piensas en atacarlo, prefiere renunciar a tu posición; pero mientras formas parte de su organización, no lo condenes.

Dá muestras en tu trabajo del mismo ardor e iniciativa que esperas de los que tengas o tuvieras que pagar sus salarios.

Lo que quieras que los demás hagan contigo, hazlo tú con ellos.



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

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION", ORGANIZADO EN COLABORACION
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA DEL 15 AL 19 DE OCTUBRE -
DE 1984.

S O L D A D U R A

Veracruz, Ver.

SOLDADURAS

I.- Procesos de soldadura.-

- a) MANUAL (Al arco eléctrico con electrodo recubierto).
- b) DE ARCO SUMERGIDO (Soldadura al arco eléctrico con electrodo sumergido).
- c) SEMIAUTOMATICA DE ELECTRODO TUBULAR FLEXIBLE (Soldadura al arco eléctrico y electrodo con núcleo de fundente).
- d) SEMIAUTOMATICA DE ARCO PROTEGIDO CON GAS.
- e) ELECTRO SLAG O ELECTROGAS.

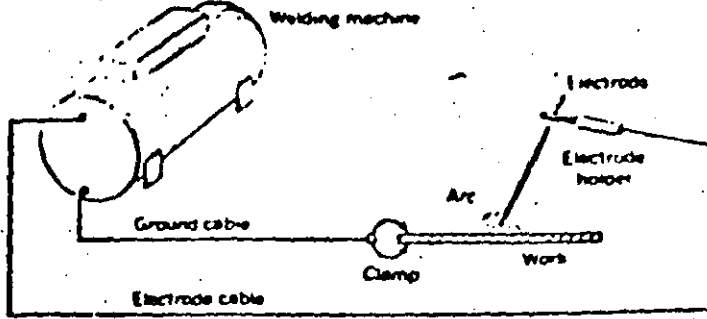


Fig. 14.1 The welding circuit.

Art. 14.2]

WELDING PROCESSES

485

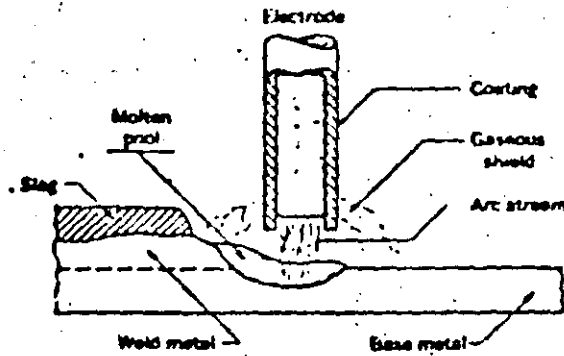


Fig. 14.3 Shielded arc-welding process.

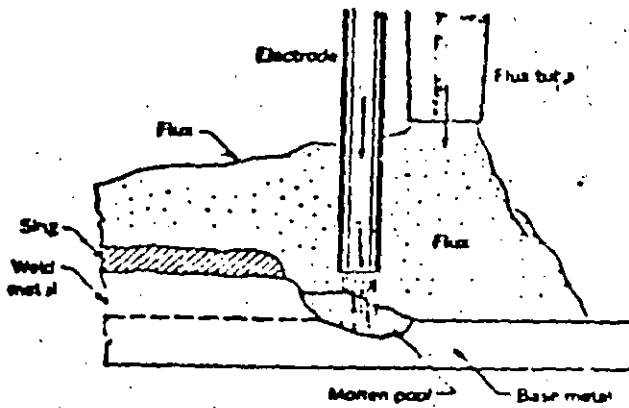


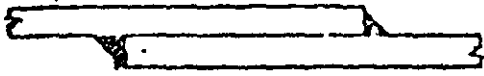
Fig. 14.6 Submerged arc-welding process.

II.- Tipos de Juntas .-

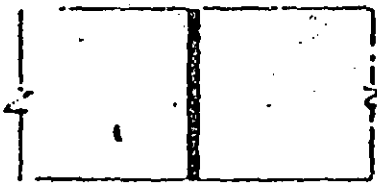
- a) A tope
- b) Traslapada
- c) Entera T
- d) De esquina
- e) De borde.

III.- Tipos de soldaduras

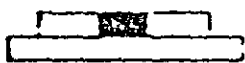
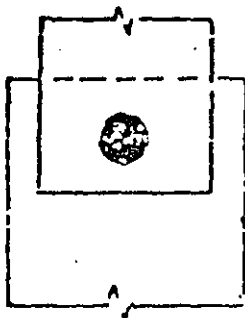
- a) Soldadura de filete.
- b) Soldadura de penetración.
 - b 1) Penetración completa.
 - b 2) Penetración incompleta.
- c) Soldadura de tapón.
- d) Soldadura de ranura.



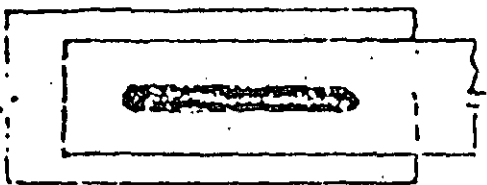
SOLDADURA DE FILETE



SOLDADURA DE PENETRACION

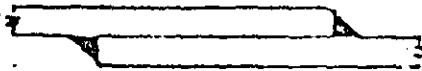


SOLDADURA DE TAPON



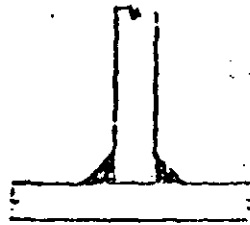
a1. SOLDADURAS DE FILETE

a. JUNTAS A TOPE



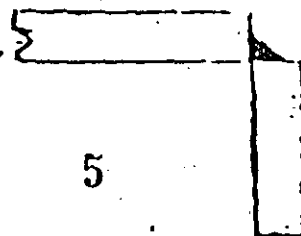
b1. SOLDADURAS DE FILETE

b. JUNTAS TRASLAPADAS



c1. SOLDADURAS DE FILETE

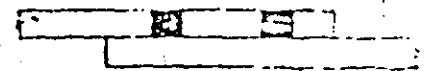
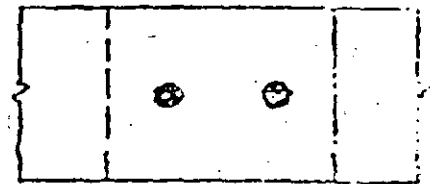
c. JUNTAS EN TE



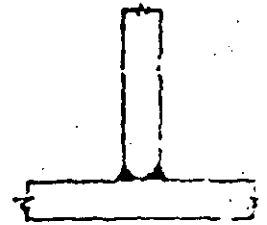
d1. SOLDADURA DE FILETE



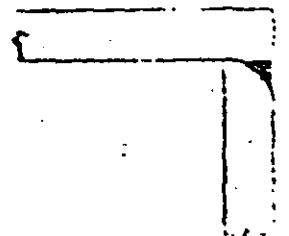
a2. SOLDADURAS DE PENETRACION



b2. SOLDADURAS DE TAPON



c2. SOLDADURAS DE PENETRACION



d2. SOLDADURA DE PENETRACION

IV.- Posiciones de las soldaduras

- a) Plana
- b) Horizontal
- c) Vertical
- d) Sobre cabeza.

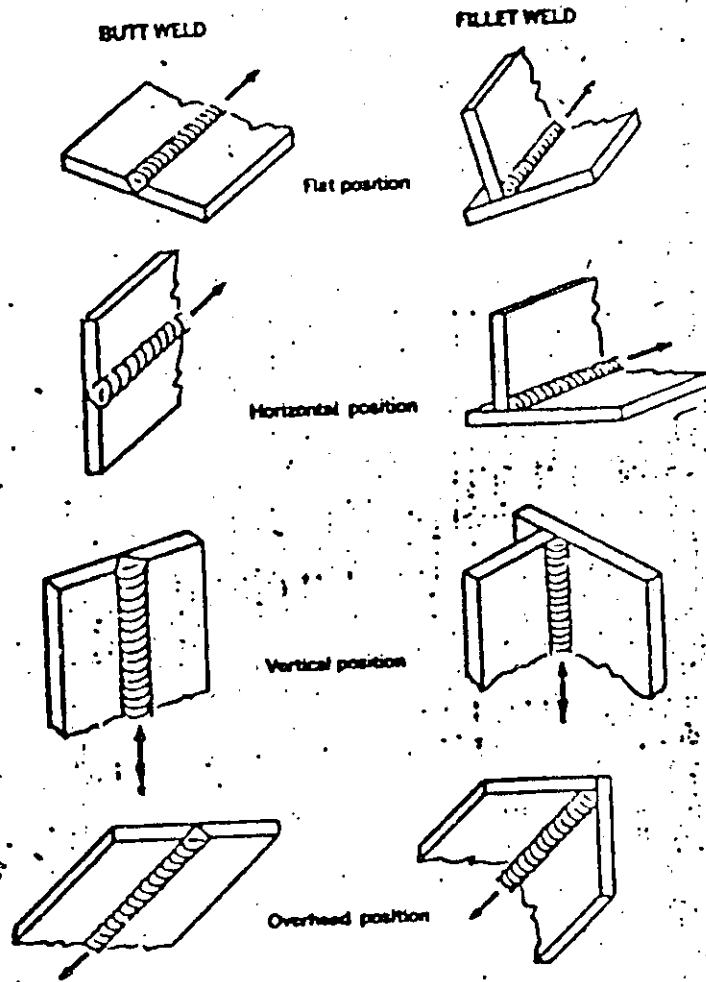
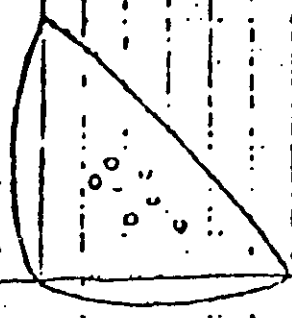


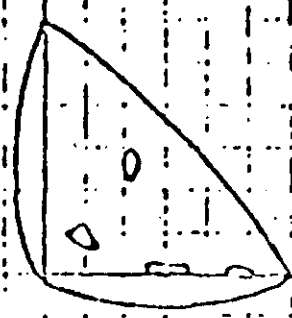
Fig. 14.11 Positions of welding for fillet and butt welds. (Courtesy of American Welding Society.)

V. SOLDADURAS DE FILETE

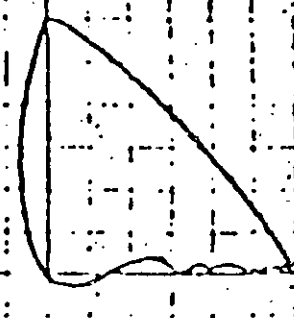
- a) secciones transversales
 - a¹) características
 - a²) secciones aceptables
 - a³) secciones inaceptables
- b) defectos
- c) tamaño mínimo de filetes
- d) tamaño máximo de soldaduras de filete
- e) longitud de soldaduras de filete
- f) juntas traslapadas
- g) retorno en extremos de filetes
- h) filetes en agujeros y ranuras
- i) resistencia de soldaduras de filete



POROSIDAD



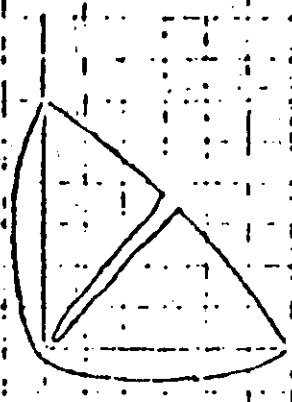
INCLUSIONES DE ESCORIA



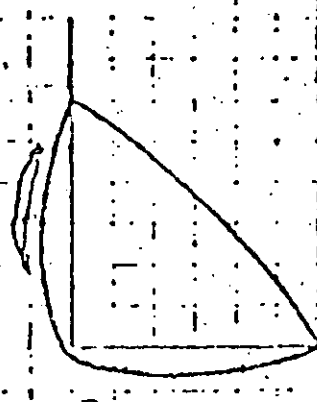
FUSION INCOMPLETA



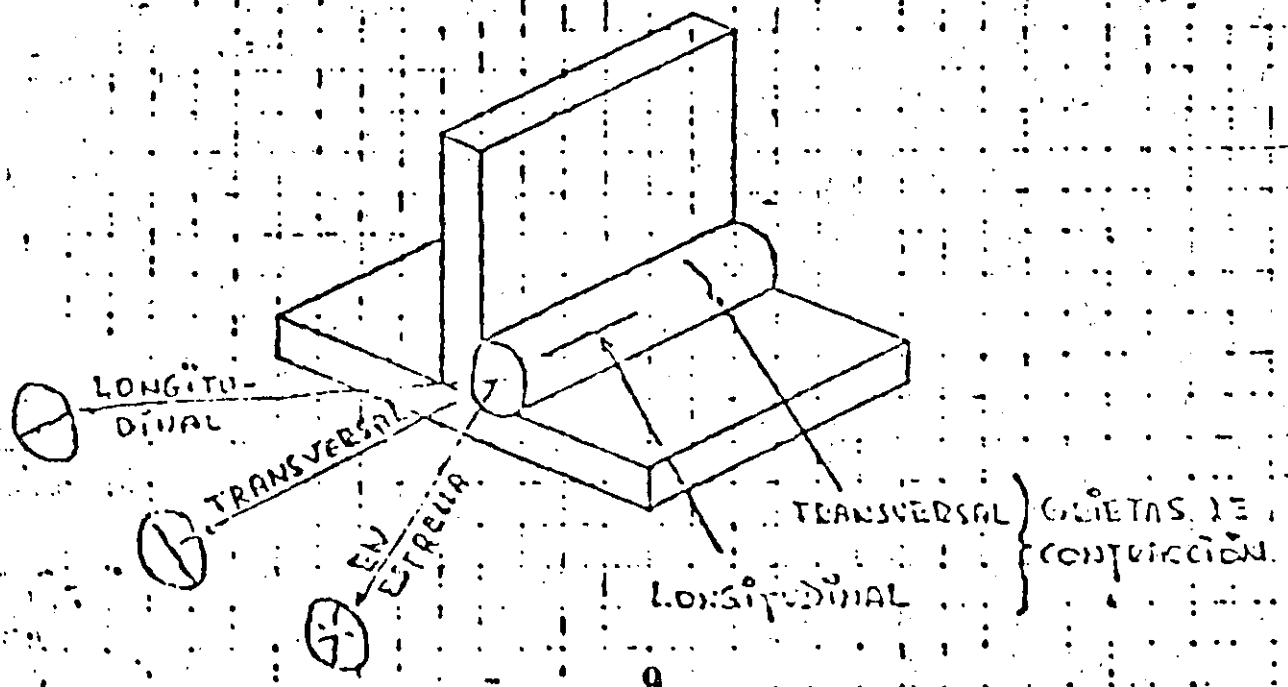
ALTA DE PENETRACION



AGRIETA LONGITUDINAL



AGRIETA EN EL METAL BASE



VI.- Soldaduras de penetración

- a) Características generales.
- b) Secciones aceptables e inaceptables.
- c) Precalificación
- d) Soldaduras de penetración completa .
- e) Soldaduras de penetración incompleta.
- f) Tamaño mínimo en soldaduras de penetración parcial.
- g) Resistencia de soldaduras de penetración.

FIGURE 1

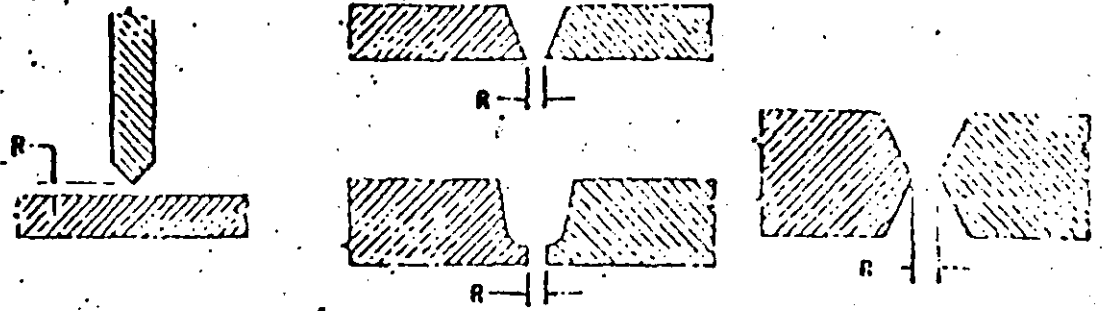


FIGURE 2

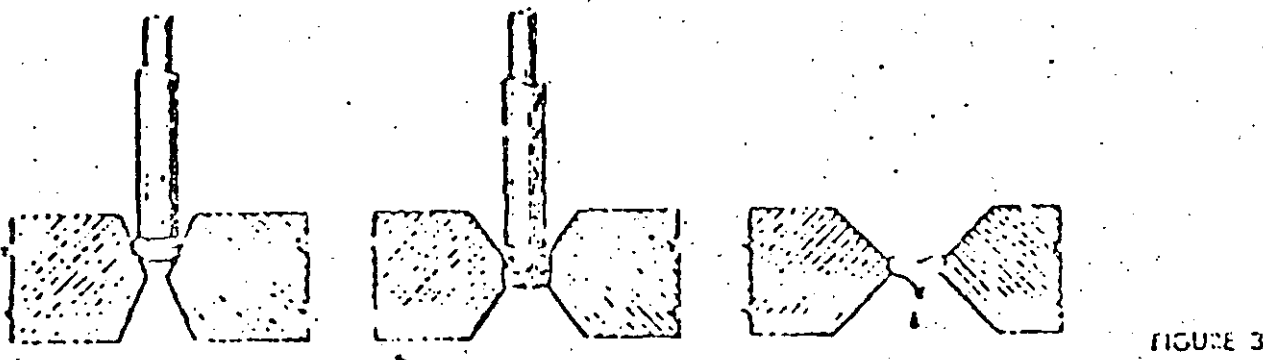
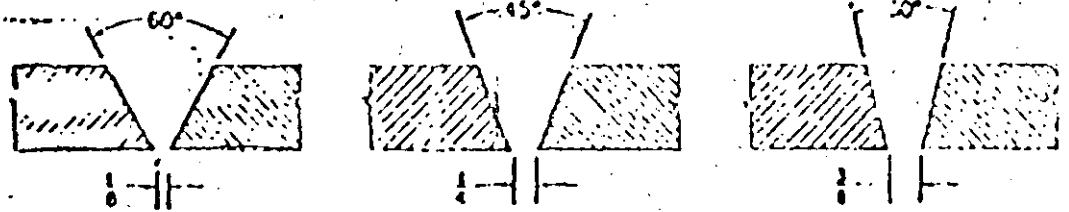
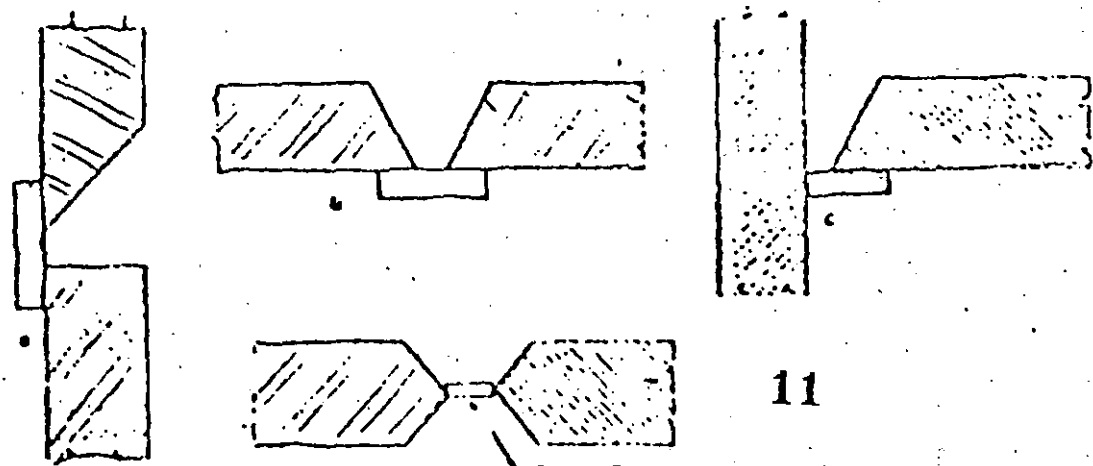


FIGURE 3



11

FIGURE 4

"Open" to Permit Heat Drainage, This Will Be
Closed and before Working Second Side

La distancia entre piezas que han de soldarse de filete, no será mayor de 5 m.m. AWS (3.3.1)

Las partes a soldarse a tope se alinearan sin un error mayor del 10% de la placa más delgada pero no mayor de 3 m.m. ; AWS (3.3.3)

VII.- Metal de aportación

- a) Características generales.
- b) Clasificación de los electrodos.
- c) Electrodos para soldadura manual al arco eléctrico.
 - c.1) Nomenclatura
 - c.2) Papel del recubrimiento.
 - c.3) Tipos de electrodos
 - c.4) Uso de los electrodos .
- d) Electrodos para soldadura de arco sumergido.

Arc-Welding Consumables

Arc-welding consumables are the materials used during welding, such as electrodes, filler rods, fluxes, and externally applied shielding gases. With the exception of the gases, all of the commonly used consumables are covered by AWS specifications.

Twenty specifications in the AWS A5.x series prescribe the requirements for welding electrodes, rods, and fluxes. This section briefly reviews some of the important requirements of the A5.x series, with the intent of serving as a guide to the selection of the proper specification. When detailed information is required, the actual AWS specification should be consulted.

Classifications of mild and low-alloy steel electrodes are based on an "E" prefix and a four or five-digit number. The first two digits (or three, in a five-digit number) indicate the minimum required tensile strength in thousands of pounds per square inch. For example, 60 = 60,000 psi, 70 = 70,000 psi, and 100 = 100,000 psi. The next to the last digit indicates the welding position in which the electrode is capable of making satisfactory welds: 1 = all positions — flat, horizontal, vertical, and overhead; 2 = flat and horizontal fillet welding (see Table 4-1). The last two digits indicate the type of current to be used and the type of covering on the electrode (see Table 4-2).

Originally a color identification system was developed by the National Electrical Manufacturers Association (NEMA) in conjunction with the American Welding Society to identify the electrode's classification. This was a system of color markings applied in a specific relationship on the electrode, as in Fig. 4-1(a). The colors and their significance are listed in Tables 4-3 and 4-4. The NEMA specification also included the choice of imprinting the classification number on the electrode, as in Fig. 4-1(b).

ELECTRODES, RODS, AND FLUXES

The first specification for mild steel covered electrodes, A5.1, was written in 1940. As the welding industry expanded and the number of types of electrodes for welding steel increased, it became necessary to devise a system of electrode classification to avoid confusion. The system used applies to both the mild steel A5.1 and the low-alloy steel A5.5 specifications.

TABLE 4-1. AWS A5.1-69 and A5.5-69 Designations for Manual Electrodes

| | |
|---|--|
| a. The prefix "E" designates arc-welding electrode. | |
| b. The first two digits of four-digit numbers and the first three digits of five-digit numbers indicate minimum tensile strength: | |
| E60XX | 60,000 psi Minimum Tensile Strength |
| E70XX | 70,000 psi Minimum Tensile Strength |
| E110XX | 110,000 psi Minimum Tensile Strength |
| c. The next-to-last digit indicates position: | |
| EXX1X | All positions |
| EXX2X | Flat position and horizontal fillets |
| d. The suffix (Example: EXXXX-A1) indicates the approximate alloy in the weld deposit: | |
| -A1 | 0.5% Mo |
| -B1 | 0.5% Cr, 0.5% Mo |
| -B2 | 1.25% Cr, 0.5% Mo |
| -B3 | 2.25% Cr, 1% Mo |
| -B4 | 2% Cr, 0.5% Mo |
| -B5 | 0.5% Cr, 1% Mo |
| -C1 | 2.5% Ni |
| -C2 | 3.25% Ni |
| -C3 | 1% Ni, 0.35% Mo, 0.15% Cr |
| -D1 and D2 | 0.25-0.45% Mo, 1.75% Mn |
| -G | 0.5% min. Ni, 0.3% min. Cr, 0.2% min. Mo, 0.1% min. V, 1% min. Mn (only on element required) |

CINCO PUNTOS EN LOS QUE HAY QUE FIJAR LA ATENCION PARA ASEGURAR UNA BUENA CALIDAD DE LA SOLDADURA.

1) SELECCION DEL PROCESO DE UNA SOLDADURA.

- A) SOLDADURA DE OPERACION MANUAL
- B) SOLDADURA SEMI AUTOMATICA
- C) SOLDADURA AUTOMATICA

2) PREPARACION DE LAS JUNTAS.

3) ESTUDIO EN DETALLE DEL PROCEDIMIENTO.

- A) IDENTIFICACION DE LA JUNTA
- B) DETALLES Y TOLERANCIA DE LA JUNTA
- C) IDENTIFICACION DEL PROCEDIMIENTO
- D) TIPO Y TAMAÑO DEL ELECTRODO
- E) TIPO DE FUNDENTE (CUANDO SE REQUIERE)
- F) CORRIENTE Y VOLTAJE
- G) PRECALENTAMIENTO
- H) SECUENCIA DE PASES
- I) COMENTARIOS O INDICACIONES ADICIONALES

4) PERSONAL (CALIFICACION Y SELECCION)

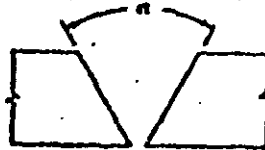
5) PRUEBAS PREVIAS.

LISTA DE DETALLES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE UNA SOLDADURA.

| | | | |
|-----------------------------------|---|---|---|
| REVISION ANTES DE LA SOLDADURA: | ● | ○ | ○ |
| REVISION DURANTE LA SOLDADURA: | ○ | ○ | ○ |
| REVISION DESPUES DE LA SOLDADURA: | ○ | ○ | ○ |

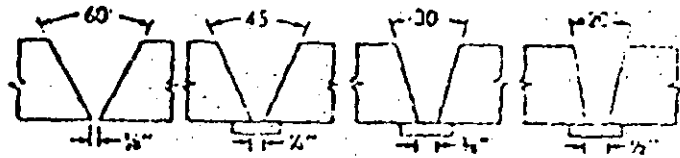
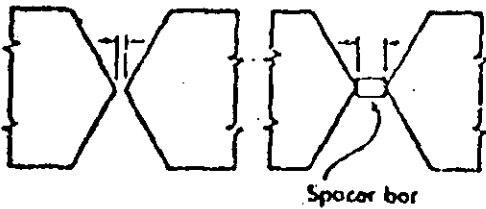
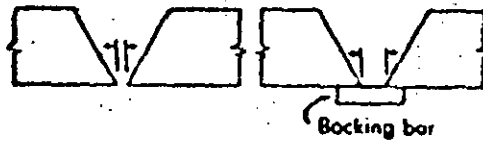
1) ANGLULO DE LA PREPARACION

● ○ ○



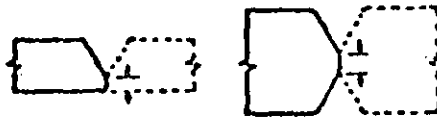
2) ABERTURA DE LA RAIZ.

● ○ ○



3) PERFIL DE LA RAIZ.

● ○ ○



16



(a) Too small root face; burn-through
 (b) Too large root face; lack of penetration
 (c) Proper root face; proper penetration

4) ALINEAMIENTO DE LAS PLACAS

• • •



5) LIMPIEZA DE LA JUNTA

• • •

6) TIPO Y TAMAÑO DE ELECTRODO

• • •

7) INTENSIDAD Y POLARIDAD DE LA CORRIENTE

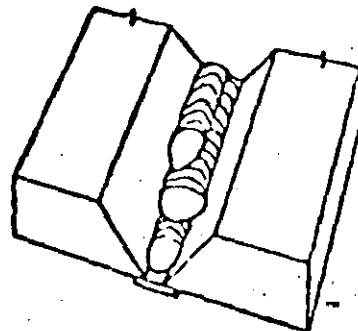
• • •

8) PUNTOS DE SOLDADURA.

• • •

9) FUSION ADECUADA

• • •

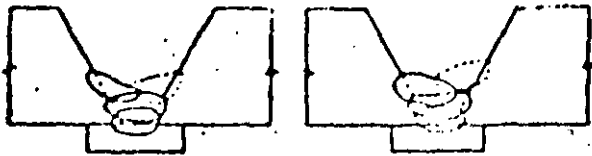


10) PRECALENTAMIENTO

II) SECUENCIA ADECUADA DE PASES

070

0 8 0

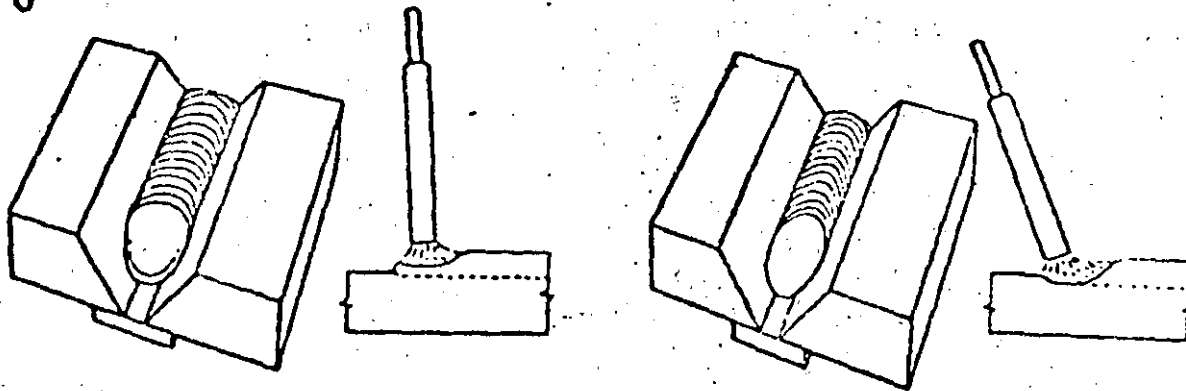


(a) No problem for next pass to fuse properly into side of joint and weld

(b) Not enough room left between side of joint and last pass, will not fuse properly, may trap slag

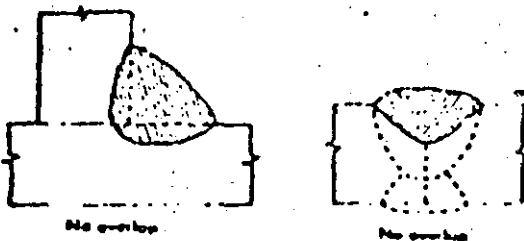
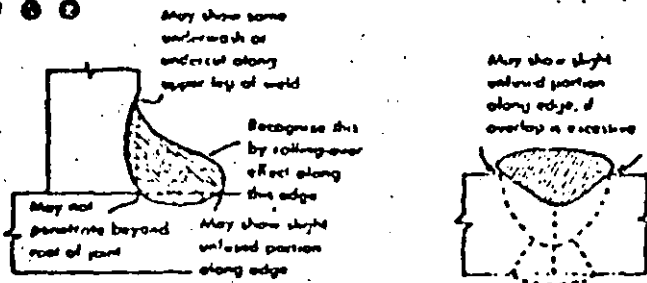
12) VELOCIDAD CORRECTA DE MOVIMIENTO DEL ELECTRODO

0 0 0



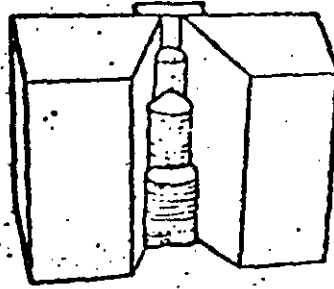
13) AUSENCIA DE SOLAPADURAS (OVERLAP)

0 0 0



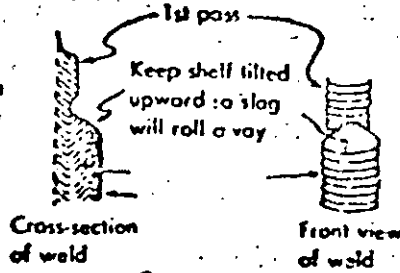
14) INCLINACION DEL CRATER EN SOLDADURAS VERTICALES

071



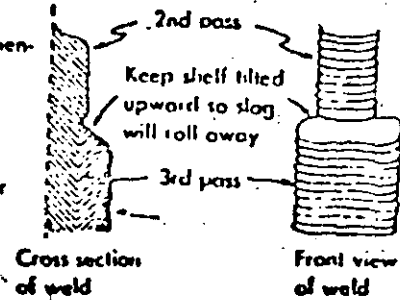
Spent enough time at middle of weld so extra weld metal here will keep shell tilted upward

Weaving technique

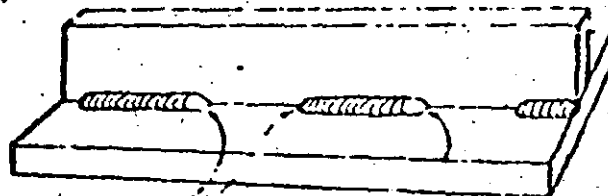
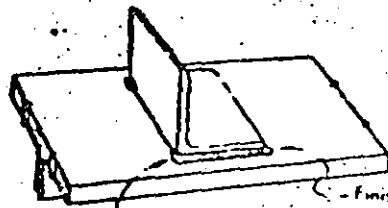


Hold rod momentarily at sides; will build up weld to full size and will provide proper weld shape

Weaving technique

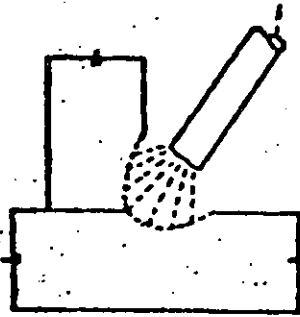


15) RELLENO DE CRATERES

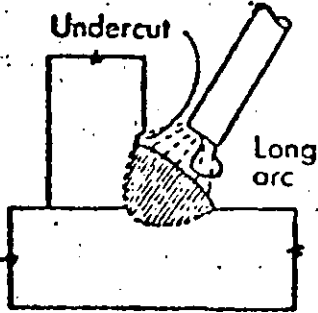




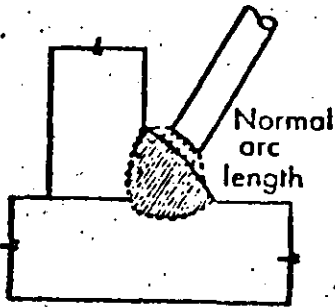
(a)



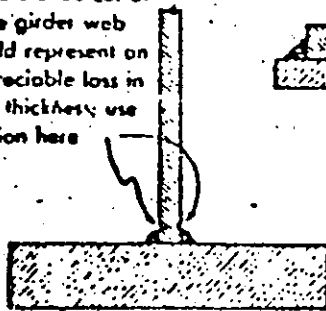
(b)



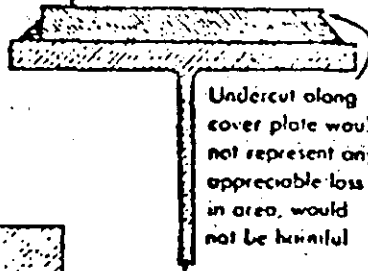
(c)



Double undercut of plate girder web would represent an appreciable loss in web thickness; use caution here



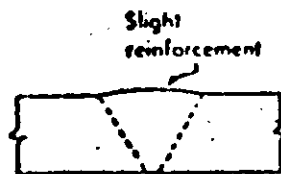
Cover E of rolled beam



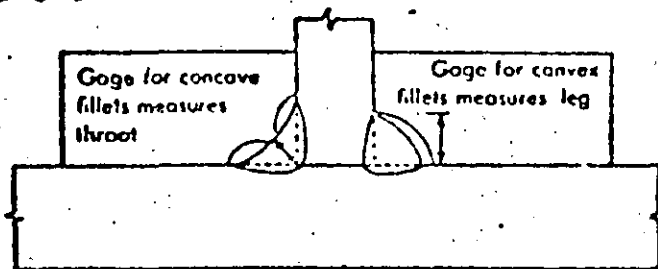
Undercut along cover plate would not represent any appreciable loss in area, would not be harmful

17) REFUERZO ADECUADO EN SOLDADURAS A TOPE

073



18) TAMAÑO CORRECTO DE SOLDADURAS DE FILETE.



19) AUSENCIA DE GRIETAS





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

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION", ORGANIZADO EN COLABORACION
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA, DEL 15 AL 19 DE OCTUBRE
DE 1984.

C I M E T A C I O N E S

Veracruz, Ver.

INDICE

| | | |
|----|---|----|
| 1. | INTRODUCCION | 3 |
| 2. | ANALISIS | 6 |
| 3. | PROBLEMAS DE LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS | 13 |
| 4. | COMENTARIOS GENERALES | 16 |

1. INTRODUCCION

Una cimentación es aquella parte de una estructura que está en con tacto con el suelo, trasmitiendo sus cargas.

Las cimentaciones pueden dividirse en dos grandes grupos:

Cimentaciones superficiales

- . zapatas aisladas
- . zapatas corridas
- . retícula de zapatas
- . losas
- . cajones superficiales

Cimentaciones profundas

- . cajones profundos
- . pilotes { fricción
 punta
- . pilas
- . cajones + pilotes (mixta)
- . cilindros

Sin embargo pueden encontrarse cimentaciones especiales no clasifi ca das aquí, que a final de cuentas encuadrarían en alguna de ellas, i.e. los pilotes de control, entrelazados, etc.

La selección del tipo de cimentación obedece esencialmente a la ca pa ci dad de carga y a la deformabilidad del suelo, bajo las cargas impuestas. Interviene también la geometría de la estructura y el valor de las cargas que bajan a cimentación.

Ejemplifiquemos, para ver la secuencia de selección, el caso de que se tuviera una estructura ligera, con claros pequeños y locali za da en alguna zona de alta compresibilidad y baja resistencia; probablemente pudiera cimentarse con zapatas aisladas, quizá liga da s con traveses entre éstas.

En caso de que no pasara por hundimientos (dominan el diseño en es te ca so) debería pensarse en aumentar el área de contacto para dis

minuir la presión, pasando a una solución de zapatas corridas, a una retícula de zapatas o bien a una losa de cimentación.

En caso de que la losa fuera insuficiente, esperándose aún hundimientos intolerables, tendría que pensarse en una cimentación parcialmente compensada (cajón de cimentación) o totalmente compensada. El pensar en esta solución implicaría aumento de carga por el peso del propio cajón.

A medida que el proyecto aumente sus cargas o sus claros podría llegar a pensarse en la necesidad de pilotes (de fricción o punta) o pilas.

Ahora bien si el suelo fuera más consistente y menos compresible (arcillas duras), más compacto (arenas compactas) o sumamente resistente y poco compresible (tepetates o roca) podría ser suficiente con una cimentación superficial a base de zapatas, corridas o aisladas.

Ustedes como constructores saben que otro aspecto importante es la economía, desde el punto de vista pesos y desde el punto de vista tiempo. Este aspecto, en algunos casos, implica escoger un tipo de cimentación específico, claro cumpliendo con lo ya mencionado de capacidad de carga y deformabilidad.

Entonces definido un proyecto podrá uno de antemano imaginarse algún tipo de cimentación, suponiendo ciertas características estratigráficas del subsuelo.

Por ejemplo me ha tocado trabajar con algunos estructuristas que de antemano se inclinan por algún tipo de cimentación para un proyecto dado.

Enseguida, después de la definición del proyecto, habrá que programar una serie de trabajos de campo encaminados a determinar las características del suelo (de resistencia y compresibilidad) en el sitio de estudio. Si se trata de un sitio dentro de la zona urbana del Distrito Federal se podrían auxiliar con alguna referencia (1), (2) y (3), incluso si el sitio quedara dentro de la zona urbana de alguna de las principales ciudades del interior de la República podría recurrirse a publicaciones de la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos para imaginar el tipo de suelo que podríamos encontrar. En caso de no tener ninguna información será preciso visitar el sitio y tratar de imaginar, geológicamente, la formación de éste.

Bajo las bases anteriores habrían de proponerse cuando menos dos sondeos, uno de tipo exploratorio y otro mixto. El exploratorio será para determinar la estratigrafía del sitio y el mixto para extraer muestras de los estratos representativos cuyo comportamiento nos interese conocer.

El número de sondeos y profundidad de exploración será función de la importancia de la obra, en cuanto a trasmisión de esfuerzos y en cuanto a inversión.

Determinadas las características estratigráficas y los índices de la exploración podremos determinar si se trata de un problema de capacidad de carga o de hundimientos.

-
- (1) El Subsuelo de la Ciudad de México
 - (2) Va. Reunión Nacional de Mecánica de Suelos
 - (3) Publicación nueva de la Ciudad de México.

Definido el problema habrán de programarse pruebas de laboratorio para cuantificar los parámetros de resistencia y/o deformabilidad.

Una vez definidos los parámetros anteriores se entrará de lleno al análisis revisando desde una cimentación a base de zapatas aisladas hasta la más complicada que podamos imaginarnos. Se recomienda resolver las cimentaciones de la manera más sencilla y económica posible. Un índice económico es que si una solución de cimentación propuesta representa entre el 10 y 12% del costo total del proyecto es adecuada, desde el punto de vista económico (no olvidemos que habrá de revisarse que su comportamiento sea adecuado también).

2. ANALISIS

2.1 Capacidad de carga

a) Cimentaciones superficiales

Para el cálculo de la capacidad de carga de cimentaciones superficiales se utiliza generalmente la expresión de Terzaghi:

$$q_a = \frac{c N_c}{F S} + \gamma D_f N_q + 1/2 \gamma B N_\gamma$$

En el caso de que se trate de un suelo exclusivamente cohesivo se utiliza la expresión de Skempton:

$$q_a = \frac{c N_c}{F S} + \gamma D_f$$

Para ambos casos las literales significan los mismo:

- q_a = presión de contacto admisible
- c = cohesión media de los materiales afectados por la posible superficie de falla
- N_c, N_q y N_γ = parámetros de capacidad de carga, función del ángulo de fricción interna (ϕ), ver figuras 1 y 2
- γ = peso volumétrico del material que se desplazaría en el caso de la falla (el asociado al D_f sería el valor correspondiente al material ubicado arriba de la profundidad de desplante y el asociado a B , el del material afectado por abajo del cimiento).
- D_f = profundidad de desplante
- B = ancho del cimiento
- FS = factor de seguridad

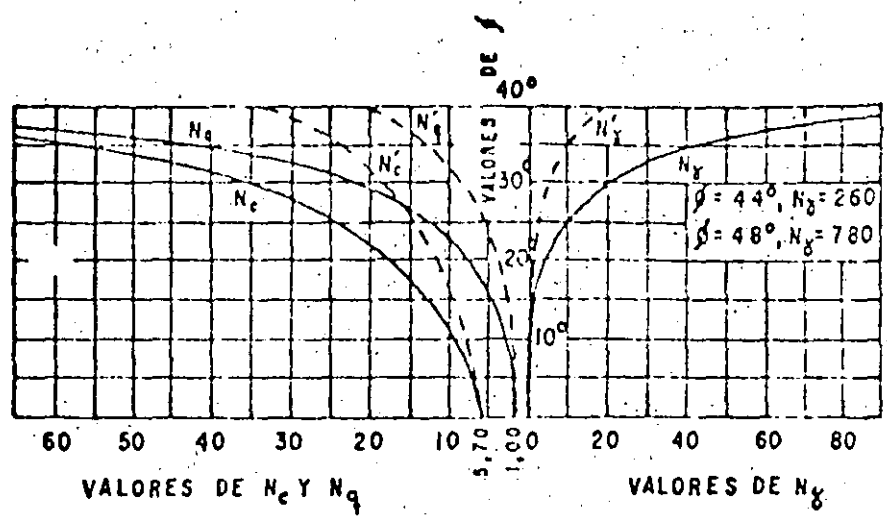


Figura 1

Parámetros de capacidad de carga para la teoría de Terzaghi.

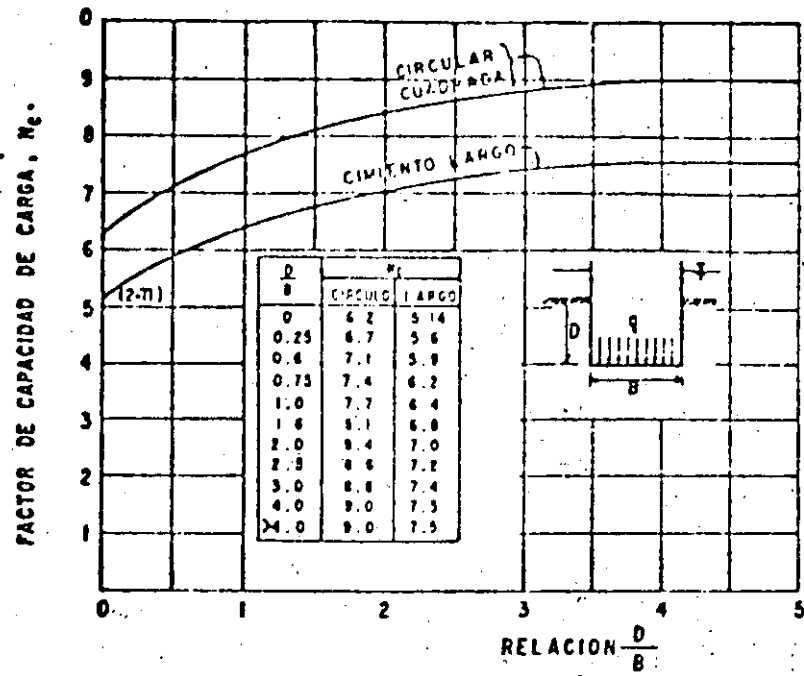


Figura 2

Parámetros de capacidad de carga para la Teoría de Skempton

Deberá procederse con criterio al determinar todos y cada uno de los factores que intervienen en las expresiones mencionadas.

b) Cimentaciones profundas

La capacidad de carga para cajones profundos se determina en forma semejante a la ya discutida para cajones superficiales.

En el caso de pilotes, pilas y cilindros que trabajen por punta la capacidad de carga se determina con la expresión de Meyerhof:

$$q_a = \frac{c N_c + \gamma D_f N_q}{F S}$$

Todas las literales tienen el mismo significado que el anteriormente descrito. Los parámetros de capacidad de carga deberán obtenerse ahora de la figura 3.

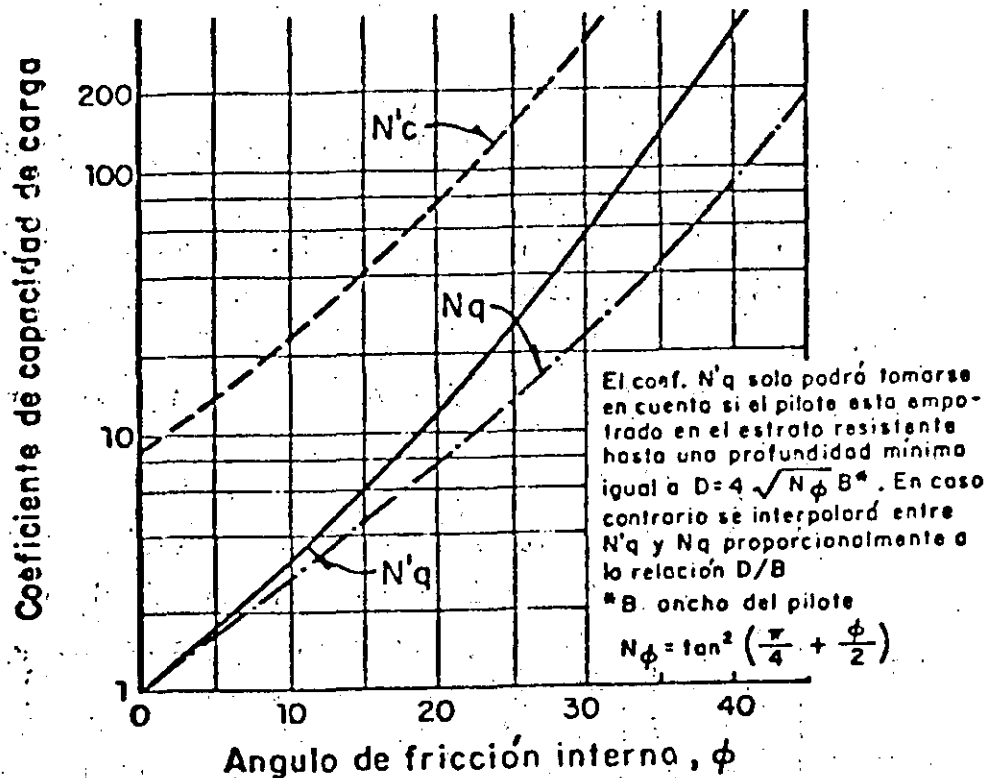


Figura 3

Parámetros de capacidad de carga para la Teoría de Meyerhof

Debe notarse que el valor de N_q es función del empotramiento efectivo en el manto resistente de apoyo. Podrá suponerse un empotramiento total si se penetra D dentro del manto de apoyo:

$$D = 4 \sqrt{N \phi B} \quad y$$

$$N \phi = \tan^2 (45 + \phi/2)$$

al aplicarle la carga P ($\sigma = P/A$) reducirá su volumen (se consolidará) exclusivamente por expulsión de agua y en la dirección vertical.

El decremento en la relación de vacíos (Δe) puede obtenerse fácilmente de la curva de compresibilidad correspondiente al estrato por consolidarse, considerando el incremento de esfuerzo a la profundidad media de dicho estrato (ver figuras 5a y b).

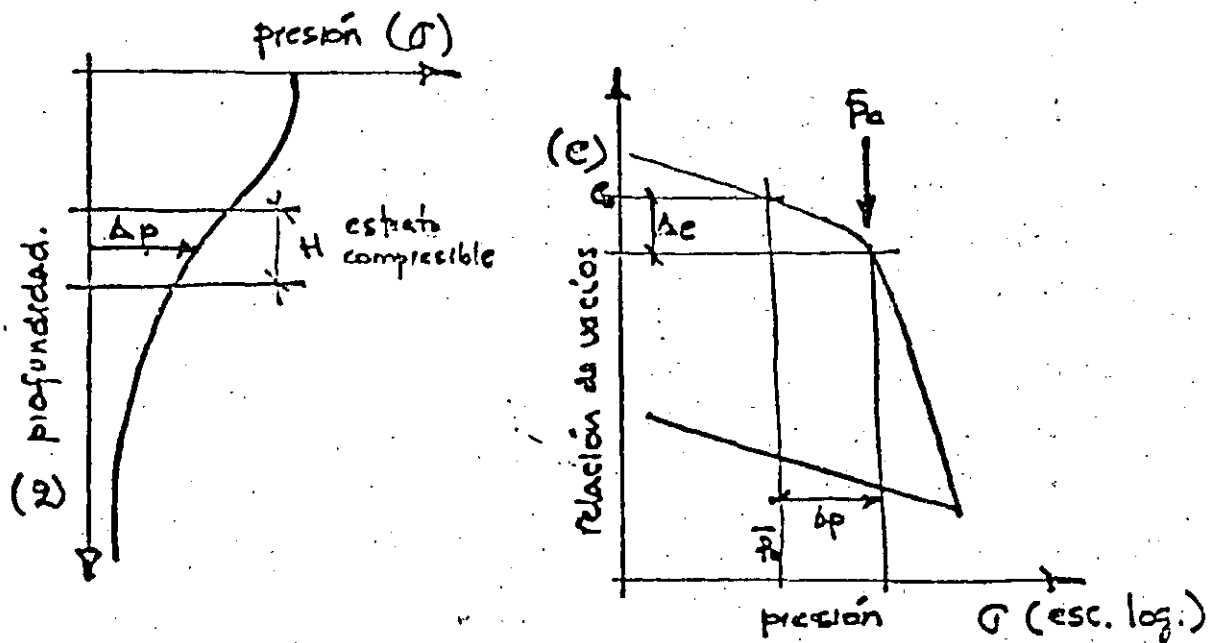


Figura 5

a) Distribución de esfuerzos b) Curva de compresibilidad

El asentamiento total final será igual a la suma de los asentamientos de todos y cada uno de los estratos compresibles afectados.

En todos los casos habrá de definirse una distribución de presiones bajo cada punto que nos interese conocer los hundimientos.

El incremento de presión (Δp) habrá de aplicarse a partir del P_0 (presión efectiva inicial a la profundidad media del estrato de interés).

Para el caso de cimentaciones superficiales deberá considerarse la distribución de esfuerzos desde el nivel de contacto cimentación-suelo, para el caso de pilotes de fricción* desde dos terceras partes de su longitud hasta los materiales incompresibles y para cimentaciones de punta no habrá hundimientos. En éste último caso, debido al hundimiento regional de la Ciudad de México, se presentarán emersiones. Dichas emersiones podrán estimarse según datos de emersiones de edificaciones cercanas al proyecto en cuestión y son función de la intensidad del bombeo en la zona.

Es de primordial importancia estimar los hundimientos y emersiones lo más acertadamente posible (problema del mecanicista de suelos) con objeto de prever los daños que puedan causarse a vecinos.

3. PROBLEMAS DE LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

A menudo se requieren excavaciones que colindan con el vecino, teniendo que proteger o recibir su cimentación superficial. Para este caso podrá excavarse por partes dejando, a manera de contrafuertes, bloques que impidan una falla de talud. En los tramos abier-

* Solución aproximada propuesta por Peck., considerando un número de pilotes igual a los necesarios para equilibrar la carga del edificio.

tos se hará el recibimiento de dicha cimentación a base de muretes desplantados 0.5m por abajo del nivel de máxima excavación, troqueando contra el cuerpo ya construido del edificio en proceso; posteriormente se atacarán los tramos restantes completando el recibimiento y construyendo el cajón a la brevedad posible. Para esto habrá que revisar el diseño de los muros perimetrales del cajón para que sean capaces de resistir los empujes a los que estarán sujetos. Dichos empujes serán igual a la distribución de presiones totales, considerando sobrecargas laterales, afectadas por un coeficiente de empuje cercano al activo (0.45 aproximadamente). Para el caso de colindancia con cajones profundos o cimentaciones pilotadas o sobre pilas podrá excavarse prácticamente a plomo, sin trabajos adicionales si la excavación no permanecerá abierta más de 15 días. En caso contrario (que se espere estar abierta más de 15 días) deberán hacerse también trabajos de recibimiento y/o protección contra intemperismo o flujo de agua. En ningún caso podrá excavarse por abajo del nivel de desplante de una cimentación superficial si no se contemplan bermas con ancho de corona amplias y taludes mínimos 1:1.

En caso de no haber sobrecargas laterales o vecinas podrá excavarse con talud vertical hasta una altura máxima H_p :

$$H_p = \frac{2c}{\gamma}$$

dónde H_p es la altura de corte permisible y las otras literales tienen el significado manejado anteriormente.

Para un material blando, como la arcilla típica del valle de México, puede esperarse 1.5 ton/m² para el valor de la cohesión (c) y 1.25 ton/m³ para su peso volumétrico (γ) por lo que H_p , para una excavación con corte vertical, no podrá ser mayor que 2.5m.

Otro problema, durante las excavaciones, es el abatimiento del nivel freático. Para el caso de los materiales arcillosos, dada su baja permeabilidad, las aportaciones de agua hacia la excavación son relativamente pequeñas por lo que puede manejarse el agua con un sistema de drenes, rellenos de grava, que descarguen a un cárcamo único de bombeo. En caso de que el área de excavación sea grande o las aportaciones de agua más importantes podrán utilizarse dos o más cárcamos de bombeo.

El área total o de una etapa de excavación queda definida o limitada generalmente por las expansiones que puedan presentarse durante dicha excavación. Estas expansiones se estiman considerando al suelo como elástico, a corto plazo. Este hecho redundará en la necesidad de atacar la excavación por etapas.

Para el caso de excavaciones en materiales muy permeables (arenas o gravas limpias e incluso con algo de finos) deberá determinarse el coeficiente de permeabilidad a través de pruebas in-situ para estimar las necesidades de bombeo y poder diseñar el sistema para lograr el abatimiento necesario.

Al excavar en materiales impermeables o de baja permeabilidad y abatir el nivel freático puede crearse un fuerte desequilibrio de presiones pudiendo ocasionar una falla de fondo por subpresión; sobre todo si existe, cerca del fondo de la excavación (por abajo), un manto arenoso que mantenga sus presiones piezométricas altas. El análisis se hace comparando el valor de la presión, equivalente al peso propio del suelo, al nivel del estrato arenoso contra su carga plezométrica; si la relación resulta menor que la unidad existirán posibilidades de falla.

Otro tipo de falla de fondo es cuando en una excavación se alcanza una profundidad tal que se iguala o sobrepasa la resistencia por cohesión a lo largo de una superficie potencial de falla. Esta se revisa con la siguiente expresión:

$$F.S. = \frac{c N_c}{\gamma D_f + q}$$

Todos los valores ya se discutieron anteriormente con excepción de q que representa cualquier sobrecarga (ver figura 6).

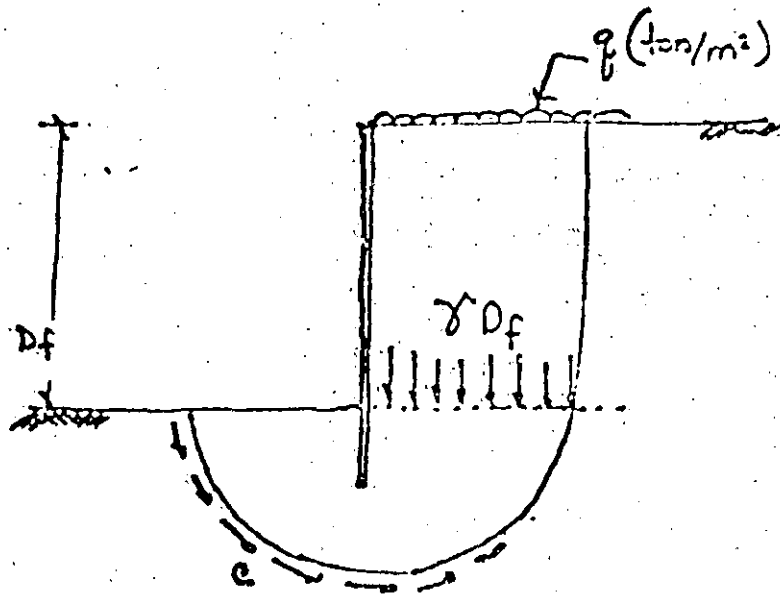


Figura 6

Mecanismo para la falla de fondo.

4. COMENTARIOS GENERALES

Otros problemas que se presentan a menudo son los de hincado de pilotes o los de colado in-situ de pilas. En todos los casos deberán pedirse especificaciones precisas para la hincado de pilotes de fricción o de punta como posición, longitud, armado, pendientes permisi

bles, necesidades de perforación previa, características para la perforación previa, y características de rechazo en caso de pilotes de punta. Deberán preverse claramente los problemas de atoramiento para en su caso efectuar perforaciones previas, además con todo, con ademe metálico, en seco, etc.

Existen algunas condiciones especiales en las que habrá que proceder con mucha cautela; por ejemplo donde se encuentren transiciones bruscas de material (de material compresible a no compresible), cuando se tenga un vecino cimentado a base de zapatas superficiales muy pegadas a nuestro proyecto, cuando quedemos de vecinos con alguna estructura apoyada por punta, etc.



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

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION", ORGANIZADO EN COLABORACION
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA, DEL 15 AL 19 DE OCTUBRE
DE 1984.

CONTROL DE CALIDAD

Veracruz, Ver.

sobre la composición de lo que actualmente se considera en todas partes que - debe ser un laboratorio para control de calidad de obra, en este campo. Se - verá entonces que ese laboratorio es básicamente (y aún en los detalles) un - laboratorio de mecánica de suelos y mecánica de rocas (esta última no figura - tanto aún en muchas partes, en lo que sin duda es una grave limitación de las - unidades de control, debido a la falta de asimilación oportuna de un campo re - lativamente nuevo y en muy rápida expansión). Esto equivale al reconocimien - to explícito de que en esas disciplinas descansa lo esencial para garantizar - el éxito o el fracaso de este tipo de obras.

Un aspecto importante en la planeación de un buen programa de control es la definición previa del nivel de calidad requerido en la construcción. En su planteamiento más simple este nivel puede definirse formulando tres pregun - tas fundamentales.

- Qué se desea

- Como puede ordenarse y programarse la actividad que conduzca al logro - de tal deseo.

- Como determinar que se ha alcanzado lo que se deseaba.

En efecto, es una afirmación difícilmente discutible el que las grandes - instituciones de proyecto y construcción tienen normas de control uniformes - para todas sus obras, cuando la lógica y la búsqueda de lo esencial, de que - antes se habló, aconsejan evidentemente establecer normas de control y metas - por conseguir diferentes para las distintas obras, diversas en sus caracterís - ticas, riesgos e importancia.

Las tres cuestiones anteriores están interrelacionadas. En esencia, lo - que se necesita podría en principio ser fijado en un "sistema cerrado", en el - cual el proyecto especificaría los requerimientos a conseguir y los resulta - dos finales conseguidos podrían solamente servir como norma de experiencia pa - ra futuros proyectos. Esta línea de acción es claramente ineficiente, desa - provecha muchas posibilidades de superación y expone a las obras importantes a quedar con defectos de difícil o imposible corrección. En rigor se necesi - ta un sistema de acción susceptible de ser retroalimentado de manera que los - requerimientos estén continuamente interaccionados con los logros parciales - esté, a su vez, retroalimentado por el conjunto de necesidades o requerimien - tos. Paralelamente, los requerimientos de la obra deben poder ser constante - mente revisados a la luz de los logros parciales que se vayan viendo posibles.

Por otra parte las dos primeras cuestiones mencionadas anteriormente tie - nen que ver con la filosofía del proyecto y con la de la contratación. Al - formular la filosofía del proyecto el ingeniero debe entender que la construc - ción no puede clasificarse simplemente en buena o mala, rechazable o acepta - ble; habrá siempre toda una graduación posible a partir de las condiciones óp - timas y deberán considerarse posibilidades de variación dentro del propio di - seño, en relación a materiales y a técnicas constructivas, así como toleran - cias en prácticamente todas las actividades. Estas tolerancias deben estar - claramente especificadas en los documentos de contratación. Sólo dentro de -

este marco flexible podrán definirse realísimamente las aspiraciones y requerimientos del ingeniero.

La tercera cuestión de las señaladas exige un sistema de inspección, - - muestreo y pruebas que permita analizar las realidades de la construcción, - así como las tendencias y oscilaciones de los trabajos. El hacer este programa tiene cuatro requerimientos básicos. En primer lugar, deberá fundarse en pruebas de significación relevante desde el punto de vista técnico, pues sólo éstas darán indicaciones apropiadas sobre el estado real del trabajo. En tercer lugar, deberá satisfacerse una vez más la condición de que el sistema de inspección se refiera a los aspectos fundamentales del comportamiento de la obra y no a los accesorios. En cuarto lugar, la interpretación del programa debe ser clara y poco controversial, para lo que un enfoque científico puede ser de gran ayuda.

Otro aspecto importante al contemplar las características de un programa de control de calidad, es que en realidad no debe afectar sólo a la construcción, sino que debe contemplar muy de cerca la futura conservación. La institución responsable del control tiene que procurar perfeccionar continuamente los resultados de sus niveles y métodos de control, a la luz de los costos y necesidades de la conservación de sus obras.

Un aspecto fundamental en la definición de un programa de control también es el conjunto de especificaciones de construcción que se manejen, pues ellas fijan de un modo u otro muchas de las metas por lograr, muchas de las ordenanzas y programas que conducen a la consecución de los logros deseados y muchos de los métodos para determinar si se ha alcanzado lo que se desea. Es decir, las especificaciones manejadas por una institución influyen y gobiernan en gran medida a las tres preguntas básicas que más arriba se formularon como el fundamento último de la filosofía del control.

Desgraciadamente existe una actitud no siempre sana en lo que se refiere al manejo de las especificaciones institucionales por parte de algunos de los miembros del personal de cualquier gran institución constructora de vías terrestres. Existe una marcada tendencia a idealizar las especificaciones en uso, colocando sus afirmaciones por encima de toda crítica; lo afirmado por las especificaciones no puede discutirse y cualquier criterio que las modifique es acusado de enfrentarse a la técnica entronizada, en nombre de la improvisación, cuando no de la ignorancia.

El autor de este trabajo no desconoce lo fundamental que resulta disponer de un cuadro completo de especificaciones técnicas de trabajo en cualquier gran institución constructora. Proporciona seguramente la única forma de manejar de un modo claro y razonable todos los aspectos legales de la construcción, la contratación, la relación con las empresas contratistas, etc., a la vez que proporcionan un substracto fundamental que da unidad de estilo y calidad a la institución que las maneja. Pero también es un hecho cierto que la "santificación" de cualquier conjunto de especificaciones conduce a la rigidez mental y al anquilosamiento de las técnicas empleadas. Las instituciones que dan un carácter excesivamente sacramental a sus normas técnicas suelen sentir al poco tiempo grandes oposiciones internas a cualquier cambio en tales normas, con lo que su técnica se fosiliza.

Un conjunto de especificaciones no es más que el resultado del trabajo - en equipo de unos cuantos hombres señalados por sus conocimientos y experiencia. Es lógico pensar que este grupo humano realice un excelente trabajo, - produciendo normas razonables y ajustadas la impresión del momento. Pero sin duda está en la mente de cada uno de los hombres de ese grupo la idea de que su recomendación final ha de aplicarse a una obra cuyas características y circunstancias él no conoce; esta idea ha de forzarlo a ser prudente, por lo que no es raro que la obediencia ciega de normas técnicas preestablecidas a nivel internacional o nacional conduzca a trabajos conservadores y no óptimos, desde el punto de vista de la economía. El ingeniero que juzga pecaminoso apartarse, aunque sea en mínima parte de las normas y especificaciones de su institución está reconociendo implícitamente que un grupo de hombres distinguidos, reunidos años ha, es capaz de dar criterios de mayor validez a su propia obra, a la que se enfrenta hoy, de lo que es capaz de hacer el actual grupo - de trabajo, que comparta las responsabilidades del momento. Esta actitud es, por lo menos, injusta para los colegas de un hombre de pensamiento tan rígido y evidentemente sacrifica mucha capacidad de selección y de decisión ajustada a las circunstancias de la obra concreta.

Es claro que cualquier institución puede manejar las aparentes contradicciones anteriores de un modo lógico. Las especificaciones institucionales deben manejarse, en primer lugar, como el marco legal de la actividad técnica y, en segundo, como la referencia última de la propia actividad técnica, válida en tanto no se le señalen limitaciones, variaciones o ajustes de detalle. Para todo esto último, cada proyecto importante deberá contener sus propias especificaciones complementarias, nacidas de sus características específicas; - no debe tenerse miedo en producir unas especificaciones complementarias audaces, novedosas y ajustadas a los últimos datos de la experiencia y el conocimiento de la institución de que se trate.

Un conjunto de especificaciones técnicas, rector último de cualquier programa de control de calidad, debe ser competente, en el sentido de garantizar las normas esenciales de la calidad de la obra; debe ser también muy ajustado a las necesidades sociales y económicas de la nación que lo utiliza y también a sus características topográficas, climáticas, de tránsito, etc. En este -- sentido, la transcripción ciega de normas técnicas producidas por instituciones de otros países, por avanzadas que parezcan en el campo estrictamente tecnológico, suele conducir sistemáticamente a políticas inadecuadas. Las especificaciones deben ser también muy realistas, ajustadas a lo que debe lograrse dadas las características de un proyecto determinado y a lo que puede lograrse, dado el nivel tecnológico (personal obrero especializado, idoneidad de laboratorios de obra, equipo de construcción, etc) del país que vaya a -- usarlas.

También deben ser capaces de garantizar que los materiales de calidad -- aceptable no sean rechazados. Este es uno de los aspectos importantes que hacen que el seguir en muchos países las normas producidas por otros conduzca a errores de política. Es común, que las naciones cuyas especificaciones institucionales se transcriben, sean no solo avanzadas en el terreno técnico, sino también en el económico; como consecuencia, sus caminos, ferrocarriles y aero-

pistas mueven volúmenes de tránsito que son excepcionales o desconocidos en el país que adopta las normas. Ello va a conducir a este último a rechazar muchos materiales y técnicas de uso económico, que sus vías con niveles de tránsito muy inferiores, podrían utilizar perfectamente. Lo que en realidad va a suceder, es que el país menos económicamente desarrollado va a descubrir muy pronto lo inapropiado, para su propio consumo, de las normas que está siguiendo, lo que lo conducirá a violarlas sistemáticamente, generándose la con siguiente confusión. En rigor éste será el precio que siempre se pague por el uso de especificaciones no realistas.

Otra condición básica de un conjunto de especificaciones es contener tolerancias apropiadas, cuya fijación depende de un conocimiento completo de los factores que contribuyen a las variaciones de los diferentes conceptos. Debe existir una valuación de las consecuencias de exceder tales tolerancias. Puede ayudar el establecer una clasificación de lo críticos que pueden resultar las desviaciones y defectos que puedan presentarse; una clasificación de tales conceptos podría ser, por ejemplo, la que se menciona a continuación:

Crítico. El defecto que puede hacer al concepto muy peligroso, de no corregirse.

Importante. El defecto que puede afectar al comportamiento en forma seria.

Poco importante. El defecto que puede afectar al comportamiento en forma poco seria.

De contrato. La transgresión del contrato wue no tendrá consecuencias de importancia.

En el caso de productos que son mezcla de otros, las especificaciones de ben permitir reconocer con facilidad cual es el componente responsable de las principales características que puede exhibir la muestra.

Otro aspecto importante de todo programa de control de calidad lo constituye el conjunto de pruebas de laboratorio, que proporciona lo que pudiera considerarse la base metodológica y técnica del programa. Las pruebas de laboratorio con fines de control deben cumplir algunas características, fáciles de comprender:

- Estar dirigidas a la comprobación de las características esenciales.
- Ser sencillas y rigurosamente estandarizadas.
- Ser rápidas en su realización.
- Ser de fácil interpretación.
- Requerir equipos económicos, fáciles de corregir y calibrar y de manejo simple.

Sólo así se podrán tener resultados confiables en los laboratorios de pie de obra, que son los que han de realizar el control, sin interferir o frenar-

los programas de construcción. En efecto, no suele ser posible disponer en los laboratorios de obra, de personal y equipo de calidad muy destacada, por lo que los requerimientos de laboratorio han de ser particularmente realistas en este concepto, so pena de verse envuelto en el manejo de mucha información dudosa; por otra parte, el requisito de rapidez es esencial y no precisa de ulterior discusión.

Otro constituyente de un programa de control de calidad es el criterio con el que habrán de manejarse los volúmenes de información que resulten de quienes las interpretan en primera instancia y observan día a día. Esta información deberá estar dispuesta para el uso futuro y ser difundida en todos los niveles institucionales interesados, pues es un elemento de excepcional valor para la formación de la experiencia institucional y para la planeación de futuros trabajos de mantenimiento o reconstrucción.

Los objetivos anteriores exigen el desarrollo de sistemas integrados de almacenamiento de información, disponibilidad de la misma, análisis periódicos y mecanismos de difusión. Sin la correcta operación de tales sistemas se rá realmente difícil hablar de "experiencia institucional", aún en organismos en que abunde el personal con experiencia individual adecuada. La implantación de un sistema de esta naturaleza será, sin duda, una de las más altas responsabilidades de quienes dirigen, desde la cima, una gran institución constructora de vías terrestres. Es inevitable que las decisiones de este grupo de alta dirección en lo referente a cualquier cuestión del área de control de calidad tienen que basarse en esquemas en que las relaciones costo-efectividad jueguen un papel de importancia.

Un defecto común en los programas de control de calidad, tal como se aplican algunas veces, es el de ejercer la actividad después de ejecutada la obra objeto del control. Este orden de realizaciones conduce al planteamiento de situaciones de hecho consumado, en las que el especialista de control no tiene ya más disyuntiva que la aceptación de la obra defectuosa o su rechazo, que siempre produce transtornos de tiempo y dinero y contra el cual suelen concitarse fuertes presiones, no todas mal intencionadas. Más bien conviene dividir el control en dos aspectos bien diferenciados.

- Control e inspección de materiales, para asegurar que su trabajo satisfará los requisitos del proyecto. En una situación ideal convendría que este trabajo lo realizara la empresa constructora, obligada por un contrato a garantizar ese trabajo satisfactorio.
- Aceptación, por parte del ingeniero que representa a la institucional contratante, de los materiales y de los aspectos parciales de la obra con ellos concluidos.

Obviamente, los criterios de control, inspección y aceptación estarán fijados por las especificaciones generales de la institución contratante y las complementarias del proyecto. Es realmente lógico y conveniente, aún cuando en muchos países no se desarrolle así el control de calidad, que desacance en el contratista el énfasis del control y verificación de calidad y en el contratante el de la aceptación; a despecho de lo anterior, es muy común que en muchos países la responsabilidad del control descansa por completo en el con-

tratante, lo que no es idóneo, pues conduce a una separación excesivamente aguda entre dos grupos que en principio tienen que ser colaboradores (contratista y contratante) y desinteresa al contratista de muchos aspectos técnicos importantes, tendiendo a convertirlo en un mero ejecutor.

Complementando este punto de vista, debe verse como deseable que el contratista posea sus propios laboratorios y métodos de control.

Es usual que el contratante no tenga ingerencia legal en el modo en como el contratista hace su trabajo, los equipos que usa o la administración que implanta. Por ello, la realización de todas las partes de control por parte del contratante conduce a muchas contradicciones de hecho, pues el resultado por el que se lucha y la aceptación o rechazo del logro final se gestan por toda la cadena de trabajos del contratista en la que el contratante no tiene ingerencia. No es posible ver, cuando se trabaja con los lineamientos generales que se comentan, como el contratante exige determinadas metas que el contratista está imposibilitado de lograr, dada su organización de trabajo y el equipo que usa. La alternativa lógica a estas situaciones es, obviamente, que el contratista se responsabilice de la calidad de su trabajo, quedando a cargo del contratante sólo la verificación y aceptación finales.

Es también norma aún frecuente en muchas partes que el control de calidad se desarrolle con base en lo que podrían llamarse "índices por conseguir". Por ejemplo, la calidad de una compactación se juzga con base en un índice fijo, frecuentemente el grado de compactación; el trabajo está bien hecho, si se ha logrado el 95% de compactación respecto a una determinada prueba, por decir algo. El control se hace obteniendo muestras por diferentes procedimientos, que también para esta labor existen varios criterios, como se verá. Al probar cada una de las muestras no debe aparecer ningún grado de compactación menor que 95%. Este sistema de medir la calidad de lo logrado adolece del defecto de no tomar en cuenta la realidad de los asuntos humanos. Toda actividad realizada por los hombres está sujeta a muy complejas leyes de variación, a veces imposibles de definir; otras excesivamente complejas para ser detalladas cuantitativamente. La variabilidad emana frecuentemente de factores de heterogeneidad de los materiales y de los métodos de su manipulación; otras de factores circunstanciales o de ambiente en que los trabajos se realizan, todas las cuales son de imposible detalle.

Las ideas anteriores conducen a que si ha de respetarse un valor determinado de un índice específico, tal como el 95% de compactación arriba ejemplificado, deberá intentarse sistemáticamente la obtención de un valor bastante mayor en la obra; sólo así se logrará tener sistemáticamente valores iguales o mayores que 95%, una vez que las realidades de la naturaleza impongan sus variaciones. Esta consideración lleva a pensar que para lograr sistemáticamente el 95% y no correr riesgo de rechazo en ningún caso, hay que buscar lograr en la obra un índice bastante mayor, lo que conducirá, por principio de cuentas, a gastos innecesarios, pues, por hipótesis, 95% es el grado de compactación supuestamente conveniente y previamente seleccionado; además, la búsqueda sistemática de un índice mayor que el seleccionado por el proyecto, simplemente para cumplir un requisito artificial, impuesto por el control, podría ser causa de serias deficiencias técnicas, tales como sobrecompactación, en el caso que se ejemplifica.

Si el ejecutor de la obra por no encarecerla o no perjudicarla busca el estricto valor de 95% como meta, podrá estar seguro de que, en términos generales, la mitad de las muestras de suelo que le analice el controlador de calidad, exhibirán grados de compactación por abajo del 95% especificado y de que tendrá problemas de control con quien establezca la calidad con base en índices por conseguir y los maneje rígidamente.

Las ideas anteriores, pese a ser comunes a todos los que tengan que ver con el proyecto y construcción de las vías terrestres, se han incluido con cierta insistencia, pues en ellas reside el fundamento de criterio que lleva a la necesidad de plantear el control de calidad sobre bases estadísticas.

Antes de terminar estos breves comentarios sobre la metodología del control de calidad conviene insistir en dos aspectos adicionales, pero importantes. El primero es que un programa de control de calidad debe ser concebido desde el proyecto de la obra, de manera que ésta y el programa de ejecución lo contemplen claramente y tengan presentes sus necesidades. Cuando las cosas no se hacen así ocurre que el control tropieza con muchos obstáculos al entrar en conflicto con la expeditividad del programa. De la misma manera, será preciso que las necesidades del control (presupuesto, personal, equipos, laboratorios, etc.) se prevean claramente en la administración de la obra.

Respecto a la autoridad de construcción y a la de proyecto. Aparentemente, sólo así se logrará la libertad de acción y la independencia de criterio que requiere la crítica objetiva que necesariamente va aplicada en la actividad del control. Si el control de calidad está subordinado jerárquica y administrativamente a la autoridad de construcción, se ve difícil que quien ha de dirigir desde la cumbre la política de cualquier gran institución constructora, pueda tener una información objetiva y desapasionada sobre la actividad constructiva, sus defectos y sobre los posibles modos de remediarlos. Si el control está ligado al proyecto por una relación de dependencia directa, llegará a dificultarse el establecer cuanto de los defectos de la construcción pueda ser atribuible a deficiencia en el proyecto.

Al contemplar las consideraciones anteriores deben tenerse en cuenta algunos hechos comunes, de los que difícilmente se descargará cualquier gran institución constructora. Parece inevitable un cierto enfrentamiento entre el personal de proyecto y el de construcción; aparentemente la actividad de ambos grupos tiene metas algo diversas en el fondo, pues mientras el grupo de proyecto busca calidad y puede caer en el perfeccionismo, el de construcción busca expeditividad, cumplimiento de programas y podrá caer en el apresuramiento. El grupo de conservación también tenderá a ser antagónico en algo a los otros dos, pues heredará los errores o deficiencias de ambos. Naturalmente que estos diversos puntos de vista no tienen por que derivar a conflictos personales; son simplemente énfasis de posición que resultan una consecuencia lógica, inevitable y probablemente no desfavorable de las respectivas responsabilidades de los diferentes grupos de trabajo. El control de calidad debe moverse en el medio de todos estos equipos de trabajo, sin ligarse a ninguna administrativa o jerárquicamente para conservar una posición que le permita ejercer un juicio independiente y, frecuentemente, un arbitraje de enorme utilidad para orientar los criterios de quienes han de dirigir toda la labor desde las posiciones más altas.

Desde los puntos de vista anteriores se comprende lo indispensable que resulta que el grupo de control sea capaz de ejercer una excelente actividad en el campo de las relaciones humanas. El peor error que el grupo de control podrá cometer será convertir su particular posición de intermediario, informador y valuator del éxito de todos, en una posición de crítico o, peor aún, en la de un grupo que busca preeminencia con base en su actividad peculiar. En este sentido ha de tenerse muy en cuenta que en muchas reuniones de trabajo, el constructor maneja sus opiniones, pero el hombre de control de calidad maneja las suyas, más un monto de datos provenientes del laboratorio, que muchas veces tienden a verse como irrefutables y seguros, aún cuando en rigor no tengan por que tener razón especial de preeminencia; de esta manera, no es raro que en tales reuniones, el hombre del control actúe con ventaja, que si es in convenientemente manejada puede ser causa de errores y conflictos.

Parece fuera de duda que la más segura norma de conducta de un grupo de control que aspire al éxito a largo plazo es el espíritu de equipo y la conciencia del servicio común.

Como resumen de todas las consideraciones anteriores, parece que el conjunto de cualidades que puede exigirse al control de calidad son las siguientes:

1. Ser capaz de distinguir las desviaciones y deficiencias significativas, separando las características esenciales de la obra de las accesorias. Esto obligará a un control flexible y diversificado, adaptado a cada obra.

2. Ser capaz de diferenciar las desviaciones o deficiencias inherentes a problemas de obra, de las emanantes de particularidades del muestreo o de la ejecución de pruebas de laboratorio.

3. Ser capaz de ejercer oportuna vigilancia sobre los materiales que vayan a usarse, garantizando un comportamiento adecuado de los que se seleccionen para un cierto fin. En una situación idónea, parece conveniente que este aspecto del control sea cubierto por la empresa contratista a cargo de la obra. Además, ser capaz de establecer normas claras y seguras para la aceptación o el rechazo de trabajos parciales correspondientes a diferentes etapas de la obra, quedando el ejercicio de estas facultades a la parte contratante de la misma.

4. Estar basado en normas expeditas, concordantes con los aspectos legales y de contratación de la obra y rápidas, de manera que la tarea del control no interfiera, o lo haga en lo mínimo, con el ritmo normal de la construcción.

5. Estar basado en especificaciones competentes y realistas, adaptadas a las verdaderas posibilidades y necesidades de la obra y del ambiente técnico general.

6. Estar fundado en técnicas de muestreo y pruebas de laboratorio objetivas, rápidas y sencillas; a la vez, deben ser de fácil interpretación y parte de un esquema científico, que elimine hasta donde sea posible los juicios de decisión basados en apreciaciones estrictamente personales.

7. Estar previsto en el proyecto, de manera que sus interferencias y necesidades estén debidamente programadas y no sean causa de dilaciones inesperadas.

8. Representar un criterio independiente, respecto al proyectista y al constructor. Para ello será preciso que goce de independencia jerárquica y administrativa en relación con ambos.

9. Estar a cargo de personal capaz y penetrado del necesario espíritu de servicio.

II. FUNDAMENTOS DE LOS METODOS ESTADISTICOS DE CONTROL DE CALIDAD.

En este párrafo tratarán de darse los fundamentos teóricos del control estadístico de la calidad de la construcción, tal como puede utilizarse éste en las vías terrestres.

Todos los datos que se obtienen de observaciones repetidas o de pruebas de laboratorio o campo están sujetos, como ya se mencionó, a variaciones. La Tabla 1, que se refiere a resistencias a la compresión de especímenes de una roca, por ejemplificar de alguna manera una discusión que es en realidad general y podría hacerse en torno a cualquier acumulación numerosa de datos de observaciones de un cierto parámetro, obtenidas haciendo medidas repetidas de él, por cualquier método, muestra la forma típica en que tales variaciones -- pueden presentarse y disponerse.

La primera medida que se ocurre para tener un valor general, representativo, pero único, de tal conjunto de datos es un promedio de ellos, obtenido dividiendo la suma total de todos los valores de la resistencia, entre el número de especímenes probados (promedio aritmético). Sin embargo, una segunda mirada al problema hará ver que el simple promedio aritmético no basta, pues no indica nada sobre cuanto difieren los datos del promedio obtenido, ni de la frecuencia con la que se presenta cada dato.

Una representación muy común de una tabla de datos como la No. 1 es un histograma, como el que aparece en la Fig. 1.

El histograma se construye llevando a escala en el eje de ordenadas el número de datos comprendido en intervalos de variación iguales, los que se señalan en el eje de las abscisas. En la figura, los valores de la resistencia a la compresión de la roca se agruparon en intervalos de 20 kg/cm². Así, 23 especímenes tuvieron una resistencia comprendida entre 251 y 270 kg/cm². El promedio aritmético de todos los valores de la Tabla 1 es 247 kg/cm².

Tanto la experiencia como la teoría demuestran que si el número de datos que se maneja es suficientemente grande y el intervalo de variación que se escoge es lo suficientemente pequeño, el histograma se acercará a una curva continua de distribución de datos; casi todas las distribuciones de interés ingenieril y concretamente, casi todas las de interés para problemas de control de calidad son del tipo denominado distribución normal o de Gauss, que aparece dibujada en la misma Fig. 1, superpuesta al histograma. En lo que sigue se supondrá que todas las distribuciones de datos que se manejan resultan ser de la forma normal o Gaussiana.

T A B L A 1

Resistencia a la compresión simple obtenida en especímenes de una cierta roca.

| Espécimen | Resistencia kg/cm ² | Espécimen | Resistencia kg/cm ² |
|-----------|-----------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| 1 | 247 | 51 | 236 |
| 2 | 249 | 52 | 236 |
| 3 | 241 | 53 | 211 |
| 4 | 197 | 54 | 261 |
| 5 | 252 | 55 | 243 |
| 6 | 252 | 56 | 243 |
| 7 | 241 | 57 | 249 |
| 8 | 197 | 58 | 251 |
| 9 | 304 | 59 | 261 |
| 10 | 276 | 60 | 247 |
| 11 | 249 | 61 | 233 |
| 12 | 322 | 62 | 249 |
| 13 | 348 | 63 | 249 |
| 14 | 241 | 64 | 267 |
| 15 | 249 | 65 | 211 |
| 16 | 194 | 66 | 238 |
| 17 | 236 | 67 | 253 |
| 18 | 233 | 68 | 241 |
| 19 | 208 | 69 | 246 |
| 20 | 231 | 70 | 246 |
| 21 | 261 | 71 | 253 |
| 22 | 304 | 72 | 211 |
| 23 | 288 | 73 | 217 |
| 24 | 308 | 74 | 213 |
| 25 | 281 | 75 | 224 |
| 26 | 265 | 76 | 204 |
| 27 | 279 | 77 | 208 |
| 28 | 314 | 78 | 203 |
| 29 | 308 | 79 | 208 |
| 30 | 293 | 80 | 198 |
| 31 | 283 | 81 | 277 |
| 32 | 239 | 82 | 253 |
| 33 | 246 | 83 | 253 |
| 34 | 288 | 84 | 251 |
| 35 | 300 | 85 | 224 |
| 36 | 286 | 86 | 268 |
| 37 | 281 | 87 | 271 |
| 38 | 288 | 88 | 216 |
| 39 | 277 | 89 | 216 |
| 40 | 268 | 90 | 251 |
| 41 | 267 | 91 | 203 |
| 42 | 257 | 92 | 229 |
| 43 | 267 | 93 | 217 |
| 44 | 227 | 94 | 227 |
| 45 | 236 | 95 | 193 |
| 46 | 257 | 96 | 204 |
| 47 | 273 | 97 | 193 |
| 48 | 268 | 98 | 204 |
| 49 | 257 | 99 | 187 |
| 50 | 270 | 100 | 193 |

En la Fig. 2 se muestran dos distribuciones normales, una alta y delgada y la otra más baja y más desparramada. Si ambas se refieren al mismo número de datos, las áreas bajo ellas serán iguales; es obvio que en la curva alta los datos están más cerca del promedio, en tanto que en la curva más baja se tiene una mayor dispersión.

Si esas curvas se han obtenido midiendo una cierta magnitud por medio de pruebas de laboratorio, utilizando un método A (curva alta) y otro B (curva baja), podrá decirse sin más, que el método A conduce a resultados más consistentes que el método B.

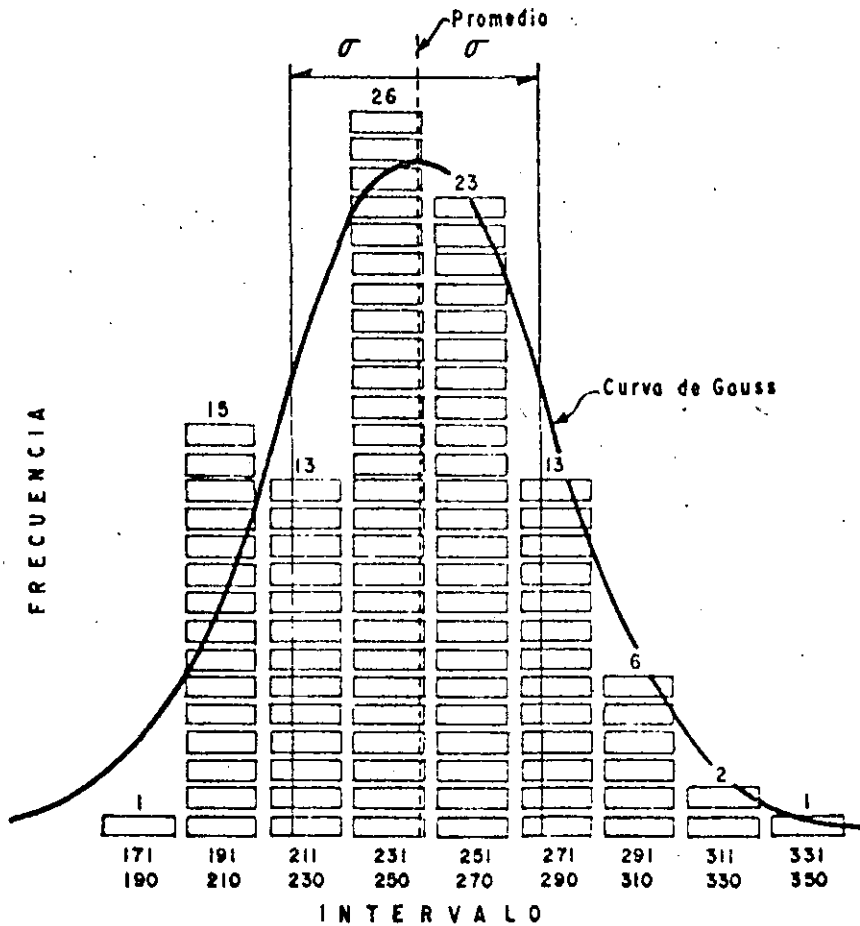


Figura 1. Histogramas de los datos de la Tabla 1.

Resulta fundamental en las aplicaciones poder valuar el grado de dispersión de los datos respecto al promedio. Una idea tosca de esta medida se tendría por la simple diferencia entre el dato más alto y el más bajo, pero

tal medida haría a un lado la idea de distribución, que es fundamental. Se define como desviación normal, a la expresión:

$$= \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}}$$

donde, x representa el valor de un dato cualquiera y, \bar{x} el promedio de todos los datos; $x - \bar{x}$ será entonces la desviación de un dato respecto a la media. En la expresión se considera el cuadrado de las desviaciones para eliminar la influencia del signo, pues unas pueden ser en más y otras en menos. Al dividir la suma de todas las desviaciones entre el número de ellas, se tiene lo que podría considerarse una media de las variaciones.

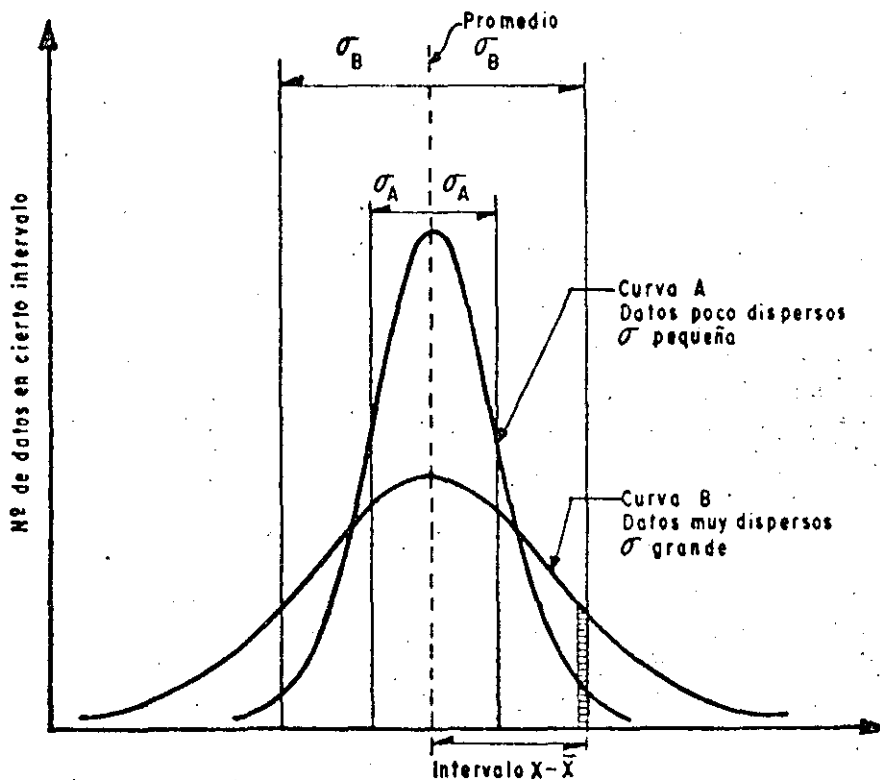


Figura 2. Formas de la curva de distribución normal.

El valor σ^2 recibe el nombre de variancia de la distribución.

Se ve que la desviación estándar tiene las mismas unidades que los datos originales.

En el caso de los datos de la Tabla 1, la desviación estándar es $\sigma = 32.7$ kg/cm².

Una propiedad importante de la curva de distribución normal es que, independientemente de su forma, si se lleva a ambos lados del promedio el valor de desviación estándar se obtiene un área parcial que representa un porcentaje fijo de los datos de la muestra en observación (68.2%); análogamente, si a ambos lados del promedio se lleva el valor 2σ se obtiene un área parcial que representa al 95% de la población de la muestra en estudio, obteniéndose un valor de 99.7% de los datos de la muestra si se lleva 3σ a ambos lados del promedio. La Fig. 3 ilustra las afirmaciones anteriores.

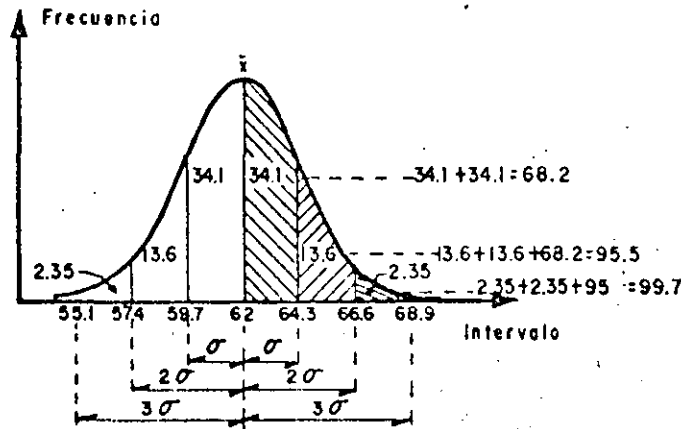


Figura 3. Porcentajes del área bajo la curva de distribución normal, correspondiente a distintos múltiplos de σ .

De nuevo con referencia a la Fig. 2, se ve que cuanto menor sea la desviación estándar se tiene un más bajo nivel de dispersión. Por ejemplo, para una curva como la A, un cierto intervalo $x - \bar{x}$ puede quedar comprendido en la porción central de extensión $\pm 2\sigma$, respecto al promedio (\bar{x}); esto quiere decir que un 95% de los valores se desvían del promedio menos que la magnitud $x - \bar{x}$. Este mismo intervalo puede caer en la curva B dentro de la porción central de extensión únicamente $\pm \sigma$, lo que indica que en la distribución B sólo un 68.2% de los datos varían respecto al promedio menos que la diferencia $x - \bar{x}$. Así pues, a menor desviación estándar corresponde un menor nivel de dispersión en los datos.

Tomando en cuenta la propiedad anterior se ve claramente cómo la desviación estándar es una buena medida de la dispersión de los datos respecto al promedio; a mayor desviación estándar (σ) el intervalo que comprende el mismo porcentaje de datos es más grande. Por ejemplo, en la Fig. 2 la desviación estándar de la curva A es mucho menor que la de la curva B, de manera que si ambas se refieren a dos series de resultados, obtenidos en dos labora-

torios, al practicar una misma prueba, por concretar un caso, podría decirse que el laboratorio A es mucho más consistente que el laboratorio B (supuesto que en ambos se probó el mismo suelo).

Es muy usual en las aplicaciones prácticas de estas ideas comparar la desviación estándar con el valor promedio de todos los datos, pues, con referencia a la Tabla 1 y a la Fig. 1, no es lo mismo que una desviación estándar de 20 kg/cm² respecto a una resistencia promedio de la roca de 150 kg/cm², que respecto a otra de 400 kg/cm². Este orden de ideas conduce a la definición del concepto de coeficiente de variación:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$

donde las letras tienen el significado visto atrás. El coeficiente de variación es adicional y suele expresarse como porcentaje.

Finalmente, es usual hablar también de la variancia, σ^2 , de la distribución de datos; este concepto tiene la ventaja de la constancia de su signo, que permite siempre una suma aritmética, en tanto que la desviación estándar puede desarrollarse a un lado u otro del promedio y tiene que ser tratada algebraicamente.

Cuando se comparan distribuciones reales de datos con especificaciones límites para dichos datos, lo cual es una situación muy frecuente en la práctica, pueden presentarse tres casos diferentes (Fig. 4).

a) Se produce una variación pequeña, con la mayoría de los datos dentro de los límites especificados. Esto indica que se está trabajando con especificaciones realistas y que los datos se están obteniendo con procesos bien controlados. Sin embargo, el hecho de que todos los datos queden dentro de los límites pudiera indicar que los sistemas de muestreo que se estén utilizando adolecen de un defecto consistente y no proporcionan todos los tipos de muestras.

b) Se produce una variación relativamente pequeña con su promedio muy cerca de uno de los límites de la especificación. Esto puede indicar o que la producción de datos es inadecuada, debiendo mejorarse o que la especificación es poco realista, respecto a la práctica razonable.

c) Se obtiene una variación grande que hace improbable que la mayor parte de los datos caigan dentro de los límites especificados la mayor parte del tiempo. Esta situación indica que debe afinarse el control de la calidad de la producción de datos, para reducir la variación obtenida o que las tolerancias de la especificación no son realistas, y deben ampliarse.

Las tres condiciones anteriores deben mantenerse siempre en mente en procesos constructivos (tales como compactación, por ejemplo). El esquema mental que de su análisis se obtiene puede utilizarse para formar criterio en dos aspectos fundamentales:

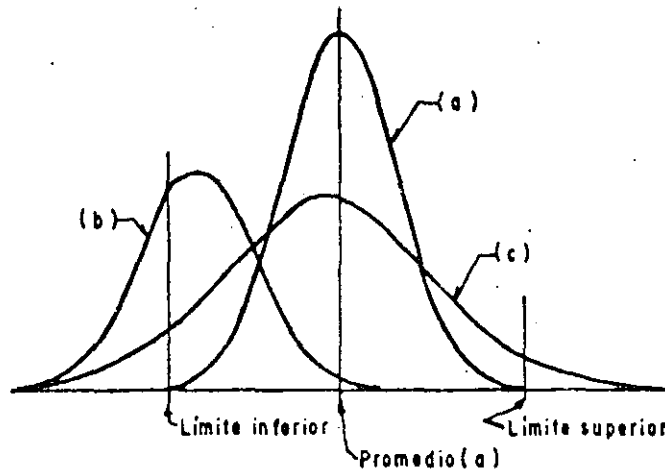


Figura 4. Posiciones de interés de una curva de distribución de datos respecto a límites de especificación.

1. Para establecer la confiabilidad de un material, proceso, método de prueba, etc., dados, con respecto a los requerimientos establecidos por las especificaciones.

2. Para comparar los requerimientos fijados por las especificaciones con la variabilidad de las operaciones reales típicas.

Este método de análisis permite visualizar las relaciones apropiadas entre las tolerancias de operación y los límites de las especificaciones y proporciona métodos lógicos para vislumbrar áreas que requieran estudio más detallado para determinar si hace falta mejorar el control o los métodos de administración o la necesidad de cambiar las especificaciones en uso.

Para asegurar la validez de un programa estadístico de control de calidad es preciso conocer y valuar de antemano, el error inherente al propio programa; para un cierto nivel de confianza, este error está dado por la expresión:

$$E_m = \frac{t \sigma}{\sqrt{n}}$$

donde, E_m es el error inherente al programa de control, σ y n tienen los sentidos ya discutidos y t es un factor que define el nivel de confianza con el que se desea trabajar la distribución de datos de que se disponga; con referencia a la Fig. 3, t valdría 1 si se desea garantizar un nivel de confianza de 68.2%, t valdría 2 si se desea garantizar un nivel de confianza de 95.5% ó, t valdría 3 si se desea garantizar un nivel de confianza en los resultados del análisis de 99.7%. Naturalmente podrían usarse valores intermedios, que

En la práctica el valor de t se fija a criterio de quien vaya a usar el programa de control.

Puede observarse que E_m disminuye cuando aumenta el número de datos de que se dispone (n). En realidad E_m es el error que inevitablemente debe esperarse en el manejo del problema que se estudia; no depende de lo humano, por así decirlo, sino que es debido al azar.

El valor de σ correspondiente a todo un programa de control se integra en realidad con los valores de σ correspondientes a cada operación de las que constituyen el programa. Habrá análisis de datos en lo que se refiere a materiales, muestreo, pruebas de laboratorio, compilaciones, etc. El valor de total puede obtenerse con una expresión del tipo:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2}$$

Si x es la variable que representa a los datos que se manejan y \bar{x} es la media de esos datos, tal como hasta ahora se ha considerado, conviene definir en muchas aplicaciones de la estadística al control de calidad un nuevo término.

$$z = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

De la ecuación anterior se deduce que:

$$x = \bar{x} + \sigma z$$

lo que hace ver que la recién definida z es simplemente una nueva variable -- introducida por un cambio de variable que sigue la ley (anterior). Sin embargo, el manejo de la ecuación de la variable normal estándar proporciona normas útiles. Supóngase que un conjunto de muestras de roca dieron una resistencia media de 240 kg/cm² en compresión simple y que los datos se distribuyeron de manera que su desviación estándar fuera de 24 kg/cm²; supóngase también que se deseara trabajar con resistencias de 210 kg/cm² como mínimo. Surge entonces la necesidad de saber que porcentaje de muestras debe esperarse que tengan una resistencia de 210 kg/cm² o menor. Aplicando la expresión de la variable estándar se ve que:

$$z = \frac{x - \bar{x}}{\sigma} = \frac{210 - 240}{24} = -1.2$$

Se ve que 210 kg/cm² corresponde a una desviación respecto a la media que está a 1.2σ a la izquierda de dicha media. En las tablas de áreas bajo curvas de distribución normal correspondientes a distintas abscisas en función de σ , que existen en los tratados normales de estadística, puede verse que para $z = 1.2$, el 12% de los datos es el que queda fuera del intervalo $\bar{x} - \sigma$, o lo que es lo mismo, en el ejemplo que se ha venido manejando, sería de esperar que un 12% de los especímenes tuviesen un valor de resistencia menor que 210 kg/cm².

Las tablas de áreas bajo la curva normal a que se ha hecho referencia se desprenden de la propiedad de dichas curvas que se manejó en la Fig. 3 y figuran, generalmente en función de z y no de x (como podría ser) en los tratados de estadística.

Si el 12% de muestras con resistencia igual o menor que 210 kg/cm² se considerase excesivamente peligroso, cabrían dos posibilidades de acción. Se podría incrementar por algún procedimiento la resistencia o se podría reducir la desviación estándar de los datos. Esta última línea de acción no tiene mucho sentido en el ejemplo que se ha puesto, pero sí podría tenerlo pleno si los datos provinieron de un proceso de producción como un concreto o un proceso de compactación, en los que sí pueden tomarse medidas para reducir la dispersión de los resultados logrados.

Si se tiene una población cuyo valor promedio sea \bar{x}' y cuya desviación estándar sea σ' , si se toman muestras al azar de cualquier tamaño n , los promedios de las muestras (\bar{x}), cuya desviación estándar será σ , forman una distribución de frecuencias, que no coincide con la de la población. La dispersión de la distribución de frecuencias de los valores de \bar{x} parece depender no sólo de la dispersión de la población original, sino también del tamaño de la muestra n , de manera que cuanto mayor sea n , menor resulta la dispersión de los valores de \bar{x} .

A la larga, según crece n , número de elementos en cada muestra, el promedio de los valores \bar{x} tenderá a ser el mismo \bar{x}' y la desviación estándar de los valores \bar{x} ($\sigma_{\bar{x}}$) será σ'/\sqrt{n} siendo σ' la desviación estándar de la población original. Por ejemplo, si $n = 4$, la desviación estándar de la distribución de frecuencia de los valores \bar{x} tiende a ser la mitad de la desviación estándar de la población original, pero si $n = 16$, la desviación estándar de los valores \bar{x} será solamente una cuarta parte de la de la población original.

Muchas veces se llama a $\sigma_{\bar{x}}$ el error estándar de los promedios \bar{x} .

Independientemente de la forma de la distribución de la población original, sea normal o no, es verdadero que la $\sigma_{\bar{x}}$ esperada es σ'/\sqrt{n} y que la \bar{x} esperada es la \bar{x}' . Si el universo original es normal, la estadística permite demostrar que la distribución de frecuencias esperada para los valores \bar{x} también es normal. Pero aún a partir de universos originales de forma rectangular o triangular, la distribución de los valores \bar{x} de las muestras es también aproximadamente normal.

En realidad, las afirmaciones anteriores sólo son válidas si n es grande ($n > 30$, en la práctica). Si n es pequeña, la discusión anterior sólo es -- aproximadamente correcta, pero puede considerarse como tal, en vista de que -- el error cometido no es de gran significación práctica.

III. MUESTREO CON FINES DE ESTABLECER UN PROGRAMA ESTADISTICO DE CONTROL.

Una operación de muestreo lógica debe considerarse un requisito esencial para el planteamiento de un programa de control de calidad razonable. Este muestreo debe tomar en consideración tres factores esenciales. En primer lugar, debe ser suficiente para cubrir los requerimientos del programa del control, pero no más. Un muestreo que vaya más lejos costará más de lo necesario y, frecuentemente, mucho más. En segundo lugar el muestreo debe estar acorde con la homogeneidad de lo que se muestrea; los materiales u operaciones que -- tengan tendencia natural a la dispersión deberán muestrearse más que los homó -- géneos, de manera que el número de muestras que se obtenga, por ejemplo, en -- un material para subrasante deberá probablemente ser mayor que el que se ob -- tenga en un material triturado en planta para base. En tercer lugar el mues -- treo debe adaptarse a la importancia relativa dentro del conjunto de la obra -- del factor muestreado y a la repercusión técnica y económica de su aceptación o rechazo.

En un programa de construcción, las operaciones de muestreo se conducen -- generalmente en dos niveles. Primero, el total del material debe ser dividi -- do en un cierto número de lotes de tamaño parecido, cada uno de ellos repre -- sentativo de todo el conjunto; en la Ingeniería de carreteras, muchas veces -- ésta primera división se hace considerando tramos similares, zonas parecidas -- de bancos, etc. Después, cada uno de estos lotes debe muestrearse, para obte -- ner las muestras que serán objeto de análisis, generalmente en un laboratorio. El tamaño de los lotes originales depende mucho del valor de los materiales y su constitución depende del concepto que se desea medir. Por ejemplo, cuando se muestrean materiales térreos para la construcción, si son de bajo costo, -- pueden considerarse como primeras muestras los diferentes almacenamientos que se hagan, a veces miles de metros cúbicos cada uno; en materiales más costo -- sos, como los suelos estabilizados con cemento, por citar uno, es frecuente -- que la primera muestra sea mucho menor. El tamaño de las primeras muestras -- también podrá ser más grande cuando el material muestreado sea homogéneo. Lo importante será que las muestras seleccionadas, sean individualmente represen -- tativas de todo el conjunto del material que se vaya a usar en la obra. Para el caso de trabajos de compactación, la primera muestra sería un tramo de -- muestreo dentro del conjunto del camino.

El establecimiento del número de muestras de cada muestra inicial que ha de tomarse ya para hacer pruebas, también depende de la homogeneidad de lo -- probado, del costo del muestreo y de la representatividad que se pueda atri -- buir a cada muestra. Es una práctica común en la aplicación de métodos esta -- dísticos de control que el número de muestras que se seleccionan para ser pro -- badas sea lo suficientemente grande como para reflejar un rango de resultados que difiera de la media $\pm 3\sigma$, siendo σ la desviación estándar de la distri --

bución de dichos resultados. Esto significa (ver Fig. 3) trabajar con un nivel de confianza de 99.7%. Obviamente, cuanto mayor sea el número de muestras mayor será el rango de resultados, pero la media describirá mejor la verdadera situación promedio de la población que se muestree.

Los métodos de muestreo que se utilizan en la actualidad no siempre son razonables y no es difícil ver como se cometen errores fundamentales en este concepto. Un sencillo ejemplo puede ilustrar la afirmación anterior. Imagínese un cierto producto que sale de una planta en camiones, cada uno de los cuales lleva 100 unidades; imagínese también que se sabe que de ellas 10 son defectuosas. Un criterio de muestreo que no sería difícil ver hoy en uso sería el siguiente. Un inspector detiene cada camión y toma al azar una muestra de él (una unidad). Si la inspección es favorable, el camión pasa, pero si la muestra es defectuosa, el camión es rechazado. La lógica dice que nueve camiones pasarán y el décimo será objetado y, sin embargo, es evidente que todos los camiones están en igual condición. Un criterio de muestreo como el anterior no cumple la condición fundamental de aprobar lo que debe ser aprobado y rechazar lo que debe rechazarse.

El ejemplo anterior es elemental y un poco extremoso, pero los conceptos que involucra si son válidos. Al fin y al cabo, no se hace algo muy diferente cuando se muestrea un camión de agregado extrayendo una pequeña cantidad en un recipiente, un camión de concreto, uno de asfalto, un volumen de material en un banco, juzgando cada n metros cúbicos, por un metro cúbico analizado sistemáticamente, etc.

Un criterio de muestreo comúnmente empleado y que puede ser razonable, si se usa bien, es el denominado muestreo de aceptación. En este criterio se define un artículo como defectuoso cuando no se ajusta a las especificaciones previamente convenidas en una o más características de calidad. Según este criterio de muestreo se establece un plan de función de tres números, N es el número de elementos que existía en el lote o muestra original, de los que se va a extraer la muestra de prueba; n es el número de elementos extraídos del lote, que constituirá la muestra de prueba y c es el denominado número de aceptación de la muestra, que es el número máximo de elementos defectuosos o por debajo de una especificación que se permiten. Así, según este criterio, el muestreo está automáticamente ligado al criterio de rechazo, pues más de c elementos defectuosos en la muestra originarán el rechazo del lote o muestra original. En la gran mayoría de los procesos de control de calidad, tal como hoy se llevan a cabo, se utilizan procedimientos de muestreo según este criterio. Cuando se muestrean elementos discretos es muy común fijar un lote de 50, 100, etc. elementos y extraer de él, procurando llegar a una extracción al azar, un 10% de los elementos (5, 10, etc.) y estudiar esta muestra fijando un número c a criterio; muchas veces este número es cero, expresando la ilusión de que si la muestra en estudio es perfecta, el lote será perfecto y la población total a que ambos se refieren, también lo será. En trabajos de compactación, la aplicación del criterio anterior no es tan evidente, pero se hace; suele fijarse una determinada sección de muestreo de un cierto número de metros de longitud, cada determinado número de kilómetros o de metros y se acepta que los resultados de dicha sección representan al lote o tramo completo. Usualmente se mide grado de compactación y es frecuente, pero no debido,

que c sea igual a cero; es decir, que no se acepte ningún grado de compactación por abajo del valor especificado.

Al seguir un criterio como el que arriba se ha bosquejado se encontrará siempre una relación entre el porcentaje de los lotes analizados que serán aceptados (a lo que suele llamarse probabilidad de aceptación, P) y el porcentaje de los elementos defectuosos que contenga cada lote (p). Se suponen lotes de N elementos, de los que se tomarán sólo n para su estudio, con un número de aceptación c . Imagínese que se trata de lotes de 50 elementos, de los que se analizarán 5 con un número de aceptación = 0; imagínese también que un 4% (en promedio) de los elementos de cada lote son defectuosos; es decir, en cada lote de 50 hay en promedio dos elementos malos. Lo que expresa la relación entre la probabilidad de aceptación (porcentaje de lotes aprobados) y el porcentaje de elementos defectuosos en cada lote es el hecho de que al muestrear 5 de los 50 elementos no necesariamente se obtendrá uno de los cuatro malos, de manera que hay cierta probabilidad de que el lote pase por perfecto. La relación anterior se denomina curva característica de operación del proceso y muestra en definitiva, para cada fracción defectuosa en el lote, (p), cual es la probabilidad de aceptación del lote (P) al seguir el plan de muestreo. La Fig. 5 muestra la curva de operación característica correspondiente a $N = 50$, $n = 5$, $c = 0$.

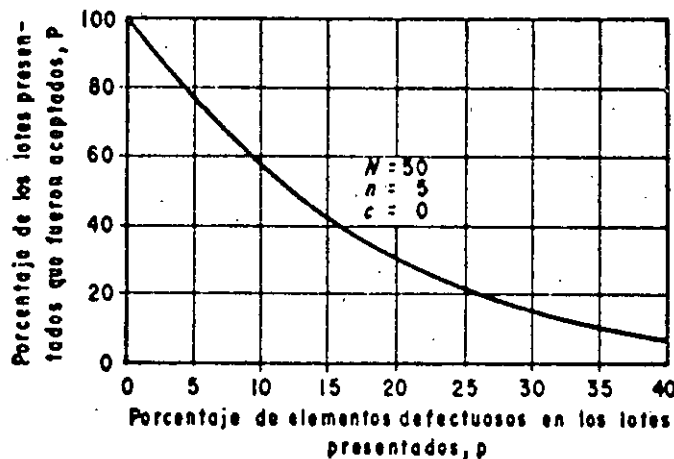


Figura 5. Curva de operación característica.

Es fácil ver como se obtienen los diferentes puntos que forman la curva. Supóngase por ejemplo que $p = 4\%$ es el porcentaje medio de elementos defectuosos en cada lote de 50 elementos ($N = 50$); supóngase también que de cada lote se toman 5 elementos para ser probados ($n = 5$) y, finalmente, supóngase que la población en estudio está formada por 1000 lotes de 50 elementos, es decir, por 50000 elementos. El estudio se hará con el criterio $c = 0$; es decir, basta que un elemento de la muestra de 5 sea defectuoso para que el lote correspondiente se rechace.

Si en el lote de 50 hay dos elementos malos (4%), habrá 48 buenos y la probabilidad de extraer un elemento bueno al formar la muestra de estudio será $48/50$. Esta operación deberá repetirse 5 veces para que el lote sea aceptado, luego la probabilidad de aceptación será $(48/50)^5$, o sea 80% en números redondos, para 1000 lotes, que es la ordenada que aproximadamente se lee en la abscisa 4%, en la Fig. 5.

Un plan de muestreo como el anterior es rara vez cuestionado en la metodología actual de control de calidad y, sin embargo, debe de serlo. En el uso del criterio expuesto está incluida la ilusión de que la muestra perfecta representa al lote perfecto y a la población perfecta, lo que evidentemente no es cierto puesto que cierto número de elementos defectuosos están aleatoriamente mezclados con los buenos, en los lotes. Se ha supuesto que el promedio de elementos malos es 4% por lote, pero esto quiere decir que un lote puede tener 0% de elementos malos y otro un 6%.

En el criterio en uso está incluida además otra hipótesis; la de que la protección dada por un sistema de muestreo es constante, si la relación del tamaño de la muestra al tamaño del lote lo es también.

La Fig. 6 ilustra lo inexacto de esta última idea. En ella se comparan cuatro curvas de operación correspondientes a lotes en que se ha dividido a una población de 50000 elementos, de 50, 100, 200 y 1000 unidades. En todos los casos la muestra para estudio es el 10% del lote ($n = 5, 10$ y 100 elemen-

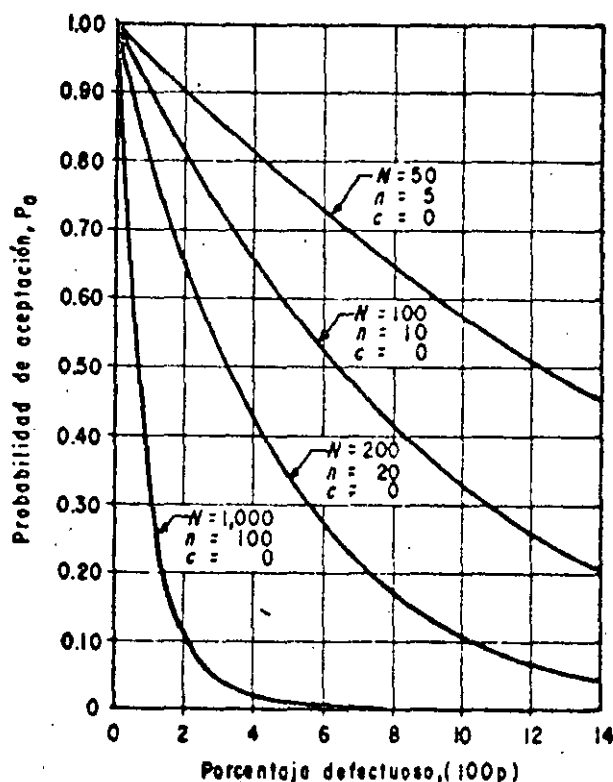


Figura 6. Comparación de curvas de operación característica de cuatro variantes de un plan de muestreo, con muestras de 10% del lote.

tos, supuestamente extraídos al azar).

Las diferencias en la protección de la calidad proporcionadas por este plan de muestreo son impresionantes. Se ve que los lotes que contienen un 4% de elementos defectuosos serán aceptados el 80% de las veces, cuando se usa una muestra de un 10% de un lote de 50; el 65% de veces cuando se use un lote de 100 elementos y menos del 2% de las veces cuando la muestra sea un 10% de 1000 elementos en cada lote. Se ve difícil confiar en un criterio de muestreo que conduce a tales variaciones simplemente por su tamaño, especialmente si se tiene en cuenta que las realidades de los procesos ingenieriles imponen constantemente cambios drásticos en los tamaños de las muestras, por problemas de disponibilidad o costo.

Otra manera interesante de interpretar las curvas de la Fig. 6 es la siguiente. Cabe preguntarse cuál será la calidad del lote que pasará un 50% de las veces en cada variante del plan de muestreo. Se ve en la figura que, con lotes de 50 elementos, un lote que contenga un 12% de elementos defectuosos será aceptado el 50% de las veces, pero si el lote es de 100 elementos ya sólo pasará la mitad de las veces un lote que contenga 6% de elementos defectuosos; este porcentaje pasa a 3 para lote de 200 y 0.65 para lotes de 1000. Nuevamente se pone de manifiesto la escasa consistencia del plan de muestreo.

En realidad, es mucho más importante el tamaño absoluto de la muestra tomada al azar que su valor relativo respecto al tamaño del lote. Este hecho, que se desprende fácilmente de la Fig. 6; se ve todavía con mayor claridad al considerar la información contenida en la Fig. 7. En ella se vuelven a presentar cuatro variantes del plan de muestreo que se comenta ($N = 50, 100, 200$ y 1000), pero extrayendo en todos los casos una muestra de $n = 20$ elementos.

Es de notar, en primer lugar, como las cuatro curvas se desarrollan ahora en forma similar, desapareciendo las grandes divergencias atrás analizadas.

Lo anterior lleva a conducir como criterio práctico que, un procedimiento de muestreo, como el que se ha venido discutiendo puede aplicarse en aquellos casos en que el número de elementos de la muestra por analizar sea constante en todos los casos, en tanto que conduce a una operación de control no protegida cuando se adopta el criterio de trabajar siempre con una fracción fija del número de elementos de los lotes muestreados. En vías terrestres hay casos en que es fácil trabajar con muestras de número fijo, como podría ocurrir en plantas de trituración, de asfalto o aun muchos trabajos de compactación, pero hay otros casos en que, por disponibilidad de elementos o por razones de costo, ha de trabajarse con muestra de diferente población. De todo lo anterior se sigue que, en el primer caso, el simple muestreo de aceptación puede conducir a condiciones de control razonables, pero en el segundo caso, la operación de muestreo ha de planearse con otras bases.

El número de aceptación (c) no necesita ser cero; si se observan las Figs. 6 y 7 se destacará el hecho de que una muestra perfecta no asegura un lote perfecto. Esta conclusión hace ver la falta de fundamento de las objeciones presnetadas al no permitir elementos defectuosos dentro de un lote.

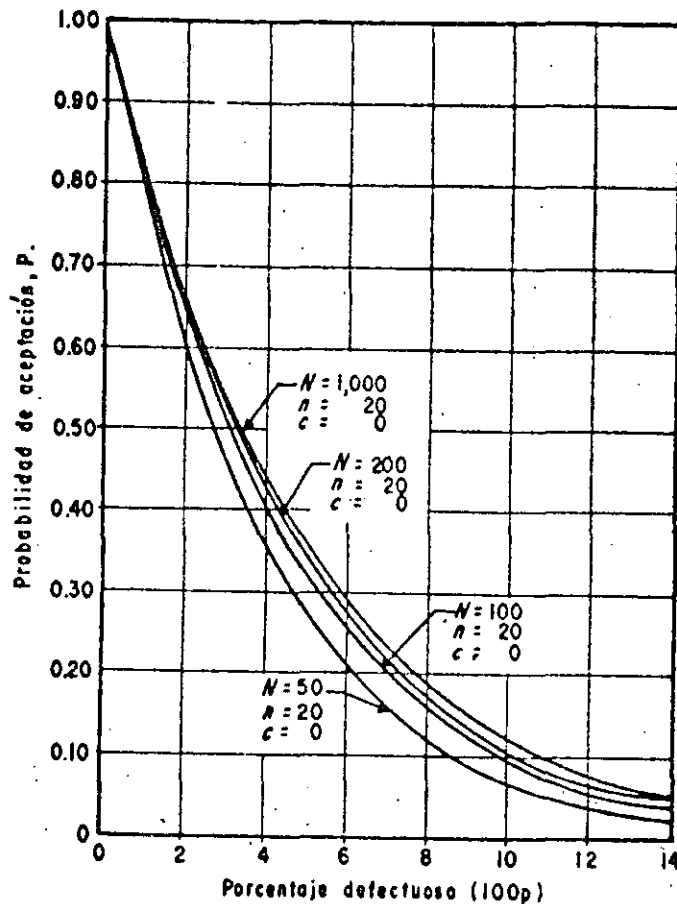


Figura 7. Comparación de curvas OC para cuatro variantes de un plan de muestreo con muestras de veinte elementos.

Lo anterior conduce a que la protección deseada, contra aceptación de lotes con elementos defectuosos, tomará en cuenta tamaños más grandes de muestras, ya que éstas tienen mayores posibilidades de discriminar entre lotes satisfactorios y no satisfactorios.

La Fig. 8 muestra tres variantes de muestreo; el primero para $N = 1000$, $n = 100$ y $c = 0$; el segundo para $N = 1000$, $n = 170$ y $c = 1$ y el tercero para $N = 100$, $n = 240$ y $c = 2$. Se notará de inmediato que las tres curvas consideradas, dan igual protección contra la aceptación de un lote con 2.2% de elementos defectuosos. Las variantes con $c = 1$ y $c = 2$, dan algo mejor protección contra el rechazo de lotes satisfactorios.

Los anteriores esquemas, se denominan de muestreo sencillo, puesto que el criterio para la aceptación o el rechazo de un lote representativo de una población se basa en el análisis de una muestra de dicho lote. No es frecuente, sobre todo en problemas de control de calidad industrial, el denominado muestreo doble, que implica la posibilidad de posponer la decisión de aceptación o rechazo del lote hasta haber analizado una segunda muestra. General

mente el muestreo doble se implica aceptando de inmediato un lote cuya primera muestra haya sido muy buena y rechazándolo cuando haya sido muy mala. Si no ocurre ninguno de estos dos extremos, la decisión se basa en el análisis de la primera y la segunda muestra combinadas. Un plan de muestreo doble se esquematizaría por medio de los siguientes números, cuyo sentido se estima evidente. $N = 1000$, $n = 36$, $c_1 = 0$, $n_2 = 59$ y $c_2 = 3$. Puede interpretarse como sigue.

-Inspecciónese una primera muestra con 36 elementos de un lote que tiene una población de 1000.

-Acéptese el lote sobre la base de la primera muestra, si ésta tiene cero elementos defectuosos.

-Rechácese el lote, basado en la inspección de la primera muestra, si dicha muestra contiene más de 3 defectuosos.

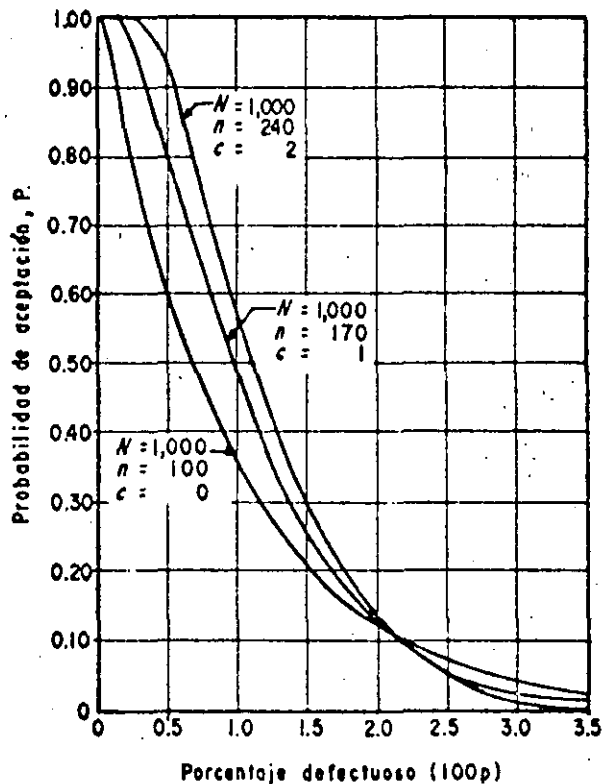


Figura 8. Curvas de operación para tres variantes de muestreo de aceptación con $P = 10\%$ de aceptar un lote con 22% de elementos defectuosos.

-Inspecciónese una segunda muestra, de 59 elementos, si la primera muestra contiene 1, 2 ó 3 defectuosos.

-Aceptese el lote sobre la base de la muestra combinada de 95 elementos (36 + 59), si la muestra combinada contiene 3 defectuosos o menos.

-Rechácese el lote sobre la base de la muestra combinada si dicha muestra contiene más de 3 elementos defectuosos.

En la Fig. 9 se muestran 3 curvas de operación característica relacionadas con el análisis del plan de muestreo señalado. El resultado del proceso de muestreo debe ser alguno de los siguientes:

-Aceptación del lote después de la primera muestra, si en ésta no se encontró ningún elemento defectuoso.

-Rechácese el lote, si la primera muestra obtenida contiene más de 3 elementos defectuosos.

-Aceptar el lote después de inspeccionar la segunda muestra, si se obtienen 3 elementos defectuosos o menos en el total de 95, contenidos en ambas muestras.

-Rechazar el lote, si en la muestra combinada se obtienen más de 3 elementos defectuosos.

La curva A ($N = 1000$, $n = 36$, $c = 0$) de la Fig. 9 corresponde a las probabilidades de aceptación del lote con base en la primera muestra, para diferentes porcentajes de elementos defectuosos. La curva C ($N = 1000$, $n = 36$, $c = 3$) representa la probabilidad de que el lote no sea rechazado después del análisis de la primera muestra, en cuyo caso deberá procederse a la obtención de una segunda muestra. Las dos curvas mencionadas pueden ser trazadas de la manera que se discutió para el caso de muestreo sencillo. Para cualquier valor dado de porcentaje de elementos defectuosos en el lote, la diferencia de ordenadas entre las curvas A y C corresponde a la probabilidad de que se requiera obtener una segunda muestra. La curva B exhibe el comportamiento del plan de muestreo doble. Para determinar las ordenadas de los puntos de esta curva (las abscisas están determinadas por el porcentaje de elementos defectuosos), se requiere calcular la probabilidad de que el lote sea aceptado al obtener una segunda muestra, que en el caso que se ejemplifica puede ocurrir en cualquiera de las siguientes formas:

-Cero defectuosos en la primera muestra.

-Un defectuoso en la primera muestra y cero, uno o dos defectuosos en la segunda muestra.

-Dos defectuosos en la primera muestra y cero o un defectuoso en la segunda muestra.

-Tres defectuosos en la primera muestra y ningún defectuoso en la segunda muestra.

La probabilidad de aceptar el lote resulta ser la suma de las probabilidades de que ocurran por separado cada uno de los cuatro eventos arriba señalados. Dicho cálculo pertenece ya al dominio del análisis probabilístico y sale por completo de los límites asignados a este capítulo, que debe quedar íntegramente en el terreno conceptual. No debe olvidarse que el control de calidad es, como ya se dijo, un campo especial dentro de la tecnología de carreteras, con metodología propia, por cierto muy compleja, la cual debe ser dominada por ingenieros que actúen específicamente dentro del campo del control, pero cuyos detalles quedan fuera de la atención del ingeniero que atiende los aspectos a que se refiere esta obra.

La curva B de la Fig. 9 es el resultado del cálculo arriba mencionado y divide al espacio comprendido entre las curvas A y C en la forma que en la propia figura se señala.

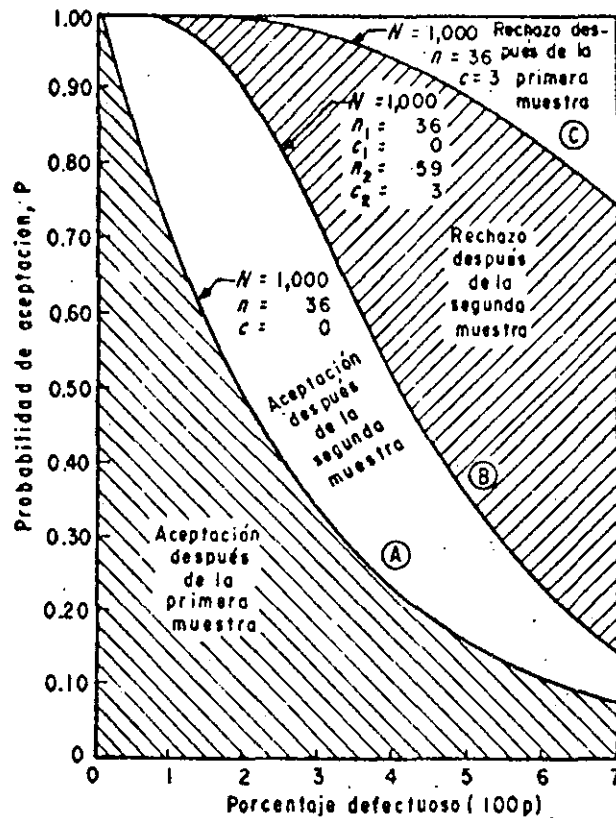


Figura 9. Curvas características de operación en un plan de muestreo doble.

Todavía existen planes de muestreo múltiple, en que la decisión de la aceptación o el rechazo se basa en el análisis de más de dos muestras.

Un hecho, sin embargo, parece no ser suficientemente reconocido por los métodos tradicionales de muestreo, aún por aquellos que van más allá de la tó

ma simple de un porcentaje fijo de los elementos del lote muestreado y hacen uso de mejoras racionales, del estilo de las que más atrás se han discutido o de otras que existen. Este hecho es la variabilidad de los resultados de - - cualesquiera pruebas a que se sometan los elementos de las muestras individuales que se analizan. Esta variabilidad es debida, como se dijo, tanto a problemas derivados del procedimiento de prueba como a otros que amanan del material o de los propios procesos de muestreo. Todos estos factores son variables aleatorias y, por lo tanto, los valores que derivan de cualquier conjunto de pruebas lo son también, por lo que todo el proceso de muestreo ha de ser tratado, en sentido estricto, como un proceso estadístico. Esto requiere que la obtención de muestras se haga realmente al azar, siguiendo las reglas que la estadística científica ha desarrollado para el caso. Pruebas realizadas a partir de lo que, un inspector considere muestras buenas o malas o indicativas de la situación promedio, no pueden ser consideradas muestras al azar; sólo muestras obtenidas siguiendo las reglas estrictas de la estadística pueden dar una verdadera indicación de la calidad de los materiales o de los trabajos que se estén estudiando.

Es sabido que, en los trabajos conectados con el control de calidad de las vías terrestres, es muy común que la confrontación del resultado de una cierta actividad o de la calidad de un material con los límites previamente especificados haya de hacerse con base en unos cuantos valores probados. Generalmente, cuando no se usan métodos de control estadístico esto hace que se establezca un requerimiento de carácter absolutista, exigiendo que todos los valores encontrados satisfagan los límites especificados. Ya se comentaron algunos inconvenientes importantes de esta actitud. La alternativa es establecer criterios de aceptación que reconozcan que los valores de pruebas realizadas en muestras obtenidas al azar pueden variar. Un requerimiento absoluto puede necesitar, si ha de aspirar a tener algún sentido, un gran número de valores de control; por ejemplo, si se establece la norma de que el 95% de todos los valores probados satisfagan una cierta especificación y se toman 20 muestras de 100 elementos, lo cual es un número muy elevado, bastará que una prueba en las 20 falle para que se rechace todo el lote. El muestreo estadístico, en cambio puede proporcionar criterios razonables de aceptación en casos como el anterior con no más de 4 ó 5 pruebas.

Un plan de muestreo estadístico debe tener las siguientes características:

-Debe poseer un procedimiento objetivo para la selección de la muestra, fundado en el uso de una tabla de números aleatorios.

-Debe incluir un procedimiento claro para la estimación cuantitativa de las características de la muestra y del error estándar de dicha estimación. Si el resultado del análisis de la muestra se utiliza para un juicio de decisión, las reglas que rijan dicho juicio también deberán estar claramente incluidas. En muestreo para aceptación o rechazo, el plan deberá señalar muy claramente los niveles en que tales acciones se deberán ejercer.

III. MUESTREO CON BASE EN TABLAS DE NUMEROS ALEATORIOS.

Una tabla de números aleatorios es una disposición estrictamente al azar de números de un cierto número prefijado de cifras. La tabla 2 es una de ellas, en este caso números de dos cifras. Pueden formarse introduciendo en una urna los nueve dígitos y el cero, sacándolos al azar de uno en uno, reintegrando de inmediato el número extraído y anotando cada una de las parejas como un número en la tabla.

Una vez formada la tabla puede funcionar como de mayor número de cifras. Por ejemplo, la tabla 2 como de números de cuatro cifras simplemente considerando dos columnas adyacentes en cada lectura. En vías terrestres es común en muchos casos referir los muestreos al kilometraje de una línea de trazo, para señalar el lugar donde se extraerá una muestra (se dice, por ejemplo, km 105+286 para señalar una estación). Este orden de muestreo puede señalarse dentro de un cierto tramo recorriendo la tabla desde el principio y seleccionando todos los números aleatorios que vayan surgiendo y que estén comprendidos dentro del tramo. La selección de las estaciones del muestreo ha de hacerse después de seleccionar a criterio el número de muestras que se desea tomar dentro del tramo.

Imagínese que en el tramo comprendido entre los kms 125+250 y 142+300 se desea señalar cinco estaciones para muestreo de compactación, eligiéndolas aleatoriamente. Se usará la tabla con tres columnas, puesto que se manejan seis cifras. Viendo la tabla, las estaciones de muestreo serían; 128+079, 125+507, 140+620, 131+165 y 135+402. Naturalmente, en un muestreo aleatorio las ubicaciones de las estaciones de muestreo no resultan equidistantes, ni su ubicación sigue ninguna de las leyes que son usuales en otros tipos de plan.

El procedimiento está basado en la utilización de la Tabla 3 que es otro ejemplo, de una tabla de números aleatorios. Para la determinación de las estaciones de muestreo se requiere seguir los siguientes puntos.

- Determinar la distancia promedio a que se desea tomar las muestras para su análisis; así, si se tiene un tramo de 5500 m y se desea una distancia promedio de 500 m, el número de muestras requerido resultará igual al 11.

Para seleccionar la columna correspondiente de la tabla de números aleatorios se requerirá colocar en una urna tarjetas numeradas del número 1 al número 28 y extraer una de ellas al azar. Debe observarse que este número de tarjetas es en realidad arbitrario y siempre estará en función del número de columnas con que se cuente en la tabla de números aleatorios. Para este caso son 28 las columnas.

Una vez que se ha seleccionado, por el procedimiento del punto anterior, una de las columnas de la tabla, deberá localizarse en la subcolumna A correspondiente, todos los números menores o iguales en el número de muestras requerido determinado en el primer punto. Considérese por ejemplo que se ha elegido aleatoriamente la columna No. 20 y que el número de muestras requerido será de 11. En la subcolumna B se encontrará el factor por el cual debe multiplicarse la longitud del tramo para determinar la distancia al origen de todas las estaciones de muestreo. Para el caso que se ejemplifica se tendrá:

T A B L A 2

Tabla de números aleatorios para localización longitudinal y transversal de puntos de muestreo.

| Col. No. 1 | | | Col. No. 2 | | | Col. No. 3 | | | Col. No. 4 | | | Col. No. 5 | | | Col. No. 6 | | | Col. No. 7 | | |
|------------|------|------|------------|------|------|------------|------|------|------------|------|------|------------|------|------|------------|------|------|------------|------|------|
| A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| 15 | .033 | .576 | 05 | .048 | .879 | 21 | .013 | .220 | 18 | .089 | .716 | 17 | .024 | .863 | 30 | 0.30 | .901 | 12 | 0.29 | .386 |
| 21 | .101 | .300 | 17 | .074 | .156 | 30 | .036 | .853 | 10 | .102 | .330 | 24 | .060 | .032 | 21 | .096 | .198 | 18 | .112 | .284 |
| 23 | .129 | .916 | 18 | .102 | .191 | 10 | .052 | .746 | 14 | .111 | .925 | 26 | .074 | .639 | 10 | .100 | .161 | 20 | .114 | .843 |
| 30 | .163 | .434 | 06 | .105 | .257 | 25 | .061 | .954 | 28 | .127 | .840 | 07 | .167 | .512 | 29 | .133 | .388 | 03 | .121 | .656 |
| 24 | .177 | .397 | 28 | .179 | .447 | 29 | .062 | .507 | 24 | .132 | .271 | 28 | .194 | .776 | 24 | .138 | .062 | 13 | .178 | .640 |
| 11 | .202 | .271 | 26 | .179 | .844 | 13 | .037 | .887 | 19 | .285 | .899 | 03 | .219 | .166 | 20 | .168 | .564 | 22 | .209 | .421 |
| 16 | .204 | .012 | 04 | .183 | .482 | 24 | .105 | .849 | 01 | .326 | .037 | 29 | .264 | .284 | 22 | .232 | .953 | 16 | .221 | .311 |
| 08 | .208 | .418 | 02 | .208 | .577 | 07 | .139 | .159 | 30 | .334 | .938 | 11 | .282 | .262 | 14 | .259 | .217 | 29 | .235 | .356 |
| 19 | .211 | .798 | 03 | .214 | .402 | 01 | .175 | .641 | 22 | .405 | .295 | 14 | .379 | .994 | 01 | .275 | .195 | 28 | .264 | .941 |
| 29 | .233 | .070 | 07 | .245 | .080 | 33 | .196 | .873 | 05 | .421 | .282 | 13 | .394 | .405 | 06 | .277 | .475 | 11 | .287 | .199 |
| 07 | .260 | .073 | 15 | .248 | .831 | 26 | .240 | .981 | 13 | .451 | .212 | 06 | .410 | .157 | 02 | .296 | .497 | 02 | .336 | .992 |
| 17 | .262 | .308 | 29 | .261 | .087 | 14 | .255 | .374 | 02 | .461 | .023 | 15 | .438 | .700 | 26 | .311 | .144 | 15 | .393 | .488 |
| 25 | .271 | .180 | 30 | .302 | .883 | 06 | .310 | .043 | 06 | .487 | .539 | 22 | .453 | .635 | 05 | .351 | .141 | 19 | .437 | .655 |
| 06 | .302 | .672 | 21 | .318 | .088 | 11 | .316 | .653 | 08 | .497 | .396 | 21 | .472 | .824 | 17 | .370 | .811 | 24 | .466 | .773 |
| 01 | .409 | .406 | 11 | .376 | .936 | 13 | .324 | .585 | 25 | .503 | .893 | 05 | .488 | .118 | 09 | .388 | .484 | 14 | .531 | .014 |
| 13 | .507 | .693 | 14 | .430 | .814 | 12 | .351 | .275 | 15 | .594 | .603 | 01 | .525 | .222 | 04 | .410 | .073 | 09 | .562 | .678 |
| 02 | .575 | .654 | 27 | .438 | .676 | 20 | .371 | .535 | 27 | .620 | .894 | 12 | .561 | .980 | 25 | .471 | .530 | 06 | .601 | .675 |
| 13 | .591 | .318 | 03 | .467 | .205 | 08 | .409 | .495 | 21 | .629 | .841 | 08 | .652 | .508 | 13 | .486 | .779 | 10 | .612 | .859 |
| 20 | .610 | .321 | 09 | .474 | .138 | 16 | .445 | .740 | 17 | .691 | .580 | 18 | .668 | .271 | 15 | .515 | .867 | 26 | .673 | .112 |
| 12 | .631 | .597 | 10 | .492 | .474 | 03 | .494 | .929 | 09 | .708 | .689 | 30 | .736 | .634 | 23 | .567 | .798 | 23 | .738 | .770 |
| 27 | .651 | .281 | 13 | .499 | .892 | 27 | .543 | .387 | 07 | .709 | .012 | 02 | .763 | .253 | 11 | .618 | .502 | 21 | .753 | .614 |
| 04 | .661 | .953 | 19 | .511 | .520 | 17 | .625 | .171 | 11 | .714 | .049 | 23 | .804 | .140 | 28 | .636 | .148 | 30 | .758 | .851 |
| 22 | .692 | .089 | 23 | .591 | .770 | 02 | .699 | .073 | 23 | .720 | .695 | 25 | .828 | .425 | 27 | .650 | .741 | 27 | .765 | .563 |
| 05 | .779 | .346 | 20 | .604 | .730 | 19 | .702 | .934 | 03 | .748 | .413 | 10 | .843 | .627 | 16 | .711 | .508 | 07 | .780 | .534 |
| 09 | .787 | .173 | 24 | .654 | .330 | 22 | .816 | .802 | 20 | .781 | .603 | 16 | .858 | .849 | 19 | .778 | .812 | 04 | .818 | .187 |
| 10 | .818 | .837 | 12 | .728 | .523 | 04 | .838 | .166 | 26 | .830 | .384 | 04 | .903 | .327 | 07 | .804 | .675 | 17 | .837 | .353 |
| 14 | .895 | .631 | 16 | .753 | .344 | 15 | .904 | .116 | 04 | .843 | .002 | 09 | .912 | .382 | 08 | .806 | .952 | 05 | .854 | .818 |
| 26 | .912 | .376 | 01 | .806 | .134 | 28 | .969 | .742 | 12 | .884 | .582 | 27 | .935 | .162 | 18 | .841 | .414 | 01 | .867 | .133 |
| 28 | .920 | .163 | 22 | .878 | .884 | 09 | .974 | .046 | 29 | .926 | .700 | 20 | .970 | .582 | 12 | .918 | .114 | 08 | .915 | .538 |
| 03 | .945 | .140 | 25 | .939 | .162 | 05 | .977 | .494 | 16 | .951 | .601 | 19 | .975 | .327 | 03 | .992 | .399 | 25 | .975 | .584 |

| Col.No. 8 | | | Col.No. 9 | | | Col.No. 10 | | | Col. No.11 | | | Col.No. 12 | | | Col. No. 13 | | | Col.No. 14 | | |
|-----------|------|------|-----------|------|------|------------|------|------|------------|------|------|------------|------|------|-------------|------|------|------------|------|------|
| A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| 09 | .042 | .071 | 14 | .061 | .935 | 26 | .038 | .023 | 27 | .074 | .779 | 16 | .073 | .987 | 03 | .033 | .091 | 26 | .035 | .175 |
| 17 | .141 | .411 | 02 | .065 | .097 | 30 | .066 | .371 | 06 | .084 | .396 | 23 | .078 | .056 | 07 | .047 | .391 | 17 | .089 | .363 |
| 02 | .143 | .221 | 03 | .094 | .228 | 27 | .073 | .876 | 24 | -.98 | .524 | 17 | .096 | .076 | 28 | .064 | .113 | 10 | .149 | .681 |
| 05 | .162 | .899 | 16 | .122 | .945 | 09 | .095 | .568 | 10 | .133 | .919 | 04 | .153 | .163 | 12 | .066 | .360 | 28 | .238 | .075 |
| 03 | .285 | .016 | 18 | .158 | .430 | 05 | .180 | .741 | 15 | .187 | .079 | 10 | .254 | .834 | 26 | .076 | .552 | 13 | .244 | .767 |
| 28 | .291 | 0.34 | 25 | .193 | .469 | 12 | .200 | .851 | 17 | .227 | .767 | 06 | .234 | .623 | 30 | .087 | .101 | 24 | .262 | .366 |
| 08 | .369 | .557 | 24 | .224 | .572 | 13 | .259 | .327 | 20 | .236 | .571 | 12 | .305 | .616 | 02 | .127 | .187 | 08 | .264 | .651 |
| 01 | .436 | .386 | 10 | .225 | .223 | 21 | .264 | .681 | 01 | .245 | .988 | 25 | .319 | .901 | 06 | .144 | .068 | 18 | .285 | .311 |
| 20 | .450 | .289 | 09 | .253 | .838 | 17 | .283 | .645 | 04 | .317 | .291 | 01 | .320 | .212 | 25 | .202 | .674 | 02 | .340 | .131 |
| 18 | .455 | .789 | 20 | .290 | .120 | 23 | .363 | .063 | 29 | .350 | .911 | 08 | .416 | .372 | 01 | .247 | .025 | 29 | .353 | .478 |
| 23 | .438 | .715 | 01 | .297 | .242 | 20 | .364 | .366 | 26 | .380 | .104 | 13 | .432 | .556 | 23 | .253 | .323 | 06 | .359 | .270 |
| 14 | .496 | .276 | 11 | .337 | .760 | 16 | .395 | .363 | 28 | .425 | .864 | 02 | .489 | .827 | 24 | .320 | .651 | 20 | .387 | .248 |
| 15 | .503 | .342 | 19 | .389 | .064 | 02 | .423 | .540 | 22 | .487 | .526 | 29 | .503 | .787 | 10 | .328 | .365 | 14 | .392 | .694 |
| 04 | .515 | .693 | 13 | .411 | .474 | 08 | .432 | .736 | 05 | .552 | .511 | 15 | .518 | .717 | 27 | .338 | .412 | 03 | .408 | .077 |
| 16 | .532 | .112 | 20 | .447 | .393 | 10 | .476 | .468 | 14 | .564 | .357 | 28 | .524 | .998 | 13 | .356 | .991 | 27 | .440 | .220 |
| 22 | .557 | .357 | 22 | .478 | .321 | 03 | .508 | .774 | 11 | .572 | .306 | 03 | .542 | .352 | 16 | .401 | .792 | 22 | .461 | .830 |
| 11 | .559 | .620 | 29 | .481 | .993 | 01 | .601 | .417 | 21 | .594 | .197 | 19 | .585 | .462 | 17 | .423 | .117 | 16 | .527 | .003 |
| 12 | .650 | .216 | 27 | .562 | .403 | 22 | .687 | .917 | 09 | .607 | .524 | 05 | .695 | .111 | 21 | .481 | .838 | 30 | .531 | .486 |
| 21 | .672 | .320 | 04 | .566 | .179 | 29 | .697 | .862 | 19 | .650 | .572 | 07 | .733 | .838 | 08 | .560 | .401 | 25 | .678 | .360 |
| 13 | .709 | .273 | 08 | .603 | .753 | 11 | .701 | .605 | 18 | .664 | .101 | 11 | .744 | .948 | 19 | .564 | .190 | 21 | .725 | .014 |
| 07 | .745 | .687 | 15 | .632 | .927 | 07 | .728 | .498 | 25 | .674 | .428 | 18 | .793 | .748 | 05 | .571 | .054 | 05 | .797 | .595 |
| 30 | .780 | .285 | 06 | .707 | .107 | 14 | .745 | .679 | 02 | .697 | .674 | 27 | .802 | .967 | 18 | .587 | .584 | 15 | .801 | .927 |
| 19 | .845 | .097 | 28 | .737 | .161 | 24 | .819 | .444 | 03 | .767 | .928 | 21 | .826 | .487 | 15 | .604 | .145 | 12 | .836 | .294 |
| 26 | .846 | .366 | 17 | .846 | .130 | 15 | .840 | .823 | 16 | .809 | .529 | 24 | .835 | .832 | 11 | .641 | .298 | 04 | .854 | .982 |
| 29 | .861 | .307 | 07 | .874 | .491 | 25 | .863 | .568 | 30 | .838 | .294 | 26 | .855 | .142 | 22 | .672 | .156 | 11 | .884 | .928 |
| 25 | .906 | .874 | 05 | .890 | .828 | 06 | .878 | .215 | 13 | .845 | .470 | 14 | .861 | .462 | 20 | .674 | .887 | 19 | .386 | .832 |
| 24 | .919 | .809 | 23 | .931 | .659 | 18 | .930 | .601 | 08 | .855 | .524 | 20 | .374 | .625 | 14 | .752 | .881 | 07 | .929 | .932 |
| 10 | .919 | .809 | 26 | .960 | .365 | 04 | .954 | .827 | 07 | .867 | .718 | 30 | .929 | .056 | 09 | .774 | .560 | 09 | .932 | .206 |
| 06 | .961 | .504 | 21 | .978 | .194 | 28 | .963 | .004 | 12 | .881 | .722 | 09 | .935 | .582 | 29 | .921 | .752 | 01 | .970 | .692 |
| 27 | .969 | .811 | 12 | .982 | .183 | 19 | .983 | .020 | 23 | .937 | .872 | 22 | .947 | .797 | 04 | .959 | .099 | 23 | .973 | .082 |

| Col. No. 15 | | | Col. No. 16 | | | Col. No. 17 | | | Col. No. 18 | | | Col. No. 19 | | | Col. No. 20 | | | Col. No. 21 | | |
|-------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|
| A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| 15 | .023 | .979 | 19 | .062 | .588 | 13 | .045 | .004 | 25 | .027 | .290 | 12 | .052 | .075 | 20 | .030 | .881 | 01 | .010 | .946 |
| 11 | .118 | .465 | 25 | .080 | .218 | 18 | .086 | .878 | 06 | .057 | .571 | 30 | .075 | .493 | 12 | .034 | .291 | 10 | .014 | .939 |
| 07 | .134 | .172 | 09 | .131 | .295 | 26 | .126 | .990 | 26 | .059 | .026 | 28 | .120 | .341 | 22 | .043 | .823 | 07 | .032 | .346 |
| 01 | .139 | .230 | 18 | .136 | .381 | 12 | .128 | .661 | 07 | .105 | .176 | 27 | .145 | .689 | 28 | .143 | .073 | 06 | .093 | .180 |
| 16 | .145 | .122 | 05 | .147 | .864 | 30 | .146 | .337 | 18 | .107 | .358 | 02 | .209 | .957 | 03 | .150 | .937 | 15 | .151 | .012 |
| 20 | .165 | .520 | 12 | .158 | .365 | 05 | .169 | .470 | 22 | .128 | .827 | 26 | .272 | .818 | 04 | .154 | .867 | 16 | .185 | .455 |
| 06 | .185 | .481 | 28 | .214 | .184 | 21 | .244 | .433 | 23 | .156 | .440 | 22 | .299 | .317 | 19 | .158 | .359 | 07 | .227 | .277 |
| 09 | .211 | .316 | 14 | .215 | .757 | 23 | .270 | .849 | 15 | .171 | .157 | 18 | .306 | .475 | 29 | .304 | .615 | 02 | .304 | .400 |
| 14 | .248 | .348 | 13 | .224 | .846 | 25 | .274 | .407 | 08 | .220 | .097 | 20 | .311 | .653 | 06 | .369 | .633 | 30 | .316 | .074 |
| 25 | .249 | .890 | 15 | .227 | .809 | 10 | .290 | .925 | 20 | .252 | .066 | 15 | .348 | .156 | 18 | .390 | .536 | 18 | .328 | .799 |
| 13 | .252 | .577 | 11 | .280 | .890 | 01 | .323 | .490 | 04 | .268 | .576 | 16 | .381 | .710 | 17 | .403 | .392 | 20 | .352 | .288 |
| 30 | .273 | .088 | 01 | .331 | .925 | 24 | .352 | .291 | 14 | .275 | .302 | 01 | .411 | .607 | 23 | .404 | .182 | 26 | .371 | .216 |
| 18 | .277 | .689 | 10 | .399 | .992 | 15 | .361 | .155 | 11 | .297 | .589 | 13 | .417 | .715 | 01 | .415 | .457 | 19 | .448 | .754 |
| 22 | .372 | .958 | 30 | .417 | .787 | 29 | .374 | .882 | 01 | .358 | .305 | 21 | .472 | .484 | 07 | .437 | .696 | 13 | .487 | .598 |
| 10 | .461 | .075 | 08 | .439 | .921 | 08 | .432 | .139 | 09 | .412 | .089 | 04 | .478 | .885 | 24 | .446 | .546 | 12 | .546 | .640 |
| 28 | .519 | .536 | 20 | .472 | .484 | 04 | .467 | .266 | 16 | .429 | .834 | 25 | .479 | .080 | 26 | .435 | .768 | 24 | .550 | .038 |
| 17 | .520 | .090 | 24 | .498 | .712 | 22 | .508 | .880 | 10 | .491 | .200 | 11 | .566 | .104 | 15 | .511 | .313 | 03 | .604 | .780 |
| 03 | .523 | .519 | 04 | .516 | .396 | 27 | .632 | .191 | 28 | .542 | .306 | 10 | .576 | .659 | 10 | .517 | .290 | 22 | .621 | .930 |
| 26 | .573 | .502 | 03 | .548 | .688 | 16 | .661 | .836 | 12 | .563 | .091 | 29 | .665 | .397 | 30 | .556 | .853 | 21 | .629 | .154 |
| 19 | .634 | .206 | 23 | .597 | .508 | 19 | .675 | .629 | 02 | .593 | .321 | 19 | .739 | .298 | 25 | .561 | .837 | 11 | .634 | .906 |
| 24 | .635 | .810 | 21 | .641 | .114 | 14 | .680 | .890 | 30 | .692 | .198 | 14 | .749 | .759 | 09 | .574 | .599 | 05 | .696 | .459 |
| 21 | .679 | .841 | 02 | .739 | .298 | 28 | .714 | .508 | 19 | .705 | .445 | 08 | .756 | .919 | 13 | .613 | .762 | 23 | .710 | .078 |
| 27 | .712 | .366 | 29 | .792 | .038 | 06 | .719 | .441 | 24 | .709 | .717 | 07 | .793 | .183 | 11 | .698 | .783 | 29 | .726 | .585 |
| 05 | .780 | .497 | 22 | .829 | .324 | 09 | .735 | .040 | 13 | .820 | .739 | 23 | .834 | .647 | 14 | .715 | .179 | 17 | .749 | .916 |
| 23 | .861 | .106 | 17 | .834 | .647 | 17 | .741 | .906 | 05 | .848 | .866 | 06 | .837 | .978 | 16 | .770 | .128 | 04 | .802 | .186 |
| 12 | .865 | .377 | 16 | .909 | .608 | 11 | .747 | .205 | 27 | .867 | .633 | 03 | .849 | .964 | 08 | .815 | .385 | 14 | .835 | .319 |
| 29 | .882 | .635 | 06 | .914 | .420 | 20 | .850 | .047 | 03 | .883 | .333 | 24 | .851 | .109 | 05 | .872 | .490 | 08 | .870 | .546 |
| 08 | .902 | .020 | 27 | .958 | .856 | 02 | .859 | .356 | 17 | .900 | .443 | 05 | .859 | .935 | 21 | .885 | .999 | 28 | .871 | .539 |
| 04 | .951 | .482 | 26 | .981 | .976 | 07 | .870 | .612 | 21 | .914 | .483 | 17 | .863 | .220 | 02 | .958 | .177 | 25 | .971 | .369 |
| 02 | .977 | .172 | 07 | .983 | .624 | 03 | .916 | .463 | 29 | .950 | .750 | 09 | .863 | .147 | 27 | .961 | .980 | 27 | .984 | .252 |

| Col. No. 22 | | | Col. No. 23 | | | Col. No. 24 | | | Col. No. 25 | | | Col. No. 26 | | | Col. No. 27 | | | Col. No. 28 | | |
|-------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|
| A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| 12 | .051 | .032 | 26 | .051 | .187 | 08 | .015 | .521 | 02 | .039 | .006 | 16 | .026 | .102 | 21 | .050 | .952 | 29 | .042 | .039 |
| 11 | .068 | .980 | 03 | .053 | .256 | 16 | .068 | .994 | 16 | .061 | .599 | 01 | .033 | .886 | 17 | .085 | .403 | 07 | .105 | .293 |
| 17 | .089 | .309 | 29 | .100 | .159 | 11 | .118 | .400 | 26 | .068 | .054 | 04 | .088 | .686 | 10 | .141 | .624 | 25 | .115 | .420 |
| 01 | .091 | .371 | 13 | .102 | .465 | 21 | .124 | .565 | 11 | .073 | .812 | 22 | .090 | .602 | 05 | .154 | .157 | 09 | .126 | .612 |
| 10 | .100 | .709 | 24 | .110 | .316 | 18 | .153 | .158 | 07 | .123 | .649 | 13 | .114 | .614 | 06 | .164 | .841 | 10 | .205 | .144 |
| 30 | .121 | .744 | 18 | .114 | .300 | 17 | .190 | .159 | 05 | .126 | .658 | 20 | .136 | .576 | 07 | .197 | .013 | 03 | .210 | .054 |
| 02 | .166 | .056 | 11 | .123 | .208 | 26 | .192 | .676 | 14 | .161 | .189 | 05 | .138 | .228 | 16 | .215 | .363 | 23 | .234 | .533 |
| 23 | .179 | .529 | 09 | .138 | .182 | 01 | .237 | .030 | 18 | .166 | .040 | 10 | .216 | .565 | 08 | .222 | .520 | 13 | .266 | .799 |
| 21 | .187 | .051 | 06 | .194 | .115 | 12 | .283 | .077 | 28 | .243 | .171 | 02 | .233 | .610 | 13 | .269 | .477 | 20 | .305 | .603 |
| 22 | .205 | .543 | 22 | .234 | .480 | 03 | .236 | .318 | 06 | .255 | .117 | 07 | .278 | .357 | 02 | .288 | .012 | 05 | .372 | .223 |
| 28 | .230 | .688 | 20 | .274 | .107 | 10 | .317 | .734 | 15 | .261 | .928 | 30 | .405 | .273 | 25 | .333 | .633 | 26 | .385 | .111 |
| 19 | .243 | .001 | 21 | .331 | .292 | 05 | .337 | .844 | 10 | .301 | .811 | 06 | .421 | .807 | 28 | .348 | .710 | 30 | .422 | .315 |
| 27 | .267 | .990 | 08 | .346 | .085 | 25 | .441 | .336 | 24 | .363 | .025 | 12 | .426 | .583 | 20 | .362 | .961 | 17 | .453 | .783 |
| 15 | .283 | .440 | 27 | .382 | .979 | 27 | .469 | .786 | 22 | .378 | .792 | 08 | .471 | .708 | 14 | .511 | .989 | 02 | .460 | .916 |
| 16 | .352 | .089 | 07 | .387 | .865 | 27 | .469 | .786 | 27 | .379 | .959 | 18 | .473 | .738 | 26 | .540 | .903 | 27 | .461 | .841 |
| 03 | .377 | .648 | 28 | .411 | .776 | 20 | .475 | .761 | 19 | .420 | .557 | 19 | .510 | .207 | 27 | .587 | .643 | 14 | .483 | .095 |
| 06 | .397 | .769 | 16 | .444 | .999 | 06 | .557 | .001 | 21 | .467 | .943 | 03 | .512 | .329 | 12 | .603 | .745 | 12 | .507 | .375 |
| 09 | .409 | .428 | 04 | .515 | .993 | 07 | .610 | .238 | 17 | .494 | .225 | 15 | .640 | .329 | 29 | .619 | .895 | 28 | .509 | .748 |
| 14 | .465 | .406 | 17 | .518 | .827 | 09 | .617 | .041 | 09 | .620 | .081 | 09 | .665 | .354 | 23 | .623 | .333 | 21 | .583 | .804 |
| 13 | .499 | .651 | 05 | .539 | .620 | 13 | .641 | .648 | 30 | .623 | .106 | 14 | .680 | .884 | 22 | .624 | .076 | 22 | .587 | .993 |
| 04 | .539 | .972 | 02 | .623 | .272 | 22 | .664 | .291 | 03 | .625 | .777 | 26 | .703 | .622 | 18 | .670 | .904 | 16 | .689 | .339 |
| 18 | .560 | .747 | 30 | .637 | .374 | 19 | .717 | .232 | 08 | .651 | .790 | 29 | .739 | .394 | 11 | .711 | .253 | 06 | .727 | .298 |
| 26 | .575 | .892 | 14 | .714 | .364 | 02 | .776 | .504 | 12 | .715 | .599 | 25 | .759 | .386 | 01 | .790 | .392 | 04 | .731 | .814 |
| 29 | .756 | .712 | 15 | .730 | .107 | 02 | .775 | .504 | 23 | .782 | .093 | 24 | .803 | .602 | 04 | .813 | .611 | 08 | .807 | .983 |
| 20 | .760 | .920 | 19 | .771 | .552 | 29 | .777 | .548 | 20 | .810 | .371 | 27 | .842 | .491 | 19 | .843 | .732 | 15 | .833 | .757 |
| 05 | .847 | .925 | 23 | .780 | .662 | 14 | .823 | .223 | 01 | .841 | .726 | 21 | .870 | .435 | 03 | .844 | .511 | 19 | .896 | .464 |
| 25 | .872 | .891 | 10 | .924 | .888 | 23 | .848 | .264 | 29 | .862 | .009 | 28 | .906 | .367 | 30 | .858 | .299 | 18 | .916 | .384 |
| 24 | .874 | .135 | 12 | .929 | .204 | 30 | .892 | .817 | 25 | .891 | .873 | 23 | .948 | .367 | 09 | .929 | .199 | 01 | .948 | .610 |
| 08 | .911 | .215 | 01 | .937 | .714 | 28 | .943 | .190 | 04 | .917 | .264 | 11 | .956 | .142 | 24 | .931 | .263 | 11 | .976 | .799 |
| 07 | .946 | .065 | 25 | .974 | .398 | 15 | .975 | .962 | 13 | .958 | .990 | 17 | .993 | .989 | 15 | .939 | .947 | 24 | .978 | .633 |

Para determinar la localización en el sentido del eje transversal del camino será necesario multiplicar el ancho total de la sección, por el coeficiente decimal de la subcolumna C del renglón correspondiente al número de cada una de las muestras; a este producto deberá restarse el semi-ancho de la sección; si esta diferencia resulta positiva, el punto de muestreo deberá situarse a la derecha del centro de línea del camino y si resulta negativa, este punto se situará a la izquierda. En el caso que se ejemplifica se considerará un ancho de la sección de 12 cm. (TABLA No. 4).

TABLA 3

Determinación de la posición de las estaciones y de muestreo en la sección transversal.

| Número de Muestra | Factor | Distancia de Origen |
|-------------------|--------|---------------------------------|
| 01 | 0.415 | $5500 \times 0.415 = 2 + 282.5$ |
| 02 | 0.958 | $5500 \times 0.958 = 5 + 169.0$ |
| 03 | 0.150 | $5500 \times 0.150 = 0 + 825.0$ |
| 04 | 0.154 | $5500 \times 0.154 = 0 + 847.0$ |
| 05 | 0.872 | $5500 \times 0.872 = 4 + 796.0$ |
| 06 | 0.369 | $5500 \times 0.369 = 2 + 029.5$ |
| 07 | 0.437 | $5500 \times 0.437 = 2 + 403.5$ |
| 08 | 0.815 | $5500 \times 0.815 = 4 + 482.5$ |
| 09 | 0.574 | $5500 \times 0.574 = 3 + 157.0$ |
| 10 | 0.517 | $5500 \times 0.517 = 2 + 843.5$ |
| 11 | 0.698 | $5500 \times 0.698 = 3 + 839.0$ |

En la figura 10 se ilustra el plan de muestreo para el ejemplo que se ha descrito.

El procedimiento que se ha presentado podría ser utilizado en el caso muy frecuente de determinación de un valor representativo de los parámetros de resistencia de subrasantes para el diseño de pavimentos; otra aplicación, podría encontrarse en la elaboración de un plan de muestreo para el control de compactación de las diferentes capas de suelo que constituyen la sección estructural de una vía terrestre.

Puede verse que la gran ventaja del muestreo aleatorio estriba en que todos los elementos de la población tienen la misma oportunidad de ser extraídos y probados. Cualquier otro procedimiento de muestreo tiene el riesgo de caer en algún "criterio" ejercido por el inspector, que haga diferente la oportunidad de los elementos de la población para ser probados. Por lo demás, al - -

TABLA 4

Determinación de la posición de las estaciones de muestreo según el eje longitudinal.

| Número de muestra | Factor | Producto | Distancia del centro de línea |
|-------------------|--------|-------------------|-------------------------------|
| 01 | 0.457 | 12 x 0.457 = 5.5 | 0.5 Izquierda |
| 02 | 0.177 | 12 x 0.177 = 2.1 | 3.9 Izquierda |
| 03 | 0.937 | 12 x 0.937 = 11.2 | 5.2 Derecha |
| 04 | 0.867 | 12 x 0.867 = 10.4 | 4.4 Derecha |
| 05 | 0.490 | 12 x 0.490 = 5.9 | 0.1 Izquierda |
| 06 | 0.633 | 12 x 0.633 = 7.6 | 1.6 Derecha |
| 07 | 0.696 | 12 x 0.696 = 8.4 | 2.4 Derecha |
| 08 | 0.385 | 12 x 0.385 = 4.6 | 1.4 Izquierda |
| 09 | 0.599 | 12 x 0.599 = 7.2 | 1.2 Derecha |
| 10 | 0.290 | 12 x 0.290 = 3.5 | 2.5 Izquierda |
| 11 | 0.783 | 12 x 0.783 = 9.4 | 3.4 Derecha |

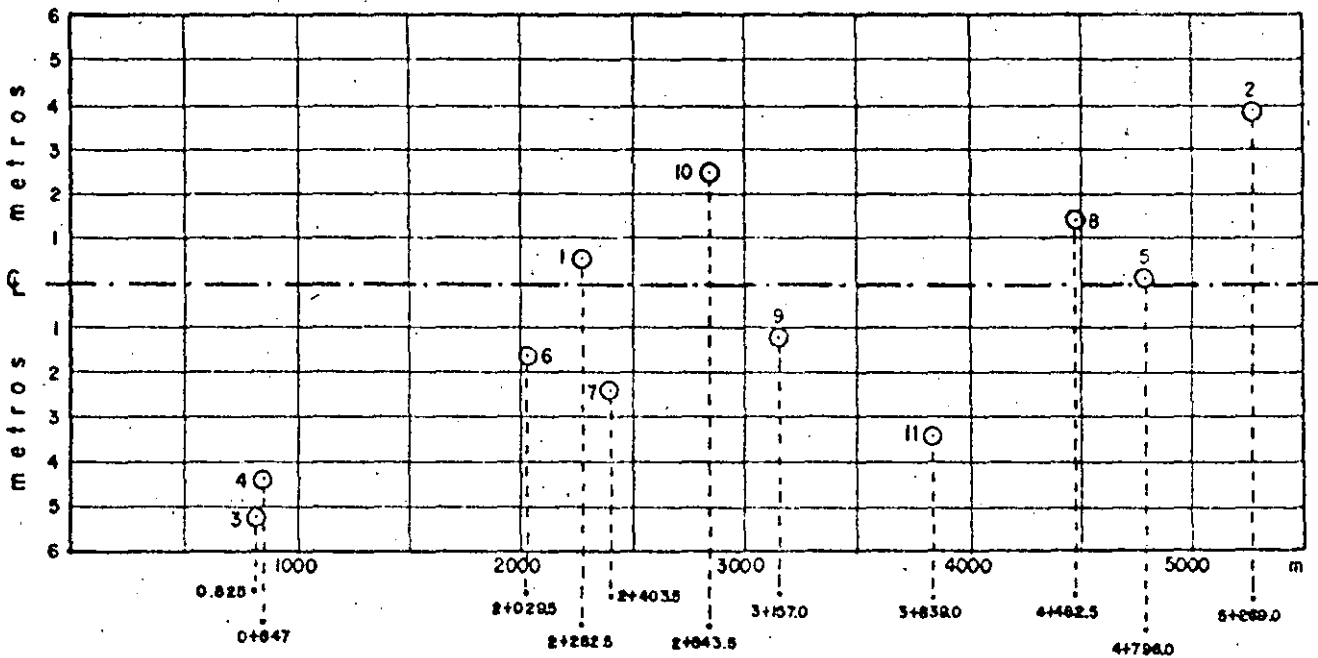


Figura 10. Localización de los puntos de muestreo obtenidos con la tabla 2 de números aleatorios.

muestreo aleatorio le son aplicables los principios básicos discutidos en - - otras partes de este párrafo, de manera que, por ejemplo, cuanto mayor sea el tamaño de la muestra que se pruebe a fin de cuentas, mayor será la probabilidad de que se detecte lo que debe ser rechazado o lo que es defectuoso.

IV. METODOS ESTADISTICOS DE CONTROL DE CALIDAD.

A) Métodos basados en el uso de gráficas de control.

A-1) Gráficas de control.

Imagínese que se tienen 20 estaciones con muestreo de compactación (peso volumétrico seco máximo) en un tramo de un camino, contando cada una de las - estaciones de 5 puntos distribuidos transversalmente. Supóngase que la tabla 5 resume los resultados de todas las medidas efectuadas.

Con los datos de la tabla 5 podría ocurrirse dibujar las dos gráficas - que se muestran en la Fig. 11. En la parte (a) de dicha figura aparecen las mediciones individuales graficadas para cada muestra; también se señala el valor nominal o pretendido para el peso volumétrico seco máximo y los límites - de tolerancias superior e inferior que se suponen aceptables para el problema en estudio (en realidad, como se verá, estos límites no son arbitrarios, sino que quedan dados por las leyes de la estadística para un proceso de produc - ción dado. Es muy común que en prácticas viciosas se fijen arbitrariamente - por un criterio experimental o por cualquier otro, pero al hacer eso se vio - lan leyes de la estadística y el proceso de control deja de ser un proceso - realmente estadístico).

En la parte b de la figura 11 se han dibujado los promedios de las 5 me - didas en cada una de las 20 muestras.

Ambas gráficas pueden mostrar ciertas tendencias en los resultados obte - nidos y si éstos se salen o no de las tolerancias especificadas; sin embargo, como se verá, distan de ser gráficas útiles en un verdadero control de cali - dad.

La Fig. 12 muestra dos gráficas de control que es posible realizar a par - tir de los datos de la tabla 5. En la parte a de la figura se han dibujado - los promedios \bar{x} ; se trata de la misma gráfica 11b, pero con los límites supe - rior e inferior de aceptación y sin dibujar la línea quebrada que une los pun - tos anotados. En un proceso sujeto a control estadístico la posición de los - límites superior e inferior en la gráfica de las \bar{x} no es arbitraria; es decir, dada la población de los límites superior e inferior correspondientes a dicha población puede ser calculada por los propios métodos estadísticos o, lo que es lo mismo, a un cierto proceso de producción de datos o de medidas le corres - ponden unos límites superior e inferior de aceptación y rechazo, en lo que se refiere a las variaciones resultado del azar o inherentes al propio proceso - de producción, de manera que si ciertos datos de los graficados en las cartas de control se salen de unos límites estadísticamente seleccionados puede afir - marse que su variación es debida a razones externas a aquellas que son inheren

T A B L A 5

Medidas del peso volumétrico seco máximo en 20
estaciones de verificación de compactación
(kg/m³)

| Muestra No. | Valor en cada punto sobre la sección transversal | | | | | Promedio (\bar{x}) | | Amplitud R |
|-------------|--|------|------|------|------|------------------------|-------|------------|
| 1 | 1800 | 1750 | 1700 | 1650 | 1600 | 1700 | 70.7 | 200 |
| 2 | 1550 | 1550 | 1700 | 1600 | 1500 | 1580 | 67.8 | 200 |
| 3 | 1500 | 1500 | 1600 | 1500 | 1600 | 1540 | 49.0 | 100 |
| 4 | 1600 | 1650 | 1650 | 1600 | 1750 | 1650 | 54.8 | 150 |
| 5 | 1600 | 1700 | 1850 | 1850 | 1750 | 1750 | 94.9 | 250 |
| 6 | 1600 | 1600 | 1550 | 1650 | 1650 | 1610 | 37.4 | 100 |
| 7 | 1650 | 1650 | 1800 | 1600 | 1550 | 1650 | 83.7 | 250 |
| 8 | 1150 | 1650 | 1800 | 1750 | 1800 | 1630 | 243.5 | 650 |
| 9 | 2150 | 1800 | 1750 | 1200 | 1550 | 1690 | 312.1 | 950 |
| 10 | 1800 | 1750 | 1800 | 2050 | 2050 | 1890 | 131.9 | 300 |
| 11 | 1700 | 1900 | 1750 | 1700 | 1900 | 1790 | 91.7 | 200 |
| 12 | 1800 | 1900 | 1950 | 1950 | 2000 | 1920 | 67.8 | 200 |
| 13 | 1800 | 2000 | 1750 | 1300 | 1650 | 1700 | 230.2 | 700 |
| 14 | 1800 | 1750 | 1850 | 1700 | 1650 | 1750 | 70.07 | 200 |
| 15 | 1500 | 1850 | 1650 | 1700 | 1750 | 1690 | 115.7 | 350 |
| 16 | 1400 | 1550 | 1650 | 1650 | 1650 | 1580 | 124.9 | 250 |
| 17 | 1650 | 1700 | 1700 | 1650 | 1750 | 1650 | 83.7 | 250 |
| 18 | 1350 | 1400 | 1450 | 1350 | 1500 | 1410 | 58.3 | 150 |
| 19 | 1750 | 1800 | 1450 | 1350 | 1600 | 1590 | 171.5 | 450 |
| 20 | 1650 | 1750 | 1750 | 1950 | 1800 | 1780 | 69.3 | 300 |

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = 1677.5 \text{ kg/m}^3$$

$$\bar{R} = 111.48 \text{ kg/m}^3$$

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{n} = 312.5 \text{ kg/m}^3$$

$$\sigma_{\bar{x}} = 115.15 \text{ kg/m}^3$$

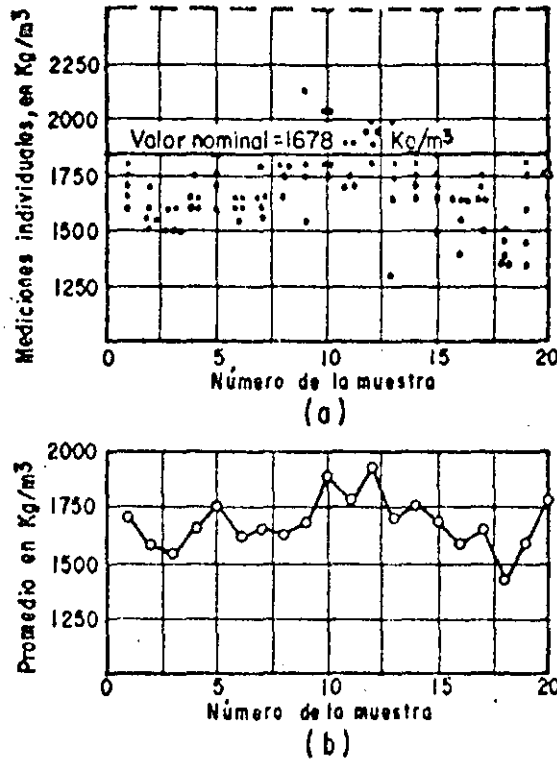


Figura 11. Gráficas de resultados de pruebas individuales y sus promedios de un proceso.

tes al proceso y, por ende, inevitables; estas segundas razones, debidas a -- causas ajenas al desarrollo del proceso pueden y deben ser corregidas. Este señalamiento es la información fundamental que una gráfica de control puede proporcionar y podría enunciarse diciendo que una gráfica de control estadísticamente construida permite diferenciar las variaciones inevitables de un proceso cualquiera de producción de medidas y datos, de aquellas que, por el contrario, podrían evitarse. Se señala así, por la simple presencia de estas últimas variaciones, en qué momento el proceso en estudio se sale de control y há de ser modificado o ajustado; además, las gráficas de control señalan cuántas y qué muestras presentan variaciones que deben ser objeto de corrección.

La parte (b) de la figura 12 muestra la gráfica de control construida con base en las amplitudes de cada muestra.

A-1.1 Gráficas de control de medias (\bar{x}).

Los límites de control pueden calcularse con base en diferentes parámetros.

A-1.1-a Con base en el promedio de las amplitudes.

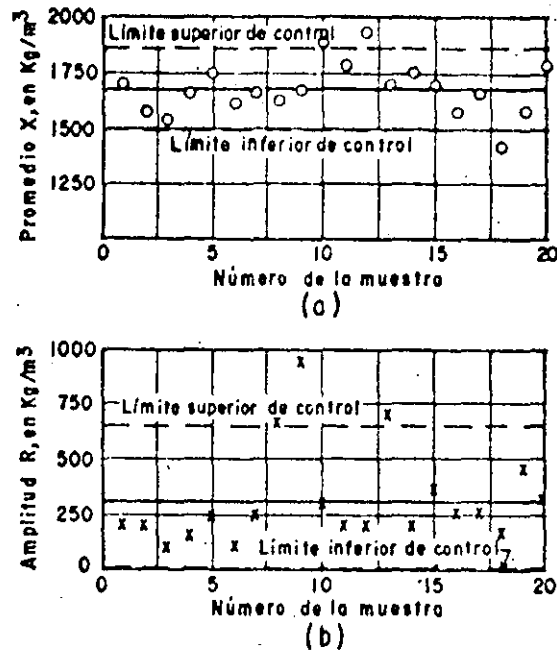


Figura 12. Gráficas de control de un proceso de compactación.
 a.- Gráfica de promedios.
 b.- Gráfica de amplitudes.

Las fórmulas a aplicar son las siguientes:

$$LS = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R}$$

$$LI = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R}$$

Donde LS y LI son los límites superior e inferior de control, \bar{R} es el promedio de las amplitudes que se tengan en cada muestra analizada \bar{x} es el promedio de las medias de las muestras analizadas y A_2 es un coeficiente que puede calcularse en la tabla 6.

Con referencia al ejemplo presentado en la Tabla 5, $\bar{\bar{x}}$ sería el promedio de todas las \bar{x} , obtenido dividiendo entre 20 la suma de todas ellas y \bar{R} sería el promedio de todas las R, calculado de la misma manera. En este caso:

$$\bar{\bar{x}} = 1677.5$$

$$\bar{R} = 312.5$$

Para $n = 5$, la Tabla 6 proporciona un valor $A_2 = 0.58$. Con todos estos datos resulta:

$$LS = 1858.9$$

$$LI = 1496.25$$

TABLA 6
Factores para determinar los límites de control a partir de R para gráficas \bar{x} y R

| Número de observaciones en el subgrupo n | Factor para la gráfica \bar{x} A_2 | Factores para la gráfica R | |
|---|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | | Límite inferior de control D_3 | Límite superior de control D_4 |
| 2 | 1.88 | 0 | 3.27 |
| 3 | 1.02 | 0 | 2.57 |
| 4 | 0.73 | 0 | 2.28 |
| 5 | 0.58 | 0 | 2.11 |
| 6 | 0.48 | 0 | 2.00 |
| 7 | 0.42 | 0.08 | 1.92 |
| 8 | 0.37 | 0.14 | 1.86 |
| 9 | 0.34 | 0.18 | 1.82 |
| 10 | 0.31 | 0.22 | 1.78 |
| 11 | 0.29 | 0.26 | 1.74 |
| 12 | 0.27 | 0.28 | 1.72 |
| 13 | 0.25 | 0.31 | 1.69 |
| 14 | 0.24 | 0.33 | 1.67 |
| 15 | 0.22 | 0.35 | 1.65 |
| 16 | 0.21 | 0.36 | 1.64 |
| 17 | 0.20 | 0.38 | 1.62 |
| 18 | 0.19 | 0.39 | 1.61 |
| 19 | 0.19 | 0.40 | 1.60 |
| 20 | 0.18 | 0.41 | 1.59 |

Resultan los dos límites equidistantes de la media, uno por arriba y otro por abajo, y a una distancia de 181.3 de dicha media.

Estos límites están obtenidos supuesto que sea cual sea la distribución del universo original, todas las demás distribuciones que se manejan son normales (lo cual es sólo aproximadamente cierto, como se mencionó, a no ser que la distribución original del universo sea también normal). Además se han considerado en todas las distribuciones normales de niveles de aceptación de $\bar{x} \pm 3s$, lo que corresponde a 99.7% del área bajo la curva de Gauss (Fig. 3).

A-1.1.b Con base en el promedio de desviaciones estándar.

Con esta técnica, se proponen las siguientes fórmulas.

$$LS = \bar{\bar{x}} + A_1 \bar{\sigma}$$

$$LI = \bar{\bar{x}} - A_1 \bar{\sigma}$$

Donde todas las letras tienen los sentidos ya señalados, $\bar{\bar{x}}$ es el promedio de las desviaciones estándar de las muestras que se manejan y A_1 es un factor que puede obtenerse de la Tabla 7 para diferentes tamaños de la muestra (n).

En el caso del ejemplo que se viene manejando (Tabla 5), $n = 5$ y $A_1 = 1.6$. El promedio de las resulta ser 111.48, por lo que:

$$LS = 1855.9$$

Los límites resultan en el cálculo arriba y abajo de la media ($\bar{\bar{x}}$) y a una distancia 178.4 de ella.

A-1.1-c Con base en la media (\bar{x}') y la desviación estándar (σ') del universo original.

Las fórmulas en este caso son:

$$LS = \bar{x}' + A\sigma'$$

$$LI = \bar{x}' - A\sigma'$$

La aplicación de las fórmulas anteriores exige la estimación de \bar{x}' y de σ' , pero ya se vió que si la muestra es suficientemente grande:

$$\bar{\bar{x}} = \bar{x}'$$

$$\bar{\sigma} = \sigma' / \sqrt{n}$$

En la práctica frecuentemente n es pequeña, por lo que conviene afinar algo los cálculos anteriores. Resulta suficiente considerar $\bar{\bar{x}} = \bar{x}'$ y:

$$\sigma' = \frac{\sigma}{c_2}$$

T A B L A 7

Factores para determinar los límites de control para gráficas de \bar{x} y σ a partir de $\bar{\bar{x}}$

| Número de Observaciones en el subgrupo n | Factor para la gráfica \bar{x} A_1 | Factor para la gráfica | |
|---|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | | Límite inferior de control B_3 | Límite superior de control B_4 |
| 2 | 3.76 | 0 | 3.27 |
| 3 | 2.39 | 0 | 2.57 |
| 4 | 1.88 | 0 | 2.27 |
| 5 | 1.60 | 0 | 2.09 |
| 6 | 1.41 | 0.03 | 1.97 |
| 7 | 1.28 | 0.12 | 1.88 |
| 8 | 1.17 | 0.19 | 1.81 |
| 9 | 1.09 | 0.24 | 1.76 |
| 10 | 1.03 | 0.28 | 1.72 |
| 11 | 0.97 | 0.32 | 1.68 |
| 12 | 0.93 | 0.35 | 1.65 |
| 13 | 0.88 | 0.38 | 1.62 |
| 14 | 0.85 | 0.41 | 1.59 |
| 15 | 0.82 | 0.43 | 1.57 |
| 16 | 0.79 | 0.45 | 1.55 |
| 17 | 0.76 | 0.47 | 1.53 |
| 18 | 0.74 | 0.48 | 1.52 |
| 19 | 0.72 | 0.50 | 1.50 |
| 20 | 0.70 | 0.51 | 1.49 |
| 21 | 0.68 | 0.52 | 1.48 |
| 22 | 0.66 | 0.53 | 1.47 |
| 23 | 0.65 | 0.54 | 1.46 |
| 24 | 0.63 | 0.55 | 1.45 |
| 25 | 0.62 | 0.56 | 1.44 |
| 30 | 0.56 | 0.60 | 1.40 |
| 35 | 0.52 | 0.63 | 1.37 |
| 40 | 0.48 | 0.66 | 1.34 |
| 45 | 0.45 | 0.68 | 1.32 |
| 50 | 0.43 | 0.70 | 1.30 |
| 55 | 0.41 | 0.71 | 1.29 |
| 60 | 0.39 | 0.72 | 1.28 |
| 65 | 0.38 | 0.73 | 1.27 |
| 70 | 0.36 | 0.74 | 1.26 |
| 75 | 0.35 | 0.75 | 1.25 |
| 80 | 0.34 | 0.76 | 1.24 |
| 85 | 0.33 | 0.77 | 1.23 |
| 90 | 0.32 | 0.77 | 1.23 |
| 95 | 0.31 | 0.78 | 1.22 |
| 100 | 0.30 | 0.79 | 1.21 |

T A B L A 8

Factores para estimar σ^2 a partir
de \bar{R} o \bar{r}

| Número de observaciones en el subgrupo. | Factore para estimar a partir de R | Factor para estimar a partir de |
|--|---------------------------------------|------------------------------------|
| n | $d_2 = R/$ | $c_2 = /$ |
| 2 | 1.128 | 0.5642 |
| 3 | 1.693 | 0.7236 |
| 4 | 2.059 | 0.7979 |
| 5 | 2.326 | 0.8407 |
| 6 | 2.534 | 0.8686 |
| 7 | 2.704 | 0.8882 |
| 8 | 2.847 | 0.9027 |
| 9 | 2.970 | 0.9139 |
| 10 | 3.078 | 0.9227 |
| 11 | 3.173 | 0.9300 |
| 12 | 3.258 | 0.9359 |
| 13 | 3.336 | 0.9410 |
| 14 | 3.407 | 0.9453 |
| 15 | 3.472 | 0.9490 |
| 16 | 3.532 | 0.9523 |
| 17 | 3.588 | 0.9551 |
| 18 | 3.640 | 0.9576 |
| 19 | 3.689 | 0.9599 |
| 20 | 3.735 | 0.9619 |
| 21 | 3.778 | 0.9638 |
| 22 | 3.819 | 0.9655 |
| 23 | 3.858 | 0.9670 |
| 24 | 3.895 | 0.9684 |
| 25 | 3.931 | 0.9696 |
| 30 | 4.086 | 0.9748 |
| 35 | 4.213 | 0.9784 |
| 40 | 4.322 | 0.9811 |
| 45 | 4.415 | 0.9832 |
| 50 | 4.498 | 0.9849 |
| 55 | 4.572 | 0.9863 |
| 60 | 4.639 | 0.9874 |
| 65 | 4.699 | 0.9884 |
| 70 | 4.755 | 0.9892 |
| 75 | 4.806 | 0.9900 |
| 80 | 4.854 | 0.9906 |
| 85 | 4.898 | 0.9912 |
| 90 | 4.939 | 0.9916 |
| 95 | 4.978 | 0.9921 |
| 100 | 5.015 | 0.9925 |

$$\sigma' = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

El coeficiente c_2 permite valuar σ' en función de $\bar{\sigma}$, que es un dato más fácil de obtener que $\sigma_{\bar{x}}$

Los factores c_2 y d_2 pueden obtenerse de la Tabla 8.

El coeficiente A de las fórmulas del párrafo A-1.1-c puede obtenerse de la Tabla 9. Se deja al lector la aplicación de las mismas fórmulas al ejemplo que se ha venido considerando.

La utilización de las fórmulas anteriores conduce a resultados similares y su uso es cuestión de preferencia o de comodidad.

A-1.2 Gráficas de control de amplitud (R).

En este caso los límites de control, quedan dados por las expresiones:

$$LS = D_4 \bar{R}$$

$$LI = D_3 \bar{R}$$

Los valores de los factores D_3 y D_4 pueden obtenerse de la Tabla 6.

En el caso del ejemplo contenido en la Tabla 5, se recordará que:

$$\bar{R} = 312.5$$

En la Tabla 6 se ve que para $n = 5$ resulta $D_3 = 0$ y $D_4 = 2.11$, por lo que aplicando las fórmulas del párrafo A-1.2 se llega a los límites:

$$LS = 659.38$$

$$LI = 0$$

Estos límites son los que se han dibujado en la parte b de la Fig. 12. Las amplitudes que queden dentro de los límites de control arriba obtenidos y marcados en dicha figura corresponden a variaciones inevitables, inherentes al proceso que se esté efectuando; si tales variaciones exceden los límites de tolerancia impuestos al proceso o éstos no son realistas, deben ser cambiados o el proceso en sí debe ajustarse o substituirse por otro que esté en po-

sibilidad de producir las desviaciones deseadas. Las desviaciones que se salgan de los límites de control obtenidos no son inevitables y el ingeniero puede emprender la tarea de intentar mejorar la aplicación de su proceso, para disminuirlas hasta los límites señalados por la gráfica de control.

Se da otra alternativa de cálculo de los límites de control en la gráfica de amplitudes, en función de la media y la desviación estándar del universo original (\bar{x} , σ); para ello deberán usarse las fórmulas:

$$LS = D_2 \sigma'$$

$$LI = D_1 \sigma'$$

En donde σ' se obtiene como ya se indicó y D_1 y D_2 pueden obtenerse de la Tabla 9.

A-1.3 Gráficas de control de desviación estándar

En este caso, los límites de control, quedan dados por las expresiones:

$$LS = B_4 \bar{\sigma}$$

$$LI = B_3 \bar{\sigma}$$

Donde $\bar{\sigma}$ se obtiene como ya se ha indicado, a partir de los datos de la Tabla 5 ($\bar{\sigma} = \sum \sigma/n$) y los factores B_3 y B_4 salen de la Tabla 7.

En la Fig. 12 no se ha dibujado la gráfica de control para las desviaciones estándar de los datos de la Tabla 5; el lector podrá realizar esta tarea. Los límites de control a obtener son, considerando que, $\sigma = 111.48$ en este caso:

$$LS = 2.09 \times 111.48 = 232.99$$

$$LI = 0$$

También se proporcionan fórmulas para el cálculo de estos límites de control en términos de los valores \bar{x}' y σ' , que son:

$$LS = B_1 \sigma'$$

$$LI = B_2 \sigma'$$

T A B L A 9

Factores para determinar límites de control de 3
para gráficas \bar{x} , R y Δ a partir de Δ

| Número de observaciones en el subgrupo n | Factor para la gráfica \bar{x} A | Factores para la gráfica R | | Factores para la gráfica Δ | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Límite inferior de control D_1 | Límite superior de control D_2 | Límite inferior de control B_1 | Límite superior de control B_2 |
| 2 | 2.12 | 0 | 3.69 | 0 | 1.84 |
| 3 | 1.73 | 0 | 4.36 | 0 | 1.86 |
| 4 | 1.50 | 0 | 4.70 | 0 | 1.81 |
| 5 | 1.34 | 0 | 4.92 | 0 | 1.76 |
| 6 | 1.22 | 0 | 5.08 | 0.03 | 1.71 |
| 7 | 1.13 | 0.20 | 5.20 | 0.10 | 1.67 |
| 8 | 1.06 | 0.39 | 5.31 | 0.17 | 1.64 |
| 9 | 1.00 | 0.55 | 5.39 | 0.22 | 1.61 |
| 10 | 0.95 | 0.69 | 5.47 | 0.26 | 1.58 |
| 11 | 0.90 | 0.81 | 5.53 | 0.30 | 1.56 |
| 12 | 0.87 | 0.92 | 5.59 | 0.33 | 1.54 |
| 13 | 0.83 | 1.03 | 5.65 | 0.36 | 1.52 |
| 14 | 0.80 | 1.12 | 5.69 | 0.38 | 1.51 |
| 15 | 0.77 | 1.21 | 5.69 | 0.38 | 1.51 |
| 16 | 0.75 | 1.28 | 5.78 | 0.43 | 1.48 |
| 17 | 0.73 | 1.36 | 5.82 | 0.44 | 1.47 |
| 18 | 0.71 | 1.43 | 5.85 | 0.46 | 1.45 |
| 19 | 0.69 | 1.49 | 5.89 | 0.48 | 1.44 |
| 20 | 0.67 | 1.55 | 5.92 | 0.49 | 1.43 |
| 21 | 0.65 | | | 0.50 | 1.42 |
| 22 | 0.64 | | | 0.52 | 1.41 |
| 23 | 0.63 | | | 0.53 | 1.41 |
| 24 | 0.61 | | | 0.54 | 1.40 |
| 25 | 0.60 | | | 0.55 | 1.39 |
| 30 | 0.55 | | | 0.59 | 1.36 |
| 35 | 0.51 | | | 0.62 | 1.33 |
| 40 | 0.47 | | | 0.65 | 1.31 |
| 45 | 0.45 | | | 0.67 | 1.30 |
| 50 | 0.42 | | | 0.68 | 1.28 |
| 55 | 0.40 | | | 0.70 | 1.27 |
| 60 | 0.39 | | | 0.71 | 1.26 |
| 65 | 0.37 | | | 0.72 | 1.25 |
| 70 | 0.36 | | | 0.74 | 1.24 |
| 75 | 0.35 | | | 0.75 | 1.23 |
| 80 | 0.34 | | | 0.75 | 1.23 |
| 85 | 0.33 | | | 0.76 | 1.22 |
| 90 | 0.32 | | | 0.77 | 1.22 |
| 95 | 0.31 | | | 0.77 | 1.21 |
| 100 | 0.30 | | | 0.78 | 1.20 |

Los coeficientes B_1 y B_2 se obtienen de la Tabla 9.

Las fórmulas anteriores para los límites de control en las diferentes gráficas, no se han deducido detalladamente, por considerar que éste no es el lugar apropiado para ello; pueden consultarse en muchos tratados de estadística matemática que incluyan aplicaciones de control de calidad. Por otra parte, la deducción en cuestión resultaría muy sencilla con base en los conceptos -- que se han presentado en el párrafo 2 de este trabajo. Haciéndola se vería -- que los factores que se han manejado y que se obtienen de tablas no son sino la interrelación entre parámetros estadísticos ya mencionados, simple de plantear y comprender.

A-2 Comentarios en torno al uso de las gráficas de control.

Cuando se maneja un cierto proceso constructivo o se investiga la dispersión, con que un laboratorio o un conjunto de ellos realizan una cierta prueba, siempre es posible y fácil en la práctica llegar a plantear una tabla de valores como la 5. Igualmente fácil será calcular los promedios, las desviaciones estándar y las amplitudes de dichos valores. Como requisito previo, -- estos últimos deberán proceder de una operación de muestreo adecuado, bien -- sea con base en el uso de curvas características de operación o bien con base en plan aleatorio.

Una vez obtenida una tabla como la 5, resultará igualmente práctico y sencillo dibujar las gráficas de control de las medias, de las amplitudes y de -- las desviaciones estándar de los datos, así como calcular los límites de control de dichas gráficas. De esta manera, el ingeniero estará en una posibilidad definitivamente práctica de saber si los valores que está manejando tienen variaciones o dispersiones razonables (o inevitables) o sí, por el contrario, se le presentan algunas susceptibles de ser eliminadas.

La comparación de las tolerancias que el ingeniero considere deseables -- en su trabajo y los límites de control orientará su criterio acerca de lo realistas que sean dichas tolerancias o de lo apropiados que sean sus métodos de trabajo, en el sentido de que si las tolerancias resultan más estrechas que -- los límites de control, el recurso será ejecutar la tarea con un método de mayor precisión, a no ser que como probablemente sucedería en muchos casos de -- la tecnología usual de las vías terrestres, el ingeniero llegara a comprender que sin perjuicio para la obra, sus tolerancias, probablemente fijadas al arbitrio o a la experiencia, pudieran ampliarse hasta los límites de control del -- proceso.

También debe notarse que la metodología que se ha dado para el cálculo de los límites de control incluye un nivel de aceptación $\bar{x} \pm 3\sigma$, lo que -- presenta un criterio muy rígido. En un control de calidad debidamente planeado, no debe ejercerse la misma exigencia en todos los tipos de vías terrestres o en todas las operaciones involucradas en la construcción de una de ellas. -- Resultaría muy simple para cualquier conocedor de estadística elemental trans -- formar todas las fórmulas anteriores a un nivel de aceptación menos exigente, por ejemplo, $\bar{x} \pm 2\sigma$ (95%) o aún $\bar{x} \pm \sigma$ (68%). La selección de un criterio --

particular está ligada no sólo a la importancia de la obra, sino también al riesgo de falla al costo de la operación que se estudie y a consideraciones de otra índole; por ejemplo, si en una carretera modesta se ha sido muy poco exigente en el uso de materiales, para evitar acarrees, seguramente habrá que ser mucho más exigentes en problemas relativos al drenaje. El balance de todos estos criterios define un buen control de calidad a base de gráficas de control y, en última instancia, un buen trabajo de equipo humano.

Podría decirse que un uso rutinario de las gráficas de control en cualquier proceso ingenieril indicaría en todo momento al ingeniero si su proceso se mantiene "bajo control"; esto ocurriría en tanto los valores auscultados se mantuvieran dentro de los límites de control. Una salida fuera de dichos límites indicaría un proceso que "se ha salido de control", señalando el momento en que el ingeniero ha de actuar sobre el proceso en estudio, para ajustarlo, mejorarlo o cambiarlo.

Las gráficas de control dicen pues cuando conviene revisar el proceso, pero no dicen donde. Aclaran que algo anda mal, pero no dicen que, aun cuando sea cierto que los ingenieros muy familiarizados con su uso lleguen a desarrollar una cierta sensibilidad para detectar las causas de los problemas que provocan las salidas de control.

Por otra parte, la estricta función del control de calidad quizá, no tenga que ir mucho más lejos de lo que las cartas de control van; señalada una falta en la calidad que se está obteniendo, corresponderá a los diferentes miembros del equipo de trabajo investigar el origen de la deficiencia y establecer las medidas para corregirlo.

B) Métodos basados en estimación estadística.

B-1) Métodos para la estimación de la media de una población.

Un procedimiento racional de afrontar los problemas de control de calidad, que podría conducir a resultados útiles sería el siguiente:

Se tiene una población original, constituida por los diferentes valores del concepto que se desea controlar. Esta población tendrá una media (\bar{x}') y una desviación estándar σ' . En la práctica pueden presentarse dos casos, que conviene distinguir: en el primero, se conoce el valor de σ' y en el segundo, no. Por un procedimiento de los ya analizados, por ejemplo el aleatorio, se extrae una muestra de la población original. La media y la desviación estándar de la muestra (\bar{x} y σ) pueden fácilmente calcularse con los métodos visto repetidamente en este trabajo.

La estimación inicial consistiría en establecer el intervalo de confianza para la media de la población, una vez fijado el nivel de confianza en que se desea trabajar. El enunciado anterior amerita una explicación que lo haga más inteligible. Ya se vio en el párrafo 2 de este trabajo, lo que representa el nivel de confianza en una estimación estadística; también se dijo que su valor (que define al factor t) se fija a criterio de quien ejerza el control. Obviamente, cuanto más alta sea t se tendrá una mayor probabilidad de

que la media de la población quede en cualquier intervalo prefijado, por lo que podría decirse que a menores valores de t se tienen controles más estrictos; cabe comentar que cuando t disminuye, también lo hace el error inherente a la operación estadística. El intervalo de confianza es la abertura en torno al valor "exacto" de la media de la población, en la que se tolera su fluctuación.

Así, la estimación inicial estadística a la que se está haciendo referencia se enunciaría en un caso concreto con una expresión tal como la que sigue: ¿Cuál es la probabilidad de que la media de la población se encuentre siempre entre los límites dados, escogidos simétricamente respecto a la media, bajo la curva de distribución de frecuencia? O bien, ¿Cuánto valen los límites de variación, simétricos respecto a la media, para que ésta se encuentre entre ellos con una probabilidad prefijada? Debe notarse que ambas preguntas son, en el fondo, equivalentes.

En lo que sigue se analizarán los métodos para responder las dos preguntas, o sea, para realizar lo que se ha llamado la estimación estadística inicial de la media de la población, distinguiendo el caso en que la desviación estándar de la población original es conocida, del que no lo es.

B-1.1 La desviación estándar de la población original es conocida.

En los problemas conectados con las vías terrestres seguramente este caso puede ser relativamente común, pues el valor de \bar{x} frecuentemente podrá estimarse de un modo suficientemente seguro, aún cuando no se conozca con exactitud.

Ya se vio que si se tiene un conjunto de muestras representativas de la población (tal como puede ser el caso de la Tabla 5) puede decirse que la media de las medias de cada muestra es igual a \bar{x} .

$$\bar{\bar{x}} = 1677.5 = \bar{x}'$$

Se vio también que:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma'}{N}$$

Donde N es el número de elementos en cada muestra y $\sigma_{\bar{x}}$ es la desviación estándar de las medias de las muestras, que en el caso de la Tabla 5 resulta ser:

$$\sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - \bar{x}')^2}{n}} = 115.15$$

Nótese que la n se refiere al número de renglones de la Tabla 5, o sea al número de muestras que se están manejando, en tanto que N es el número de elementos en cada una de esas muestras; en el caso de la Tabla 5, $N = 5$. Esta distinción debe tenerse siempre en mente para no caer en confusión en pasos anteriores y subsiguientes.

En estas condiciones se permite demostrar que el intervalo de confianza para la media de la población original puede expresarse como:

$$\bar{x} \pm t \frac{\sigma'}{n}$$

Donde, \bar{x} es la media de cada muestra (renglones de la Tabla 5); t es el factor que define el nivel de confianza que se desee adoptar; σ' es la desviación estándar de la población original, que se supone conocida y N es el número de elementos de cada muestra manejada.

Teniendo en cuenta la expresión anterior, se deduce que el intervalo de confianza para la media de la población original también puede expresarse como:

$$\bar{x} \pm t \sigma'_{\bar{x}} = 150$$

El valor de t , como ya se dijo puede tabularse de una vez por todas, bajo el supuesto de que la distribución de \bar{x} es normal; la Tabla 10 es una de este estilo.

T A B L A 10

Valores de t para distintos niveles de confianza.

| Nivel de confianza (%) | t |
|---------------------------|------|
| 99.7 | 3 |
| 99.0 | 2.58 |
| 98.0 | 2.33 |
| 96.0 | 2.05 |
| 95.5 | 2.00 |
| 95.0 | 1.96 |
| 90.0 | 1.64 |
| 80.0 | 1.28 |
| 68.2 | 1.00 |
| 50.0 | 0.67 |

Como ejemplo pueden calcularse los límites en que debe esperarse que se mantenga la media de la población a partir de los datos obtenidos de la muestra No. 5 de la Tabla 5 (5o. renglón); se desea un nivel de confianza de 95%. El intervalo de confianza sería, utilizando la expresión anterior:

$$1750 \pm 1.96 \times 115.15 = \\ 1750 \pm 225.96$$

Lo anterior quiere decir que, a partir de los datos de la muestra No. 5 de la Tabla 5, puede afirmarse que existe un 95% de probabilidades de que la media de la población original esté comprendida en el intervalo anterior. La fluctuación en ese intervalo es inherente a las cualidades aleatorias del proceso.

Otra utilización que podría hacerse de las ideas anteriores sería, como ya se vio, plantearse el siguiente problema:

A partir de los datos de la muestra No. 5 de la Tabla 5, estímesese la probabilidad de que la media de la población esté comprendida en el intervalo:

$$1750 \pm 150 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Para resolver este problema se procederá como sigue:

De la expresión anterior se deduce que:

$$t \frac{\sigma}{\bar{x}} = 150$$

De donde, siendo $\frac{\sigma}{\bar{x}}$ igual a 115.15, como ya se calculó:

$$t = \frac{150}{115.15} = 1.3$$

Los valores de t correspondientes a todos los niveles de confianza figuran en la Tabla 11. En realidad esta tabla comprende a la 10 y es más completa que ella, yendo más allá de los valores más usuales en los cálculos prácticos. Se refiere a las áreas que ocurren bajo la curva de distribución normal entre el valor de la media y cualquier t; el duplo de este valor dará, según ha quedado establecido (discusión en torno a la figura 3) la probabilidad de que un elemento de la distribución quede comprendido en el intervalo $0 \pm t$.

En la Tabla 11 se ve que para $t = 1.3$, la probabilidad resulta de 80.64%, menor que el 95% del ejemplo anterior por ser menor el intervalo de fluctuación que ahora se seleccionó.

La Fig. 13 muestra los intervalos de fluctuación de la media de la población original en los dos ejemplos anteriores.

Cuando la desviación estándar de la población original σ' no es conocida puede entonces estimarse con bastante seguridad a partir de la desviación estándar de la distribución de las medias de las muestras ($\sigma_{\bar{x}}$) la cual si podrá conocerse, de manera que la mayor parte de los problemas de estimación de orden práctico caen dentro de la categoría de aquellos en que se dispone de σ' . No es, sin embargo, imposible encontrar algún problema práctico en que no se conozca el multicitado valor σ' , debiéndose manejar entonces el problema como se ilustra en el siguiente párrafo.

B-1.2 La desviación estándar de la población original es desconocida.

En algunos problemas prácticos la desviación estándar de la población original no se conoce y la mejor aproximación que puede tenerse para su valor es σ , la desviación estándar de la muestra. En este caso, el procedimiento para establecer el intervalo de confianza para la media de la población original, una vez fijado el nivel de confianza en que se desea trabajar, es similar al del caso anterior, pero la distribución de las muestras ya no es normal, sino del tipo denominado de Student en las ciencias estadísticas, por lo que el problema ha de resolverse manejando una tabla de tal distribución. La fórmula que proporciona el intervalo de confianza es:

$$\bar{x} \pm t \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

Donde, \bar{x} es la media de la muestra, N el tamaño de dicha muestra y t el factor correspondiente al nivel de confianza adoptado, calculado para $N - 1$, tal como de muestra en los tratados de estadística que se han señalado previamente como referencia. Finalmente, σ es la desviación estándar de la muestra.

Intuitivamente se ve que si la estimación de σ' está basada en una muestra pequeña se tendrá un resultado menos confiable que si se usa una muestra grande.

La Tabla 12 proporciona la distribución de Student.

Como ejemplo de aplicación imagínese una muestra tomada de entre las infinitas resistencias a la compresión simple, que podrían ser determinadas para un cierto suelo en un laboratorio. Los valores se dan en Ton/m².

T A B L A 12

Valores de t en la distribución de Student.

| N-1 | t .995 | t .99 | t .975 | t .95 | t .90 | t .80 | t .75 | t .70 | t .60 | t .55 |
|-----|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 63.66 | 31.82 | 12.71 | 6.31 | 3.07 | 1.376 | 1.000 | .727 | .325 | 1.58 |
| 2 | 9.92 | 6.96 | 4.30 | 2.92 | 1.89 | 1.061 | .816 | .617 | .289 | .142 |
| 3 | 5.84 | 4.54 | 3.18 | 2.35 | 1.64 | .978 | .765 | .584 | .275 | .138 |
| 4 | 4.60 | 3.75 | 2.78 | 2.13 | 1.53 | .941 | .741 | .569 | .271 | .134 |
| 5 | 4.04 | 3.36 | 2.58 | 2.02 | 1.48 | .920 | .727 | .560 | .267 | .132 |
| 6 | 3.71 | 3.14 | 2.45 | 1.94 | 1.44 | .906 | .718 | .553 | .265 | .131 |
| 7 | 3.50 | 3.00 | 2.36 | 1.91 | 1.43 | .896 | .711 | .549 | .263 | .130 |
| 8 | 3.36 | 2.90 | 2.31 | 1.86 | 1.40 | .889 | .706 | .546 | .262 | .130 |
| 9 | 3.25 | 2.82 | 2.62 | 1.83 | 1.38 | .883 | .703 | .543 | .261 | .129 |
| 10 | 3.17 | 2.76 | 2.23 | 1.81 | 1.37 | .879 | .700 | .542 | .260 | .129 |
| 11 | 3.11 | 2.72 | 2.20 | 1.80 | 1.36 | .876 | .697 | .540 | .260 | .129 |
| 12 | 3.06 | 2.68 | 2.18 | 1.78 | 1.36 | .873 | .695 | .539 | .259 | .128 |
| 13 | 3.01 | 2.65 | 2.16 | 1.77 | 1.36 | .871 | .694 | .538 | .259 | .128 |
| 14 | 2.98 | 2.62 | 2.14 | 1.76 | 1.34 | .868 | .693 | .537 | .258 | .128 |
| 15 | 2.95 | 2.61 | 2.13 | 1.75 | 1.34 | .866 | .691 | .536 | .258 | .128 |
| 16 | 2.92 | 2.58 | 2.12 | 1.75 | 1.34 | .865 | .690 | .535 | .258 | .128 |
| 17 | 2.90 | 2.57 | 2.11 | 1.74 | 1.33 | .863 | .689 | .534 | .257 | .128 |
| 18 | 2.88 | 2.55 | 2.10 | 1.73 | 1.33 | .862 | .688 | .534 | .257 | .128 |
| 19 | 2.87 | 2.54 | 2.09 | 1.73 | 1.33 | .861 | .688 | .533 | .257 | .127 |
| 20 | 2.84 | 1.53 | 2.09 | 1.72 | 1.32 | .860 | .687 | .533 | .257 | .127 |
| 21 | 2.83 | 2.52 | 2.08 | 1.72 | 1.32 | .859 | .686 | .532 | .256 | .127 |
| 22 | 2.82 | 2.51 | 2.07 | 1.72 | 1.32 | .858 | .686 | .532 | .256 | .127 |
| 23 | 2.81 | 2.50 | 2.07 | 1.71 | 1.32 | .858 | .685 | .532 | .256 | .127 |
| 24 | 2.80 | 2.49 | 2.06 | 1.71 | 1.32 | .857 | .685 | .531 | .256 | .127 |
| 25 | 2.79 | 2.248 | 2.06 | 1.71 | 1.32 | .856 | .684 | .531 | .256 | .127 |
| 26 | 2.78 | 2.248 | 2.05 | 1.71 | 1.32 | .856 | .684 | .531 | .256 | .127 |
| 27 | 2.77 | 2.47 | 2.05 | 1.71 | 1.31 | .855 | .683 | .531 | .256 | .127 |
| 28 | 2.76 | 2.47 | 2.05 | 1.70 | 1.31 | .855 | .683 | .530 | .256 | .127 |
| 29 | 2.76 | 2.46 | 2.04 | 1.70 | 1.31 | .854 | .683 | .530 | .256 | .127 |
| 30 | 2.75 | 2.46 | 2.04 | 1.70 | 1.30 | .853 | .683 | .530 | .256 | .127 |
| 40 | 2.70 | 2.43 | 2.02 | 1.68 | 1.30 | .853 | .683 | .530 | .256 | .126 |
| 60 | 2.66 | 2.39 | 2.00 | 1.67 | 1.30 | .848 | .679 | .528 | .254 | .126 |
| 120 | 2.62 | 2.36 | 1.98 | 1.66 | 1.29 | .845 | .677 | .526 | .254 | .126 |
| | 2.58 | 2.33 | 1.96 | 1.645 | 1.28 | .842 | .674 | .524 | .253 | .126 |

T A B L A 13
Valores de q_u de un suelo, (Ton/m²).

| | | |
|-------|-------|-------|
| 15.96 | 12.32 | 17.28 |
| 15.63 | 12.40 | 16.96 |
| 17.60 | 17.64 | 14.56 |

cuya media es $\bar{x} = 15.53 \text{ Ton/m}^2$ y cuya desviación estándar es $\sigma = 1.98 \text{ Ton/m}^2$.

Se aceptará un nivel de confianza de 95% y se desea saber el intervalo de confianza de la media de la población original, para dicho nivel de confianza. Dicho intervalo será:

$$\bar{x} \pm t \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

substituyendo:

$$15.53 \pm 2.31 \frac{1.98}{\sqrt{9}} = 15.53 \pm 1.53$$

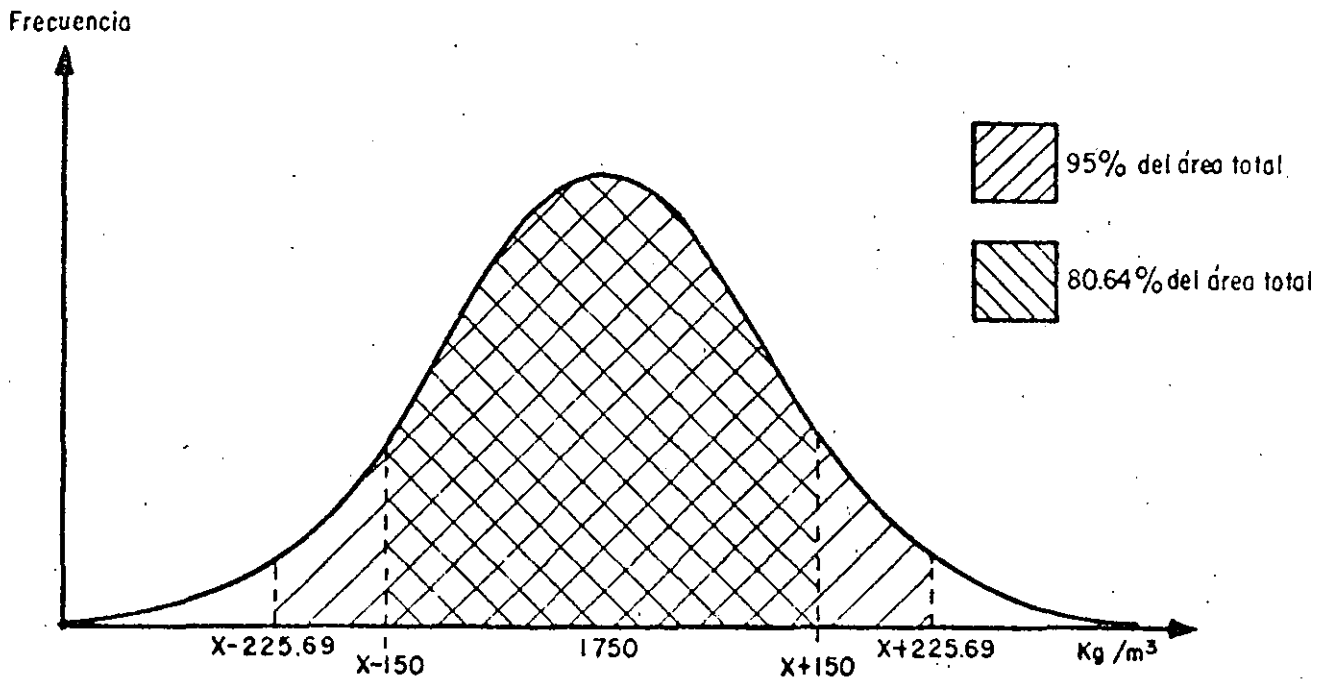


Figura 13. Representación gráfica de intervalos de confianza para la media de una población.

O lo que es lo mismo, hay en la población sujeta a muestreo, un 95% de probabilidades de que la media esté en el intervalo ± 1.53 en torno a la media de la muestra.

El valor 2.31 en los cálculos anteriores se obtuvo de la tabla 12 en el renglón 8 (correspondiente a $N - 1$, en este caso, por ser $N = 9$ y bajo la columna $t_{0.975}$; la razón es que para $t_{0.975}$ quedaría a la derecha una cola bajo la distribución de Student es simétrica, quedará otra cola del lado izquierdo, también de 0.025, con un total fuera del intervalo $\pm t_{0.975}$ de 0.05, de manera que al factor $t_{0.975}$ corresponde un área bajo la curva de 95%, como se desea. Es fácil ver que el valor de t con el que se sitúa la columna de la Tabla 12 que debe leerse, queda dado por la expresión:

$$\frac{100 + \text{nivel de confianza}}{2}$$

Otro cálculo que podría hacerse es el siguiente. Para la misma muestra utilizada ¿qué probabilidad hay de que la media de la población original quede comprendida en el intervalo:

$$15.53 \pm 0.92?$$

Ahora habría que plantear el intervalo de confianza como sigue:

$$15.53 \pm t \frac{1.98}{3}$$

Se tiene:

$$t \frac{1.98}{3} = 0.92$$

De donde:

$$t = \frac{3 \times 0.92}{1.98} = 1.39$$

En la Tabla 12 se ve que, para $N - 1 = 8$, que es el caso, resulta $t_{90} = 1.40$, suficientemente próximo a 1.39. t_{90} deja una cola de 10% de cada lado bajo la curva, o sea que corresponde a un nivel de confianza de 80%, que es la respuesta a la pregunta realizada.

B - 2 Pruebas de hipótesis para la media de una población.

B - 2.1 Pruebas de hipótesis para el caso en que la desviación estándar de la población original (σ) es conocida.

Como se vio, cuando se tiene un número de muestras grande (como podría -

ser el caso de la Tabla 5) se puede trabajar sobre la hipótesis de que la desviación estándar de la población original (σ'), es conocida, puesto que puede estimarse a partir de $\frac{\sigma}{\sqrt{z}}$, que siempre podrá valorarse.

En rigor, un resultado análogo se tiene cuando se trabaja con una sola muestra, pero muy grande. Si la muestra tuviera tantos elementos como la población original, obviamente $\sigma = \sigma'$; si la muestra es grande, σ puede ser una buena aproximación, a σ' y puede trabajarse sobre la hipótesis σ' conocida, estimándola a partir de σ . En la práctica suele aceptarse esta segunda posibilidad de conocer σ' con tal de que $N \geq 30$.

Para convertir una simple estimación estadística en un programa de control de calidad se hace preciso introducir el concepto de pruebas de hipótesis, también llamadas reglas de decisión.

Lo anterior establece una distinción entre el concepto de estimación estadística y el de existencia de un control con base en tal estimación. Ya se dijo que una estimación estadística permite simplemente establecer cual es la probabilidad de que en un cierto proceso, un cierto concepto (en los anteriores análisis, la media) se encuentre entre unos límites dados. Al dar respuesta a esta pregunta, los métodos estadísticos toman en cuenta automáticamente la naturaleza y variabilidad del proceso en estudio. Cuando un proceso está sujeto a control se va un poco más lejos y no sólo se indican los límites en que inevitablemente varía un cierto concepto, bajo un cierto nivel de confianza, sino que se dice también que significa dicha variación dentro del proceso en estudio, señalándose se la variación que se observe en un momento dado queda dentro del error inherente al proceso (inevitable de acuerdo con las leyes de la estadística) o se sale de él, con una desviación que, de acuerdo con dichas leyes puede evitarse (por lo menos parcialmente) y que debe corregirse, buscando su causa, lo que, en principio, ya no es un problema de control de calidad.

Las reglas de decisión constituyen el ingrediente necesario para convertir una estimación estadística en una regla de control.

Una prueba de hipótesis o regla de decisión es cualquier procedimiento que permita fundar la decisión que se haga con base en estudios estadísticos sobre muestras de un proceso cualquiera. La manera de establecer la validez de una decisión es estudiar dos cursos de acción posibles; el primero denominado hipótesis bajo prueba o hipótesis nula consiste en establecer, por ejemplo, la igualdad de dos conceptos ($c_1 = c_2$); el segundo, denominado hipótesis alterna, consiste necesariamente en una de las siguientes posibilidades:

$$c_1 > c_2$$

$$c_1 < c_2$$

$$c_1 \neq c_2$$

Se dice que se comete un error de juicio del tipo I cuando se rechaza una

hipótesis que debió haber sido aceptada. Cuando se acepta una hipótesis que debió haber sido rechazada, se dice que se comete un error del tipo II.

Al probar una cierta hipótesis existe siempre un cierto riesgo de cometer un error del tipo I. Se denomina nivel de significancia de la prueba que se haga, la máxima probabilidad que se acepta de cometer un error de tipo I. Así, si al realizar una prueba de hipótesis se escoge un nivel de significancia de 5%, se está expresando que se aceptan 5 posibilidades en cada 100 de rechazar la hipótesis, deviendo aceptarla. El complemento a 100 del nivel de significancia se denomina nivel de confianza. En el ejemplo anterior se tendría un 95% de confianza de aceptar la hipótesis que debió ser aceptada. En rigor, el concepto de nivel de confianza que se acaba de definir coincide exactamente con el nivel de confianza que se ha venido manejando en páginas anteriores.

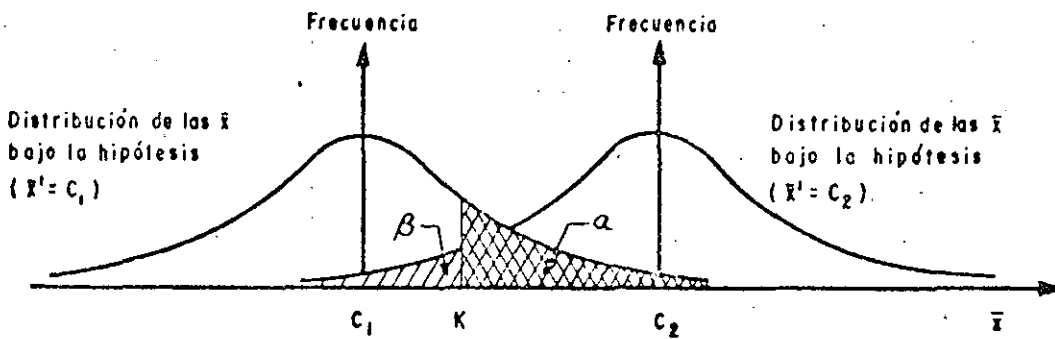


Figura 14. Probabilidad de los errores tipos I y II en pruebas de hipótesis.

Supóngase que se trata ahora de probar la hipótesis de que la media de una población (\bar{x}') es igual al valor c_1 , contra la hipótesis alterna de que dicha media sea igual al valor c_2 , donde $c_2 > c_1$; si se supone que \bar{x} (la media de las muestras de que se disponga) tiene una distribución normal, la Fig. 13 muestra en forma gráfica la relación entre los errores de juicio tipo I y Tipo II correspondientes al caso. La Figura muestra dos curvas de Gauss que se tendrían para el caso en que la distribución de las \bar{x} fuera normal y su media ($\bar{x} = \bar{x}'$, según ya se vio) fuese c_1 y para el caso análogo, en que valiera c_2 . Obviamente ambas curvas deben de ser iguales, pues representan la misma distribución, por hipótesis; únicamente estarán desplazadas el segmento $c_2 - c_1$.

La regla de decisión para aceptar o rechazar la hipótesis bajo prueba propuesta sería la siguiente:

Si la hipótesis $\bar{x}' = c_1$ es aceptable, la curva de la izquierda de la Fig. 14 representaría la verdadera distribución de las \bar{x} ; obviamente esa curva se extiende desde el $-\infty$ a $+\infty$ del eje de las \bar{x} ; por lo que en principio cualquier \bar{x} que se obtuviera de una muestra real podría ser abscisa de un punto de dicha curva y no se podría tener ningún criterio discriminativo para saber si la hipótesis bajo prueba se está cumpliendo o no; por así decirlo, cualquier \bar{x} que se obtuviera de una muestra podría asignarse a cualquier distribución.

Imagínese que se adopta un parámetro k , sobre el eje de las \bar{x} (Fig. 14), comprendido entre c_1 y c_2 . Podría establecerse el siguiente criterio como razonable. Si \bar{X} procedente de una muestra de la población es menor que k podría considerarse aceptable la hipótesis de que c_1 es la media de la distribución; por el contrario, si la media de la muestra resultara mayor que k , podría decirse que la hipótesis es rechazable. Al hacer esto se cometería un error del tipo I en todos los casos en que \bar{x} fuese mayor que k , pues se estaría rechazando la hipótesis de prueba ($\bar{x}' = c_1$), a pesar de que la media de la muestra se sigue moviendo bajo puntos sobre la curva normal de la izquierda. De acuerdo con ideas ya expuestas con anterioridad, el área de la Fig. 14 está señalando automáticamente la probabilidad de cometer un error del tipo I si se sigue el criterio de decisión que se ha señalado.

Si $\bar{x} > k$, la hipótesis bajo prueba debe rechazarse y, dentro de las reglas de juego de este método, la hipótesis alterna ($\bar{x}' = c_2$) debe aceptarse. En este caso la curva normal de la derecha en la Fig. 14 se tomaría como la que realmente representa la distribución de las \bar{x} . Este hipótesis alterna se aceptará en tanto $\bar{x} > k$, pero si $\bar{x} < k$ se habrá aceptado una hipótesis que en realidad debió haberse rechazado, o lo que es lo mismo, se habrá cometido un error del tipo II. Luego el área β de la Fig. 14 representa la probabilidad de cometer un error del tipo II cuando se sigue la secuela de decisión arriba descrita.

Puede observarse en la Fig. 14 que al aumentar el valor de k se reduce el área α y, como consecuencia disminuye la probabilidad de cometer un error del tipo I, pero se incrementa el área β , aumentando la probabilidad de cometer un error del tipo II. En muchos tratados se establece como principio de toda prueba de hipótesis que se aplique al control de calidad, que entre todas las pruebas que posean la misma probabilidad de cometer un error del tipo I, debe elegirse aquella que tenga más pequeña la probabilidad de cometer un error del tipo II.

A continuación se detallan los pasos con los que se aplicaría en un caso dado una prueba de hipótesis, de acuerdo con la secuela propuesta.

1. Establézcanse la hipótesis bajo prueba y la alterna. El criterio para ello deberá de salir de un manejo razonable de la información previa de que se disponga para el problema de que se trate.

2. Selecciónese el nivel de significancia α en que se desea trabajar.

3. Selecciónese el tipo de distribución que se considerará para las medias de las muestras (\bar{x}) en el problema. Siendo conocida σ como es el caso que ahora se estudia, será razonable pensar que la distribución de las \bar{x} es normal.

4. Encuéntrase la región crítica, fijando el valor del parámetro k . Esto ha de hacerse en términos del problema específico que se tenga entre manos.

5. Determinése la región de aceptación y la de rechazo. La región de rechazo es el área α de la Fig. 14.

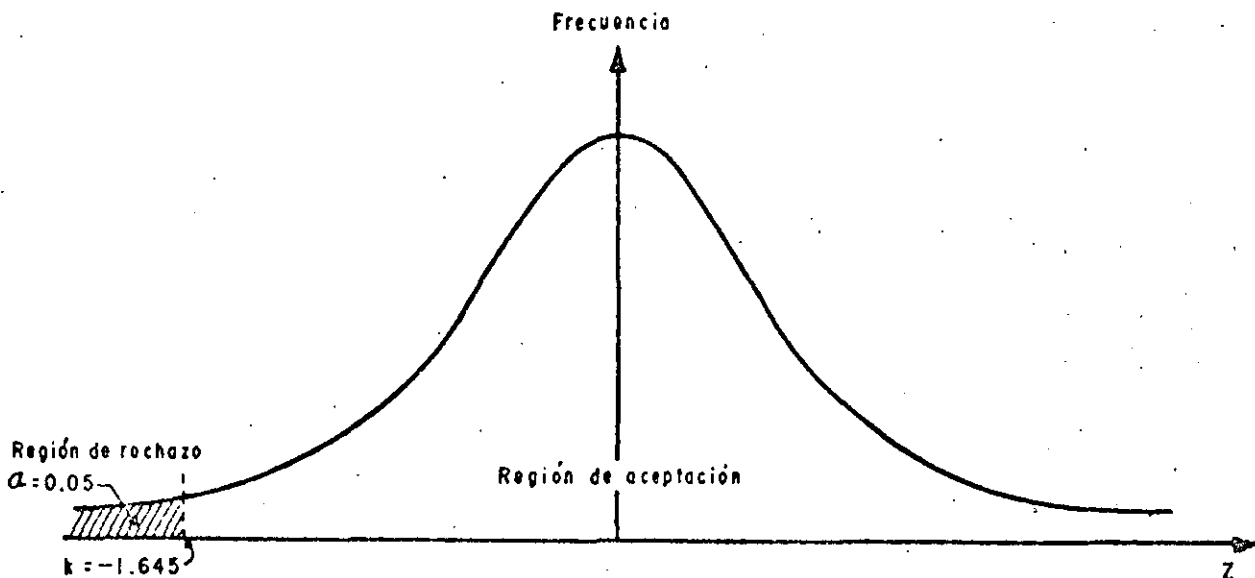


Figura 15. Determinación de la región crítica por medio del valor de k en una prueba de hipótesis a un extremo.

6. Selecciónese una muestra aleatoria de N elementos. Determinése el parámetro k_0 , con base en la distribución supuesta en el punto 3, que servirá de base de compactación con el valor de k previamente elegido, para aceptar o rechazar la hipótesis bajo prueba.

Como ejemplo de ilustración, considérese la muestra constituida por el quinto renglón de la Tabla 5. La media de esa muestra es de 1750 kg/m³ (\bar{x}). Se supondrá conocida la desviación estándar de la población original (σ'), igual a σ/\sqrt{N} . La hipótesis bajo prueba consistirá en la siguiente aseveración: La media de la población original (\bar{x}'), vale 1677.5 kg/m³.

Como hipótesis alterna se adoptará la siguiente:

La media de la población original (\bar{x}') es menor que 1677.5 kg/m³.

Se desea trabajar con un nivel de confianza de 95%. Por lo tanto el nivel de significación de la prueba de hipótesis será $0.05 = \alpha$.

Los enunciados anteriores cubren los puntos 1 y 2 de la secuela de aplicación que más arriba se ha escrito.

3. Se considerará normal la distribución de la media de la muestra (\bar{x}).

4. Para elegir k se razonará como sigue, con base en la Fig. 15. Puesto que la distribución de \bar{x} es normal, podrá dibujarse la curva de Gauss correspondiente. El valor de α es 0.05, lo que quiere decir que el área α debe incluir al 5% de las posibilidades de \bar{x} .

En la fórmula anterior se vio un mecanismo de cambio de variable frecuente en cálculos estadísticos y al cual es conveniente recurrir, entre otras cosas por que las tablas de áreas bajo la curva normal disponibles en la literatura suelen estar en términos de la nueva variable z :

$$z = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

En la fórmula anterior se deseaba el cambio de la variable x , con media \bar{x} y desviación estándar σ a z . Correspondientemente, ahora se cambiará la variable \bar{x} , con media \bar{x}' y con desviación estándar σ' / \sqrt{N} , tal como se vio, a z , resultando esta última:

$$z = \frac{\bar{x}' - \bar{x}}{\sigma' / \sqrt{N}}$$

Con base en la variable "normalizada" puede verse en la Tabla 11, para el nivel de confianza de 95% (nivel de significación 0.05), cual es el valor de la abscisa z tal que un área 0.05 de la total quede a la izquierda. Se debe reflexionar como sigue. En este caso, la prueba de hipótesis consiste sólo en juzgar si la media de la población original es igual o menor que 1677.5 kg/m³; es decir, interesa analizar sólo un área α a la izquierda de la curva normal e igual al nivel de significación. La semi-área de la derecha de la curva normal vale 0.5, pero a la izquierda sólo se tendrá un área igual a 0.45 del total, siendo α el 0.05 restante. En la Tabla 11 se ve que para un área 0.45 el valor de $z = t$ resulta ser -1.645 (el signo negativo se debe a que está a la izquierda de la media), el cual se obtiene interpolando entre las áreas 0.4495 y 0.4505, que si están en la Tabla. Así, en el caso que se analiza, resulta $z = -1.645$. Ese es el valor de k que debe elegirse en el caso.

5. La región de aceptación será toda el área bajo la curva normal a la derecha de k y la de rechazo será el área bajo la curva normal a la izquierda de k .

6. El valor de k_0 será el valor particular de z correspondiente a los datos de la muestra obtenida; es decir, se obtendrá con la aplicación de la fórmula anterior.

$$z = k_0 = \frac{\bar{x} - \bar{x}}{\sigma' / \sqrt{N}} = \frac{1750.0 - 1677.5}{115.15}$$

Debe recordarse (Tabla 5) que:

$$\frac{\sigma'}{\sqrt{N}} = \sigma_{\bar{x}} = 115.15$$

De lo anterior resulta:

$$z = k_0 = \frac{72.50}{115.15} = 0.63$$

Simplemente al ver que el resultado dio con signo positivo, ya se puede afirmar que k_0 resultó en la región de aceptación de la Fig. 15; es decir, puede afirmarse, con 95% de confianza que la media de la población original correspondiente a la muestra estudiada es igual a 1677.5 kg/m³.

La potencia de un cálculo como el anterior en un problema práctico de control de calidad es evidente. Imagínese que se tiene que controlar la compactación de un gran tramo de camino y que en un subtramo del mismo se toman las medidas de control que forman la Tabla 5. Con estos valores podrá conocerse la $\sigma_{\bar{x}}$ y con este dato, más el cálculo anterior, podrá estimarse la media de la compactación obtenida en todos los demás subtramos del camino, con base en un muestreo mucho más sencillo, rápido y económico y al nivel de confianza que se desee. Naturalmente que para extender a los demás subtramos el análisis estadístico hecho en uno sólo deberán conservarse las mismas características de materiales, equipo de compactación, etc. Si en estas condiciones, en un subtramo se encontrara que, bajo una prueba de hipótesis con el mismo nivel de confianza, la media de la población se dispara, saliéndose de la región de aceptación, podrá afirmarse que en ese subtramo el proceso de compactación se fue de control por alguna causa ajena al proceso mismo, que deberá ser investigada por la metodología normal.

El ejemplo anterior se denomina en estadística prueba de un extremo y se tiene cuando la hipótesis alterna expresa únicamente una condición de "mayor que". Pueden, sin embargo, plantearse otras pruebas de hipótesis, tal como podría ser la del ejemplo siguiente, representativo de una prueba de dos extremos:

Como hipótesis bajo prueba se aceptará el siguiente enunciado: la media de la población original (Tabla 5) vale 1677.5 kg/m³.

La hipótesis alterna será: la media de la población original es diferente que 1677.5 kg/m³.

El nivel de confianza en que se desea trabajar es 95% (nivel de significación, $\alpha = 0.05$). Se considerará como muestra de la población al vigésimo renglón de la Tabla 5, cuya media es 1780 kg/m³.

Otra vez, los enunciados anteriores cubren los pasos 1 y 2 de la secuela de la prueba de hipótesis, por lo que se comenzará a partir del paso 3.

3. Se aceptará una distribución normal para la media de la muestra (\bar{x}).

4. El valor de k resultará de la Tabla 11, considerando que ahora el valor de z se puede apartar de la media por la derecha o por la izquierda. Como la probabilidad de que la media de la población original se vaya a un lado u otro del valor prefijado es la misma, el nivel de significación se dividirá en dos áreas simétricamente situadas respecto a la media de la distribución normal (Fig. 16); habría dos áreas de 0.025, una a cada lado. En la Tabla 11 se ve que para un área de la mitad de la curva normal de 0.475 (que es $0.5 - 0.025$) se obtiene $t = k = \pm 1.96$.

5. La región de aceptación de la hipótesis será toda el área bajo la curva normal entre las dos áreas rayadas de la Fig. 16 y, correspondientemente, la región de rechazo estará formada por las dos áreas aludidas.

6. El valor de k_0 será:

$$z = k_0 = \frac{\bar{x} - \bar{x}'}{\sigma' / \sqrt{N}} = \frac{1780.0 - 1677.5}{115.15} = \frac{102.5}{115.15} = 0.89$$

Como se ve, la hipótesis propuesta debe aceptarse; es decir, con 95% de confianza la hipótesis es aceptable, de modo que de cada 100 veces, el aceptarla no conducirá a errores en 95 ocasiones, teniéndose un error del tipo I en 5.

Caben los mismos comentarios de aplicación práctica hechos anteriormente.

B - 2.2. Pruebas de hipótesis para el caso en que la desviación estándar de la población original (σ) sea desconocida.

En este caso, la media de la población debe ser estimada a partir de la media de la muestra, pero por lo demás, tal como se vio en el apartado B 1.2 de este mismo párrafo, los métodos estadísticos de trabajo son similares al caso anterior. Desde luego, la distribución de las medias de las muestras ya no es normal, sino del tipo Student (Tabla 12).

La variable normalizada, equivalente a la z anterior es:

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{x}'}{\sigma / \sqrt{N}}$$

Con base en esa variable normalizada t y usando la Tabla 12 es posible encontrar el valor concreto de t que corresponda al nivel de significación -- con el que se haga la prueba de hipótesis (este es el valor de k antes mencionado, que define la región de rechazo). El valor de k a comparar para efectuar la prueba será dado por la misma fórmula anterior, introduciendo en ella los valores correspondientes a la muestra de que se disponga.

A modo de ejemplo y considerando como muestra los valores de q_u dados en la Tabla 13 ($\bar{x} = 15.53 \text{ Ton/m}^2$; $\sigma = 1.98 \text{ Ton/m}^2$), se efectuará una prueba de hipótesis con la siguiente hipótesis bajo prueba: "la media de la población original vale 16 Ton/m²" y la siguiente hipótesis alterna: "la media de la población original es menor que 16 Ton/m²".

Se desea un nivel de significación de 0.05, equivalente a un nivel de confianza de 95%.

En la Tabla 12 se ve que para una prueba de un solo extremo, como es la propuesta y en el renglón $N - 1 = 8$, se obtiene $t_{0.95} = \pm 1.86$.

El valor de k_0 resultará:

$$t = k_0 = \frac{15.53 - 16.00}{1.98 / \sqrt{9}} = - \frac{3 \times 0.47}{1.98} = - 0.71$$

- 0.71 es menor que - 1.86 (como se trata de una prueba "menor que" se toma el valor de k a la izquierda de la media, o sea - 1.86). De lo anterior se deduce que la hipótesis debe ser aceptada o, lo que es lo mismo, la media de la población original es 16.0 Ton/m² con 95% de probabilidades de no cometer un error de tipo I.

El anterior es un ejemplo de una prueba de un extremo y también ahora cabe hacer una prueba a dos extremos, tal como podría ser la que sigue.

Hipótesis bajo prueba: la media de la población de la cual los valores de la Tabla 13 son una muestra, vale 25.5 Ton/m².

La hipótesis alterna será que la media de la población es diferente que 25.5 Ton/m².

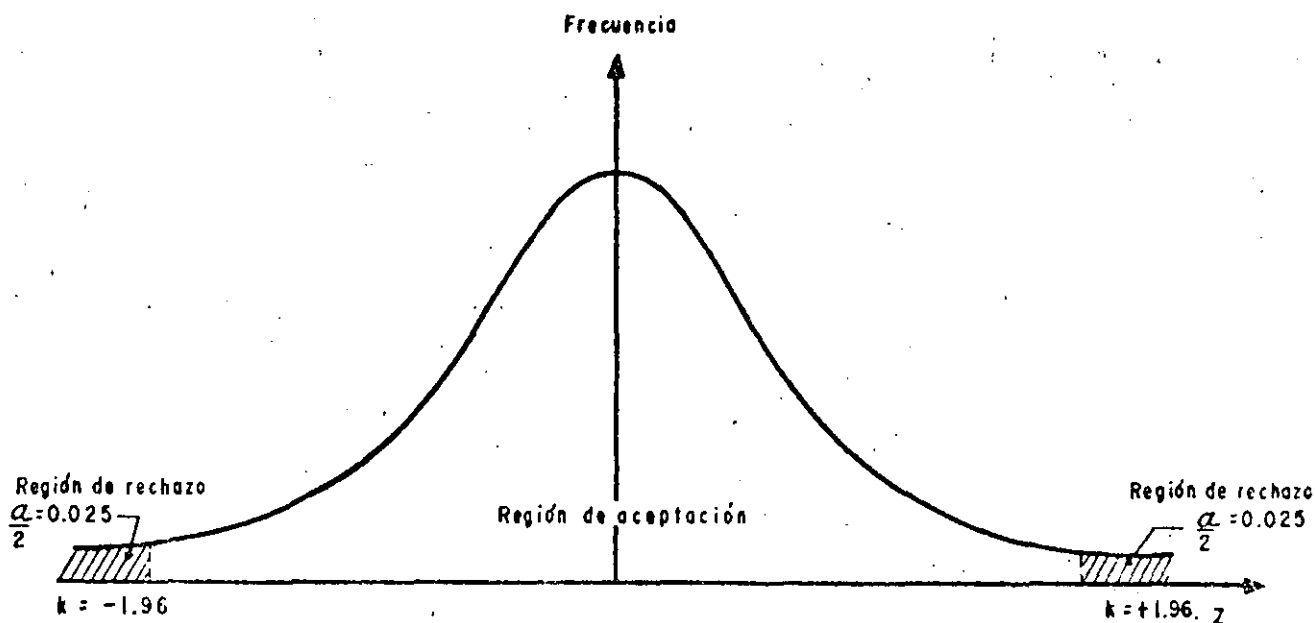


Figura 16. Determinación de la región crítica por medio de en una prueba de hipótesis a dos extremos.

Se desea trabajar con un nivel de significación de 0.1 (nivel de confianza, 90%).

En la búsqueda en la Tabla 12 debe tenerse ahora en cuenta que en una prueba de dos extremos, con nivel de confianza de 90% debe quedar un área de 0.05 a cada lado de la distribución de Student, pero como la Tabla da valores de t correspondientes a áreas de un sólo lado, deberá buscarse el coeficiente bajo la columna $t_{0.95}$; opcionalmente podrá usarse la regla anterior para conocer el índice de t bajo el cual ha de buscarse el coeficiente, en el renglón $N - 1$. En este caso para $N - 1 = 8$ y $t_{0.95}$ se tiene $k = 1.86$.

El valor k_0 resultará ahora de la expresión:

$$k_0 = \frac{15.53 - 25.50}{1.98 / \sqrt{9}} = - \frac{3 \times 9.97}{1.98} = - 15.1$$

Valores de χ^2 la distribución del mismo nombre

| N-1 | $\chi^2_{.995}$ | $\chi^2_{.99}$ | $\chi^2_{.975}$ | $\chi^2_{.95}$ | $\chi^2_{.90}$ | $\chi^2_{.75}$ | $\chi^2_{.50}$ | $\chi^2_{.25}$ | $\chi^2_{.10}$ | $\chi^2_{.05}$ | $\chi^2_{.025}$ | $\chi^2_{.01}$ | $\chi^2_{.005}$ |
|-----|-----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 1 | 7.88 | 6.63 | 5.02 | 3.84 | 2.71 | 1.32 | .455 | .102 | .016 | .0039 | .0010 | .0002 | .0000 |
| 2 | 10.6 | 9.21 | 7.38 | 5.99 | 4.61 | 2.77 | 1.39 | .575 | .211 | .103 | .0506 | .0201 | .0100 |
| 3 | 12.8 | 11.3 | 9.35 | 7.81 | 6.25 | 4.11 | 2.37 | 1.21 | .584 | .352 | .216 | .115 | .072 |
| 4 | 14.9 | 13.3 | 11.1 | 9.49 | 7.76 | 5.39 | 3.36 | 1.92 | 1.06 | .711 | .483 | .297 | .207 |
| 5 | 16.7 | 15.2 | 12.8 | 11.15 | 9.2 | 6.63 | 4.35 | 2.67 | 1.61 | 1.15 | .831 | .554 | .413 |
| 6 | 18.5 | 16.8 | 14.4 | 12.6 | 10.6 | 7.84 | 5.35 | 3.45 | 2.20 | 1.64 | 1.24 | .872 | .676 |
| 7 | 20.3 | 18.5 | 16.0 | 14.1 | 12.0 | 9.04 | 6.35 | 4.25 | 2.83 | 2.18 | 1.69 | 1.24 | .989 |
| 8 | 22.0 | 20.1 | 17.5 | 15.5 | 13.4 | 10.2 | 7.34 | 5.07 | 3.49 | 2.73 | 2.18 | 1.65 | 1.34 |
| 9 | 23.6 | 21.7 | 19.0 | 16.9 | 14.7 | 11.4 | 8.34 | 5.90 | 4.17 | 3.33 | 2.70 | 2.09 | 1.73 |
| 10 | 25.2 | 23.2 | 20.5 | 18.3 | 16.0 | 12.5 | 9.34 | 6.74 | 4.87 | 3.94 | 3.25 | 2.56 | 2.16 |
| 11 | 26.8 | 24.7 | 21.9 | 19.7 | 17.3 | 13.7 | 10.35 | 7.57 | 5.58 | 4.57 | 3.82 | 3.05 | 2.60 |
| 12 | 28.3 | 26.2 | 23.2 | 21.0 | 18.5 | 14.8 | 11.3 | 8.44 | 6.30 | 5.23 | 4.40 | 3.57 | 3.07 |
| 13 | 29.8 | 27.7 | 24.7 | 22.4 | 19.8 | 16.0 | 12.3 | 9.30 | 7.04 | 5.89 | 5.01 | 4.11 | 3.57 |
| 14 | 31.3 | 29.1 | 26.1 | 23.7 | 21.1 | 17.2 | 13.3 | 10.2 | 7.79 | 6.57 | 5.63 | 4.66 | 4.07 |
| 15 | 32.7 | 30.6 | 27.5 | 25.1 | 22.3 | 18.2 | 14.3 | 11.0 | 8.55 | 7.26 | 6.25 | 5.22 | 4.60 |
| 16 | 34.3 | 32.0 | 28.8 | 26.3 | 23.5 | 19.4 | 15.3 | 11.9 | 9.31 | 7.96 | 6.91 | 5.81 | 5.14 |
| 17 | 35.7 | 33.4 | 30.2 | 27.6 | 24.8 | 20.5 | 16.3 | 12.8 | 10.1 | 8.67 | 7.56 | 6.41 | 5.70 |
| 18 | 37.2 | 34.8 | 31.5 | 28.9 | 26.0 | 21.6 | 17.3 | 13.7 | 10.9 | 9.39 | 8.23 | 7.01 | 6.26 |
| 19 | 38.6 | 36.2 | 32.9 | 30.1 | 27.2 | 22.7 | 18.3 | 14.6 | 11.73 | 10.1 | 8.91 | 7.63 | 6.84 |
| 20 | 40.0 | 37.6 | 34.2 | 31.4 | 28.45 | 23.8 | 19.3 | 15.5 | 12.4 | 10.9 | 9.59 | 8.29 | 7.43 |
| 21 | 41.4 | 38.8 | 35.6 | 32.7 | 29.6 | 24.9 | 20.3 | 16.3 | 13.2 | 11.6 | 10.3 | 8.90 | 8.02 |
| 22 | 42.8 | 40.3 | 36.8 | 33.9 | 30.8 | 26.0 | 21.3 | 17.2 | 14.0 | 12.3 | 11.0 | 9.54 | 8.64 |
| 23 | 44.2 | 41.6 | 38.1 | 35.2 | 32.0 | 27.1 | 22.3 | 18.1 | 14.8 | 13.1 | 11.7 | 10.2 | 9.26 |
| 24 | 45.6 | 43.0 | 39.4 | 36.4 | 33.2 | 28.2 | 23.2 | 19.0 | 15.7 | 13.8 | 12.4 | 10.9 | 9.89 |
| 25 | 46.9 | 44.3 | 40.6 | 37.7 | 34.4 | 29.03 | 24.3 | 19.9 | 16.5 | 14.5 | 13.15 | 11.5 | 10.5 |
| 26 | 48.3 | 45.6 | 41.9 | 38.9 | 35.6 | 30.4 | 25.3 | 20.8 | 17.3 | 15.4 | 13.8 | 12.2 | 11.2 |
| 27 | 49.6 | 47.0 | 43.2 | 40.1 | 36.7 | 31.5 | 26.3 | 21.7 | 18.1 | 16.2 | 14.6 | 12.9 | 11.8 |
| 28 | 51.0 | 48.3 | 44.5 | 41.3 | 37.9 | 32.6 | 27.3 | 22.7 | 18.9 | 16.9 | 15.3 | 13.6 | 12.5 |
| 29 | 52.3 | 49.6 | 45.7 | 42.5 | 39.1 | 33.7 | 28.3 | 23.6 | 19.8 | 17.7 | 16.0 | 14.3 | 13.1 |
| 30 | 53.7 | 50.9 | 47.0 | 43.8 | 40.3 | 34.8 | 29.3 | 24.5 | 20.6 | 18.5 | 16.8 | 15.0 | 13.8 |
| 40 | 66.8 | 63.7 | 59.3 | 55.8 | 51.8 | 45.7 | 39.3 | 33.7 | 29.1 | 26.5 | 24.4 | 22.2 | 20.7 |
| 50 | 79.5 | 76.2 | 71.4 | 67.5 | 63.2 | 56.3 | 49.3 | 43.0 | 37.7 | 34.8 | 32.4 | 29.7 | 28.0 |
| 60 | 92.0 | 88.4 | 83.3 | 79.1 | 74.4 | 67.0 | 59.3 | 52.3 | 46.5 | 43.2 | 40.5 | 37.5 | 35.5 |
| 70 | 104.2 | 100.4 | 95.0 | 90.5 | 85.5 | 77.6 | 69.3 | 61.7 | 55.3 | 51.7 | 48.8 | 45.4 | 43.3 |
| 80 | 116.3 | 112.3 | 106.6 | 101.9 | 96.6 | 88.1 | 79.3 | 71.1 | 64.3 | 60.4 | 57.2 | 53.5 | 51.2 |
| 90 | 128.3 | 124.1 | 118.1 | 113.1 | 107.6 | 98.6 | 89.3 | 80.6 | 73.3 | 69.1 | 65.6 | 61.8 | 59.2 |
| 100 | 140.2 | 135.8 | 129.6 | 124.3 | 118.5 | 109.1 | 99.3 | 90.12 | 82.4 | 77.9 | 74.2 | 70.1 | 67.3 |

Obviamente - 15.1 se sale del intervalo de aceptación, limitado por los valores ± 1.86 , de manera que la hipótesis bajo prueba debe ser rechazada y - 25.5 no representa a la media de la población en el nivel de confianza establecido.

Una prueba como la anterior, independientemente de que se han usado valores muy disparados, cuya significación se ve a simple vista, podría servir para calibración de un equipo de laboratorio o para saber cuando se sale de control un proceso que implique la determinación continua de la resistencia a la compresión simple de un mismo material durante un cierto lapso de tiempo. En cualquier caso se tendría una serie de datos previos que podrían tomarse muy apropiadamente como la media y la desviación estándar de la muestra. Un día determinado la máquina de prueba da para el mismo material una serie de valores cuyo promedio se aparta sospechosamente de la media usual. Una prueba de hipótesis como la anterior podría indicar a un ingeniero si esa desviación es inherente al proceso o representa un efecto fuera de control, porque la máquina haya perdido calibración o por que haya habido error de prueba, por ejemplo por influencia de un nuevo operador (desde luego, se considera que no hay cambio de material).

B - 3 Métodos para la estimación de la desviación estándar de una población.

La estimación estadística consiste, al igual que en el caso de la media (apartado B - 1), en establecer el intervalo de confianza para la desviación estándar de la población, después de fijar el nivel de confianza de trabajo.

En los textos de estadística, el intervalo de confianza de la desviación estándar se establece más bien a través del concepto de variancia (σ^2), que fue mencionado en el párrafo 2 de este trabajo. También se demuestra en aquellas fuentes que la distribución de la variancia de una distribución normal no es normal, sino del tipo conocido con el nombre de distribución χ^2 (Tabla 14).

La fórmula que limita el intervalo de confianza de la variancia en este caso es como sigue:

$$\frac{N \sigma^2}{\chi_c^2} < \sigma'^2 < \frac{N \sigma^2}{\chi_c^2}$$

Donde:

N, es el número de elementos de la muestra representativa de la población.

σ , es la desviación estándar de dicha muestra. El cuadrado de ese valor es la variancia correspondiente.

σ' , es la desviación estándar de la población original, cuyo valor se está estimando.

χ^2_C y χ^2_{1-C} , son los límites de la variable de distribución ahora en uso. Si se trabaja con nivel de confianza cualquiera, por ejemplo, 90%, en la Tabla 14 pueden obtenerse ambos valores. El área bajo la curva es como siempre igual a la unidad. Los límites χ^2_C y χ^2_{1-C} , deben ser tales que dividan el área con tres porciones, una central de valor igual al nivel de confianza elegida y dos laterales, respectivamente iguales a la mitad del complemento a uno del nivel de confianza. Se éste vale 90% como se dijo, los valores deberán buscarse en las columnas $\chi^2_{0.05}$ y $\chi^2_{0.95}$ en el renglón N-1.

A modo de ejemplo supóngase la muestra dada por los valores de la Tabla 13, cuya media es 15.53 Ton/m² y cuya desviación estándar es de 1.98 Ton/m².

La pregunta que podría hacerse es en que intervalo de valores se encontrará la desviación estándar de la población, con un 90% de probabilidad (nivel de confianza), a partir de la desviación estándar de la muestra.

Para el caso $N = 9$, $\sigma^2 = 1.98^2 = 3.92$ $\chi^2_C = 15.5$ $\chi^2_{1-C} = 2.73$; por consiguiente:

$$\frac{9 \times 3.92}{15.5} < \sigma^2 < \frac{9 \times 3.92}{2.73}$$

Obteniéndose el intervalo:

$$2.28 < \sigma^2 < 12.92$$

Por lo tanto la desviación estándar de la población estará comprendida en el intervalo.

$$1.51 < \sigma < 3.59$$

Lo anterior quiere decir que, con base en los datos de la muestra manejada puede decirse con un 90% de confianza, que la desviación estándar de la población a la que la muestra pertenece está comprendida entre los límites señalados.

Si se hace crecer el nivel de confianza, crecerá correspondientemente el intervalo obtenido.

La fórmula anterior se presta también para resolver otra variante del problema, que consistiría en conocer cual es la probabilidad de que la desvia

ción estándar de la población original se encuentre entre unos límites prefijados. A modo de ejemplo, se calculará la probabilidad de que la desviación estándar en cuestión quede comprendida entre los límites 2.0 y 3.0. La expresión anterior podrá escribirse ahora como:

$$4.0 = \frac{N \sigma^2}{\chi_c^2} < \sigma^2 < \frac{N \sigma^2}{\chi_c^2}$$

De donde:

$$\chi_c^2 = \frac{9 \times 3.92}{4} = 8.82 \text{ y } \chi_c^2 = \frac{9 \times 3.92}{9.0} = 3.92$$

En la Tabla 14 se ve que dichos límites corresponden a $(N - 1 = 8) \chi_{0.65}^2$ y a $\chi_{0.15}^2$. Lo anterior quiere decir que a un lado de la distribución χ^2 queda un área de 0.35 y al otro, otra de 0.15, por lo que en total, el intervalo de confianza queda correspondiendo a un área de $1.0 - (0.35 + 0.15) = 0.50$. - Así pues, existe un 50% de probabilidades de que la desviación estándar de la población original se encuentre entre los límites prefijados, de 2.0 y 3.0. - La situación se representa en la Fig. 17 en la que además puede apreciarse la forma típica de la distribución χ^2 .

Cabe el comentario de que una distribución χ^2 se va pareciendo más y más a una normal, a medida que N crece.

B - 4 Prueba de hipótesis para la desviación estándar de una población.

El mecanismo de estas pruebas de hipótesis es enteramente igual al comentado para el caso de la media de la población. La distribución a aplicar ahora es sistemáticamente la χ^2 , que es la distribución teórica de la variancia.

En el caso que se analiza puede haber también pruebas de uno o dos extremos.

$$\chi^2 = \frac{N \sigma^2}{\sigma_0^2}$$

que será la fórmula a considerar en este caso para establecer el valor de k_0 .

A modo de ilustración y con base en los datos de la Tabla 5, se hará la siguiente hipótesis bajo prueba; la desviación estándar de la población original vale 258 kg/m³. La hipótesis alterna será: la desviación estándar de la

población original es menor que 258 kg/m^3 .

Se considera como muestra bajo estudio al renglón No. 13 de la Tabla 5.- Se desea trabajar con un nivel de confianza de 95% (nivel de significación igual a 0.05).

El valor de k se establece con la Tabla 14. Puesto que la prueba es a un sólo extremo y se desea separar los valores de la desviación menores que el propuesto, el área α quedará ahora a la izquierda de la distribución χ^2 , limitada por el valor $\chi^2_{0.05}$, que en la tabla resulta ($N - 1 = 4$) 0.711.

El valor de k_0 se obtendrá aplicando la fórmula:

$$\chi^2 = k_0 = \frac{5 \times 230^2}{258}$$

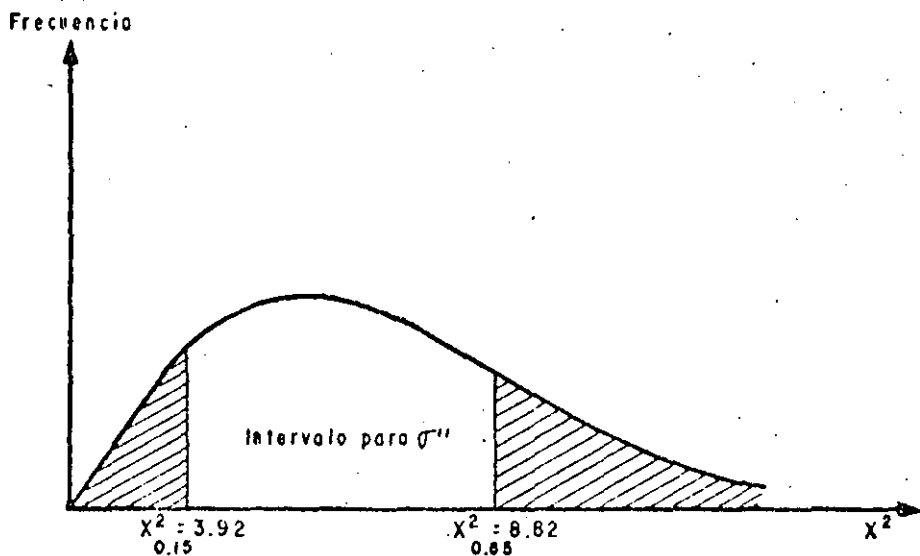


Figura 17. Cálculo de la probabilidad de que esté en un intervalo prefijado.

En la Tabla 5 (Décimo tercer renglón) se ve que la desviación estándar de la muestra σ es 230.2 kg/m^3 . El valor $\sigma' = 258 \text{ kg/m}^3$ es la hipótesis bajo prueba.

Resulta:

$$k_0 = 3.98$$

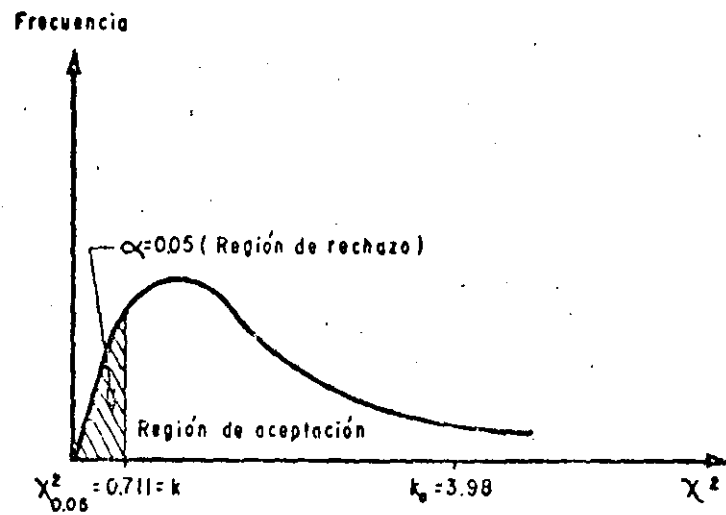


Figura 18. Prueba de hipótesis a un solo extremo, para la varian
cia.

3.98 > 0.711, por lo que cae en la región de aceptación, lo que indica que la hipótesis debe ser aceptada con 95% de confianza y con 5% de probabilidad de cometer un error del tipo I. La Fig. 18 muestra la situación a que se ha llegado.

Un ejemplo de una prueba de hipótesis con los extremos sería el siguiente:

Hipótesis bajo prueba: la desviación estándar de la población original es igual a 258 kg/m³. La hipótesis alterna: la desviación estándar de la población original es diferente de 258 kg/m³.

Ahora, si se trabaja con el mismo nivel de significación que antes se usó, deberá quedar bajo la distribución χ^2 un área de rechazo a la izquierda igual a 0.025 y un área de rechazo a la derecha, del mismo valor.

Los correspondientes valores de k se obtienen de la Tabla 14 y son:

$$\chi^2_{0.025} = 0.483$$

$$\chi^2_{0.975} = 11.1$$

El valor de k_0 sería el mismo calculado en el ejemplo anterior, igual a 3.98.

Se observa que 3.98 queda dentro del intervalo de aceptación, por lo que la hipótesis bajo prueba es aceptable con 95% de probabilidades. La Fig.19 - ilustra este ejemplo.

Las pruebas de hipótesis para la variancia o para la desviación estándar, que automáticamente queda también involucrada, tienen aplicación práctica en los problemas en que se controle la variabilidad de un proceso sujeto a control. Si se viene midiendo un cierto concepto, se conoce su desviación estándar durante el lapso de medición; si por cualquier razón, en una nueva muestra aparece un valor de la desviación estándar diferente del usual, una prueba como las anteriores puede hacer ver si el cambio corresponde a características propias de la aleatoriedad del proceso y, por ende, inevitables o si, por el contrario, se debe a factores extraños al proceso que pueden y deben corregirse.

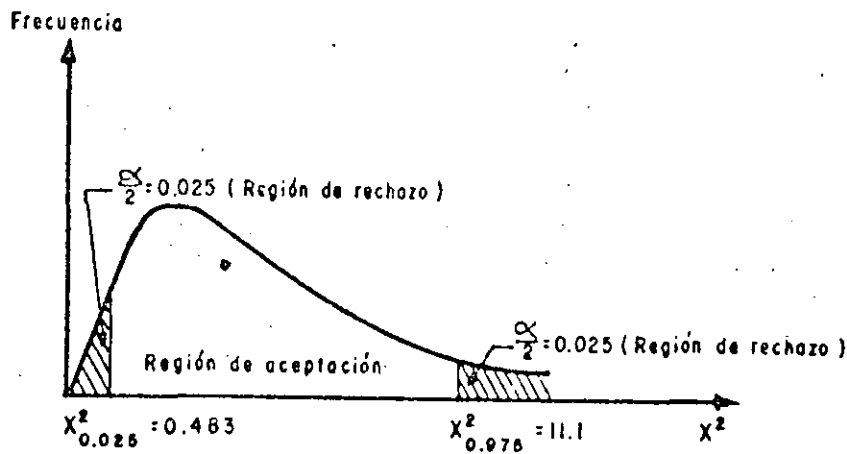


Figura 19. Prueba de hipótesis a dos extremos, para la variancia.

B - 5 Comparación de dos medias.

En muchas ocasiones surge la conveniencia de establecer si existen o no diferencias significativas entre las medias de dos muestras de un mismo concepto bajo control. Generalmente las dos muestras corresponden a la misma población, pero en principio, los métodos que ahora se establecen podrían servir para comparar las medias de dos poblaciones diferentes. También, con frecuencia, el objeto de estos análisis es determinar si las dos muestras pueden considerarse de la misma población, quizá para decidir si el proceso que produjo una de ellas es o no superior al que produjo la otra. Por ejemplo, podría querer dilucidarse si un laboratorio trabaja mejor que otro al hacer una cierta prueba o si dentro del mismo laboratorio un cierto detalle, añadido a la metodología de una prueba, es o no significativo.

La técnica de la comparación incluye la realización de una prueba de hipótesis, en la que la hipótesis bajo prueba es:

$$\bar{x}_A = \bar{x}_B$$

Es decir, se establece la igualdad de las medias de las poblaciones A y B.

La hipótesis alterna puede tener una de las tres formas siguientes:

$$- x'_a \neq x'_b$$

$$- x'_a > x'_b$$

$$- x'_a < x'_b$$

La prueba en sí se realiza exactamente igual que otras ya estudiadas, rechazándose la hipótesis bajo prueba cuando el valor estadístico de la prueba caiga fuera de la región de aceptación. La primera de las tres hipótesis alternas conduce a una prueba en dos extremos, en tanto que las dos siguientes dan lugar a pruebas en un extremo.

Puesto que la distribución de las muestras está afectada por la desviación estándar de la población original es necesario para efectuar las pruebas de hipótesis conocer este último valor o determinarlo por algún procedimiento. En este caso caben tres posibilidades en torno a este problema.

σ'_A y σ'_B son conocidas

- Las magnitudes de σ'_A y σ'_B no son conocidas, pero se sabe o se supone que son iguales.

- Las magnitudes de σ'_A y σ'_B no se conocen y no se sabe si son iguales o diferentes.

De las posibilidades anteriores, la primera es poco frecuente en la práctica, en tanto que la segunda es, con mucho, la que más se presenta; la tercera posibilidad no es rara y debe acogerse a ella el análisis cuando exista motivo fehaciente para pensar que efectivamente σ'_A y σ'_B son distintas.

Existen pruebas que pueden ayudar a dilucidar si las desviaciones estándar σ'_A y σ'_B son en realidad iguales o distintas.

A continuación se analizarán por separado los procedimientos para la realización de las pruebas de hipótesis en cada uno de los tres casos arriba mencionados.

B - 5.1 σ_A y σ_B son conocidas.

En este caso el proceso estadístico puede tratarse como un proceso compuesto, con la variable $x_A - x_B$ jugando el papel que usualmente se asigna a x . La variable normalizada puede obtenerse siguiendo la regla dada por la fórmula anterior, si bien expresada en la fórmula que aparece en la hoja 69, puesto que el interés del análisis se centra en la comparación de los valores medios de la variable y no en ésta misma.

La desviación estándar del proceso compuesto deberá calcularse con la expresión que aparece en primer término en la hoja 17. Tomando en cuenta todo lo anterior, la variable normalizada será:

$$z = \frac{(\bar{x}_A - \bar{x}_B) - (\bar{x}'_A - \bar{x}'_B)}{\sqrt{\frac{\sigma_A'^2}{N_A} + \frac{\sigma_B'^2}{N_B}}}$$

Esta variable tendrá una distribución normal.

Habrà ahora que establecer el nivel de confianza en el que se desea trabajar, obteniéndose de la Tabla 11 el valor de z correspondiente a dicho nivel k ; este valor deberá compararse con el obtenido de la misma ecuación anterior, calculando particularizándolo para las condiciones del problema (k_0).

A modo de ejemplo imagínese que se tienen muestreados dos tramos de un cierto camino, en lo que se refiere a trabajos de compactación. Ambas muestras podrían ser similares a la Tabla 5.

Supóngase también que los valores muestrales resultaron ser:

$$\bar{x}_A = 1722.3 \text{ kg/m}^3 \quad \bar{x}_B = 1689.5 \text{ kg/m}^3$$

$$N_A = 100 \quad N_B = 81$$

$$\sigma_A = 110.4 \text{ kg/m}^3 \quad \sigma_B = 112.6 \text{ kg/m}^3$$

Se desea saber si, estadísticamente hablando, hay o no diferencias significativas entre ambas poblaciones, en referencia a sus valores medios. Se desea establecer la conclusión con un nivel de confianza de 95%. En otras palabras, se desea saber con 95% de confianza, si el trabajo de compactación en los dos tramos es equivalente, supuesto que se han utilizado "aparentemente" los mismos materiales.

Se planteará la siguiente prueba de hipótesis:

Hipótesis bajo prueba:

$$\bar{x}'_A = \bar{x}'_B$$

Como hipótesis alterna se adoptará la de que

$$\bar{x}'_A \neq \bar{x}'_B$$

El valor de k podrá obtenerse de la Tabla 11. Puesto que es una prueba en dos extremos, habrá que buscar el valor del área igual a 0.0475, obteniéndose $t = \pm 1.96$.

Nótese que también hubiera podido utilizarse la Tabla 10, por estar 95% incluido en ella.

El valor de k_0 puede obtenerse de la expresión anotada en primer lugar en la hoja 74:

$$\begin{aligned} z = k_0 &= \frac{1722.3 - 1689.5}{\sqrt{\frac{110.4^2}{100} + \frac{112.6^2}{81}}} \\ &= \frac{32.8}{\sqrt{121.88 + 156.53}} \\ &= \frac{32.8}{16.7} = 1.96 \end{aligned}$$

Por casualidad el valor de k_0 resultó igual al límite superior de aceptación (1.96), por lo que podría adoptarse el criterio de aceptar la hipótesis y considerar que el trabajo de compactación hecho en los dos tramos es equivalente.

Lo anterior amerita algunas reflexiones. En primer lugar el método propuesto parece una forma muy racional de establecer una base de decisión para muchas disyuntivas de las que usualmente se presentan en trabajos de residencia y construcción, conectados con las obras viales. Sería muy útil normar la decisión en la disyuntiva con un criterio como el arriba expuesto, sin duda mejor que el simple sentimiento personal.

En segundo lugar, destaca en el ejemplo la superioridad de los métodos estadísticos de control, respecto a los meramente observacionales. Podría imaginarse que la población A tuviese el grado de compactación de 100%; es decir, que 1722.3 kg/m³ fuese el peso volumétrico seco máximo obtenido en la prueba de control en uso. En tal caso, el valor de 1689.5 kg/m³, obtenido como media de la muestra B representaría el 98% de grado de compactación. Si se tratase de una obra con grado de compactación especificado de 100%, el tramo B sería rechazado por un inspector rigorista (o, mejor dicho, justo); sin embargo, el tramo no merece el rechazo. Naturalmente que en el ejemplo anterior los valores resultaron muy próximos y la discusión que se hace podría resultar un poco académica, pero frecuentemente se plantean situaciones conceptualmente similares con valores bastante más desviados. Lo importante es que el juicio por sentimiento, por mejor respaldado que esté en una sólida experiencia precedente, no puede aspirar a diversificar a ojo los errores inherentes a un proceso aleatorio, de aquellos que emanan de una manipulación defectuosa y que pueden corregirse.

La Fig. 20 muestra en croquis gráfico la situación del ejemplo.

B - 5.2 σ'_A y σ'_B no son conocidas, pero se sabe o se supone que son iguales.

El proceso estadístico debe tratarse en este caso también como un proceso compuesto, teniendo en cuenta, además, que la distribución de las medias de las muestras no es normal, sino del tipo de Student, que ya ha sido mencionado. La variable normalizada tiene la expresión correspondiente a la fórmula anterior y, para el caso presente, puede escribirse:

$$t = \frac{(\bar{x}_A - \bar{x}_B) - (\bar{x}'_A - \bar{x}'_B)}{s (1/N_A + 1/N_B)^{1/2}}$$

Una discusión de los casos en que el uso de la distribución de Student conduce a soluciones matemáticamente exactas o a soluciones únicamente aproximadas y del grado de aproximación en éstas soluciones.

En la expresión anterior:

$$s = \left(\frac{N_A \sigma_A^2 + N_B \sigma_B^2}{N_A + N_B - 2} \right)^{1/2}$$

El mecanismo de la prueba de hipótesis es, por otra parte, similar a todas las demás que se han descrito. Habrá que fijar un nivel de confianza a criterio y, con base en él, obtener en la Tabla 12 los valores de t que correspondan, tomando en cuenta si la prueba es de uno o dos extremos y calculándolo en el renglón correspondiente a $N_A + N_B - 2$.

Después habrá de calcular un valor de k , con base en la expresión anterior y compararlo con el de k , para definir si cae en la región de aceptación o en la de rechazo.

Como ejemplo imagínese que un cierto laboratorio rinde los resultados proporcionados por la Tabla 13 ($N_A = 9$, $\sigma_A = 1.98$ Ton/m² y $\bar{x}_A = 15.53$ Ton/m²). Por su parte, otro laboratorio rinde resultados por una muestra análoga, cuya medida es $\bar{x}_B = 17.0$ Ton/m², cuya desviación estándar es $\sigma_B = 1.82$ Ton/m² y constituida por 12 elementos ($N_B = 12$).

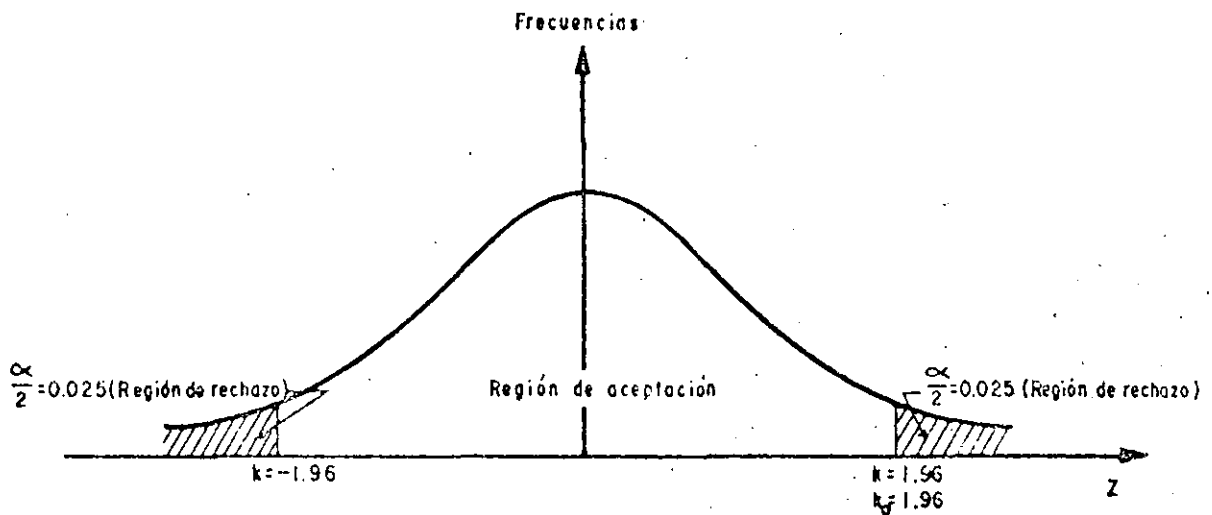


Figura 20. Determinación de la región de aceptación y rechazo para prueba de hipótesis de comparación de medias de dos poblaciones.

Se desea saber si los resultados de ambos laboratorios son estadísticamente concordantes o si entre ellos hay alguna diferencia significativa. Se desea trabajar con un nivel de confianza de 90%.

Como hipótesis bajo prueba se adoptará la de que $\bar{x}_A = \bar{x}_B$ y como hipótesis alterna $\bar{x}'_A < \bar{x}'_B$, con lo que definirá una prueba en un solo extremo.

En la Tabla 12 puede verse que el valor de $k = t_{90} = -1.33$ (calculado en el renglón $N_A + N_B - 2 = 19$).

El valor de k_0 resulta ser:

$$s = \left(\frac{15.53 \times 1.98^2 + 17.0 \times 1.82^2}{19} \right)^{1/2} = \\ = \left(\frac{60.88 + 56.27}{19} \right)^{1/2} = (6.16)^{1/2} = 2.48$$

Con el valor de s se aplicará la fórmula que aparece en primer término - en la página 76.:

$$t = k_0 = \frac{15.53 - 17.00}{2.48 \left(\frac{1}{9} + \frac{1}{12} \right)^{1/2}} = - \frac{1.47}{\frac{2.65}{6} \cdot 2.48} \\ = - \frac{8.82}{6.57} = -1.34$$

Como quiera que -1.34 es menor que -1.33 la hipótesis bajo prueba debe rechazarse, concluyéndose que las variaciones obtenidas entre ambos laboratorios obedecen a causas que rebasan el error inherente a la prueba efectuada y que deben ser revisadas.

La figura 21 es un croquis de la situación.

B - 5.3 σ'_A y σ'_B no se conocen y no se sabe si son iguales o diferentes.

De nuevo el procedimiento para este caso es análogo a los anteriores, -- empleándose la distribución de Student para las medias de las muestras y las siguientes expresiones:

$$t = \frac{(x_A - x_B) - (x'_A - x'_B)}{\left(\frac{\sigma_A^2}{N_A} + \frac{\sigma_B^2}{N_B} \right)^{1/2}}$$

El renglón de la Tabla 12 con el que ha de entrarse para encontrar el valor de k , queda dado por la expresión:

$$r = \frac{1}{\frac{c^2}{N_A - 1} + \frac{(1 - c)^2}{N_B - 1}}$$

donde:

$$c = \frac{\frac{\sigma_A^2}{N_A}}{\frac{\sigma_A^2}{N_A} + \frac{\sigma_B^2}{N_B}}$$

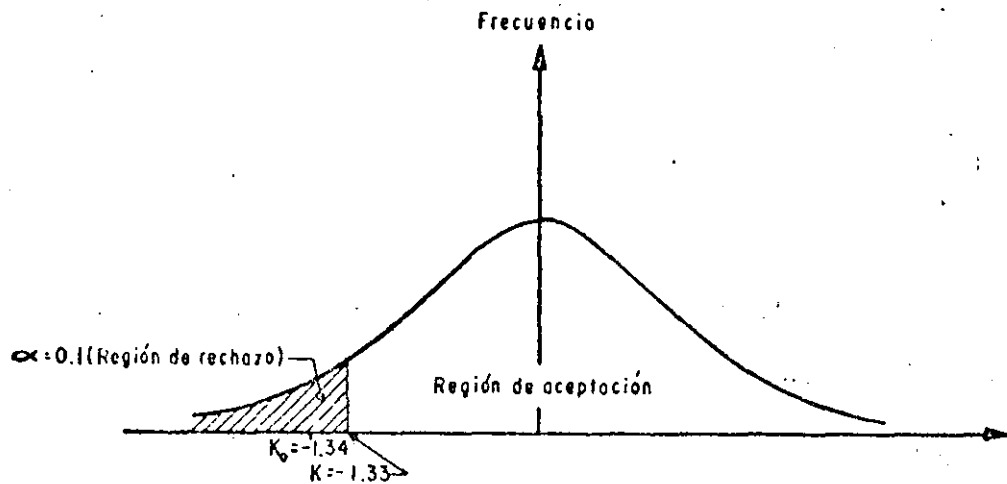


Figura 21. Determinación de la región de aceptación y de rechazo para una prueba de hipótesis de comparación entre dos medias de población, utilizando la distribución de Student.

C — Uso de los métodos estadísticos de control.

En la Ingeniería Civil no se han usado los métodos estadísticos de control en forma intensa y sistemática que empieza a ser común en otras muchas operaciones industriales. Esta es sin duda, una grave limitación de las técnicas de construcción de obra pesada. En el caso particular de las vías te-

restres es menor aún la utilización que se hace de los conceptos estadísticos en problemas de control de calidad o de valuación de riesgos, un aspecto importante y poco utilizado de aquella actividad.

Es un lugar común decir que los métodos estadísticos de control de calidad resultan en una metodología un tanto idealista, fuera de las posibilidades reales de un ingeniero común. La afirmación anterior merece ser rebatida desde más de un punto de vista. En primer lugar es un hecho que podrá comprobarse fácilmente que el control estadístico de calidad es más económico que métodos más tradicionales, en el sentido de que requiere menos muestreo y menos trabajo de laboratorio; además la interpretación del trabajo de control es limpia e inmediata, en tanto que métodos más tradicionales, en los que se llega a conclusiones a base de acumulación de pruebas, presentan el inconveniente adicional de que nadie encuentra el tiempo suficiente para interpretar racionalmente tanta información difusa.

En segundo lugar, tal como el autor de este trabajo espera que el lector haya concluido a partir de lo hasta aquí leído, los métodos estadísticos de control ofrecen una garantía lógica, a la que será muy difícil llegar por la simple acumulación de observaciones. También se espera que haya surgido la conclusión de que, por lo menos en su esquema general, los métodos son prácticos, económicos y fácilmente aplicables, sobre todo teniendo en cuenta que los trabajos de control están a cargo de equipos especializados.

Las cartas de control pudieran ser quizá el enfoque más prometedor de los problemas de control en lo que respecta a trabajo de rutina, completándolas con análisis de inferencia y planteamiento de pruebas de hipótesis, para análisis de disyuntivas. De cualquier manera, no cabe duda de que existe una amplia gama en el espectro de las posibles organizaciones convenientes de los trabajos, lo que hace a estos métodos muy apropiados para las vías terrestres, pues pueden adaptarse muy fácilmente a las diversas jerarquías de obra.

Un excelente complemento de un estudio estadístico para control de calidad es la posibilidad de analizar el riesgo de falla en diferentes etapas y aspectos de la obra, así como la oportunidad que proporcionan para adquirir una idea objetiva de cual debe ser el intervalo de tolerancia a permitir en diferentes aspectos de los trabajos.

En la Fig. 22 se muestran dos distribuciones de lo que a fin de cuentas podría considerarse un mismo evento, si bien contemplado desde dos puntos de vista bien diferentes. La curva llena podría denominarse el evento resistente y representa la respuesta del sistema estructural a una causa o solicitud externa; la distribución punteada es la del evento motor, o sea la del factor que actúa sobre la estructura y que puede producir su falla. Es natural que la respuesta estructural esté desplazada hacia la derecha, puesto que el ingeniero siempre buscará que la respuesta de la estructura en un concepto cualquiera, susceptible de producir falla, tenga valores más grandes que aquellos con los que el concepto amaga a la estructura. La distancia horizontal entre ambas distribuciones estadísticas proporcionaría un enfoque estadístico del concepto factor de seguridad.

En la Fig. 22 se reconoce que cualquier concepto susceptible de producir falla se va a presentar a lo largo del tiempo como una variable con distribución aleatoria y que la respuesta estructural a dicho concepto presentará también esas mismas características aleatorias. Por ejemplo, el momento motor que compromete la estabilidad de un talud no es una constante fija y predeterminada, como tampoco lo es el resistente que protege a la estructura; ambos dependen de una serie de factores de clima, flujo de agua, desarrollo de vegetación, trabajos de conservación, etc., que los hacen aleatoriamente variables.

Para un determinado nivel de confianza, previamente elegido, aparece el riesgo de falla cuando la distribución estadística del momento motor invade la distribución que se anticipe para la respuesta de la estructura. El punto donde ambas distribuciones se cruzan representa el equilibrio de ocurrencia de los estados crítico y no crítico. El área extrema bajo la zona de cruce (rayada) representa el límite superior de la probabilidad de falla por causa del concepto bajo análisis. En este caso, "falla" representa la deficiencia de respuesta de la estructura para alcanzar el nivel de confianza que se haya fijado; desde luego, "falla" no quiere decir colapso estructural ahora y si la probabilidad de falla bajo los dos sistemas (o sea, bajo las dos curvas de distribución) se mantiene menor que la probabilidad de falla contemplada en el proyecto, el estado crítico no desembocará en ningún problema de obra; en caso contrario, si podrá decirse que la respuesta estructural a la acción bajo análisis no es adecuada para soportarla, dentro del nivel de confianza propuesto.

Si este último es el caso, deberán tomarse providencias para reducir el área bajo ambas distribuciones (parte b de la Fig. 22), lo que podrá lograrse aumentando la media de la distribución de respuesta, reduciendo el coeficiente de variación de ésta o haciendo ambas cosas; se supone como es usual, que el ingeniero tiene poca esperanza de poder influir en como se le presente el evento motor y en su distribución.

Las acciones anteriores elevan los costos y aumentan el trabajo de inspección, todo lo cual deberá compararse con un trabajo constructivo menos cuidadoso, pero con base en un proyecto más conservador, que automáticamente trasladará la distribución de la respuesta hacia la derecha, para escoger aquella línea operativa que produzca menor costo y mayor flexibilidad programática.

Evidentemente las ideas anteriores pocas veces podrán llevarse a una cuantificación precisa en un trabajo real conectado con la construcción de vías terrestres y ello quizá por razones de disidia o tradición negativa, que por las verdaderas dificultades del problema, pero de todas formas la discusión anterior parece útil para el señalamiento de líneas de acción y la formulación de criterios adecuados.

Otro aspecto importante que pondrá de manifiesto la formulación de un programa de control de calidad con bases estadísticas es la verdadera rela-

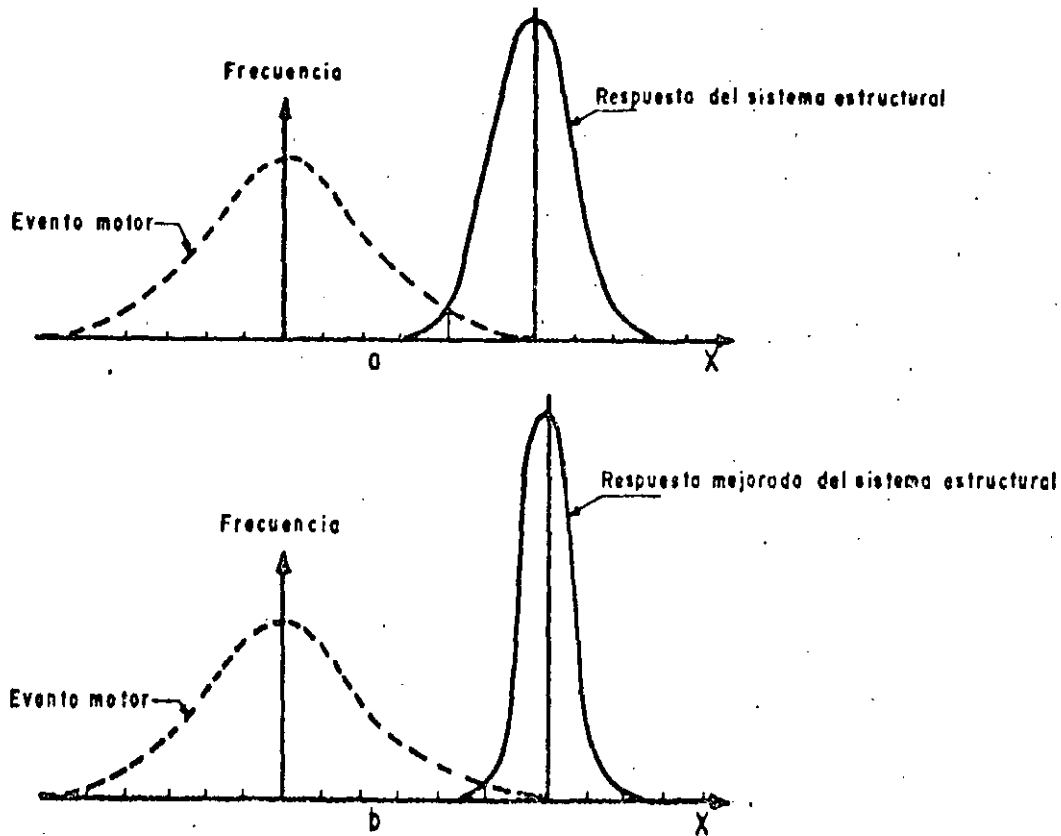


Figura 22. Interacción estadística de un evento mayor y la respuesta estructural.

ción que puede existir entre los coeficientes de variación de los diferentes materiales involucrados. A modo de ejemplo del tipo de la información que puede obtenerse en estos aspectos se presenta la Fig. 23, que expresa la correlación de las variaciones del grado de compactación y de la resistencia a la compresión simple de una subrasante, en un caso real, por cierto bastante representativo de lo que suele ser una situación general.

Debe observarse que cambios proporcionalmente pequeños en el grado de compactación implican cambios muy importantes en la resistencia de la subrasante.

La conclusión a extraer no es, por supuesto, que convenga la compactación a ultranza de dicha capa del pavimento, pues como se sabe una capa no debe compactarse más allá de lo que sea permanente en el tiempo, en vista de la acción del agua, o de lo que toleren las características de expansibilidad,

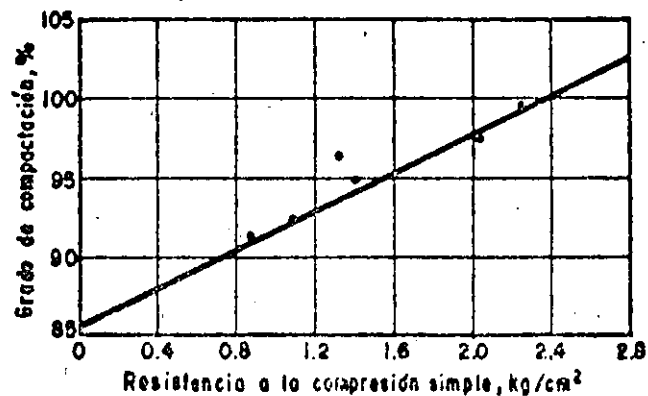


Figura 23. Correlación entre las variaciones estadísticas de un proyecto real del grado de compactación y la resistencia a la compresión simple de una subrasante.

resiliencia, etc. de los suelos o, simplemente de la demanda de resistencia que se presente el proyecto. Lo que sí hace ver la figura es el tipo de relación entre ambos conceptos y lo que la variación de uno de ellos representa respecto al otro, para extraer de tales hechos los criterios particulares de cada caso.



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

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION", ORGANIZADO EN COLABORACION
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA, DEL 15 AL 19 DE OCTUBRE
DE 1984.

CONCRETO LANZADO

A N E X O

Veracruz, Ver.

CONCRETO
LANZADO

CONCRETO LANZADO

I. GENERALIDADES

1-1. DESARROLLO

El concreto lanzado ha venido a revolucionar las técnicas de excavación y soporte de obras subterráneas. Su aplicación en todo tipo de obras de ingeniería civil y minería se extiende cada día más. A continuación se explican sus notables características, que son la base de sus magníficos resultados.

El concreto lanzado se define (ACI-506-66) como "mortero o concreto conducido a través de una manguera y proyectado neumáticamente a alta velocidad contra una determinada superficie".

La Allentown Cement Company patentó, en 1909, el mortero lanzado, al que llamó "gunité", y una máquina lanzadora, "cement gun". Su empleo por primera vez, en una obra subterránea, se estima que fue en 1914, en la mina experimental de Brucetown, de la Oficina de Minas de Pittsburgh. Posteriormente se ha aplicado como protección de superficies de roca, contra el deterioro por intemperismo y, en ocasiones, como medida de soporte temporal.

Sin embargo, esta última función la ha cumplido en forma limitada, ya que tiene tendencia a desprenderse ante presión de roca, por mínima que ésta sea. Puede aplicarse sólo en capas relativamente delgadas, \pm 25 mm. (1"), las cuales en promedio pueden ser aún de menor espesor si se tienen en cuenta las irregularidades de la superficie de la roca, que agravan el problema de adherencia entre las capas.

Además, lleva aparejadas contracciones excesivas y agrietamientos consiguientes debido al alto contenido de cemento que suele tener.

En la postguerra, los países del centro de Europa (Austria, Suiza y el Norte de Italia) desarrollaron multitud de trabajos subterráneos en relación con obras hidroeléctricas y viales. En 1952, se usó con buenos resultados el mortero lanzado como único medio de soporte y revestimiento de los túneles de presión y de otros túneles en el desarrollo hidroeléctico suizo de Maggia.

En los años siguientes, surgió el empleo del concreto lanzado como resultado de la aparición de máquinas lanzadoras capaces de mover agregados de hasta 25 mm. (1") de grueso y de mezclar, en forma controlada, los inertes y el cemento, y a raíz de la introducción de aditivos poderosos, endurecedores y aceleradores del fraguado del cemento, que permitieron aplicar el nuevo concreto en superficies húmedas y aún en presencia de flujos de agua fuertes.

Entre 1953 y 1967 se demostró su bondad en numerosos proyectos subterráneos austríacos, suizos e italianos, en condiciones tan variadas como la prevención de aflojamiento de rocas química y estructuralmente inestables; la estabilización de material heterogéneo de deslizamientos antiguos y de materiales blandos y húmedos; el soporte, combinado con anclas inyectadas, de excavaciones en terreno milonitizado de esquistos sercíticos muy húmedos que producen altas presiones de roca; y la excavación (del metropolitano milanés) en gravas no cementadas. Sólo en algunos de estos casos se usó soporte adicional de marcos de acero (o de celosía de acero y concreto lanzado) y malla.

La experiencia suca, en rocas más competentes que las alpinas, ha promovido el uso de concreto lanzado sin refuerzo, muchas veces aplicado sólo en las grietas y juntas de las masas de roca.

En 1960-62, Aliva, una firma suiza fabricante de equipo lanzado, llevó sus máquinas y la técnica de su uso a Sudamérica, primero a Venezuela y después a Chile y Perú.

Para 1955, Japón ya se había incorporado al desarrollo de la nueva técnica.

En Norteamérica empieza a aplicarse hasta 1967, cuando la firma canadiense Mason, Dolmage y Stewart lo pone en práctica en un túnel ferroviario en Vancouver, Canadá. Este retraso de Norteamérica en aceptar el concreto lanzado parece obedecer, por una parte, a que, no teniendo restricciones de acero, no se vió la necesidad de buscar un sistema de ademe más económico que los marcos de acero

convencionales y, por la otra, que las experiencias con el mortero lanzado como soporte de excavaciones subterráneas habían sido, las más de las veces, negativas.

En suma, el concreto lanzado ha probado su efectividad en la prevención del alojamiento de la roca en una gran variedad de condiciones geológicas. Su uso es particularmente útil en rocas blandas. Ha sustituido a los métodos convencionales alpinos de ataque en galerías múltiples, al permitir, con igual seguridad, el avance a sección completa o a media sección y banqueo. En varios casos es viable y más expedito que el tablestacado llevado adelante del frente, en excavaciones subterráneas, donde este sistema hubiera sido indispensable de no contarse con el concreto lanzado.

1-2 FUNCIONES

Se ha formulado una gran variedad de ideas acerca de la manera en que el concreto lanzado cumple su función como soporte y protección en una excavación subterránea. Los cuatro factores mencionados por C. Alberts (1963-1965), representante de la técnica sueca, quizá sean los más generalmente aceptados como componentes de dicha función:

1.- El concreto lanzado se introduce con fuerza en las juntas abiertas, las fisuras y las irregularidades de la superficie de la roca, cumpliendo, en esta forma, la misma función de liga que la del mortero en un muro de mampostería.

2.- El concreto lanzado impide la filtración del agua a través de las juntas y de las fisuras en la roca y, por lo tanto, evita la socavación o erosión de los materiales de relleno de las juntas, así como el deterioro de la roca por el aire y el agua.

3.- La adhesión del concreto lanzado a la superficie de la roca, y su propia resistencia al esfuerzo cortante, impiden, en una gran medida, la caída de bloques sueltos de roca, desde el techo del túnel.

4.- Una capa continua de concreto lanzado (15 a 20 cm.), constituye un soporte estructural, ya sea en forma de un anillo cerrado o de un elemento fijo en forma de arco.

Estos conceptos hacen referencia a la cualidad de soporte de presiones de alojamiento. La técnica sueca tiene la desventaja de que reside mucho en el juicio o criterio del responsable del frente.

He aquí algunos comentarios de A.A. Mathews de E.E.U.U. (1973):

"¿Qué es lo que permite que una capa relativamente delgada de concreto lanzado haga las veces de un ademe pesado de marcos de acero o de un revestimiento de concreto?"

"Desde luego, el hecho de que el aditivo produce un fraguado muy rápido y una alta resistencia temprana. También la aplicación inmediata del concreto lanzado ayuda a prevenir el aflojamiento de la roca después de la tronada. Si no se deja que se desprenda ningún fragmento de roca de la superficie excavada, el túnel, obviamente, permanecerá estable. Pero hay algo más que eso.

"Desde hace tiempo, se admite que algún desplazamiento o flujo plástico debe permitirse si se quiere disminuir lo más posible la carga de roca sobre los ademes. Por otra parte, a menos que este desplazamiento sea controlado, se manifiestan con frecuencia movimientos intolerables de la masa. Una capa de concreto lanzado aplicada de inmediato a la superficie de roca recién expuesta, parece tener la flexibilidad suficiente para fluir plásticamente junto con la roca vecina y, a la vez, contar con la capacidad estructural necesaria para mantener la estabilidad. Pero el cumplimiento de estos objetivos requiere la aplicación, la coordinación y el control de muchos elementos.

"El proyectista debe aplicar, con propiedad, los principios de la mecánica de rocas o de suelos al proyecto que se esté estudiando. Además, debe dimensionar y programar el concreto lanzado y seleccionar sus complementos, tales como anclas, soportes adicionales o refuerzo. Debe contarse con materiales y equipo adecuados. Los obreros deben ser calificados o deben prepararse para una aplicación correcta del concreto lanzado; y, finalmente, debe mantenerse un control de calidad".

E.E. Mason y R.E. Mason de Canadá (1972) basándose en la experiencia europea y, concretamente, en las investigaciones y aplicaciones hechas por el grupo austriaco (el más activo en estas lides, encabezado por Rabcewicz) pregonan una función de colaboración, del concreto lanzado con la roca, más completa que la simple función de soporte de las presiones de aflojamiento.

Así citan que, de los conceptos de mecánica de rocas de Muller, se sabe que los factores principales que influyen en la integridad de una excavación subterránea son:

La dependencia de la resistencia de la masa de roca en el grado de aflojamiento (a mayor aflojamiento o dilatación menor resistencia).

La influencia del esfuerzo principal menor (lateral) en la resistencia de la masa. (Experimentos de Muller, Pacher y John muestran que aún esfuerzos transversales muy pequeños, σ_2 y σ_3 , son suficientes para prevenir, en gran medida, las deformaciones unitarias transversales y, por lo tanto, el aflojamiento).

La influencia muy principal del tiempo en su comportamiento, (Rabcewicz ha repetido numerosas veces que la absorción de esfuerzos y su redistribución no es un estado estático, sino un proceso dinámico y viene acompañado por una deformación progresiva que no es más que cambio de posición en el tiempo).

La conclusión de Muller -citan los Mason-, es que la estabilidad de un túnel se garantiza cumpliendo estos requisitos:

Evítese lo más posible el aflojamiento.

Aprovéchese lo más posible el tiempo que la roca requiere para deformarse.

Provéase de soporte lateral a la roca, mediante fuerzas aplicadas oportunamente, para evitar esfuerzos uniaxiales.

El objetivo es la estabilización de una excavación para volver al equilibrio la masa de roca que la rodea, más que proveer un soporte a las presiones de aflojamiento; principio este último en el que se basan en gran medida los sistemas de soporte convencionales. Un revestimiento continuo (estructural) de concreto lanzado, puede cumplir con todos los requisitos arriba dichos. Puede aplicarse inmediatamente después de la voladura, para evitar aflojamiento posterior, incluyendo las pequeñas fisuras que inician la "integración" de la roca. Puede aplicarse por áreas en cualquier parte de la sección completa, donde se requiera (un caso extremo fue el avance de pequeñas áreas en el arco y las paredes del túnel del metro en Milán en arenas y gravas no cementadas). No requiere reposición o sustitución por otro elemento de soporte alternativo. Proporciona soporte lateral a la superficie de la roca, para que se eviten estados de esfuerzos uniaxiales. Hace posible un drenaje efectivo de la roca.

Los esfuerzos en un sistema estructural de concreto lanzado son el resultado de un flujo plástico de la roca, desarrollado a medida que la roca, y el concreto adherido a ella, se ajustan a un estado de equilibrio, y no del peso y las deformaciones de una roca en estado de aflojamiento.

Sin embargo, los espesores convencionales de concreto lanzado pueden resistir sólo temporalmente cargas potenciales. El incremento de espesor más allá de los 20

ó 30 cm. (8 ó 10") puede destruir la flexibilidad requerida para ajustarse al flujo de la roca. Las rocas muy quebradas y frágiles, las brechas, los aglomerados y los conglomerados sueltos, y los materiales plásticos blandos, pueden formar grandes o extensas zonas de tensión antes de que el concreto lanzado se aplique. En estos casos, el anclaje sistemático ha demostrado incrementar la cohesión y preservar la integridad de estos materiales contra la relajación o desintegración y el deterioro. En ésto se basa el Nuevo Método Austríaco de tunelco, una de las técnicas aplicadas en los más asombrosos proyectos de los últimos tiempos.

Para que el revstimento de concreto lanzado dé buenos resultados, su interacción con la roca debe ser tal que se impida el movimiento continuo de ésta. Su verdadera función es más bien de colaboración con ella. En otras palabras, el objeto del concreto lanzado es el de mantener el equilibrio de la roca alrededor del túnel, reforzando su capacidad de autosoporte, más bien que tratar de reemplazar o reproducir las propiedades de soporte de la roca que se removi6 del túnel al excavar.

La gran ventaja del concreto lanzado es que se puede aplicar muy rápidamente para soportar toda la periferia de una excavación subterránea, ya sea perforada con máquina o excavada con explosivos. Tiene, además, una gran flexibilidad para aplicarse en cualquier momento y para traslaparse con otras actividades del proceso de excavación, con lo cual se logran importantes ahorros de tiempo en el ciclo de trabajo.

1-3. METODO

Existen dos procedimientos para aplicar el concreto lanzado: el de mezcla húmeda y el de mezcla seca.

El primero consiste en mezclar cantidades medidas de agregados, cemento y agua, introducir la mezcla resultante en un recipiente para de ahí conducirla neumáticamente a través de una manguera y expulsarla finalmente por una boquilla. Tiene la ventaja de que se lleva un control rígido de la relación agua-cemento de la mezcla. Pero el equipo disponible maneja agregado máximo de sólo 9.5 mm. (3/8"). Por otra parte, como los aditivos, por su acción rápida, no es posible añadirlos antes de la boquilla, es imposible lograr un mezclado completo de los mismos, ya sea que vengan en forma de polvo o en forma de líquido; por ello el producto no llega a adherirse bien del todo a superficies húmedas. Al tener una relación agua-cemento predeterminada, se presta menos a la flexibilidad de aplicación que se requiere, sobre todo en trabajos subterráneos, cuando las condiciones del terreno son cambiantes y

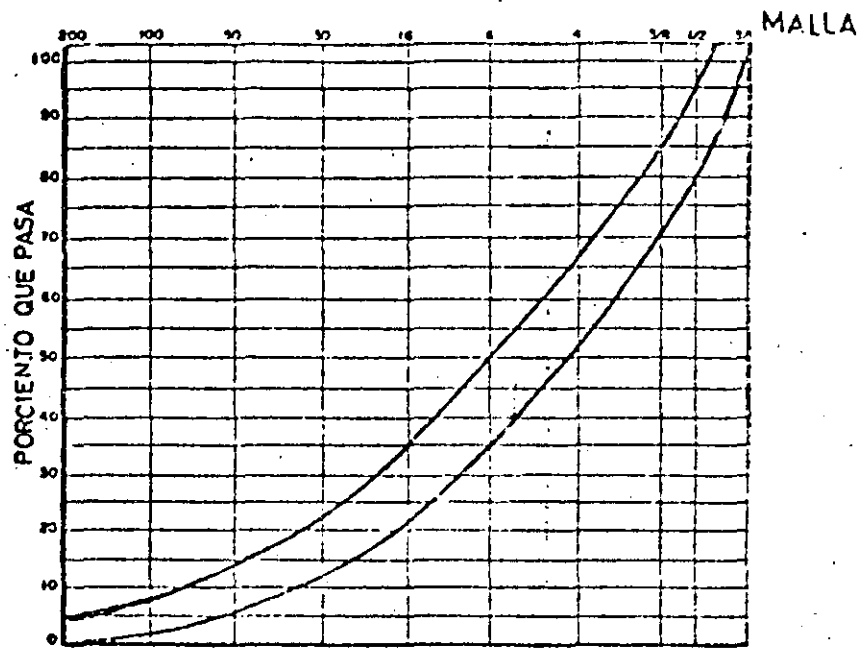
RELACION DE OBRAS SUBTERRANEAS EN LAS QUE SE HA USADO CONCRETO LANZADO

| TUNEL | GEOLOGIA | DIMENSIONES DEL TUNEL | TIPO DEL TUNEL | TIPO DE DISEÑO DE CONCRETO LANZADO Y CONDICIONES DE TRABAJO | REFERENCIA |
|---|--|--|---------------------------------------|---|--|
| 1. Adema, agua, Colorado | gneis desintegrado. | 10' de dia. (3 m) | hasta 4000' (1220m) | Marcos de acero y guita para terreno que es blando y tiene grandes fisuras. | (1929, 1933) |
| 2. Austria hidrologico | gneis quebrado coagulado, muy humedo | 8m2 | 350m | 30 cm. de concreto lanzado con pedras de canchales, practica propia de la roca. | Reberstein (1904-1945) |
| 3. Fontetal hidrologico | gneis esquistos pizarra silicea, todos los grados de alteracion | 10-20m2 | hasta 1100m | varcos completos con concreto lanzado, practicas propias de la roca | |
| 4. Hierro de Buzorg | contornilunite alteraciones y bandas de horn. hornilunite en granito. | 40 m2 9.5 x 6.3m | 50-200m | Esbozo limitado con 8 cm. de concreto lanzado en roca que es blanda y se desintegra en pedruzcos. | Cecil (1937) Maloni (1938) |
| 5. Mauerberg carretera, Austria | esquistos arcillosos muy blando, en parte desintegrado | 11m de dia. | 60 m | Método helix mejorado con pedras de canchales y 10 cm. de concreto lanzado, practicas propias de roca | Reberstein (1904-1945) |
| 6. Bonafina mina, Suiza | sedimentos - volcánicos - muy esquistosos. | 15m2 | 750m | 2 cm para impedir la desintegración en las juntas. | Alberca (1945) |
| 7. Autopista Cerova - Otrava Italia | Sedimentos arcillosos, cementificados | -- | -- | aparentemente para el suelo con tendencia a aflojarse | Martelli y Pignatelli (1952) |
| 8. Minas de serpentina de Firz Canada | peridotita serpentinizada, muy alterada localmente | cuadrado 9-pulgadas | 500-670 pies (152-204m) | tres capas de guita - de 1/4 de pulgada cada una para impedir el aflojamiento | Reberstein (1904-1945) |
| 9. La Marilla Autopista Venezuela | esquistos arcillosos disperso en capas sueltas. | 250 pies cuadrado | 100m | 4-6 pulgada de concreto lanzado y arcilla, - marcos de acero necesarios con guita de concreto para la roca que altera, terreno que se afloja. | Reberstein (1904-1945) Pignatelli (1952) |
| 10. Granja cavidades sitio de exportación de hierro | Toba extratitica, en arena | 120'x120'x25' 37m x 37m x 25m | 1600 pies 487m | guita en combinación con pedras de canchales y bolita de acero para impedir el aflojamiento | Cordery (1940) |
| 11. Cerro de Pilián | arena y grava | 16'x20' 5.5x6.10m. | | lanzado de concreto - tubo en ferroc y en el fondo excavación con guita horizontal. | Cecil (1937) |
| 12. Puffet, Pn, Colombia | gneis suelto desintegrado | -- | hasta 2000' (609.6) | 1 1/2" de guita para terreno que se afloja | Hickson (1945) Pignatelli (1952) |
| 13. Estacion de Japón | toba blanda lava, arcillosa lutita | 16m de diametro | 80-100m | concreto lanzado con arena y pedras de canchales para evitar el aflojamiento de la roca. | Japón (1945) |
| 14. Alcantera Ripoll Astoria, Oregón | viejos gneis - con un nivel arcilloso, arcillosos esquistos de arena arena en cuaj arcillosos, hornilunite | 110'x2 | 20-300m | galvanizado, tubo de acero y guita de canchales en el fondo, guita en la roca en el fondo para impedir el aflojamiento y traslado de - 20% del concreto | Reberstein (1904-1945) Pignatelli (1952) |
| 15. Bonchopit Estacion de Colombia | a. gneis de hornilunite b. arenita con hornilunite, esquistos, algunos arcillosos | a. 8' pies de dia. (2.4m) b. 20' pies de dia. | a. hasta 200' (60.9) b. hasta 200' | a. terreno fracturado en bloques con guita en las juntas de bloques b. concreto lanzado con arena y pedras de canchales para impedir el aflojamiento de la roca. | Cecil (1937) Pignatelli (1952) |

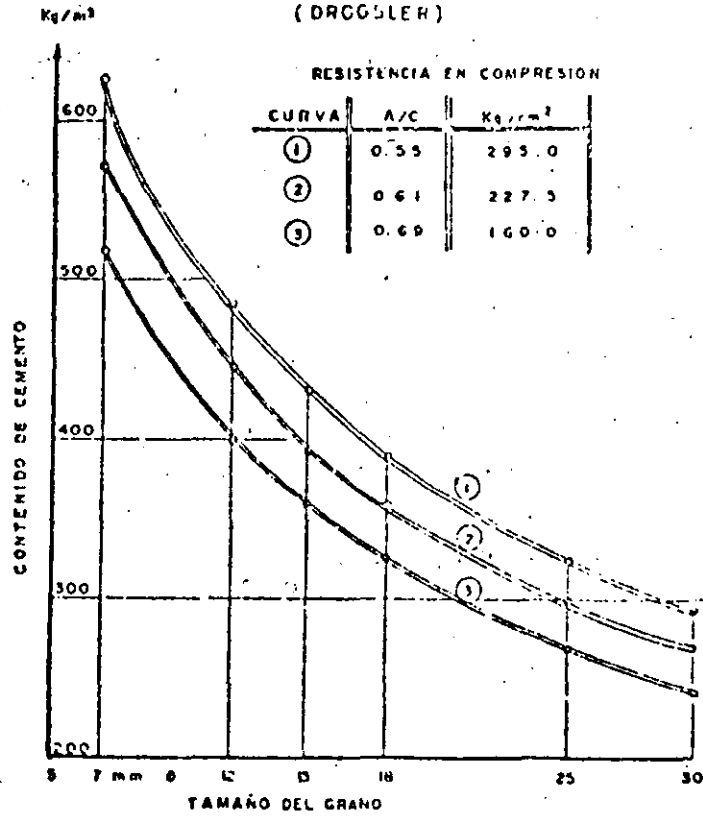
| TUNEL | CAUSAS | SIMPLICIDAD DEL TUNEL | TIPO DEL TUNEL | TIPO DE DEFECTOS DE CONCRETO LAZADO Y CIMENTACION DE TUNEL | REFERENCIA |
|--|---|-----------------------|----------------|--|---|
| 16. Vancouver St. Canada | fallas, grandes quillones | 10-25% | 150-100' | 4 a 4" aplicadas en exterior, la mayoría de la traza en terreno que se afloja | Moore & Kelly (1961) Moore, EE (1961) |
| 17. Canal de abastecimiento, Surcarajá | fallas de mortero y arena | 12% | 150' | falla del concreto lanzado por arillos expansivos | Gracia & Soler Oliva (1965) |
| 18. Canal de drenaje Surcarajá | fallas de concreto, espaldado de arena, fuertes alteraciones de arena y mortero | 14% | 90-100' | concreto lanzado con FMC de alta resistencia después de la traza, 4-12 en parte superior provisional, 20-40 para revestimiento permanente, fuerte hinchamiento | Parsons & Kelly (1961) Vetterly, Madalena (1960) |
| 19. Canal de drenaje de Surcarajá | granito alto en zona de mortero | 100% | 100' | falla debido al hinchamiento de la mortero. | Cecil (1967) |
| 20. Canal de drenaje de Surcarajá | expansión de arena con arillos que se hincha | 40% | - | 10 cm de concreto lanzado con arillo de arena, arillos que se hincha, algunas fallas | Balkan (1968) |
| 21. Canal de drenaje de Surcarajá | expansión de mortero y arena, zona de falla | 44% 52.6% | 120' | 10 cm de concreto lanzado tiempo después después de la traza, derruche de 4-12 en arena expansiva en zona de falla | Cecil (1967) |
| 22. Inyección de agua | fallas, mortero | 60-70% | 90-100' | cuatro flujos de agua a 100' de profundidad, penetración de la zona de traza con concreto lanzado en un gran túnel | Gracia, (1965) Alvarez (1967) |
| 23. Canal de drenaje de Surcarajá | zonas de mortero y arena, fuertes alteraciones de arena y mortero | 10-15% | 100' | falla debido por la poca adherencia del concreto lanzado con la arena, fuerte fuerza provisional con concreto lanzado | Cecil (1967) |
| 24. Canal de drenaje de Surcarajá | granito fallado, mortero | - | - | construcción de concreto lanzado en zona de falla, inyección de agua en zona de falla | Thorpe (1966) |
| 25. Canal de drenaje de Surcarajá | zona de mortero y arena | - | - | zona expuesta permanente durante la traza | Sanchez & Medina (1965) |
| 26. Canal de drenaje de Surcarajá | arena, mortero y arena | - | - | quinta para impedir el desarrollo de la arena durante la traza | Jacobs (1961) |
| 27. Canal de drenaje de Surcarajá | granito fallado, mortero | 12% | 10-100' | lanzamiento de concreto en zona de falla | Sardell (1960) |
| 28. Canal de drenaje de Surcarajá | placa de mortero y arena, mortero y arena, mortero y arena | 60% 12% | 10-100' | concreto lanzado utilizado para reforzar y para drenaje de agua, inyección de cemento en zona de falla | Parsons (1961) |

LIMITES DE GRANULOMETRIA ESPECIFICADOS PARA LAS OBRAS DEL DRENAJE PROFUNDO DE LA CIUDAD DE MEXICO.

CONCRETO LANZADO LIMITES GRANULOMETRICOS



RELACION CEMENTO-TAMAÑO DE GRANO - CALIDAD (DRUGSLEH)



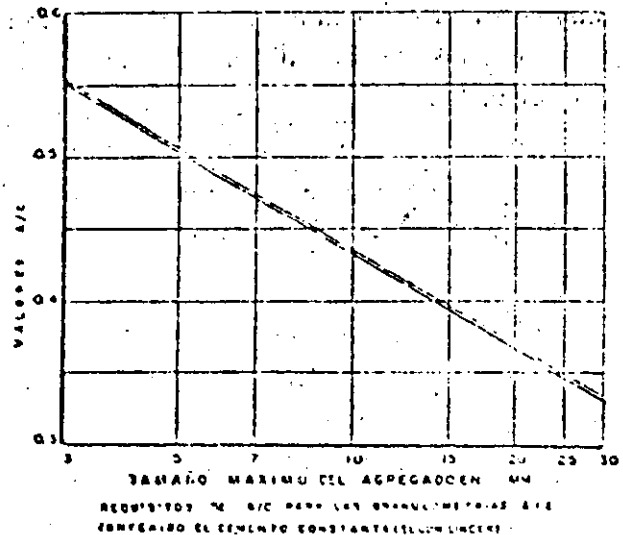
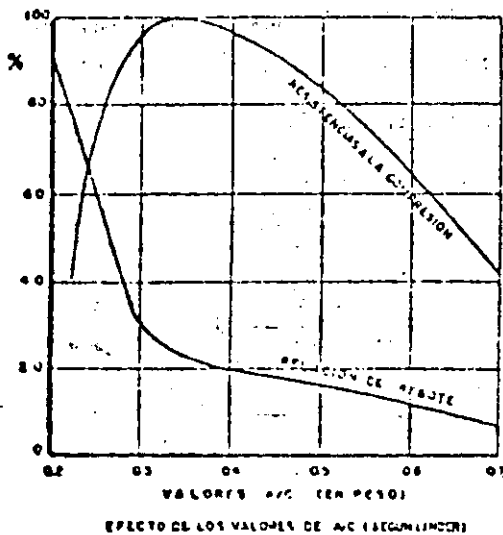
El contenido de cemento viene determinado por los requisitos de resistencia y por el tamaño máximo del agregado. Requisitos exagerados de resistencia implican un contenido de cemento excesivo, lo que da lugar a contracciones y agrietamientos también excesivos. En el túnel de Vancouver, la mezcla tenía 400 kg. de cemento por m^3 , cuando alcanzó 480 kg/m^3 se presentaron agrietamientos importantes por contracción.

En el Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se especificó una relación de cemento a agregados de 1 a 4 en promedio, ($450 kg/m^3$). Y no se presentaron agrietamientos importantes.

Es interesante anotar que la pasta ya aplicada suele tener un mayor contenido relativo de cemento que la mezcla seca y una relación agua/cemento algo más baja que el concreto normal, debido al rebote o desperdicio, el cual está formado principalmente por grava y en menor grado por arena y lechada que se desprenden de la pasta por el impacto del chorro.

El agua debe cumplir los requisitos que se exigen para el concreto común, es decir, debe ser limpia y estar libre de limo y materia orgánica, álcalis y otras sales minerales disueltas. La relación agua/cemento óptima para lograr máxima resistencia, se presenta en el punto de máxima densidad. El objetivo debe ser entonces colocar el material en la consistencia estable más húmeda posible, o sea, en el punto de abolsamiento o coacción incipiente. El operador o lanzador, puede darse cuenta que se ha alcanzado ese punto cuando aparece en la superficie del concreto fresco un lustre de humedecimiento ligero.

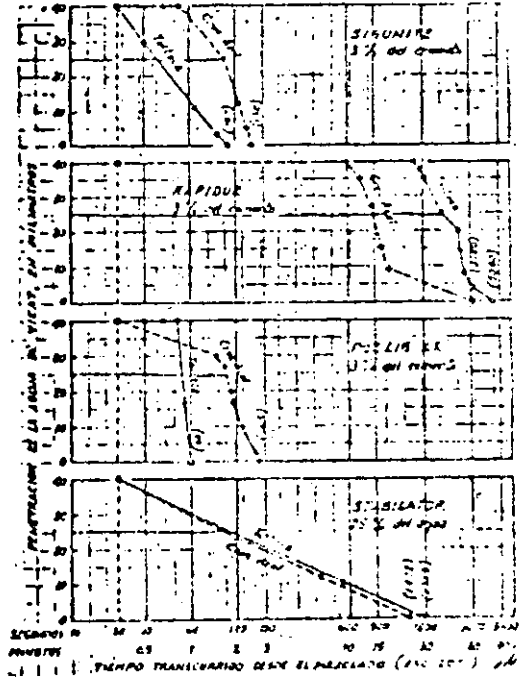
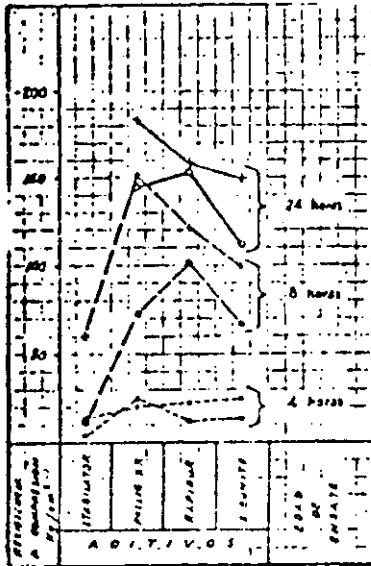
RELACION AGUA/CEMENTO EN FUNCION DE OTRAS CARACTERISTICAS.



R E S U L T A D O S

ENSAYOS COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA CONCRETO LANZADO

| MEZCLA | TIEMPO FRAGUADO (DÍAS-HORAS) | RESISTENCIA A COMPRESIÓN | | | CLAVE DE LAS MEZCLAS: |
|--------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---|
| | | 4 Ho. kg/cm ² | 8 Ho. kg/cm ² | 24 Ho. kg/cm ² | |
| D-0 | 180 | 25 | 89 | 130 | C- Cemento Cive Paul Tipo II. |
| C-0 | 370 | 23 | 121 | 136 | F- Cemento Tolbaca Tipo I. |
| C-1 | 180 | 80 | 152 | 164 | B- Aditivo Sigunita; 3% en peso de cemento. |
| C-2 | 1442 | 13 | 60 | — | R- Aditivo Rapidor; 3% en peso de cemento. |
| T-0 | 107 | 14 | 67 | 111 | P- Aditivo Pozolá; 3% en peso de cemento. |
| T-1 | 6740 | 13 | 102 | 134 | E- Aditivo Estabiliz; Sustituyendo 2% de contenido de Agua |
| T-2 | 60 | 28 | 71 | 146 | Relación agua cemento en todos los casos A/c = 0.25 |
| T-3 | 1700 | 6 | 12 | — | Resistencia cilíndrica (L/d=2) corregida por efectos de los especímenes y obtenida del promedio de 2 cilindros compañeros |



R E F E R E N C I A S

1. Método Estándar de Prueba para Consistencia Normal de Cemento Hidráulico.
ASTM, Designación: C 187
2. Método Estándar para Mezclado Mecánico de Pastas y Morteros - de Cemento Hidráulico de Consistencia Plástica.
ASTM, Designación: C 305
3. Método Estándar de Prueba para tiempo de fraguado de Cemento Hidráulico con la Aguja de Vicat.
ASTM, Designación: C 191

DESCRIPCION DE LAS PRUEBAS DE CAMPO

El día 30 de julio, en un sitio próximo a la Lumbera Núm. 10 del Emisor Central, se llevaron a cabo pruebas de lanzamiento de diversas mezclas de concreto.

El propósito fue ensayar varios aditivos acelerantes, con objeto de calificar su influencia sobre el tiempo de fraguado, la proporción de material rebotado y la resistencia a compresión del concreto colocado.

MEZCLAS ENSAYADAS

Se elaboraron y lanzaron seis mezclas, empleando cemento marca Tolteca tipo I (Hixcoac) en todos los casos. Las principales características distintivas de estas mezclas fueron:

- Núm. 1 : Sin Aditivo.
- Núm. 2 : SIGURITE en polvo (.3% del cemento)*
- Núm. 3 : POZLIG XX en polvo (3% del cemento)
- Núm. 4 : FESTERLITH Super A en polvo (3% del cemento).
- Núm. 5 : Substitución de 25% del cemento por Puzolana**, en peso y POZLIG XX en polvo (3% del cemento).
- Núm. 6 : SIGURITE en polvo (3% del cemento)*

* En el lanzamiento de la mezcla Núm. 2 se observó baja de presión, por lo cual se repitió usando la presión correcta (mezcla Núm. 6).

** Material puzolánico de Puzolanas Activadas, S. A."

TIEMPO DE FRAGUADO

No se dispuso de equipo de campo para medir el tiempo de fraguado del concreto recién aplicado en los tableros de prueba. De tal suerte, la determinación de este tiempo se hizo en forma puramente apreciativa, estimándose que las mezclas ensayadas alcanzaron un grado comparable de endurecimiento al cabo de los siguientes lapsos:

- Núm. 1 : (No se determinó por no contener aditivo).
- Núm. 2 : 2.0 minutos.
- Núm. 3 : 1.0 minutos.
- Núm. 4 : 3.0 minutos.
- Núm. 5 : 5.0 minutos.
- Núm. 6 : 1.0 minutos.

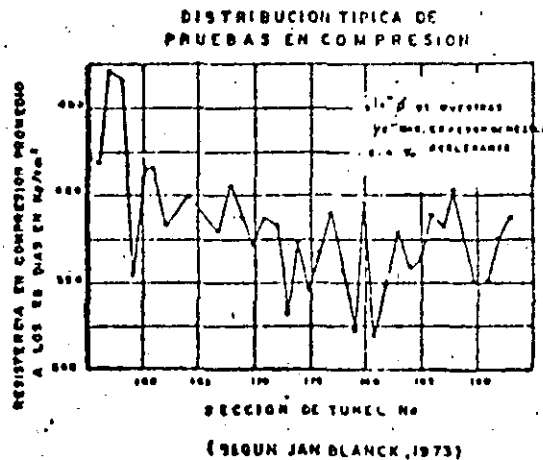
* El tiempo se consideró a partir de la terminación del lanzamiento sobre los tableros de prueba. El tiempo de llenado de los tableros fue de 15 a 20 segundos.

MATERIAL REBOTADO

Se determinó en cada caso el peso de concreto colocado en los moldes y la cantidad aproximada de material rebotado, recuperándolo y pesándolo, con los siguientes resultados:

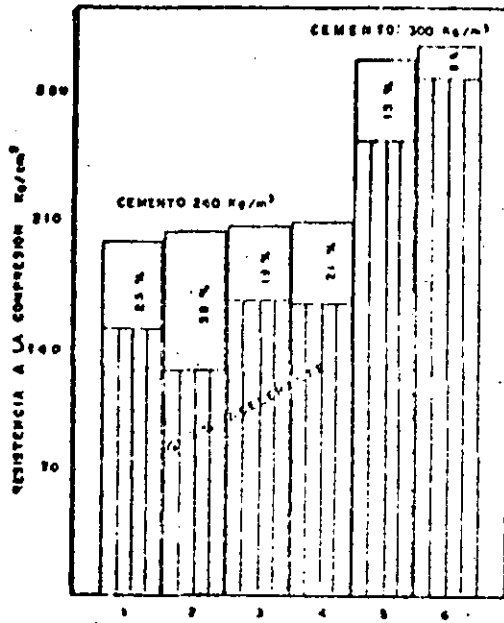
La adhesividad o adherencia del concreto es de primordial importancia en combinación con las resistencias al corte y a la flexión-tensión. Rabcewicz menciona que la resistencia al corte es 1.3 veces la resistencia a la flexión y el Instituto Sueco del Concreto (CBI) fija el valor de la adhesión en 10 a 15 kg/cm².

Es menos uniforme el valor de resistencia con mezclas secas de agregado grueso que con morteros de arena y cemento.



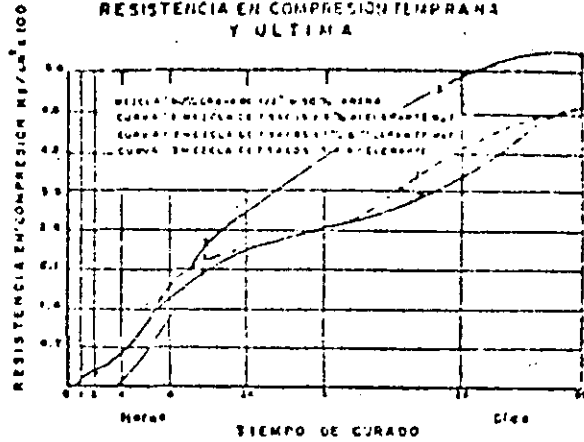
Se requiere mayor atención para asegurar la uniformidad de la granulometría y el mezclado y en el paso de la mezcla hacia la máquina lanzadora y a través de ésta. El producto final es muy sensible a variaciones en las mezclas por segregación, irregularidades en la alimentación y el agua y descuidos en la dirección y orientación del lanzado y en la distancia de la boquilla a la superficie de aplicación.

El aditivo también reduce los valores de resistencia. Reducciones de no más de 20% deben considerarse normales; reducciones mayores pueden obedecer a incompatibilidad de los ingredientes del aditivo con el cemento y deben hacerse estudios para confirmarlo.

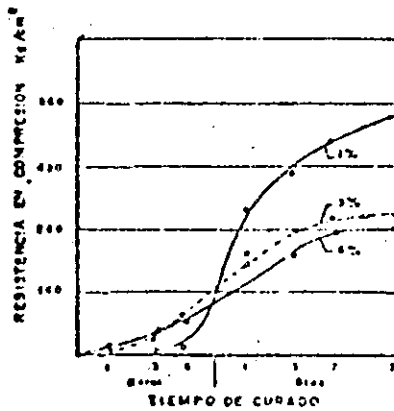


DECREMENTO EN LA RESISTENCIA A COMPRESION CON EL USO DE ACELERANTES (DE 240 PRUEBAS EN CONCRETOS CON UN CONTENIDO DE 300 kg/m³ DE CEMENTOS DIFERENTES CON Y SIN ACELERANTES) (SEGUN LINDER)

EFFECTOS DE LOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA EN COMPRESION TEMPRANA Y ULTIMA



(SEGUN JAN BLANCK, 1973)

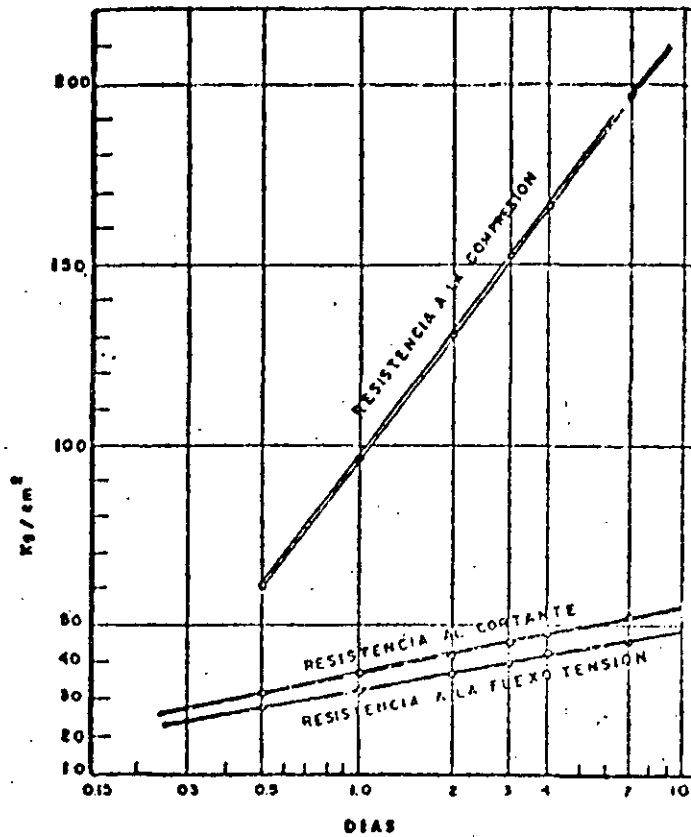


Resistencia en compresión Mezcla de 240 kg/m³ acelerante TRIGONAL (SEGUN ANGERSBY Y BOAD, 1973)

Las especificaciones más generalizadas establecen las siguientes resistencias a la compresión tempranas para un concreto de 280 kg/cm² con 3 a 4% de acelerante en peso del cemento.

| Tiempo de Fraguado | Resistencia a la compresión |
|--------------------|-----------------------------|
| Horas | Kg/cm ² |
| 2 | 14 - 18 |
| 12 | 56 - 60 |

Rabcewicz muestra que la resistencia a la flexión alcanza el 50% de la correspondiente a la compresión a las 12 horas y el 30% después de dos días.



(SEGUN RABCEWICZ)

RESISTENCIA TEMPRANA RELATIVA

Se presenta un resumen de las resistencias a la compresión medidas en muestras del concreto lanzado en la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CARACTERÍSTICAS DE CONCRETO

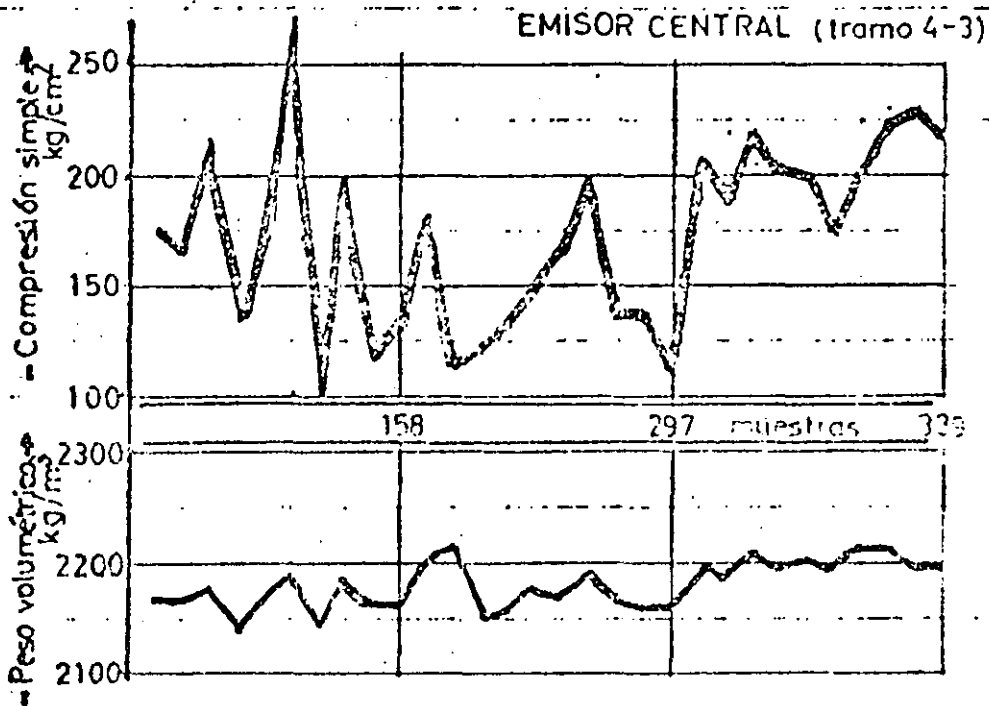
LANZADO
TRAMO: DE LINDERA 4 A LINDERA 3 EN ISA CENTRAL
PERIODO: NOVIEMBRE 1971 A FEBRO 1973

U N E L, S.A. DE C.V.
GERENCIA DE CONCRETO
LANZADO

| | Número de datos (n) | Promedio | Desviación Estándar | Valor Máximo | Valor Mínimo |
|---------------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Resistencia 3 días | 23 | 116 kg/cm ² | 28.5 kg/cm ² | 176 kg/cm ² | 70 kg/cm ² |
| Resistencia 14 días | 32 | 156 kg/cm ² | 35.5 kg/cm ² | 276 kg/cm ² | 92 kg/cm ² |
| % Grava | 27 | 34.9 % | 12.3 % | 59.4 % | 9.7 % |
| Pasa malla Núm. 100 (Lavado) | 28 | 11.2 % | 2.1 % | 16.6 % | 7.6 % |
| Contenido de cemento | 27 | 23.1 % | 7.9 % | 40.4 % | 11.0 % |
| Peso volumétrico | 31 | 2101 kg/m ³ | 20.5 kg/m ³ | 2214 kg/m ³ | 2140 kg/m ³ |

| | |
|---|------------------------------|
| ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CARACTERÍSTICAS DE CONCRETO LANZADO (TODO EL EMISOR). | TUMEL, S.A. DE C.V. |
| PERIODO: DE NOVIEMBRE 1971 A ENERO 1973. | GERENCIA DE CONCRETO LANZADO |

| | Número de datos (n) | Promedio | Desviación Estándar | Valor Máximo | Valor Mínimo |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Resistencia 3 días | 227 | 116.9 kg/cm ² | 35.7 kg/cm ² | 310 kg/cm ² | 27 kg/cm ² |
| Resistencia 14 días | 316 | 155.7 kg/cm ² | 42.3 kg/cm ² | 334 kg/cm ² | 63 kg/cm ² |
| % Grava | 267 | 34.3 % | 12.9 % | 74.9 % | 4.2 % |
| Pasa sulla N.º 100 (Lavado) | 271 | 10.5 % | 2.3 % | 20.1 % | 2.4 % |
| Contenido de cemento | 263 | 20.5 % | 7.2 % | 50.5 % | 5.4 % |
| Peso Volumétrico | 316 | 2179 kg/m ³ | 27.6 kg/m ³ | 2202 kg/m ³ | 2070 kg/m ³ |



1-6 DOSIFICACION Y MEZCLADO

Se acostumbra agrupar los agregados en tres fracciones para ser mezclados; de 19 a 9.5 mm (3/4" a 3/8"), de 9.5 mm. (3/8") a menor de la malla No. 4 y arena. La humedad de los agregados ya dosificados antes de mezclarse con el cemento debe estar comprendida entre 3 y 6%. La dosificación de agregados y cemento debe

hacerse por peso en una mezcladora o revolvedora adecuada. El tiempo de mezclado debe ser de dos minutos.

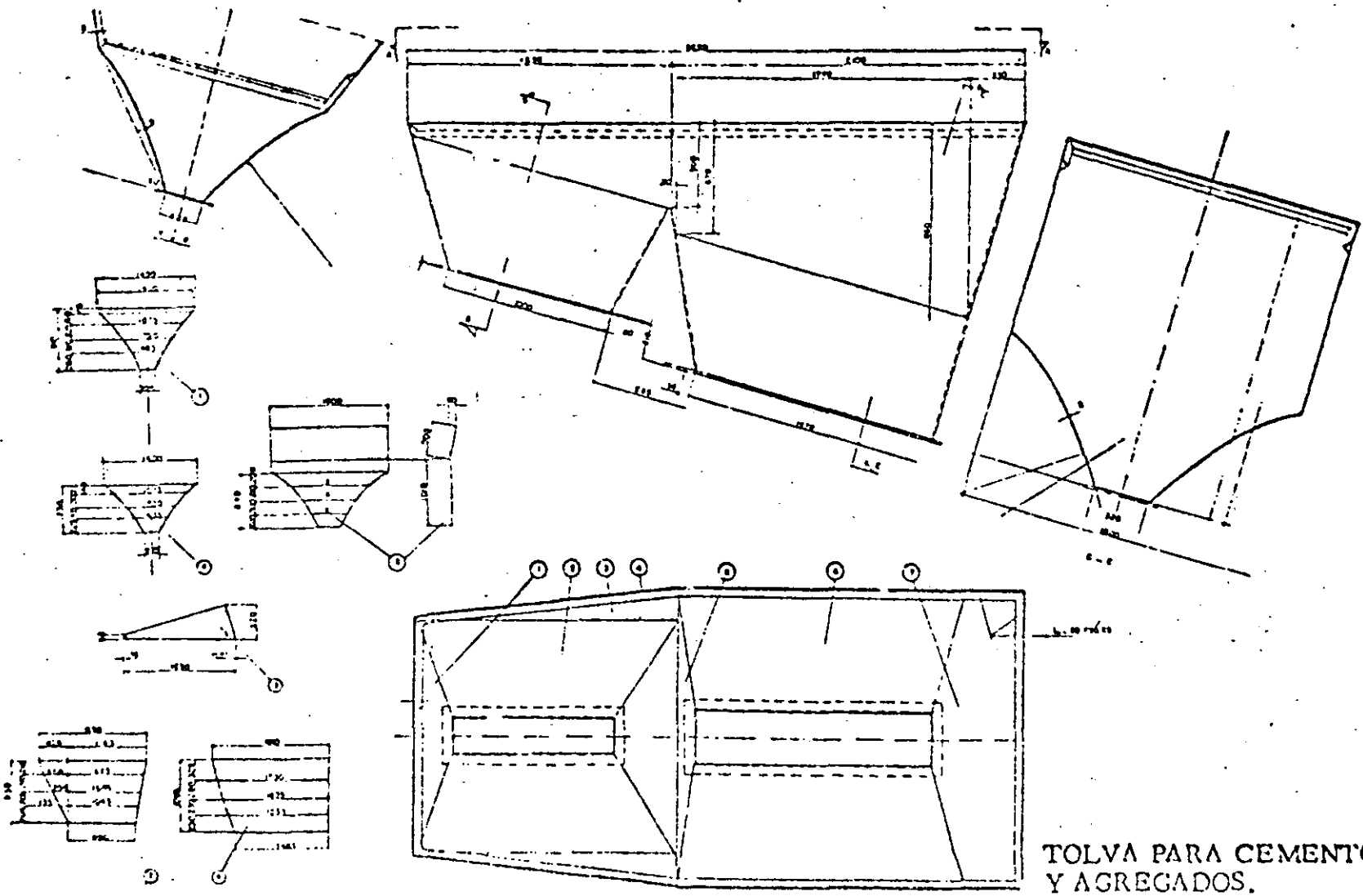
Hay que aprovechar la tendencia natural del agregado a drenar, por ser granular y permeable, para mantener su humedad dentro de los límites antes dichos. El drenaje es siempre más difícil en la arena que en la grava. Ello se evidenció en los agregados empleados para el Drenaje Profundo de la Ciudad de México, en los que fue difícil, en épocas de lluvias, bajar el contenido de humedad a menos de 8%, a pesar de que la arena se almacenaba en grandes pilas con facilidades de drenaje en la parte inferior; esto ocasionó frecuentes taponaduras de las tuberías de 30 cm. (12") de diámetro por donde se descargaba el agregado de la superficie hasta el nivel del túnel. En algo pudo mejorarse esta condición almacenando el agregado cerca de las bocas de descarga y esparciéndolo y creándolo antes de usarlo. En el Alto Anchicayá, en Colombia, donde la precipitación anual es superior a los 500 cm., si se logró mantener una humedad del agregado de 6%, descargando la arena de río en tolvas de las que escurría toda el agua posible y almacenándola después en pilas durante 24 horas.

Mezclas muy húmedas de agregados y cemento producen taponamientos de las mangueras o tuberías de conducción y aumentan las velocidades de hidratación a niveles inaceptables. Mezclas muy secas dan problemas de no uniformidad del humedecimiento en la boquilla, lo que aumenta el polvo durante el lanzado y reduce la compactación.

El agregado utilizado en el Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se surtió a las diferentes lumbreras, donde se iba a emplear, en forma dosificada, es decir, hecha ya la mezcla de agregado grueso (40%) y arena (60%). La mezcla se hizo en una mezcladora de turbina en la misma planta donde se trituraba el agregado grueso: éste fué producto de andesitas de un banco próximo a la planta. La arena fue, de una tercera parte a la mitad, producto de la trituración del agregado grueso, y el resto fue arena de mina de uno de los bancos del poniente de la Ciudad.

Hay diversos sistemas, en el procedimiento de mezcla seca, de transportación y de mezcla de agregados y cemento a pie de obra. Los más conocidos son los de la National Concrete Machinery de Lancaster, Penn., de la Card Corporation de Denver, Col., y de la Stabilator AB de Suecia.

Los carros tolva y mezcladores de gusano de esta última casa, se usaron en número de 45 en la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México, con muy buenos resultados.



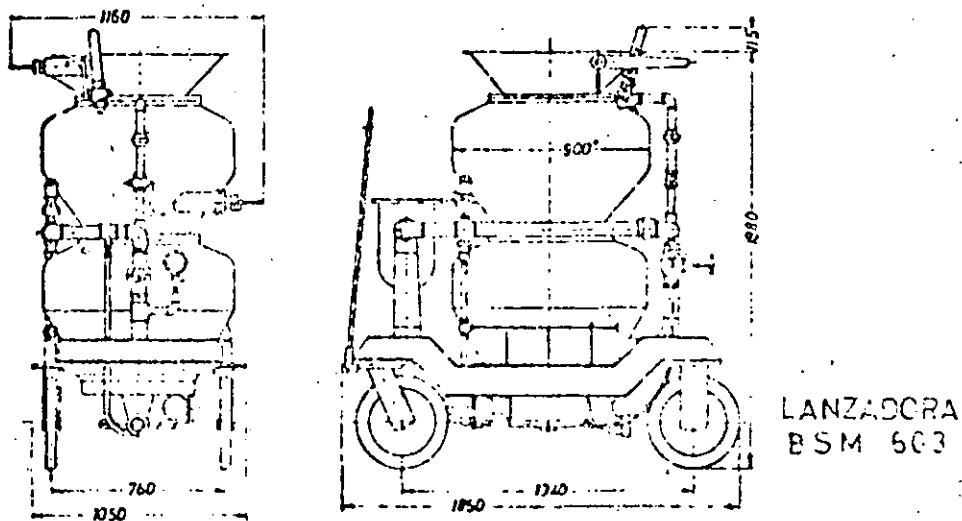
TOLVA PARA CEMENTO Y AGREGADOS.

El paso de los gusanos está diseñado para suministrar mezclas de 1 a 3, a 1 a 4 de cemento agregados y es posible variar su velocidad de revolución para ajustar las mezclas; a las tolvas van adosados vibradores eléctricos para facilitar el vaciado de los materiales hacia los gusanos. A través de unas puertas se puede tener libre acceso a los gusanos para limpiarlos cada vez que se vacían las tolvas y evitar así atascamientos y alteraciones de la dosificación.

El aditivo acelerante en polvo se debe añadir a la mezcla seca cuando entra ésta a la máquina lanzadora; es recomendable el uso de alimentadores mecánicos, de preferencia los de tornillo, ya que los de vibrador se atascan fácilmente. Si el aditivo es líquido se debe mezclar con el agua antes de descargarla en la boquilla lanzadora. En la obra de la Ciudad de México, el aditivo en polvo se alimentó con escudilla a mano directamente sobre el gusano y el aditivo líquido se mezcló con el agua y se alimentó a la boquilla mediante bombas dosificadoras de diseño especial también Stabilator A.B.

1-7. EQUIPO DE COLOCACION

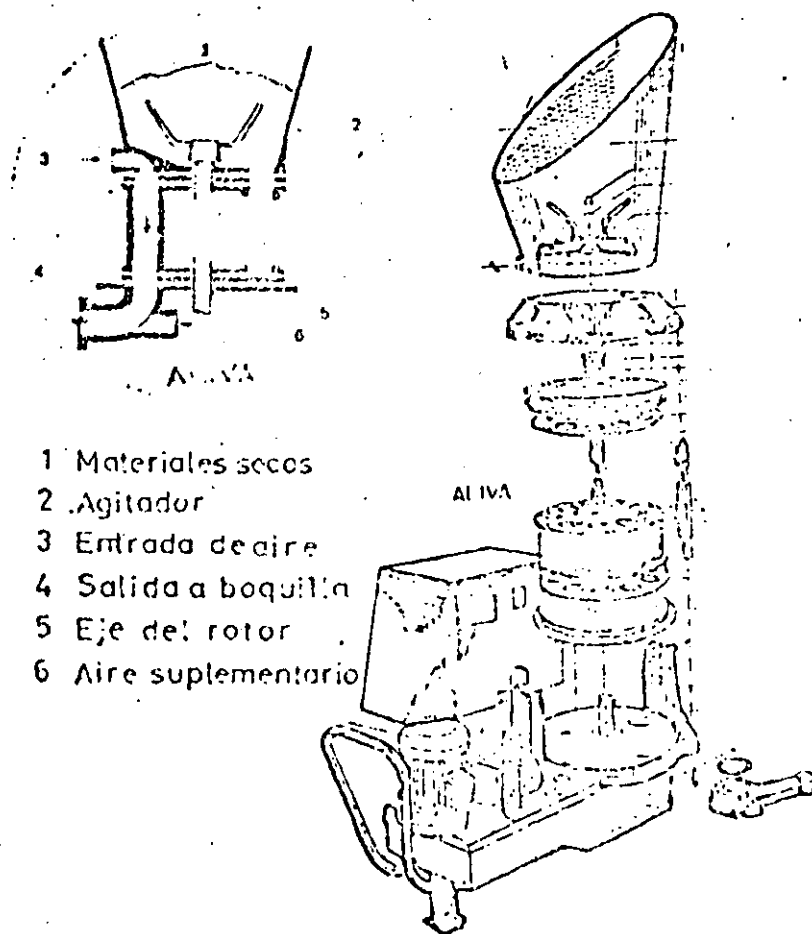
Se fabrican dos tipos de máquinas lanzadoras de concreto para el proceso de mezcla seca.



1.- La de doble cámara de presión con válvula de campana intermedia de acción neumática. La mezcla seca se introduce en la cámara superior, se cierra ésta y se levanta la presión que abre la válvula de campana intermedia y deja pasar la mezcla a la cámara inferior; en ésta se levanta a su vez la presión que cierra la válvula intermedia y la mezcla seca va alimentándose bajo presión a la tubería de descarga, mediante una rueda de cavidades. Mientras se efectúa la operación de descarga se está alimentando mezcla seca a la cámara superior para empezar un

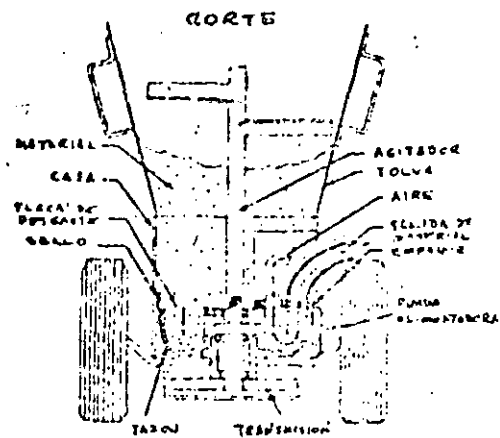
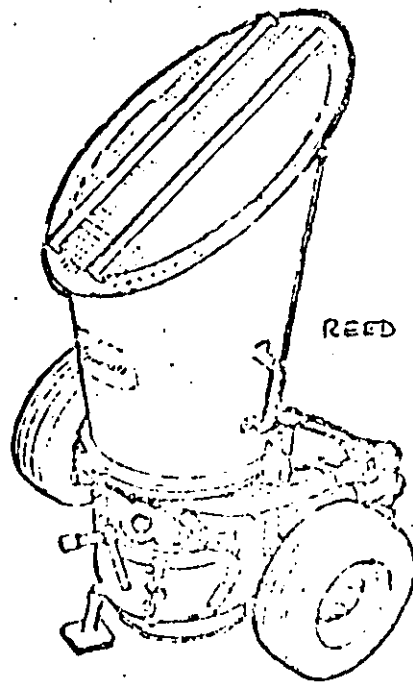
nuevo ciclo. Un buen operador puede lograr, con la ayuda de las dos cámaras, una descarga descargada prácticamente continua. Requiere entonces una continua atención del operador, el cual debe desenvolverse con destreza. Son cualidades de este tipo de máquinas su robustez y el poco número de piezas delicadas o móviles que se desgastan o requieren frecuente mantenimiento.

2.- El tipo revólver. La mezcla seca se alimenta continuamente a la tolva que corona la parte superior de la máquina, de ahí cae al cilindro rotatorio tipo revólver que consta de nueve o más compartimentos cilíndricos, donde se deposita la mezcla. Cada carga de mezcla en cada compartimento cae a través de una escotadura y al pasar sobre el cuello de salida una corriente de aire a presión la impulsa hacia las mangueras. Este tipo de máquinas no requiere una atención tan continua del operador; además pueden manejar agregado más grueso más fácilmente que las del otro tipo. Tienen, por otra parte, más piezas de desgaste y suelen producir más polvo.



Las primeras tienen motor neumático, las segundas pueden venir con motor neumático o con motor eléctrico; por lo general el rendimiento es mayor con el motor neumático aunque el consumo de aire es considerable. Las del primer tipo consumen 600 p.c.m., en tanto que algunos tipos de las segundas, de muy altas revoluciones, consumen cerca de 900 p.c.m.

Los rendimientos varían entre 6 y 9 m³/h. La distancia de envío varía mucho en cada marca y tipo, pero puede llegar a 275 m. horizontales y 92 m. verticales. Para grandes distancias conviene usar, en los tramos intermedios, tubería de acero, en lugar de mangueras, para reducir la fricción. También pueden conectarse en serie dos máquinas, para ganar distancia.



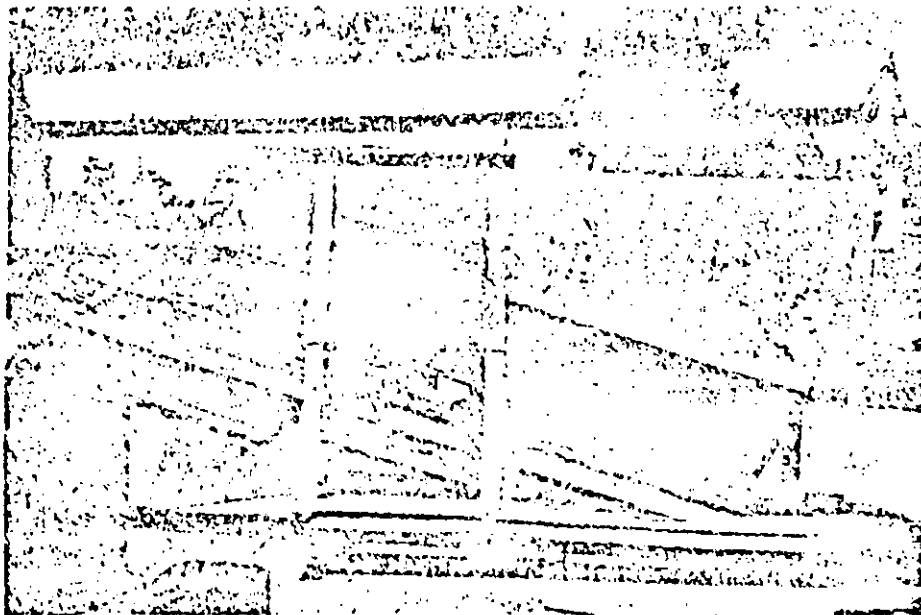
En la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se usaron los dos tipos de máquinas. Las de doble cámara fueron en emanas, de la marca BSM (Beton Spritz Maschinen) y las de revólver fueron suizas de marca Aliva y norteamericanas de la marca Reed. Estas últimas, con motor neumático, son de alta velocidad de rotación y alto rendimiento, pero resultaron ser muy delicadas de manejo, requirieron frecuentemente mantenimiento y altos consumos de aire y sus distancias de envío eficiente fueron más cortas que las de las otras máquinas. Las BSM y las Aliva tuvieron un desempeño muy satisfactorio. Las Aliva se usaron, unas unidades - la mayoría - con motores eléctricos y otras con motores neumáticos.

1-8. TRANSPORTACION Y CONDUCCION

La transportación de los ingredientes o de la mezcla seca hasta la máquina lanzadora, se hace por diferentes medios, los que resulten más eficientes en cada caso. En camiones silo o en carros sobre ruedas neumáticas o en plataformas sobre vía. Algunos sistemas llevan los silos y las máquinas lanzadoras en la misma unidad de transporte, otros tienen silos y máquinas montadas sobre los jumbos de barrenación, algunos más llevan, además, un brazo telescópico con una plataforma para el lanzador, el cual opera la boquilla directamente o a control remoto a través de un brazo robot semi-automatizado.

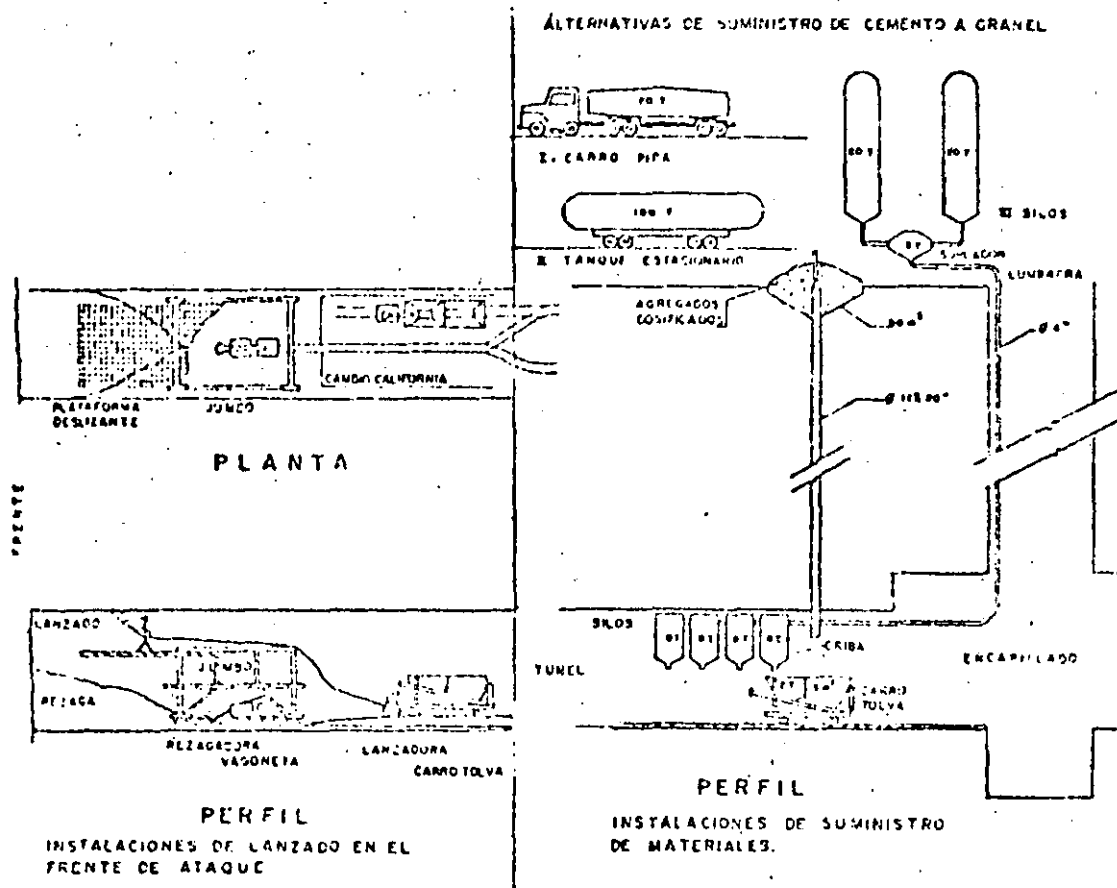
En la obra citada de la Ciudad de México, el sistema típico consistió en el almacenaje del cemento en silos, para cubrir el consumo de uno o dos días según el rendimiento de avance de la excavación (30 a 40 ton.). Se usaron silos de 8 ton. en el interior del túnel, ajustados a las dimensiones de los espacios libres del mismo y, en algunos casos, silos de 15 y 20 ton. en superficie. En una lumbrera se dejó estacionada una "salchicha" de 100 ton. El cemento a granel, que fue del tipo I Tolteca, y del tipo II Cruz Azul, se surtió en pipas de 20 ton. La descarga a los silos del túnel se hacía a través de tubería de 10 cm. (4") de diámetro, de acero, directamente de las pipas o desde los silos de superficie por intermedio de un silo pequeño de 5 ton., con un sistema de inyección neumática.

Los agregados venían ya dosificados de planta y se almacenaban en pilas cerca de la boca de la lumbrera, de donde se descargaban por tuberías verticales de acero de 30 cm. (12") de diámetro (en temporadas de lluvias se producían taponamientos con cierta frecuencia porque la humedad apelmazaba el agregado, por lo que se prefirió usar tubería de mayor diámetro, 51 cm. (20") directamente a los carros tolva o "trixers" que lo transportaban al frente.



La descarga se hacía palcando a mano, con bandas transportadoras o a través de tolvas y de válvulas tipo "pimentero" en la extremidad superior de las tuberías. Para eliminar los sobretamaños, había malla en las extremidades de las tuberías.

Los carros tolva o "trixers", como ya se dijo, fueron de diseño sueco (Stabilator AB) y se fabricaron en México. Constan de tolva de agregados (5m³), tolva de cemento (2 ton.), gusano alimentador que en su mitad inferior transporta el agregado y, en su mitad superior recibe, además, el cemento, para descargar, al final, directamente a la máquina lanzadora, vibrador eléctrico adosado a las tolvas y plataforma o "truck" y lanza para ser transportada en vía con una locomotora.



Las máquinas lanzadoras se colocaban en espuelas de vía, adelante del cambio California, y por lo general, a distancia del frente no mayor de 50 m. Las Aliva iban montadas por parejas en su "truck", mientras una lanzaba la otra se limpiaba. En los

frentes donde el terreno se autoportaba por poco tiempo, inmediatamente antes de detonar se procuraba tener un carro tolva lleno, cerca del frente, dispuesto a alimentar las lanzadoras para empezar la aplicación del concreto tan pronto se terminara de ventilar y amacizar, poco después de la voladura.

1-9 LANZADO



De primordial importancia es la constancia del aire, el agua y el flujo de materiales hacia la máquina lanzadora y a través de la boquilla de expulsión. No puede lograrse un buen concreto lanzado cuando el chorro varía en composición o tiene intermitencias.

El aire y el agua deben mantenerse a presiones constantes, unos 3.5 a 4 kg/cm² la del primero y 1 kg/cm² más la de la segunda. Debe haber trampas de agua en la línea de aire para mantener reducida su humedad. No deben aceptarse pulsaciones en la línea de agua, si las hay debe contarse con un suministro independiente con una bomba y un tanque de presión.

La presión del aire debe aumentarse 0.3 kg/cm² por cada 15 m. de manguera que se añada a los primeros 30 m.

El lanzador siempre debe estar ubicado en una posición desde la que pueda lanzar en dirección normal a la superficie de la roca y a una distancia de ella de 1 a 1.2m para garantizar una buena compactación y calidad del concreto, con un mínimo de rebote. Es para ello necesario contar con andamios portátiles o equivalentes. En la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se usaron andamios portátiles, tarangos y unas plataformas deslizantes, accionadas hidráulicamente e integradas al piso superior de los jumbos de barrenación.

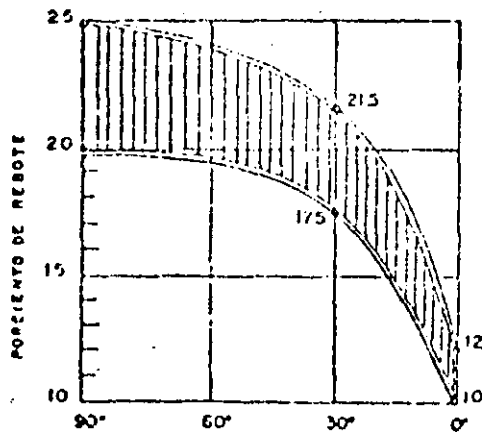
1-10 PREPARACION DE LA SUPERFICIE

La adhesión es probablemente el requisito más importante si el concreto lanzado ha de usarse como elemento estructural. La superficie donde se va a aplicar debe quedar limpia de polvo, de rebote o de otras materias extrañas, y debe quedar húmeda. No es recomendable usar el aire y el agua de la boquilla de lanzado para dicha limpieza, es preferible usar un soplador con un niple tobera de 13mm. (1/2") conectado a las líneas de aire y agua a presión. La presión puede regularse con las válvulas de las líneas.

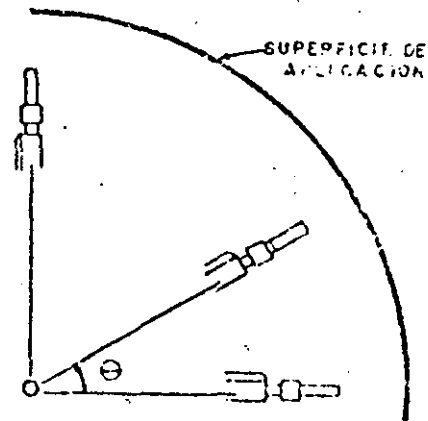
1-11 REBOTE

Las superficies húmedas o las infiltraciones de agua aumentan el rebote. Este es mayor además, cuando la calidad del lanzado es pobre.

INFLUENCIA QUE TIENEN EN LA CANTIDAD DE REBOTE EL ANGULO Y LA DISTANCIA DEL LANZADO.

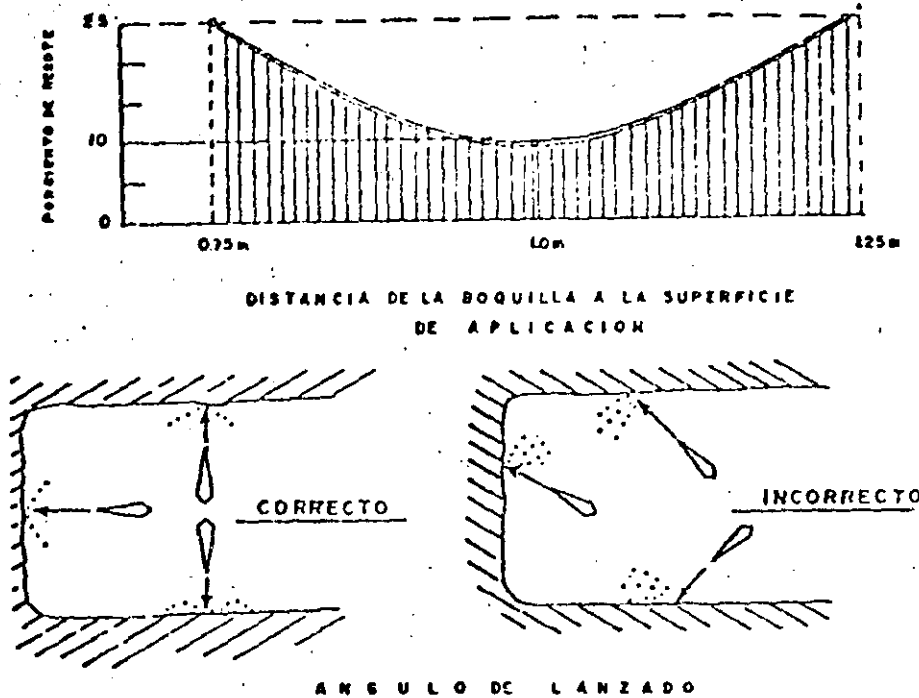


ANGULO θ DE LA BOQUILLA
CON LA HORIZONTAL EN GRADOS



EFFECTO DE LA DIRECCION DEL LANZADO EN EL PORCIENTO —
DE REBOTE NOTESE QUE LA BOQUILLA SE MANTIENE ORTOGONAL
A LA SUPERFICIE MIENTRAS QUE EL ANGULO CON LA HORIZONTAL VARIA.
(SEGUN DROGSLER)

El rebote aumenta, también, con la mala graduación del agregado, con la segregación en la alimentación, velocidades de descarga excesivas o insuficientes, presiones de agua insuficientes o pulsantes, descarga irregular de los ingredientes o el acelerante a la máquina y mala operación de ésta. Si no se presta atención a estos detalles, el rebote puede ser un 20% más alto que el que se indica.



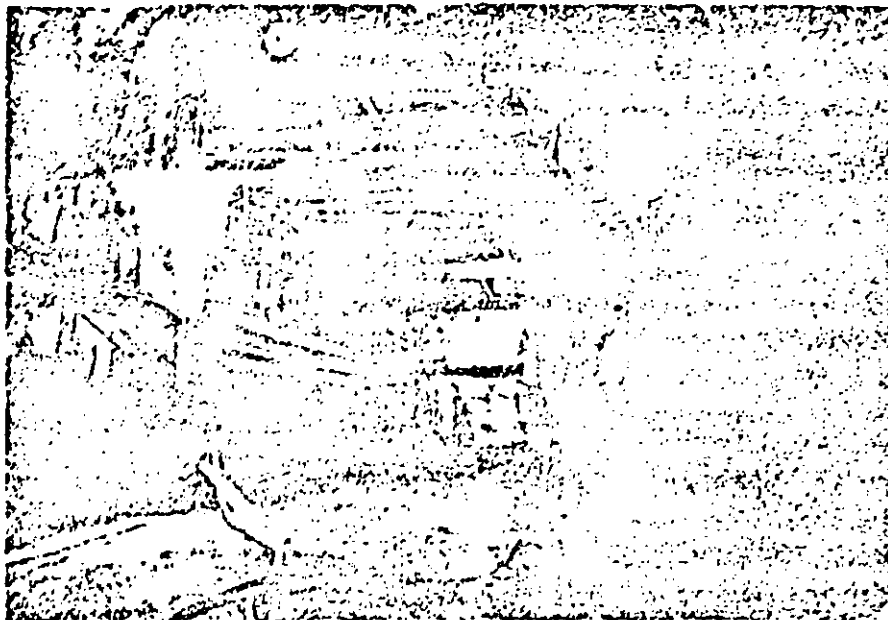
En el lanzado hacia abajo es difícil no atrapar el rebote, por lo que es preferible, en estos casos, (cubetas por ejemplo), colar el concreto en lugar de lanzarlo.

1-12 SUCESION DE LAS OPERACIONES

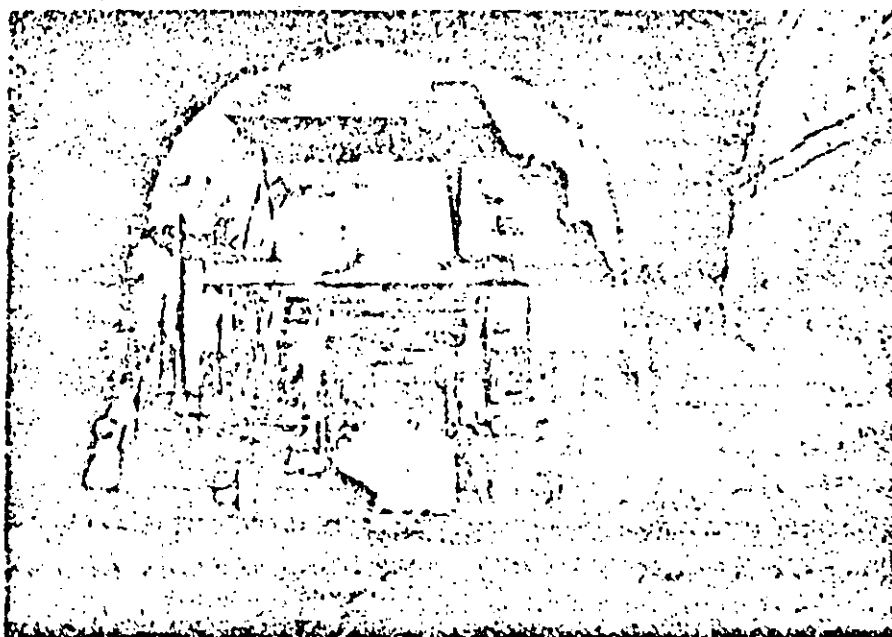
El concreto lanzado debe aplicarse lo antes posible después de la detonación para frenar el aflojamiento de la roca expuesta o afectada por la explosión. Debe aplicarse antes de que transcurran dos horas. Claro está que ello depende del tiempo que la roca es capaz de autosoportarse.

El arco o bóveda requiere la primera aplicación, a veces inclusive lanzado desde la pila de rezaga, aunque esta práctica debe evitarse siempre que sea posible porque la pila no constituye un buen apoyo y no se pueden mantener las distancias

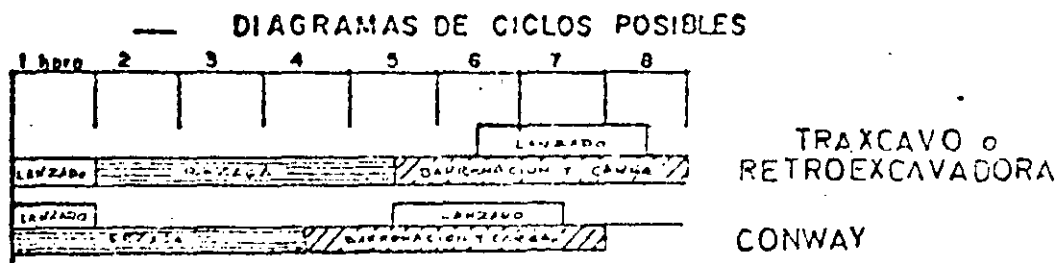
adecuadas. Lo mejor en túneles de más de 6m. de altura es lanzar desde una plataforma deslizante adaptada al jumbo de barrenación, en su piso superior, de manera que libre la parte alta de la pila de rezaga, para ello conviene que ésta sea ni excesivamente alta ni excesivamente extendida, así el jumbo puede arrimarse lo más posible a la frente recién tronada.



Hay jumbos especialmente diseñados para que se pueda estar rezagando mientras desde la plataforma superior se está lanzando; esto acorta notablemente los ciclos de trabajo al poder traslapar parcial o enteramente las actividades de ademe y de rezaga.



En varios frentes de la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se emplearon jumbos diseñados pra poder obtener dicho traslape; con las rezagadoras Conway (Goodman 100), el traslape de ademe y rezaga fue mayor que donde se emplearon traxcavos o palas.



La aplicación en el arco debe empezar pegada a la frente, que es donde más interesa impedir el aflojamiento. Este concreto lanzado debe ser capaz de soportar la detonación siguiente sin desprenderse, cuando apenas tenga unas dos horas de edad. El espesor final puede completarse después, desde el mismo jumbo, mientras se está barrenando para el siguiente ciclo, y antes de que trascurren 24 horas de la tronada. A menos de que tengan problemas de estabilidad particulares, las paredes pueden lanzarse de una sola vez, durante la barrenación siguiente, desde las plataformas laterales del jumbo y desde el piso. Una zona de atención especial es el arranque del arco, donde se presenta la junta del concreto de la bóveda con el de las tablas o paredes; el lanzado ahí debe ser de particular alta calidad para garantizar el apoyo del arco y la continuidad estructural. Esto es difícil de lograr en el procedimiento de ataque a media sección y banqueo, cuando no se cuenta con jumbo o con andanios portátiles, y se lanzan todas las tablas desde el piso.

1-13 CONTROL DE CALIDAD

Dado que el concreto lanzado es una operación pesada, requiere una vigilancia constante para evitar que el lanzador, al buscar comodidad, deje lugares mal lanzados o con poco espesor de concreto que pueden acarrear fatales consecuencias.

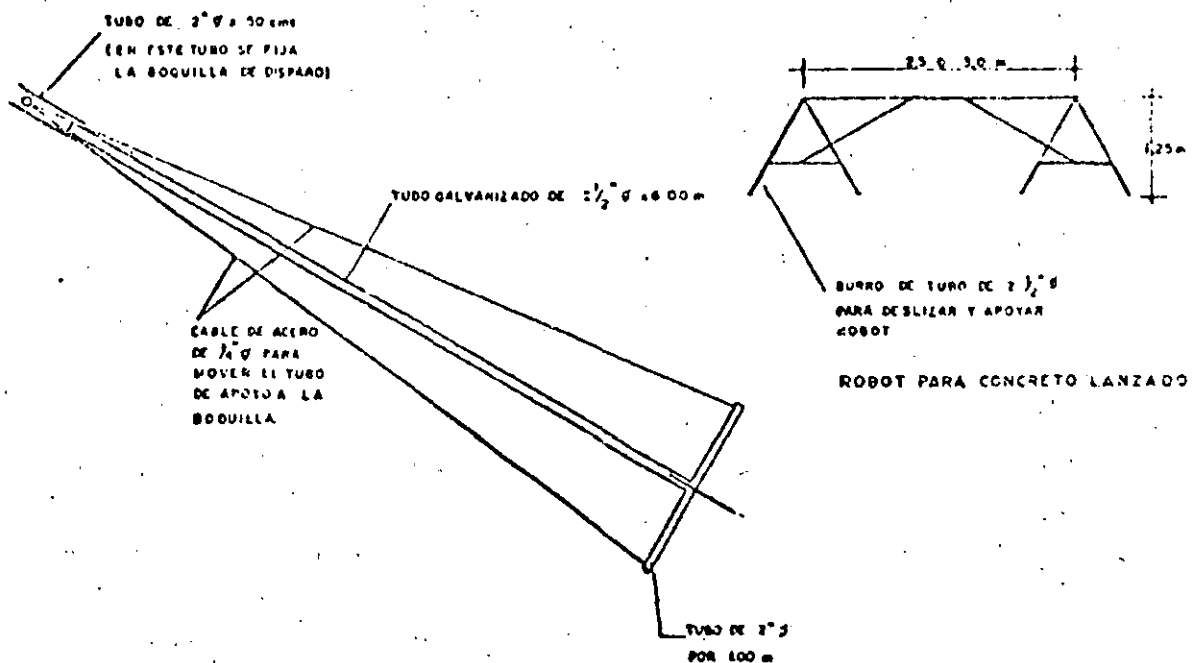
Se deben colocar maestrás a espaciamientos de 1.5 a 2 m. para controlar el espesor del concreto en forma aproximada. Para certificar el espesor deben perforarse unos tres barrenos de 64mm. (2 1/2") por ciclo, en puntos elegidos al azar y en zonas críticas.

A su vez, deben realizarse pruebas de resistencia y de control de agregados (calidad y granulometría), periódicamente.

La instrumentación con celdas de presión, extensómetros y puntos de referencia es, en ciertos casos, de primordial importancia para seguir paso a paso el comportamiento del sistema de concreto lanzado en roca.

1-14. LANZADO MECANIZADO

En ciertas aplicaciones se ha mecanizado el lanzamiento de concreto. Stabilator AB de Suecia, aprovechando la regularidad de la excavación con máquina tuneladora en el túnel carretero de Heitersberg, en Suiza, (11 m. de diámetro), diseñó y puso a funcionar una estación automatizada de lanzamiento con brazos robots dirigidos desde un tablero de control. De este mismo tipo es el diseño de los brazos robots que han tenido gran aceptación en Europa, sobre todo en Suecia, ya que permiten al lanzador estar operando la boquilla a distancia, fuera de la zona de peligro de desprendimientos, y alejado del polvo y el impacto directo del rebote. La casa EIMCO también fabrica otro tipo similar de "robots". En la obra ya mencionada de la Ciudad de México, se construyeron unos "robots" elementales, no tan elaborados como los originales, que resultaron muy útiles en el lanzamiento de zonas que granaban o estaban en proceso de desprendimiento.



1-15. SOPORTES COMPLEMENTARIOS

Cuando la masa de roca es competente, pero está formada por bloques relativamente grandes que pueden desprenderse en piezas individuales, es aconsejable utilizar anclas o pernos de tensión, para evitar el desprendimiento. Estos pueden usarse en combinación con el concreto lanzado, el cual sella las juntas entre bloques e impide o retrasa el aflojamiento.

En rocas poco competentes, donde cabe esperar movimientos importantes por relajación de esfuerzos al abrir la excavación, y donde las anclas de tensión no encuentran buen apoyo del expansor, es recomendable usar anclas de adherencia. Estas pueden ser del tipo PERFO, o simplemente varillas de refuerzo introducidas en barrenos inyectados con un mortero plástico, de consistencia de pasta de dientes, con un acelerador de fraguado y estabilizador de volumen.

Salvo las anclas que se aplican para sostener bloques individuales, el resto debe utilizarse en forma sistemática, en las condiciones dichas, con un patrón de distribución previamente elegido. Es común usar varillas de 16mm. (5/8") a 25mm. (1") de diámetro de longitudes variables entre 1.20 y 3.0m. y a separaciones de 1.50 a 2.50 m. En ocasiones se utilizan anclas de expansor huecas, para inyectar a través de ellas; el expansor en estos casos no es para levantar tensión, sino para mantener en posición el ancla, en tanto se inyecta, en aplicaciones sobre cabeza.

La malla de acero se acostumbra utilizarla como refuerzo del concreto lanzado, un poco pensando en que éste funciona como el concreto convencional que sin refuerzo de acero soporta poca tensión. En realidad, el concreto lanzado tiene una resistencia a la tensión que es del orden del 20% de la resistencia a la compresión y puede fluir y flexionarse como una membrana estructural para adaptarse a los movimientos de la roca. Por ello, en una gran cantidad de casos puede trabajar como soporte sin refuerzo alguno. En la técnica sueca generalmente se prescinde de la malla; en la técnica austriaca sólo se utiliza ocasionalmente, ya que se prefiere el trabajo combinado de anclas y concreto lanzado.

En lo posible debe evitarse el empleo de la malla porque presenta estos inconvenientes:

- Liga grandes tramos de concreto lanzado; si una porción tiende a fallar y desprenderse, por presiones o deficiencias locales, tiende a arrastrar todo el resto

provocando una falla general o de gran magnitud, que de otra forma hubiese sido reducida.

- La malla no se adapta a la geometría quebrada de la excavación y deja espacios donde se entrapa el rebote y no permite pasar el concreto lanzado posteriormente, por lo que el producto final queda de calidad muy irregular.

- La malla vibra al recibir el impacto del lanzado, y despega o desprende el concreto tierno recién colocado.

La malla se usa a veces para formar columnas o trabes de concreto lanzado en combinación con anclas, varillas de refuerzo o, en algunos casos, armaduras simples de celosía. Estos elementos se utilizan como refuerzo en grandes vanos o huecos dejados por la detonación en zonas de debilidad o para recibir cavidades formadas por caídos o desprendimientos.

Los marcos metálicos se usan también con frecuencia en combinación con el concreto lanzado; éste suele actuar en estos casos como revestimiento de protección contra intemperismo y como liga estructural, pero el resultado suele ser un ademe excesivamente rígido y muy sobrado.

2. APLICACION DEL CONCRETO LANZADO EN LAS EXCAVACIONES DEL SISTEMA DE DRENAJE PROFUNDO DE LA CIUDAD DE MEXICO.

2-1. ANTECEDENTES.

Antes de 1962 no se había utilizado concreto lanzado en obras de ingeniería civil en México; pero sí se había usado en algunos casos la "gunita". Por esas fechas se repararon los túneles de Tequisquiac, que tenían revestimiento de mampostería ya muy deteriorado; el revestimiento nuevo se formó con concreto lanzado con agregado grueso de tamaño máximo de 9.5 mm. (3/8"). El procedimiento fue el de mezcla seca y se emplearon máquinas BSM de doble cámara a presión.

En 1968 se empezó a aplicar concreto lanzado en los frentes de excavación 0-1 del Emisor y 0-13 de los Interceptores desde el entronque de los mismos con el Emisor. El primer frente mencionado contaba con un jumbo de barrenación con plataforma deslizante en el piso superior, diseñado para poder traslapar la actividad de lanzado con las actividades de rezaga y de barrenación. En 1969 se abrieron dos frentes más de concreto lanzado en los tramos 2-3 y 2-1 del Emisor. A partir de 1970 se extendió la aplicación de este sistema a varios otros frentes, hasta llegar a tener en 1971-1972, veinte frentes simultáneos de concreto lanzado (en el período de mayor actividad de excavación) y treinta y seis frentes en total donde se aplicó el sistema.

El volumen lanzado supera los 225,000m³ de mezcla seca pasada por la máquina, (que fue la unidad de medida utilizada para estimar la obra ejecutada). La mayor parte de este volumen se lanzó en los años 1971, 1972 y 1973, por lo que fue necesario contar con una organización del trabajo a la medida de las necesidades de producción.

Hasta la fecha ha sido la aplicación subterránea de concreto lanzado de mayor volumen y con mayor concentración de equipo en el mundo.

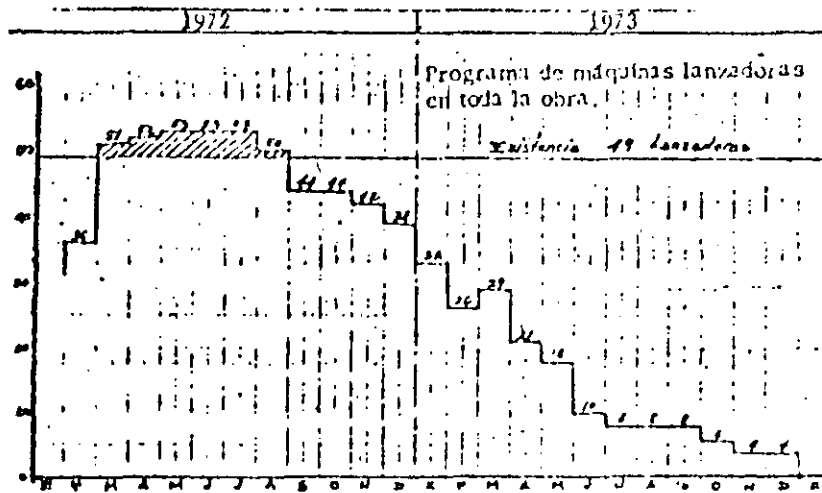
2-2 ORGANIZACION

Se contó para el control de calidad y para el diseño con la asesoría de la firma Mason, Stewart y Dolmage de Canadá, que fue la introductora de la técnica del concreto lanzado en norteamérica y la que asesoró las primeras aplicaciones en los frentes de la lumbrera 0 del Emisor.

En la capacitación del personal y en el aspecto operativo de la producción del concreto lanzado se contó con el auxilio de la firma sueca Stabilator AB que también había participado en las primeras aplicaciones antes dichas. Durante el período de mayor producción, Mason mantuvo a un ingeniero de planta en la obra, y Stabilator a un ingeniero y a seis sobrestantes. Con esta combinación de asesorías, se aplicaron, en donde más convino a la obra, principios de los métodos austriaco y sueco, con los ajustes locales.

La obra se organizó, para el empleo del concreto lanzado, en grupos de producción y en un grupo de diseño, control de calidad y coordinación. Los grupos de producción eran brigadas de lanzado adscritas a los frentes de excavación, formadas, para cada turno, por un cabo, dos lanzadores y sus ayudantes, un operador de lanzadora y su ayudante, dos tolveros en superficie y dos tolveros en el túnel. Se procuró tener dos carros tolva alimentadores y dos lanzadoras por frente de lanzado.

| | LANZADORAS | CARROS DE AGREGADOS |
|-------------|---|---------------------|
| L-11 Cie. | 1 BSM | 2 |
| L-00-13 C. | 1 REED | 1 |
| L-2 2-4 | 2 REED | 3 |
| L-4, 4-3 | 2 ALIVAS | 2 |
| 4-5 | 2 Alivas | 3 |
| L-5, 5-4 | 2 REED | 2 |
| 5-6 | 2 REED | 3 |
| L-6, 6-5 | 2 ALIVAS | 2 |
| 6-7 | 2 ALIVAS | 3 |
| L-10 10-9 | 2 BSM | 3 |
| 10-11 | 1 BSM | 2 |
| L-11, 11-10 | 2 REED | 2 |
| 11-12 | 2 REED | 3 |
| L-12, 12-11 | 2 ALIVAS | 3 |
| L-14, 14-15 | 2 BSM | 3 |
| L-15, 15-14 | 2 BSM | 2 |
| 15-17 | 1 BSM | 3 |
| L-17, 17-15 | 2 BSM | 2 |
| 17-18 | 1 BSM | 3 |
| L-18, 18-17 | 2 REED | 2 |
| 18-19 | 1 REED | 1 |
| L-19, 19-18 | 2 REED | 1 |
| 19-20 | 1 REED | 1 |
| L-10, 20-19 | 2 REED | 1 |
| 20-P | 1 REED | 1 |
| PORTAL | 1 REED | - |
| T.M.C. | 1 REED, 2 ALIVAS | - |
| TOTALES | 1 BSM, 22 REED, 12 ALIVAS 13 BSM. | 54 |
| | (existencia presente) | (existencia 45) |



1.- El plan propuesto de distribución de maquinaria se hizo con el criterio siguiente: una BSM por frente, más una extra por frentes de protección; dos REED por frente para asegurar una siempre operativa; dos ALIVAS por frente para dar la producción adecuada; cinco alivas por luminaria de producción (dos por frente y una extra), y una como mínimo en frentes de protección.

El grupo de control, llamado Gerencia de Concreto Lanzado, estaba formada por un Gerente, los asesores, un laboratorio de control de calidad, un auxiliar técnico, un auxiliar de maquinaria, tres inspectores de tramo y diez inspectores de frente. Este grupo formuló las especificaciones generales, los diseños del concreto lanzado en cada tramo, los instructivos de operación, catálogos de partes y máximos de refacciones de cada máquina, las normas de calidad y los controles; coordinó la

VI.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO REALIZADO.
(Complementaria con la hoja de Descripción Geológica).

a) Condiciones del terreno: Tipo de roca, localización y espacia-
ciamiento de fracturas, cantidad de agua, descripción del ---
perímetro tronado y del perfil del tramo avanzado. V.gr. roca

laxa, irregular o runosa, etc. La roca encontrada en la frente
y en paredes es del tipo arenosa, es roca fracturada, lo cual no
ofrece ninguna dificultad para poder trabajar con comodidad.
Se aplican pocas y escasas superficies, en el caso
de serlo, el perfil tronado es de forma irregular

b) Cantidad de subs excavación, (en el perímetro y en el perfil --
longitudinal), promedio 35 cm.

c) Condiciones del lanzado. Buenas

1.-Indicar desde donde se hizo el lanzado, la clava: De boquilla y
jumbo y las paredes? de jumbo y piso natural

2.-Presión del aire 4 $\frac{kg}{cm^2}$; distancia de boquilla 2 Mt.
ángulo del lanzado 90° y 75°, tiempo del trasgado 60 Seg.

3.- Observaciones de la calidad Buena

4.- Condiciones de maquinaria y equipo de lanzado y consumo de ---
refacciones y accesorios (incluir equipo en operación, en repare-
ción y en espera u ocioso) Trabajó en buenas condiciones

el equipo y maquinaria, a los no indicados a los opera-
dores de las labores de la zona de perforación se
trabajó en buenas condiciones con las máquinas con la intención
de las labores de perforación de la zona de perforación de la zona
de perforación preventiva

5.- Interrupciones y tiempos perdidos (lanzado) _____

VII.- DESCRIPCIÓN DEL CICLO.

a) Actividades y tiempos (anotar los traslapes) _____

- 1.- BARRERACIÓN: De 1300-1403 hs. De 2005-2140 hs
- 2.- CARGA: 1435-1459 hs. 2145-2230 hs. 3.- TRINIO: 1520 hs
2255 hs. 4.- 2005-1520-1650 hs.
- 5.- LANZADO: 1700-1950

b) Equipo y personal del concreto lanzado en túnel y superficie--
(Número de gontes y puostos. Dar una relación detallada la prime-

ra vez y cada vez que haya cambios). EQUIPO EN TUNEL: 3 OLIVAS
2 en el frente y en confluencia de interceptores, 2 Tolvas
312-7001 y 312-7002. SECACIONAL 1 caja de 100 y 1 lanz. 2
Hydr. de 1000. 1 op. de oliva 2 Aytes. de op. de oliva

c) Descripción del sistema de adere y del procedimiento de instala-

ción. Se continúa colocando nudos longitudinales
a base de barrenos de 1 1/2" recibiendo el marco de acero
con esta ocasión una se colocaron marcos de concreto en pa-
rales cada 2.00 mts.

d). Trabajo de lanzado en otras localizaciones aparte de los fren-
tos: (Indicar cadenamiento, características del trabajo y tolvas
lanzadas).

VIII.- INVENTARIO DE MATERIALES, REFACCIONES Y ACCESORIOS PARA EL ---
CONCRETO LANZADO DESCRIPCIONES Y CANTIDADES. (movimientos de
almacén y de bodegas o depósitos de materiales)

No hubo movimientos de almacén

IX.- OBSERVACIONES :

de 5 a 17h } Durante el turno del día no se lanzó se estuvo
barrinando para salidas de agua y terminando de
recibir el marco. Se barrenó la media sección de
arriba de 12 a 15 y trajo 15.15 hasta las 16.45
no se lanzó el concreto.

REVISOR:

[Signature]

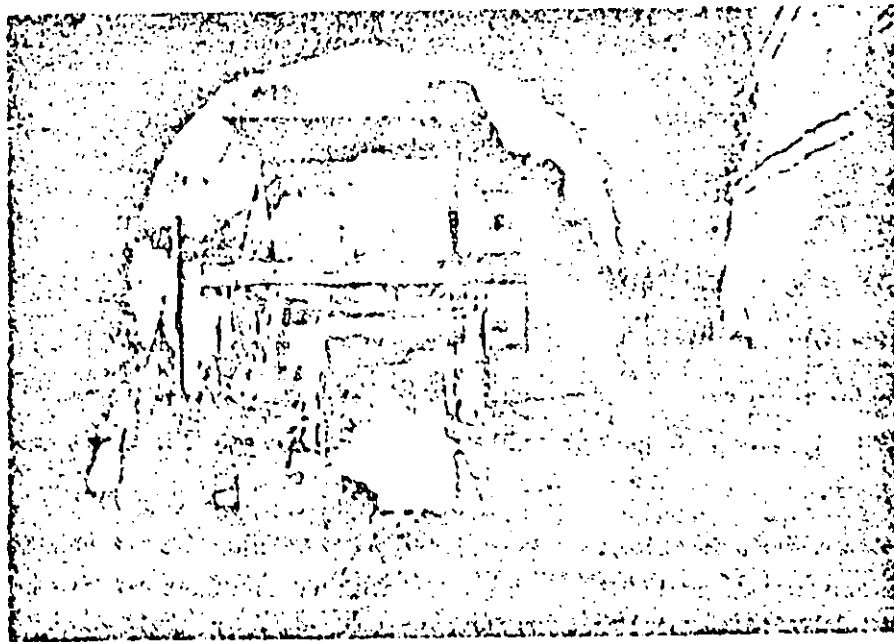
SUPERVISOR:

[Signature]
Ing. Alfonso Rojas Alar.

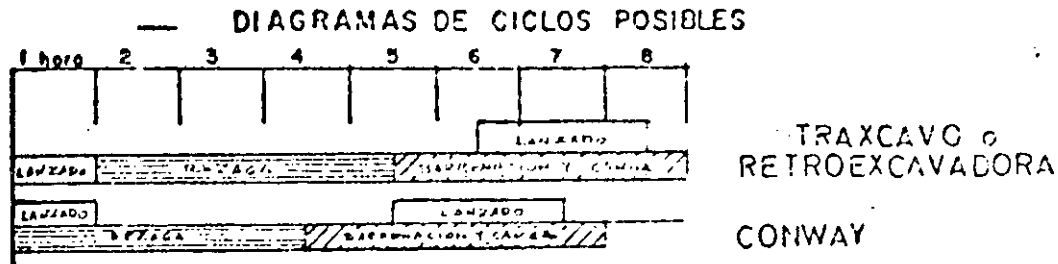
adecuadas. Lo mejor en túneles de más de 6m. de altura es lanzar desde una plataforma deslizante adaptada al jumbo de barrenación, en su piso superior, de manera que libere la parte alta de la pila de rezaga, para ello conviene que ésta sea ni excesivamente alta ni excesivamente extendida, así el jumbo puede arrimarse lo más posible a la frente recién tronada.



Hay jumbos especialmente diseñados para que se pueda estar rezagando mientras desde la plataforma superior se está lanzando; esto acorta notablemente los ciclos de trabajo al poder traslapar parcial o enteramente las actividades de ademe y de rezaga.



En varios frentes de la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se emplearon jumbos diseñados para poder obtener dicho traslape; con las rezagadoras Conway (Goodman 100), el traslape de ademe y rezaga fue mayor que donde se emplearon traxcavos o palas.



La aplicación en el arco debe empezar pegada a la frente, que es donde más interesa impedir el aflojamiento. Este concreto lanzado debe ser capaz de soportar la detonación siguiente sin desprenderse, cuando apenas tenga unas dos horas de edad. El espesor final puede completarse después, desde el mismo jumbo, mientras se está barrenando para el siguiente ciclo, y antes de que trascurren 24 horas de la tronada. A menos de que tengan problemas de estabilidad particulares, las paredes pueden lanzarse de una sola vez, durante la barrenación siguiente, desde las plataformas laterales del jumbo y desde el piso. Una zona de atención especial es el arranque del arco, donde se presenta la junta del concreto de la bóveda con el de las tablas o paredes; el lanzado ahí debe ser de particular alta calidad para garantizar el apoyo del arco y la continuidad estructural. Esto es difícil de lograr en el procedimiento de ataque a media sección y banqueo, cuando no se cuenta con jumbo o con andamios portátiles, y se lanzan todas las tablas desde el piso.

1-13 CONTROL DE CALIDAD

Dado que el concreto lanzado es una operación pesada, requiere una vigilancia constante para evitar que el lanzador, al buscar comodidad, deje lugares mal lanzados o con poco espesor de concreto que pueden acarrear fatales consecuencias.

Se deben colocar maestras a espaciamientos de 1.5 a 2 m. para controlar el espesor del concreto en forma aproximada. Para certificar el espesor deben perforarse unos tres barrenos de 64mm. (2 1/2") por ciclo, en puntos elegidos al azar y en zonas críticas.

A su vez, deben realizarse pruebas de resistencia y de control de agregados (calidad y granulometría), periódicamente.

colocadas en barrenos de 2 ó 3 m. de profundidad rellenos de un mortero espeso, inyectado con bomba; la separación varió entre 1.50 y 2.50 m. En algunos tramos se usaron anclas de expansor huecas, ya comentadas antes; el expansor servía no para dar tensión sino para detener el ancla en posiciones difíciles. La efectividad de las anclas fue demostrada tanto por la estabilidad del túnel como por los resultados de numerosas pruebas de extracción.

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE COMPRESION SIMPLE A QUE SE SOMETIERON LAS MUESTRAS DE LECHADA DE INYECCION DE LAS ANCLAS DE FRICCION TIPO GS-F INSTALADAS ENTRE LAS LUMBRERAS 15 Y 17 DEL EMISOR CENTRAL.

| Localización de la lechada muestreada | Fecha de muestreo | Resistencia a la compresión simple en Kg/cm ² a la edad de: | | | Observaciones |
|---------------------------------------|-------------------|--|--------|--------|---------------|
| | | 1 día | 3 días | 7 días | |
| L15 + 700 | 3-V-73 | - | - | 97 | |
| L15 + 700 | 3-V-73 | 20 | 60 | 142 | |
| L15 + 700 | 25-IV-73 | - | - | 223 | |
| L15 + 565 | 25-IV-73 | - | - | 145 | |
| L15 + 565 | 25-IV-73 | 30 | 75 | 232 | |
| L17 - 2340 | 16-V-73 | 57 | 127 | 70 | Nota 1 |

Nota 1.- Aparentemente la lechada no se mezcló uniformemente.

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE COMPRESION SIMPLE A QUE SE SOMETIERON LAS MUESTRAS DE LECHADA DE INYECCION EN LAS ANCLAS DE FRICCION TIPO GS-F

LAPSO DE PRUEBAS DEL 3 DE OCTUBRE AL 7 DE NOVIEMBRE DE 1972

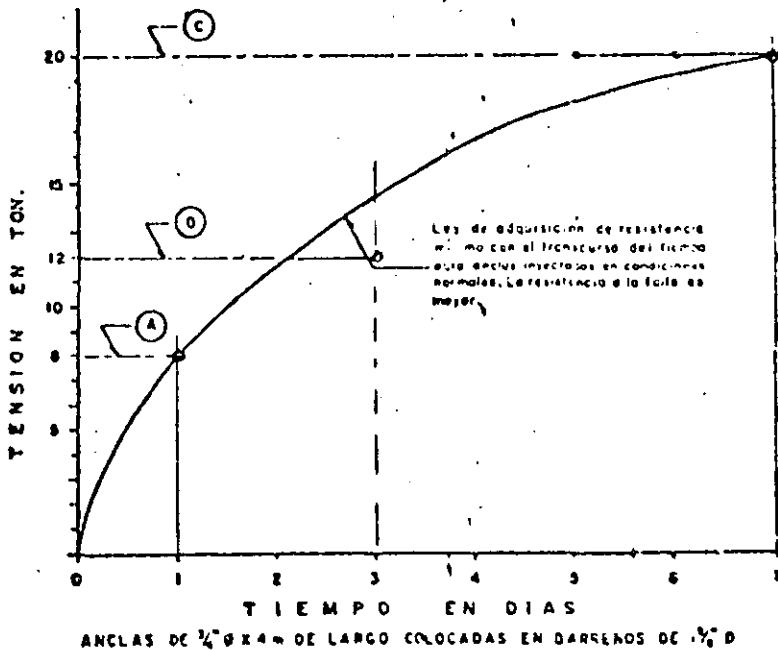
| Lumbrera | Localización de la lechada muestreada | | Fecha de muestreo | Resistencia a la compresión simple en Kg/cm ² a la edad de: | | |
|----------|---------------------------------------|--------------|-------------------|--|--------|--------|
| | Frente | Codenomiento | | 1 día | 3 días | 7 días |
| 5 | 56 | 04725 | 3-X-72 | 31 | 60 | 216 |
| 6 | 65 | 04180 (muro) | 3-X-72 | 48 | 163 | 226 |
| 5 | 54 | 04500 | 10-X-72 | 58 | 129 | 207 |
| 5 | 56 | 04750 | 10-X-72 | 42 | 102 | 183 |
| 5 | 54 | 04595 | 24-X-72 | 23 | 67 | 115 |
| 6 | 65 | 04240 | 24-X-72 | 20 | 53 | 113 |
| 5 | 54 | 04630 | 31-X-72 | 106* | 106* | 88* |
| 5 | 56 | 04810 | 31-X-72 | 60 | 106* | 117* |
| 5 | 54 | 04660 | 7-XI-72 | 118 | 130 | 178 |

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE EXTRACCION EFECTUADAS EN LAS ANCLAS DE FRICCION TIPO G3.F COLOCADAS ENTRE LAS LONBERAS 15 y 17 DEL EMISOR CENTRAL. TODAS LAS ANCLAS REFORZADAS SON DE 3/4"φ x 4.0m DE LARGO COLOCADAS EN BARREROS DE 1.5/8"φ .

| Localización del ancla probada | Fecha de prueba | Tiempo de inyección (días) | Tensión Máxima aplicada al ancla (ton) | Observaciones |
|--------------------------------|-----------------|----------------------------|--|---------------|
| Caido L15 + 700 | 17-IV-73 | 5 | 17 | Nota 1 |
| Muro Este | " | 5 | 20 | Nota 2 |
| Caido L15 + 700 | 24-IV-73 | 7 | 20 | Nota 2 |
| Muro Este | " | 7 | 20 | Nota 2 |
| L15 + 573 | 9-V-73 | 6 | 20 | Nota 2 |
| Muro Este | " | 6 | 20 | Nota 2 |
| " | " | 6 | 20 | Nota 2 |
| L15 + 573 | 16-V-73 | 7 | 12 | Nota 2 |
| Muro Este | " | 7 | 20 | Nota 2 |
| L17 -1367 | 18-V-73 | 1 | 8 | Nota 2 |
| Muro Este | " | 1 | 8 | Nota 2 |
| L17 -1524 | 6-VI-73 | 5 | 20 | Nota 2 |
| Muro Oeste | " | 5 | 20 | Nota 2 |
| L17 -1526 | 6-VI-73 | 5 | 20 | Nota 2 |
| Muro Este | " | " | " | " |
| L17 - 436 | 15-VI-73 | 1 | 8 | Nota 2 |
| Muro Este | " | 1 | 8 | Nota 2 |
| " | " | 1 | 8 | Nota 2 |

Nota 1.- La prueba se suspendió, ya que aparentemente el ancla estaba fallando y dado que se había superado la tensión mínima requerida, no tenía que jeto fallarla.

Nota 2.- La prueba se suspendió sin que el ancla fallara.



RESULTADOS OBTENIDOS EN PRUEBAS DE EXTRACCION DE ANCLAS

| Localización de las anclas probadas | Tiempo de Inyectadas (días) | Longitud del ancla (m) | Tensión máxima aplicada al ancla (ton) | Observaciones |
|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------|--|---------------------------------|
| L5 Fte. 54 04520 (Oct. 17, 72) | 7 | 1.0 | 11.5 | Falló en la cuerda de sujeción. |
| L6 Fte. 65 04280 (Nov. 14, 72) | 7 | 1.0 | 16.0 | Falló en la cuerda de sujeción. |

RESULTADOS OBTENIDOS EN PRUEBAS DE EXTRACCION DE ANCLAS

| Localización de las anclas probadas | Tiempo de Inyectadas (días) | Longitud del ancla (m) | Tensión máxima aplicada al ancla (ton) | Observaciones |
|---|-----------------------------|------------------------|--|---|
| L6 Fte. 67 Cad. 04510 Muro oriente | 47 | 2.7 | 5 | Zona en que el material es muy arenoso y está fracturado. |
| L5 Fte. 56 Cad. 04390 | 47 | 2.7 | 20 | Nota 1 |
| 04532 Muro oriente | 47 | 2.7 | 4 | Aparentemente estaba mal inyectada. |
| Cad. 04580 Muro poniente | 47 | 2.7 | 15 | Falló entre la lechada y la varilla. |
| L5 Fte. 54 Cad. 04620 | 47 | 2.7 | 0 | No estaba inyectada. |
| 04700 Muro poniente | 47 | 2.7 | 20 | Nota 1 |
| Cad. 04500 Muro oriente | 47 | 2.7 | 20 | Nota 1 |
| L6 Fte. 65 Cad. 04135 Muro oriente | 47 | 2.7 | 20 | Nota 1 |
| Cad. 04150 Muro poniente | 47 | 2.7 | 20 | Nota 1 |
| L5 Fte. 56 Cad. 04920 Muro poniente | 47 | 2.7 | 13 | Presentan inyección deficiente. |
| Cad. 04910 Muro oriente | 47 | 2.7 | 8 | |

Nota (1) Prueba suspendida a los 20 Ton. capacidad máxima del equipo de prueba.

**RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE COMPRESIÓN SIMPLE A QUE SE
SOMETIERON LAS MUESTRAS DE LECHADA DE INYECCIÓN DE LAS ANCLAS DE FRICCIÓN TIPO GS-F
LAPSO DE PRUEBAS DEL 13 DE NOV. DE 1972 AL 12 DE ENERO DE 1973**

| Localización de la lechada muestreada | | | Fecha de muestreo | Resistencia a la compresión simple en Kg/cm ² a la edad de: | | |
|---------------------------------------|--------|--------------|-------------------|---|--------|--------|
| Lumbrera | Fronte | Codenamiento | | 1 día | 3 días | 7 días |
| 5 | 54 | 04674 | 13-XI-72 | 17 | 81 | 122 |
| 5 | 54 | 04674 | 13-XI-72 | 12 | 53 | 106 |
| 5 | 54 | 04840 | 4-I-73 | 20 | 121 | 149 |
| 5 | 56 | 04980 | 4-I-73 | 20 | 82 | 128 |
| 6 | 65 | 04461 | 5-I-73 | 93* | 108* | 124 |

Entré las lumbreras 9A y 11 (serie Tepetzotlán), el concreto lanzado se usó junto con marcos metálicos y tornapuntas (viguetas H de 15 cm. (6") a separaciones de 1 a 1.5 m.), para resistir empujes del terreno. Estos empujes fueron causados por expansión de minerales montmoriloníticos presentes en el material excavado, que era un producto de descomposición y devitrificación de tobas riolíticas e ignimbritas. El concreto se colocaba primero, después los marcos y tornapuntas, que se castigaban con madera y, en algunos tramos se volvía a lanzar para ligar los marcos formando bóvedas de concreto entre ellos. Aunque la opinión de los asesores fue la de usar solamente concreto lanzado y anclas en este tramo, se prefirió el sistema dicho por las dificultades prácticas encontradas. Cuando se usaron los marcos metálicos sin concreto lanzado o cuando éste era de un espesor delgado, se presentaron desplazamientos de los marcos y fracturamiento del concreto. Hubo tramos que se tuvieron que reademar dos y tres veces.

En las series Huchuetoca y Sincoque, entre las lumbreras 14 y 18, la roca fue, en general, de buena calidad (andesitas y basaltos), salvo pequeños tramos problema en que aparecía una arcilla muy compacta menos competente que la roca, por lo que fue posible emplear la técnica seca de colocar un pequeño espesor de concreto lanzado en toda la superficie y rellenar las esquinas y fracturas con espesores de 10 a 30 cm. (4" a 12"), para evitar el aflojamiento y deslizamiento de bloques. El método dió buenos resultados, en general, aunque el constructor cambiaba al ademe convencional de marcos metálicos y madera cuando encontraba agua o mal terreno con el objeto de mejorar el factor de seguridad.

En el tramo del túnel entre la lumbrera 18 y el Portal (margas calcáreas) se lanzó concreto sobre el ademe convencional de marcos metálicos con tornapuntas. Los frentes se avanzaron a media sección y banqueo, y el concreto se aplicó sólo para proteger al terreno del intemperismo; los asesores habían recomendado el uso de concreto lanzado y anclas en este tramo. En un gran caído que se produjo al estar rehabilitando el túnel, en un tramo donde no se habían puesto tornapuntas, se pudo emplear el sistema propuesto por los asesores para recuperar el tramo con muy buenos resultados, como se describe más adelante.

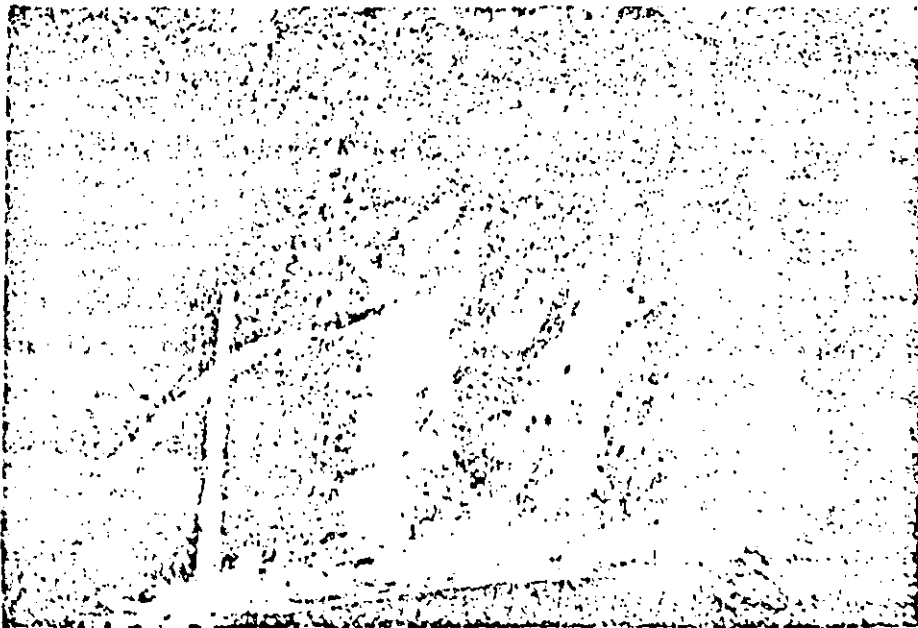
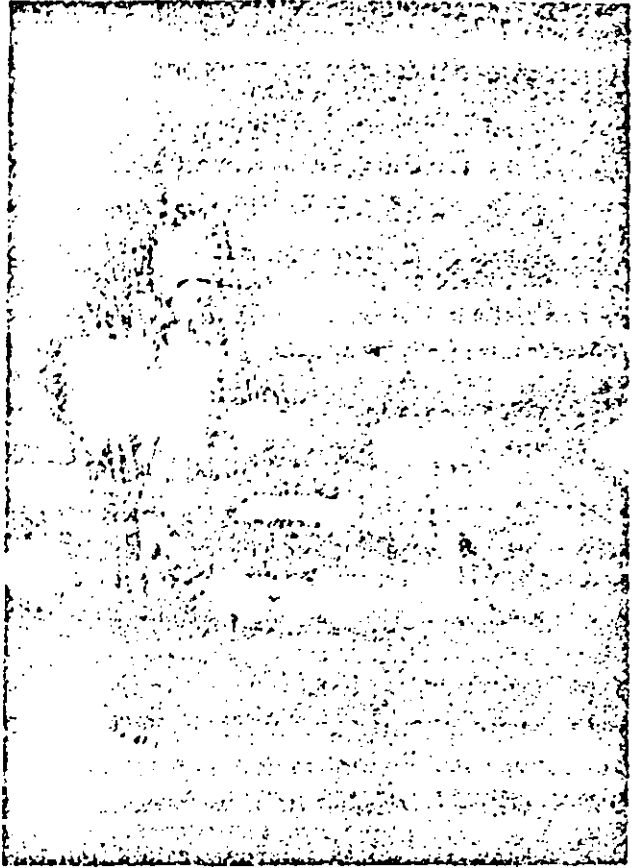
2.4. COMPONENTES Y TECNICAS

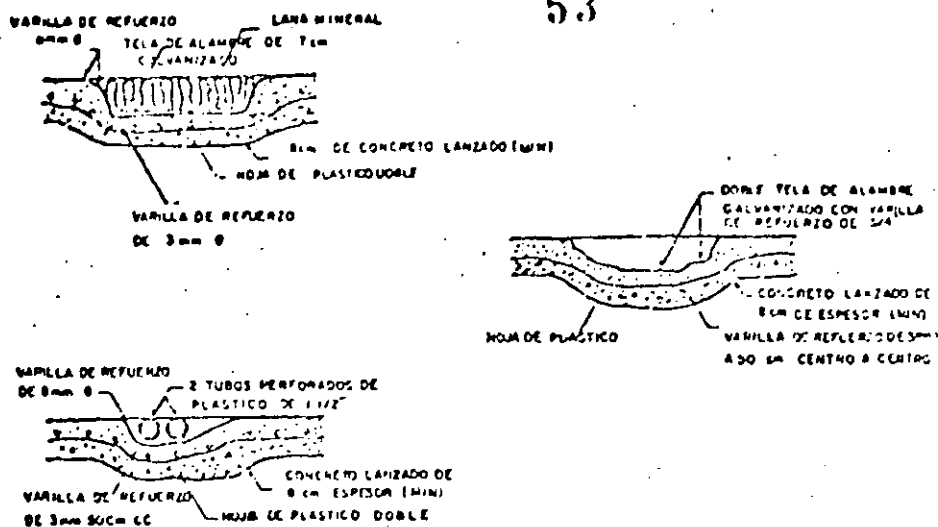
Aunque algo se ha mencionado al respecto en el inciso de Generalidades, conviene insistir sobre ciertos aspectos relevantes.

La cantidad de cemento por m^3 de mezcla seca fue de unos $450 \text{ kg}/m^3$, que es alta pero plenamente justificada dada la baja densidad de los agregados y su calidad media (en la zona es imposible conseguir agregados de alta calidad). Los aditivos acelerantes fueron de muy alta calidad. Dieron tiempos muy cortos de fraguado inicial (inferiores al minuto) necesarios en las aplicaciones en terrenos con filtraciones o con material desgranable o deleznable de corto tiempo de autosoporte. La pérdida de resistencia por el empleo de acelerantes fue aceptable (no mayor de 20%).

Bajo condiciones difíciles se usaba primero un concreto muy acelerado, aunque no fuese de alta calidad, para proveer de un soporte inmediato, sellando las juntas y fisuras de las rocas y asegurando los bloques menos estables y candilando y drenando el agua. Después se completaba el espesor de concreto lanzado en capas de 5 a 15 cm. (2" a 6") con menos acelerante. Se lograba así el efecto de prolongar el tiempo puente o de autosoporte de la roca.

Las filtraciones de agua se controlaban con la instalación de tubos de drenaje que eran simples niples y tubos de PVC, algunos precedidos por pequeños barrenos colectores. Se controló más fácilmente el aguaproveniente de grietas o fracturas que el agua que trasminaba de formaciones porosas. En este último caso se recurrió a todo tipo de artimañas con tubos de drenaje, láminas, mallas y grandes cantidades de acelerante.





DISTINTOS METODOS DE DRENAJE PARA LANZADO DE CONCRETO EN
TERRENO HUMEDO

2-5. EJEMPLOS SOBRESALIENTES

LUMBRERA - 0

En la transición de Interceptores al Emisor en la lumbrera 0, se excavó en la zona intermedia entre la serie Guadalupe y la llamada zona de Transición del subsuelo de la Ciudad de México en formaciones más parecidas a las de esta zona que las de aquélla, ya que eran tobas muy blandas (de 2 a 5 kg/cm² de resistencia en compresión simple), y limos arenosos y arcillosos compactos con intercalaciones de arena limpia acuifera (20 a 30 lt/seg.), de hasta 60 cm. de espesor que es arrastrada por el flujo de agua. La excavación llega a alcanzar un ancho de 17 m. y una altura de 10 m. en el entronque. La excavación se hizo con paletas neumáticas en sección superior y banqueo (15 m. de largo). El ademe fue de 20 cm. (8") de concreto lanzado cubriendo toda la sección y anclas de adherencia de 2.5 m. de longitud separadas 3 x 3 m. en el arco y en las paredes. Esta sección se mantuvo sin refuerzo adicional hasta que se revistió cuatro años después. Adentrándose en los Interceptores se siguió excavando con este procedimiento en limos, cuya calidad empeoraba a medida que se penetraba en la zona de Transición del subsuelo antes mencionada. Por falta de control de las filtraciones, el piso fue siempre un problema porque a causa de la sobre-saturación era poco estable. El concreto lanzado del arco y las paredes no tenía una buena base de apoyo y hubo desprendimientos en las paredes y

algunos caídos. Sin embargo, estos tramos permanecieron también por algo más de tres años sin otro refuerzo que el concreto lanzado y anclas de adherencia, hasta que fueron revestidos. Las excavaciones con este procedimiento se suspendieron en estos tramos al presentarse caídos importantes en el frente en zonas de arenas acuíferas con arrastre por filtraciones no controladas. De haberse controlado el drenaje por bombeo, como se hizo en el ataque posterior con escudo, seguramente se podría haber avanzado más con concreto lanzado y refuerzo adicional de anclas como ademe.

En la excavación del tramo 0-2, en la serie Guadalupe, hubo algunos caídos en zonas de fallas y brechas, que fueron recibidos con concreto lanzado, anclas y marcos y trabes de concreto lanzado para poder recuperar el túnel en una o dos semanas en lugar de uno, dos o más meses que se habría tardado de no haber contado con este sistema.

En el frente 4-5 del Emisor Central, se excavó en andesitas muy fracturadas relativamente sanas y estables pero con algunas zonas de falla. A través de las fracturas y en fallas se infiltraba una gran cantidad de agua (hasta 4 lt/seg/m) que dificultaba considerablemente el avance y que amenazaba con inundar el túnel al rebasar la capacidad de bombeo instalada. Se decidió entonces efectuar un tratamiento de impermeabilización tal, que el gasto de filtración se mantuviera siempre en un 30% abajo de la capacidad de bombeo instalada. El tratamiento se efectuó desde un túnel piloto sin ademar, localizado al centro de la sección y adelantado 15 a 20 m. del frente de sección completa, y consistió en barrenos de exploración y de inyección distribuidos en aureolas al frente y radiales. Después de la inyección a alta presión, las infiltraciones se reducían lo suficiente para permitir el ataque a sección completa sin aumentar la capacidad de bombeo. El ataque a sección completa se llevaba con concreto lanzado como único ademe y con tubos de drenaje para localizar y canalizar los flujos de agua. El tratamiento se completaba en la excavación a sección plena con inyecciones de "piel" en las áreas donde todavía había flujos concentrados. El empleo del concreto lanzado como único soporte facilitó notablemente la inyección de "piel", ya que proporcionaba una cubierta continua de la roca y canalizaba el agua hacia los tubos de drenaje previamente instalados.



2-6. EFECTIVIDAD DEL CONCRETO LANZADO EN EL CONTROL DE CAIDOS.

En varias ocasiones el concreto lanzado se empleó no sólo para soportar una cavidad de derrumbe, una vez estabilizada naturalmente, sino para frenar de hecho el proceso del "caído". Esta cualidad fue tan ampliamente reconocida que aun frentes que no llevaban concreto lanzado como ademe principal estaban provistos de instalaciones y equipo de concreto lanzado para hacer frente a cualquier amenaza de caído.

El proceso de estabilización era el siguiente:

Se elegía una área segura detrás del caído que se reforzaba con un marco de concreto lanzado y malla. Desde esta zona protegida se introducía la boquilla al interior de la cavidad mediante un "robot" formado por un tubo de unos 7 m. de largo con un maneral en el extremo del lanzador que accionaba unos cables sujetos en el otro extremo a un soporte de pivote donde estaba sujeta la boquilla; el robot se apoyaba en una barra transversal con pasadores. El lanzado se empezaba en las áreas que más granaban, concentrándolo en las grietas y en las esquinas. Se iba formando el ademe de concreto de la boca de la cavidad hacia arriba, confinando poco a poco la zona que se caía hasta que cesaba de caer; entonces se terminaba de

lanzar y de reforzar, generalmente con marcos de concreto lanzado y anclas. De esta manera fue posible recobrar frentes caídos en una o dos semanas que de otra forma habrían causado mayor demora.

El caído que se produjo al rehabilitar el túnel entre las lumbreras 20 y 21, en margas calcáreas, abarcó una longitud de 20 m., ancho de 10 m. y una altura de 14 m. Inmediatamente después de terminar de caer, se lanzó concreto en espesores de 15 y 20 cm. (6" y 8") seguido por refuerzo adicional de marcos de concreto lanzado, formando arcos y trabes, y de anclas de adherencia de 4 y 7 m. de longitud. El material desprendido se retiró cuidadosamente y se fue completando el concreto lanzado hasta la cubeta. No se requirió rellenar el hueco o adicionarle más soporte antes de dejarlo definitivamente revestido, varios meses después.

3.- CONCLUSION

El concreto lanzado demostró ser una herramienta primordial y utilísima en la excavación del Sistema de Drenaje Profundo de la Ciudad de México. Probablemente por primera vez en América, su aplicación abarcó una gran diversidad de condiciones difíciles de tuncleo, y aun en circunstancias de caídos, en terrenos blandos, en rocas muy fracturadas, en formaciones expansivas y plásticas y en presencia de grandes filtraciones de agua.

Ello se logró gracias a una muy efectiva combinación de cemento y acelerante para alcanzar tiempos de fraguado extremadamente cortos, y a una oportuna y eficaz coordinación de la producción y del control de calidad

REFERENCIAS

- Spray Concrete (Shotcrete)
Section 12 Rock Mechanics
Por E.E. Mason y R.E. Mason a publicarse por Van Nostrand, Reinhold & Company.
- Support Shotcrete in the Mexico City Drainage Tunnels, por R.E. Mason, artículo no publicado.
- Use of Shotcrete for Underground Structural Support. Publication SP-45, ASCE 1973.
- Capítulo 8, "Shotcrete" de la publicación "Desing of Tunnel Liners and Support Systems". Final Report 1969. Clearinghouse por D.U. Deere y al.
- Shotcrete Manual. Recopilación de varias publicaciones, hecha por A.A. Mathews.
- Especificaciones, instructivos y controles elaborados bajo el título de "Concreto Lanzado", Túnel, S.A. de C.V.



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

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION", ORGANIZADO EN COLABORACION
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA, DEL 15 AL 19 DE OCTUBRE
DE 1984.

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR
UNA INSTALACION ELECTRICA

Veracruz, Ver.

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR UNA INSTALACION ELECTRICA.

UNA INSTALACION ELECTRICA PUEDE SER TAN COMPLICADA COMO LA ANTERIOR, O TAN SIMPLE QUE CONSISTA EN UNA SOLA CARGA, PERO ES IMPORTANTE QUE SIEMPRE SEA "ADECUADA". LOS FACTORES QUE HAY QUE CONSIDERAR PARA QUE UNA INSTALACION ELECTRICA SEA ADECUADA SON:

CONVENIENCIA

CAPACIDAD

REGULACION

ACCESIBILIDAD

FLEXIBILIDAD

SEGURIDAD

CONVENIENCIA.

SUS CARACTERISTICAS DEBEN DE SER CONGRUENTES CON EL SISTEMA DE SUMINISTRO DE LA CIA. ABASTECEDORA, Y SUS NORMAS O CON EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO. EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PUEDE SER URBANO O PROPIO, CON LA CONSIDERACION DE QUE SALVO CASOS ESPECIALES, EL SISTEMA PROPIO SOLO ES POSIBLE PARA CASOS DE EMERGENCIA.

ADEMAS, SUS CARACTERISTICAS DEBEN SER CONGRUENTES CON EL EQUIPO STANDARD EN EL MERCADO Y DEBE DE TENDER A LA MAXIMA STANDARIZACION.

CAPACIDAD.

DEBEN SER CAPACES TODAS SUS PARTES DE CONducIR LAS CORRIENTES DE REGIMEN ESTABLECIDOS POR EL USO Y DEBEN DE PREVERSE RESERVAS LOGICAS EN TODAS SUS PARTES.

REGULACION.

DEBE DE PROVEER LA MAXIMA ESTABILIDAD DEL VOLTAJE, O SEA PROPORCIONAR LA CANTIDAD DE ENERGIA NECESARIA EN CADA PUNTO AL VOLTAJE REQUERIDO.

DEBEN POR LO TANTO CONSIDERARSE LA LONGITUD DE LOS CONDUCTORES EN RELACION CON LA LOCALIZACION DE LAS CARGAS PARA DEFINIR CAIDAS DE VOLTAJE ACEPTABLES.

DEBEN ESTUDIARSE LAS VARIACIONES DE LAS DIFERENTES CARGAS EN FUNCION CON SU CONCENTRACION EN ALIMENTADORES INDIVIDUALES.

ACCESIBILIDAD.

DEBE SER ACCESIBLE PARA:

INSTALACION

OPERACION

MANTENIMIENTO

AMPLIACIONES FUTURAS

FLEXIBILIDAD.

DEBERA EN LO POSIBLE CONSIDERAR LA POSIBILIDAD DE CAMBIOS EN OPERACION O POR LOCALIZACION.

SEGURIDAD.

SE DEBE DE CONSIDERAR LA SEGURIDAD DE:

EQUIPO

PERSONAL EN OPERACION

PERSONAL EN MANTENIMIENTO

FALLAS DE OPERACION

LA CONDICION BASICA MINIMA DE SEGURIDAD, LA ESTABLECE EL CUMPLIMIENTO DE LA REGLAMENTACION. LA REGLAMENTACION EN NUESTRO PAIS LA PODEMOS CONSIDERAR FORMADA POR LOS SIGUIENTES CONCEPTOS:

SOBRE METODOS Y SISTEMAS.

MEDIANTE EL REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS, EL CUAL FUE PUBLICADO EL 22 DE JUNIO DE 1981 Y LAS "NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS" DE LA D.G.M. DE SEPAFIN (NTIE-1981)

SUS ANTECEDENTES SON: EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS (1950) Y EL CODIGO NACIONAL ELECTRICO (1926) BASADO EN EL NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC) DE LOS ESTADOS UNIDOS.

EL NATIONAL ELECTRICAL CODE ESTA PATROCINADO POR "NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION" ASOCIACION PRIVADA. ES NORMA OFICIAL EN LOS EE. UU.

EL PRIMER CODIGO (O LA PRIMERA EDICION) FUE PUBLICADO EN 1897 Y HA SUFRIDO MULTIPLES REVISIONES.

SE REvisa DE TIEMPO EN TIEMPO, PERO NO A INTERVALOS FIJOS. FUNCIONA UN COMITE PERMANENTE PARA SU REVISION, ACTUALMENTE ESTA EN VIGOR EL DE 1981.

SOBRE LAS PERSONAS.

MEDIANTE EL CAPITULO XIX DEL REGLAMENTO DE LA LEY DE LA INDUSTRIA ELECTRICA.

SOBRE MATERIALES.

MEDIANTE EL REGISTRO "SEPAFIN", EXPEDIDO POR LA DIRECCION GENERAL DE NORMAS DE LA SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, DE TODOS LOS MA-

TERIALES Y EQUIPOS USADOS. (ES EL ANTIGUO REGISTRO "SC-DGE" QUE HASTA FEBRERO DE 1979 EXPEDIA LA SECOM.

TODAS ESTAS DISPOSICIONES, FORMAN PARTE DE LA LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA, PUBLICADA EN EL DIARIO OFICIAL EL 22 DE DICIEMBRE DE 1975.

CONTROL ESTABLECIDO POR LA REGLAMENTACION.

LA AUTORIDAD QUE VIGILA EL CONTROL DE LA REGLAMENTACION EN MEXICO, ES LA SECRETARIA DEL PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, A TRAVES DE LA SUBDIRECCION GENERAL DE ELCTRICIDAD, DE LA DIRECCION GENERAL DE ENERGIA.

EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE PROYECTO, CONSTRUCCION Y TRAMITE, EL CONTROL DEL CUMPLIMIENTO DE NUESTRA REGLAMENTACION SE ESTABLECE SEGUN SE OBSERVA EN LA FIGURA SIGUIENTE.



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

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION", ORGANIZADO EN COLABORACION
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA, DEL 15 AL 19 DE OCTUBRE
DE 1984.

CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA
INSTALACION ELECTRICA

Veracruz, Ver.

CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA INSTALACION ELECTRICA

ING. IGNACIO O. GONZALEZ CASTILLO

EL TERMINO "INSTALACION ELECTRICA" COMPRENDE EL CONJUNTO DE APARATOS, CONDUCTORES Y ACCESORIOS DESTINADOS A LA PRODUCCION, DISTRIBUCION Y UTILIZACION DE LA ENERGIA ELECTRICA.

ESTE CONJUNTO LO PODEMOS CONSIDERAR DESDE DOS PUNTOS DE VISTA:

EXTERNO E INTERNO

DESDE EL PUNTO DE VISTA EXTERNO, SE DEBEN CONSIDERAR LOS SIGUIENTES ELEMENTOS, GENERALMENTE FORMADOS POR INSTALACIONES DE LAS COMPANIAS SUMINISTRADORAS DEL SERVICIO DE ENERGIA (CIA. DE LUZ, CFE):

FUENTE DE ENERGIA
EQUIPO DE GENERACION
SISTEMA DE TRANSMISION
SISTEMA DE DISTRIBUCION

LOS ELEMENTOS INTEGRANTES DE UNA INSTALACION ELECTRICA DESDE ESTE PUNTO DE VISTA, PARA EL CASO DEL SISTEMA CENTRAL DE LA RED DE LA CFE PUEDEN OBSERVARSE EN LAS FIGURAS 1, 2, 3 y 4

DESDE EL PUNTO DE VISTA INTERNO, EL CONCEPTO "INSTALACION ELECTRICA", RESTRINGE, DE TODOS LOS ELEMENTOS MENCIONADOS, ES DECIR, CONDUCTORES, APARATOS Y ACCESORIOS NECESARIOS, AQUELLAS INSTALACIONES DE LA CIA. SUMINISTRADORA, Y ABARCA SOLAMENTE LAS INSTALACIONES DEL USUARIO, Y ESTA INTEGRADO POR LOS ELEMENTOS GENERALES QUE SE DETALLAN EN LA FIG. 5.

Localización geográfica de Plantas, Subestaciones y Líneas de Transmisión que dan servicio al Sistema Central

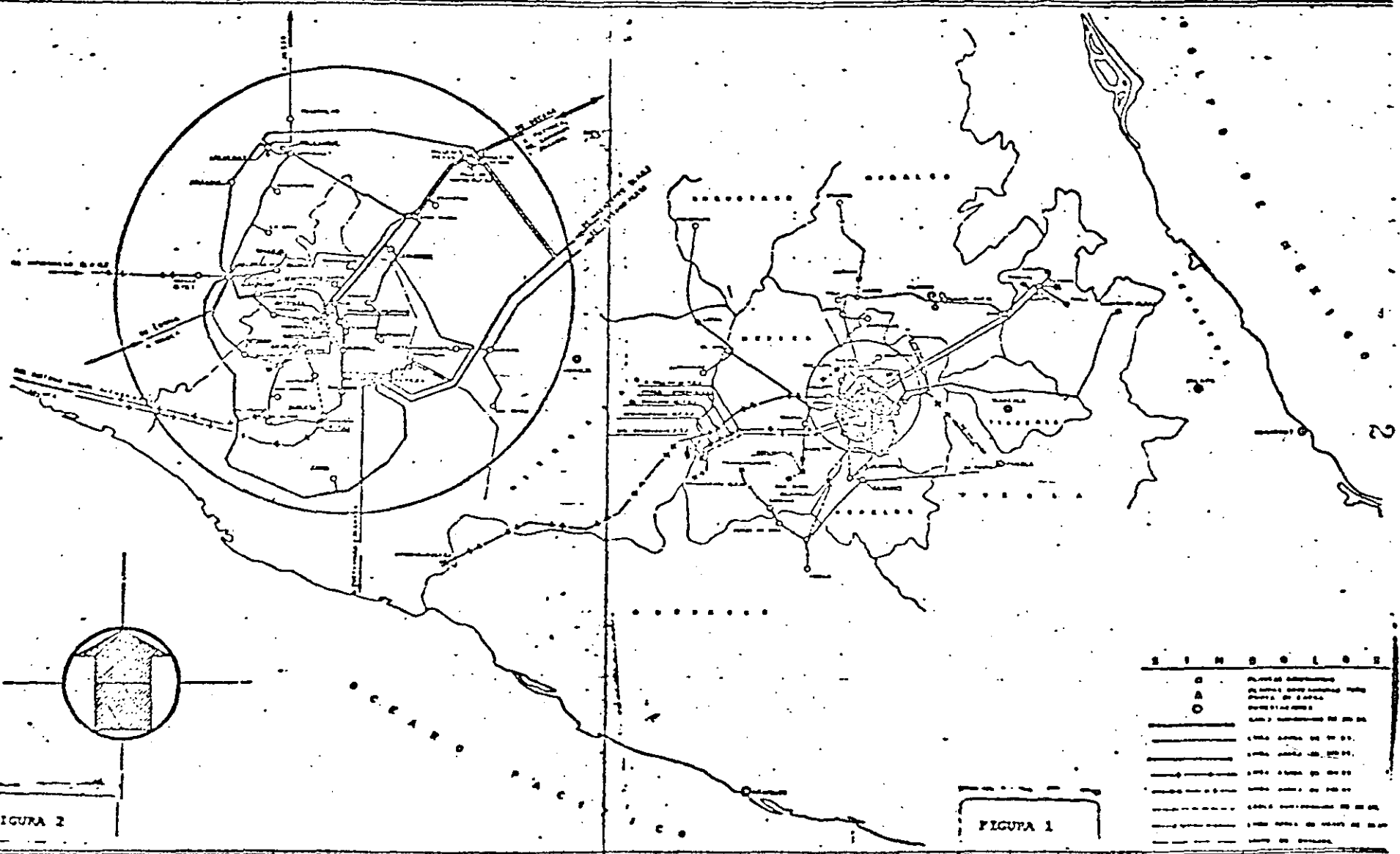
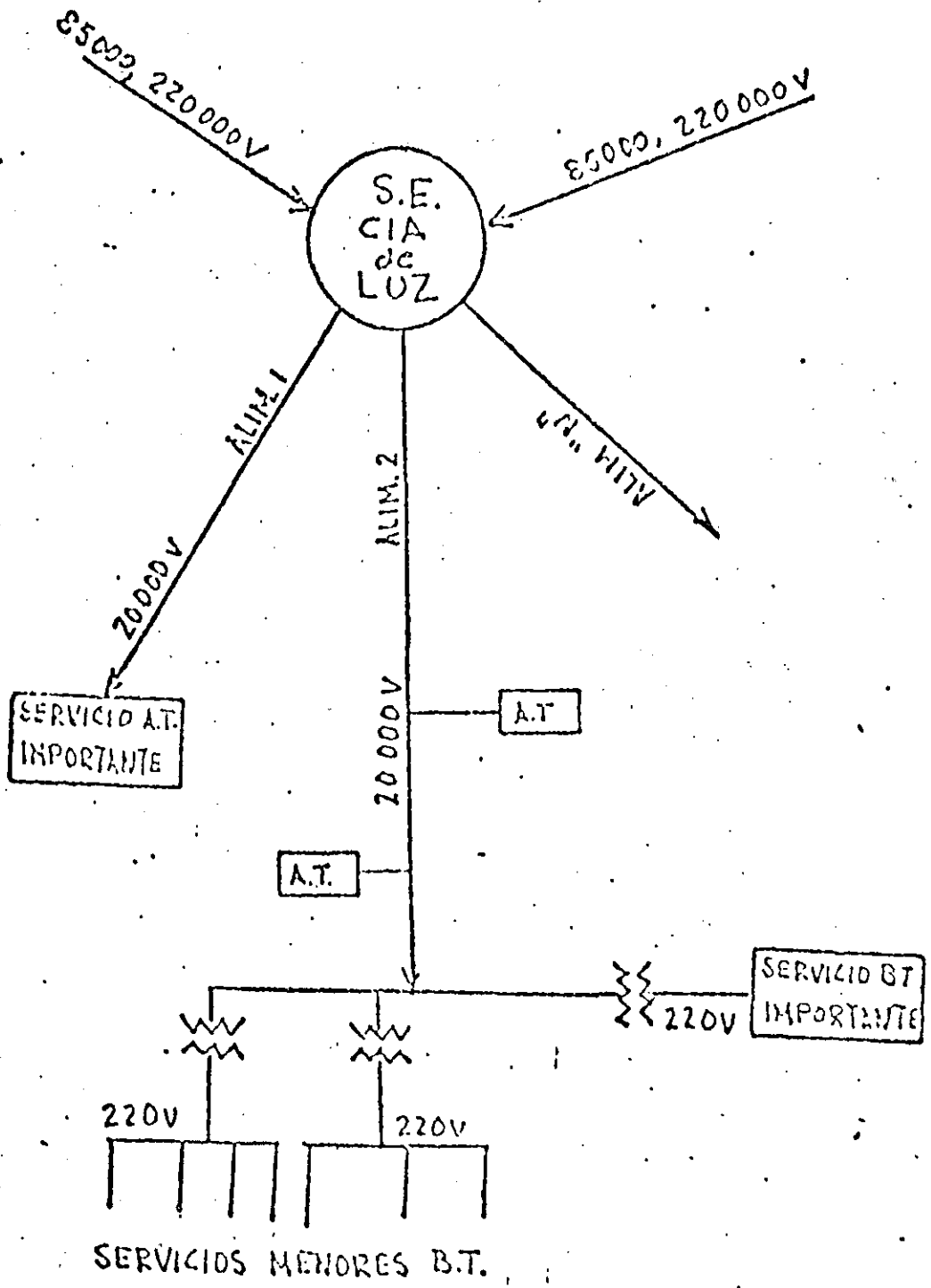


FIGURA 2

FIGURA 1

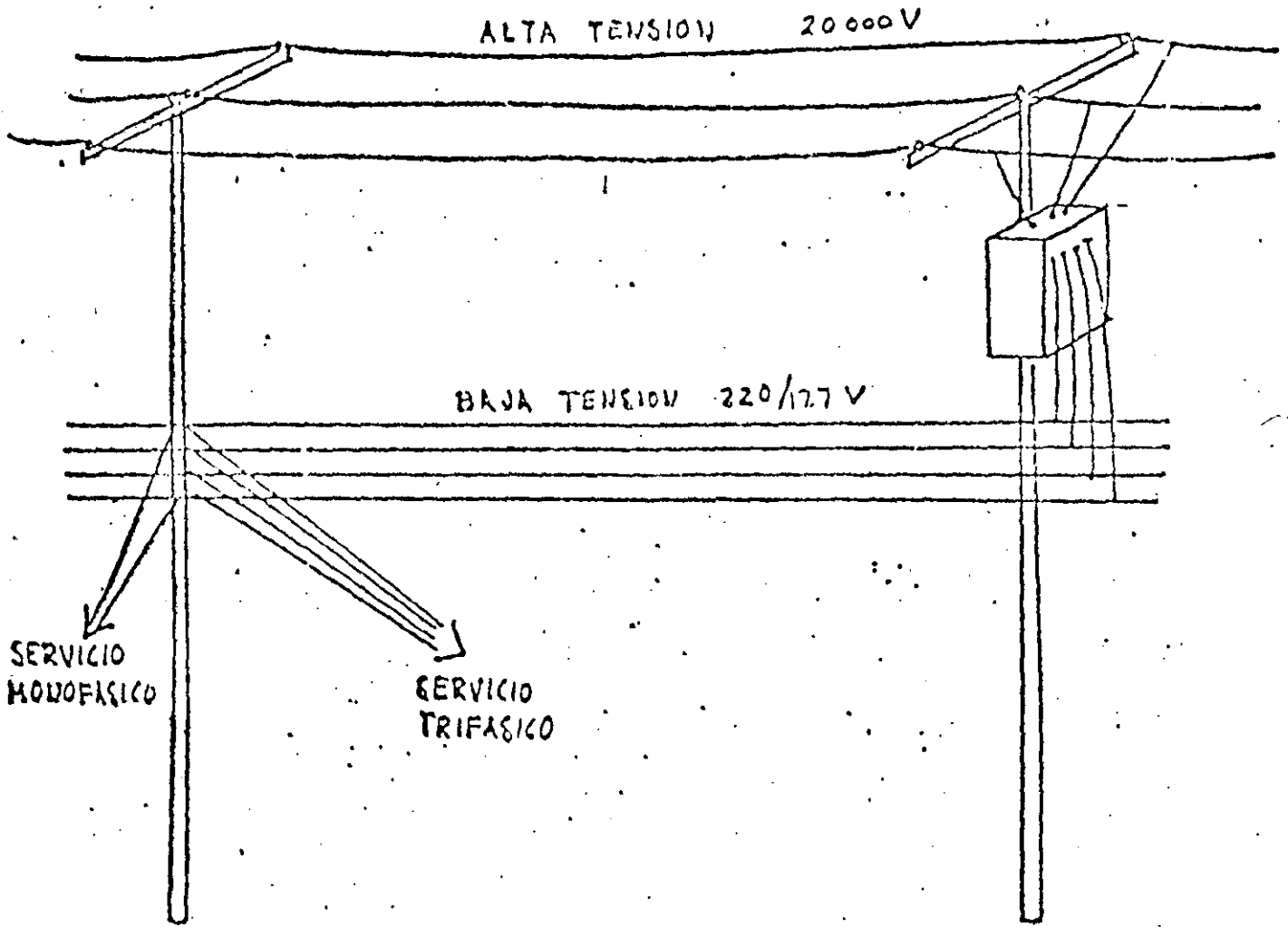


ALTA TENSION 20000V

BAJA TENSION 220/127V

SERVICIO MONOFASICO

SERVICIO TRIFASICO



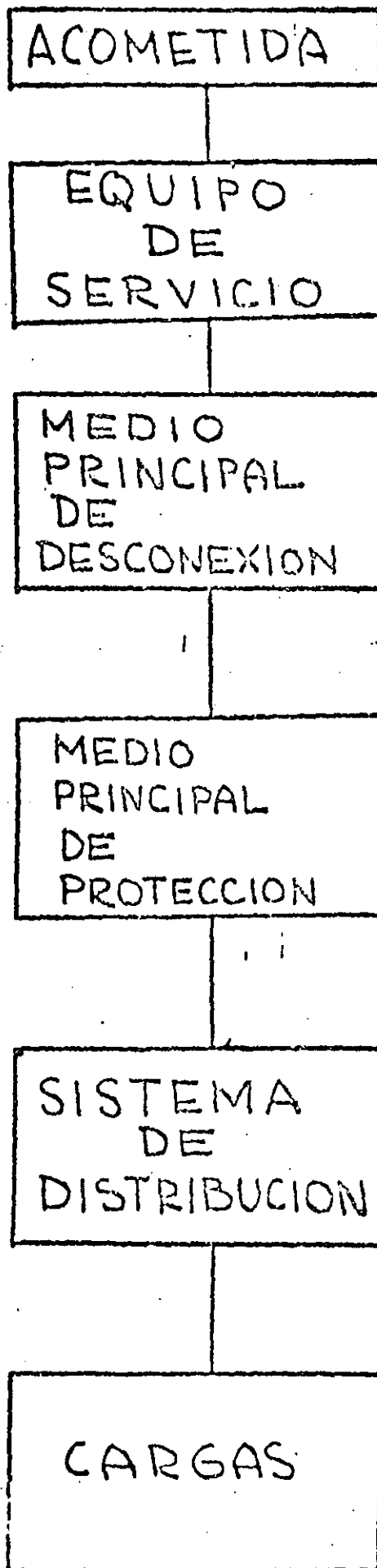


FIGURA 5

ACOMETIDA (LINEA de SERVICIO)

LOS CONDUCTORES QUE LIGAN LA RED DE DISTRIBUCION, DEL SISTEMA DE SUMINISTRO, CON EL PUNTO EN QUE SE CONECTA EL SERVICIO A LA INSTALACION DEL USUARIO. (NTIE-81-101).

ACOMETIDA

CARACTERISTICAS

(NTIE-81-201-2)

- UNA SOLA POR INMUEBLE
(Caso General)



EXCEPCION:

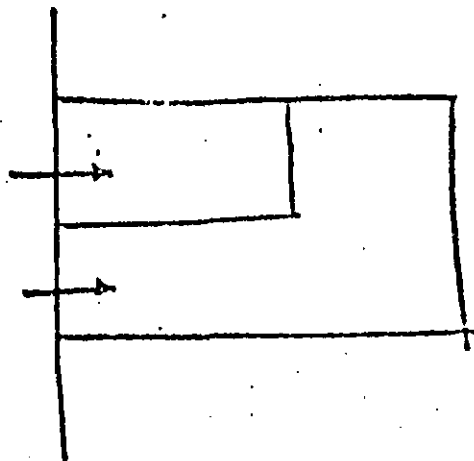
- ACUERDO CON
- SEPAFIN
- CFE

- CANALIZACION EXCLUSIVA

- NO PASAR POR OTRO INMUEBLE

- ZONAS INDEPENDIENTES
(sin comunicacion)

(NTIE-81
-201-3)

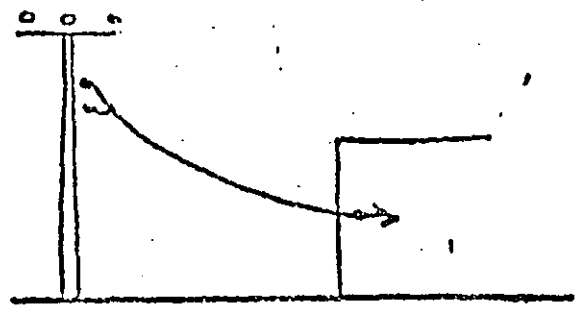


ACOMETIDA

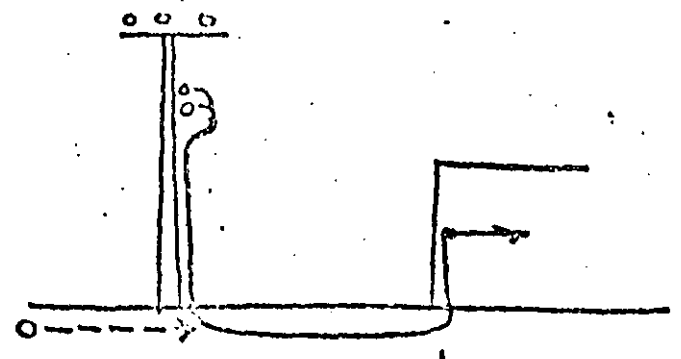
CLASIFICACION

- DE ACUERDO AL TIPO DE LINEA

- AEREA



- SUBTERRANEA



- DE ACUERDO A LA TENSION

- BAJA TENSION

- 1 HC
- 2 HC
- 3 HC

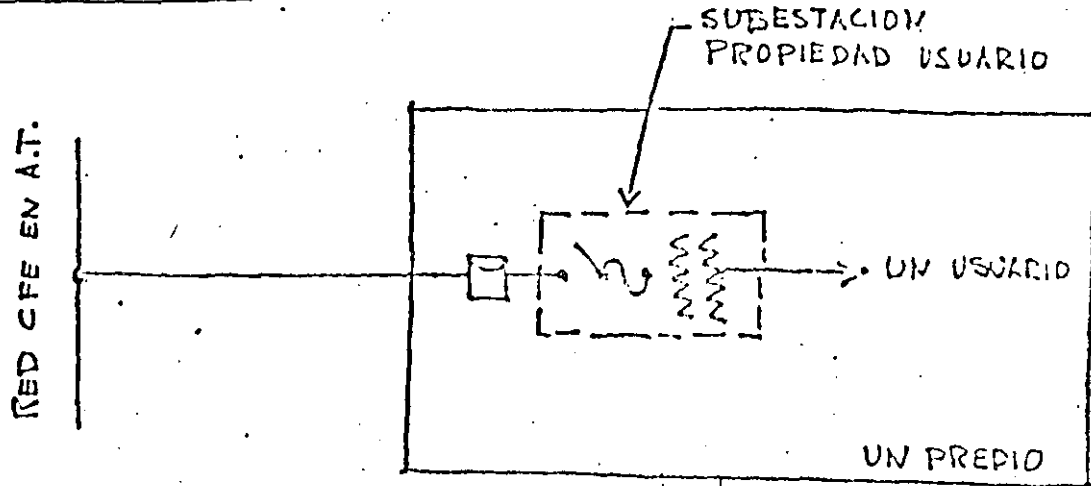
- ALTA TENSION

- SERV. AT
- SERV. BT

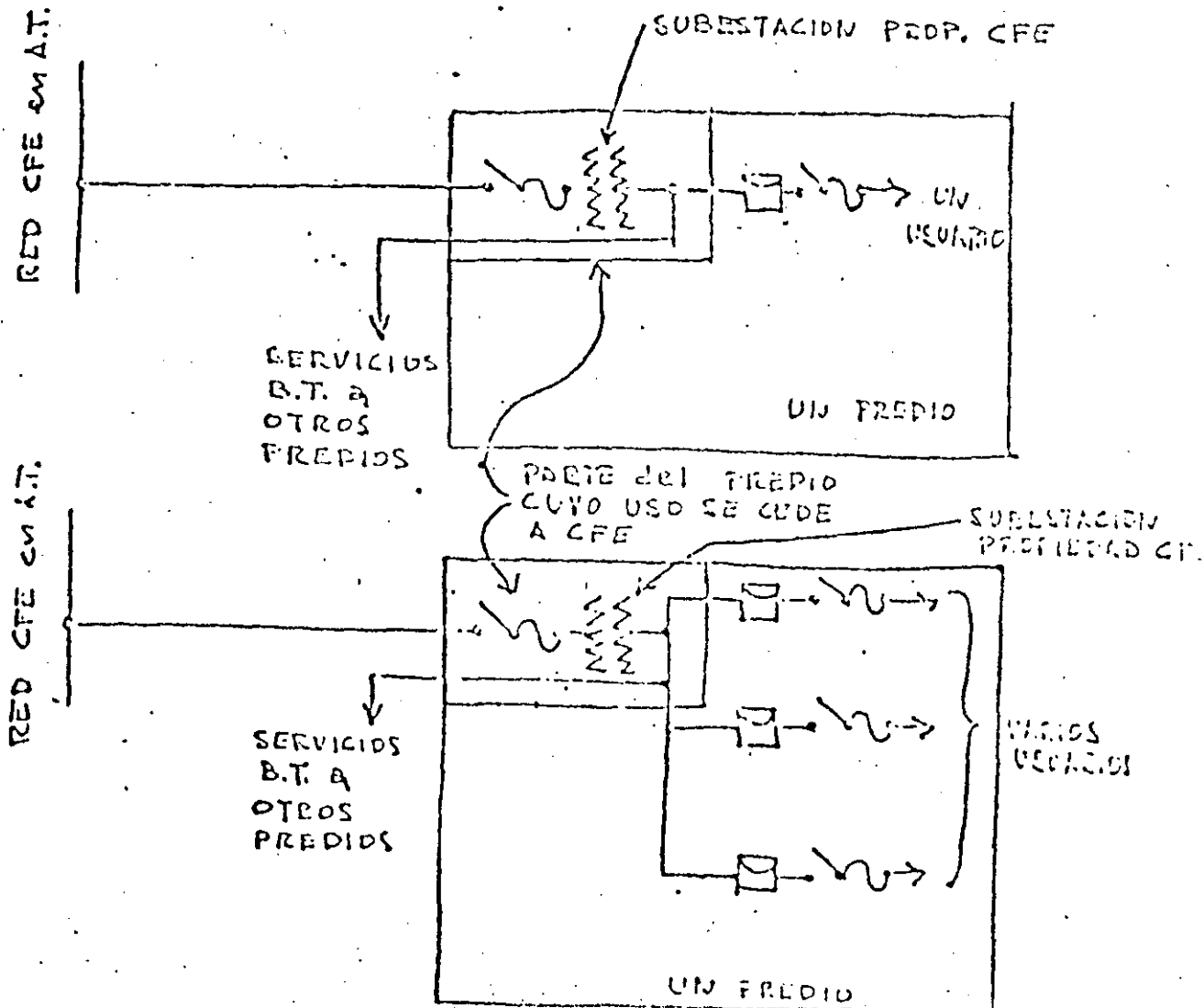
LÍNEA DE SERVICIO en A.T.

- 1) Para Servicio en Alta Tensión.
- 2) Para Servicio en Baja Tensión

1) SERVICIO en A.T.:-



2) SERVICIO en B.T.



EQUIPO DE SERVICIO

CONJUNTO DE APARATOS, PROPIEDAD DEL ORGANISMO SUMINISTRADOR, O BAJO SU CUIDADO, NECESARIOS PARA EL ADECUADO SUMINISTRO DEL SERVICIO, TAL COMO EQUIPO DE MEDICION, TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTO Y GABINETES QUE LO CONTIENEN, CUCHILLAS AUXILIARES, ETC., QUE SE ENCUENTRAN INSTALADOS EN EL EXTREMO DE LA ACOMETIDA MAS PROXIMO AL SERVICIO

(NTIE-81-101)

EQUIPO DEL SERVICIO

CARACTERISTICAS :

(NTIE-81-201-4)

• DEL LOCAL :

- FACIL ACCESO A PERSONAL CFE
 - LIBRE DE MATERIAL FACILMENTE INFLAMABLE
 - DIMENSIONES QUE PERMITAN
 - INSTALAR
 - OPERAR
 - MANTENER
 - RETIRAR
- } CON "FACILIDAD
Y
SEGURIDAD"

• DEL EQUIPO

- PARTES "VIVAS" PROTEGIDAS CON CUBIERTAS (salvo acceso restringido)
- GABINETES CONECTADOS A TIERRA.

DISPOSITIVO DE DESCONEXION

PRINCIPAL

NTIE-81-201-8

OBJETIVO:

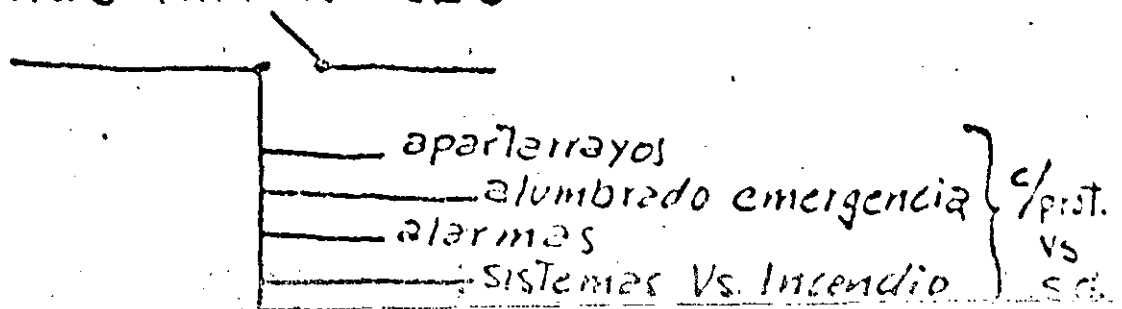
PODER INDEPENDIZAR

TOTALMENTE

A LA INSTALACION SERVIDA

CARACTERISTICAS:

- INSTALADO DESPUES DEL EQ. DEL SERVICIO
- ADECUADO A TENSION DE SUMINISTRO
- CAPACIDAD SUFICIENTE PARA LA CARGA MAXIMA
- APERTURA SIMULTANEA Y MANUAL DE TODOS LOS CONDUCTORES ACTIVOS
- INDICACION DE POSICION CLARA.
- CONEXIONES ANTERIORES

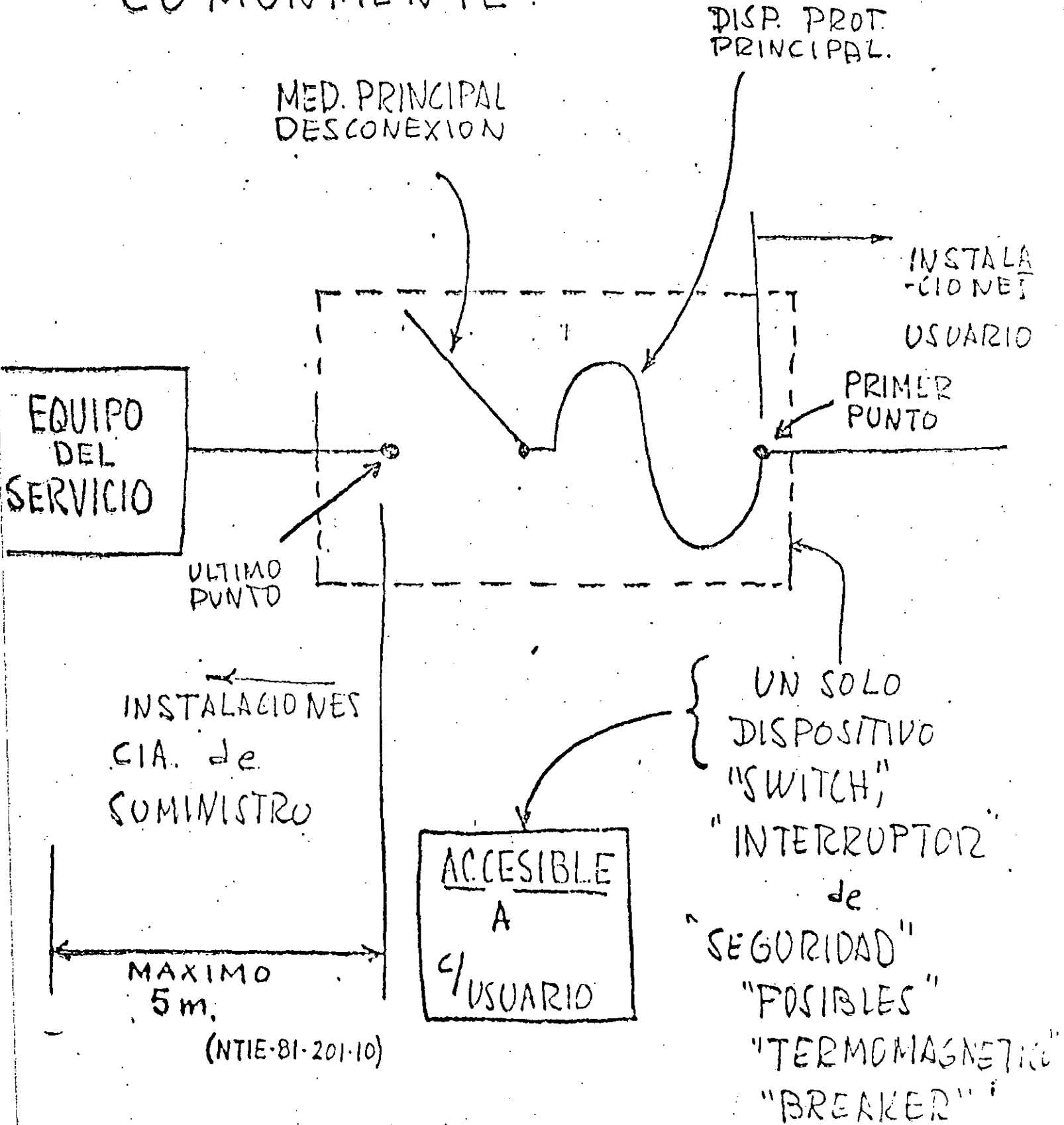


SISTEMA DE DISTRIBUCION

FORMADO POR:

- CIRCUITOS ALIMENTADORES.
- CENTROS de DISTRIBUCION.
(TABLEROS).
- CIRCUITOS DERIVADOS.

COMUNMENTE:



DISPOSITIVO DE
PROTECCION PRINCIPAL
 (VS SOBRECORRIENTE).

NTIE-81-201-9

OBJETIVO:

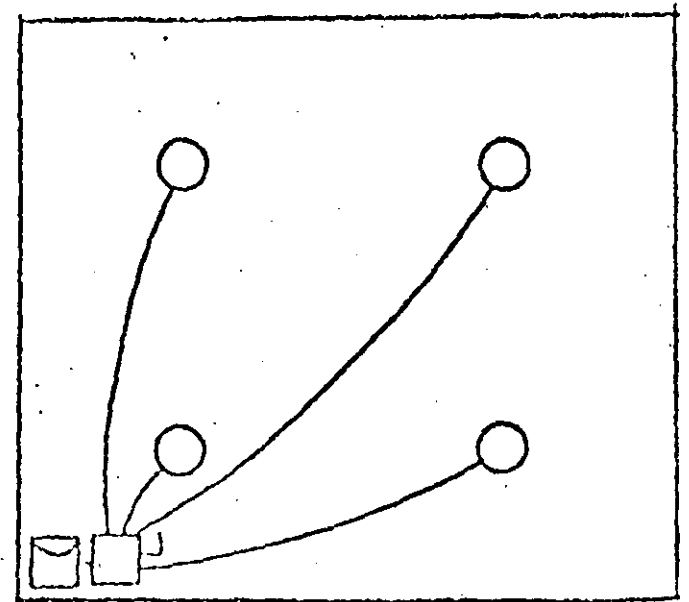
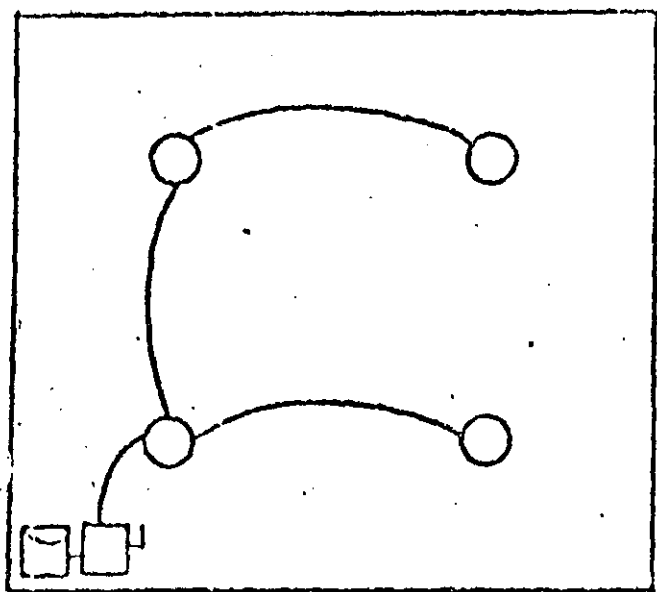
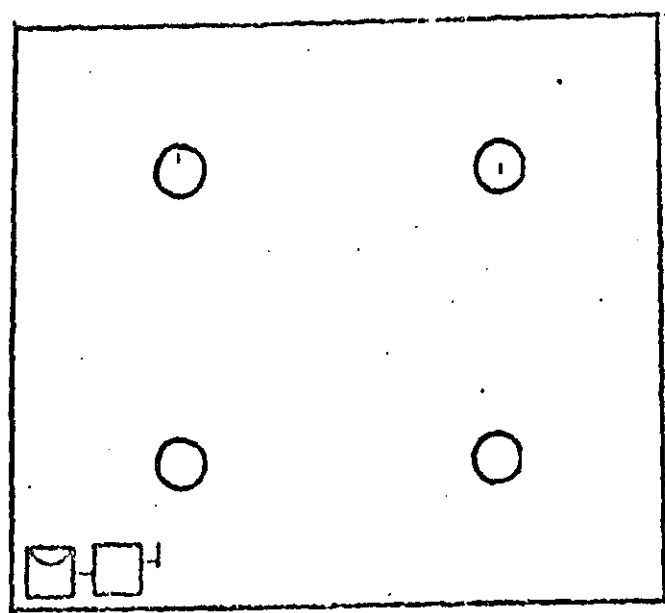
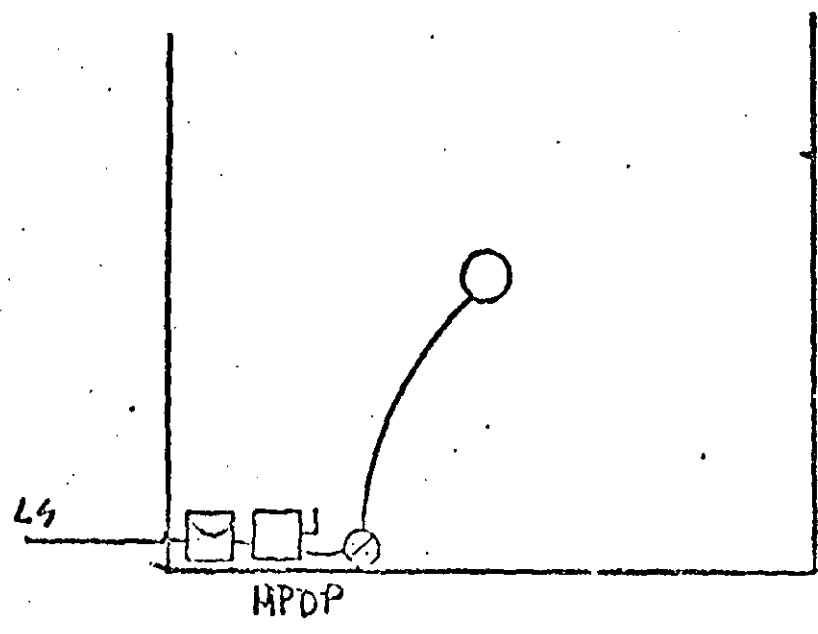
DESCONECTAR AUTOMATICAMENTE A
 LA INSTALACION SERVIDA DE LA
 RED DE SUMINISTRO CUANDO
 OCURRE UNA SOBRECORRIENTE

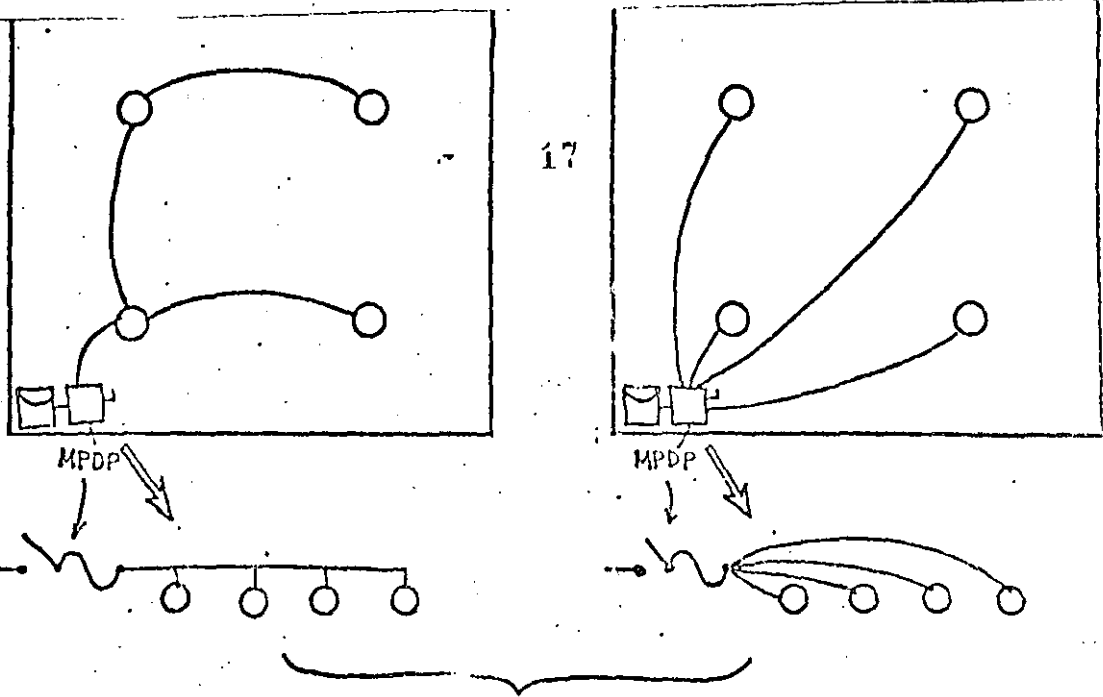
SOBRECORRIENTE :

$I_{\text{CIRCULANTE}} > I_{\text{DISEÑO}}$

CAPACIDAD INTERRUPTIVA

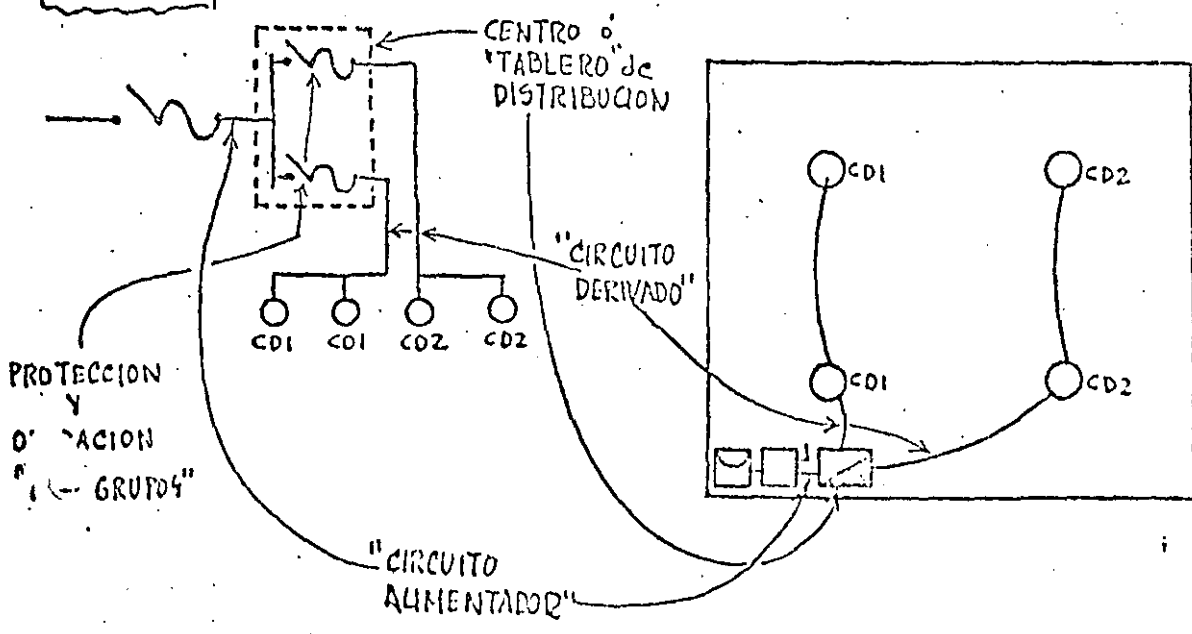
↳ ADECUADA AL CORTO CIRCUITO MAXIMO
 POSIBLE

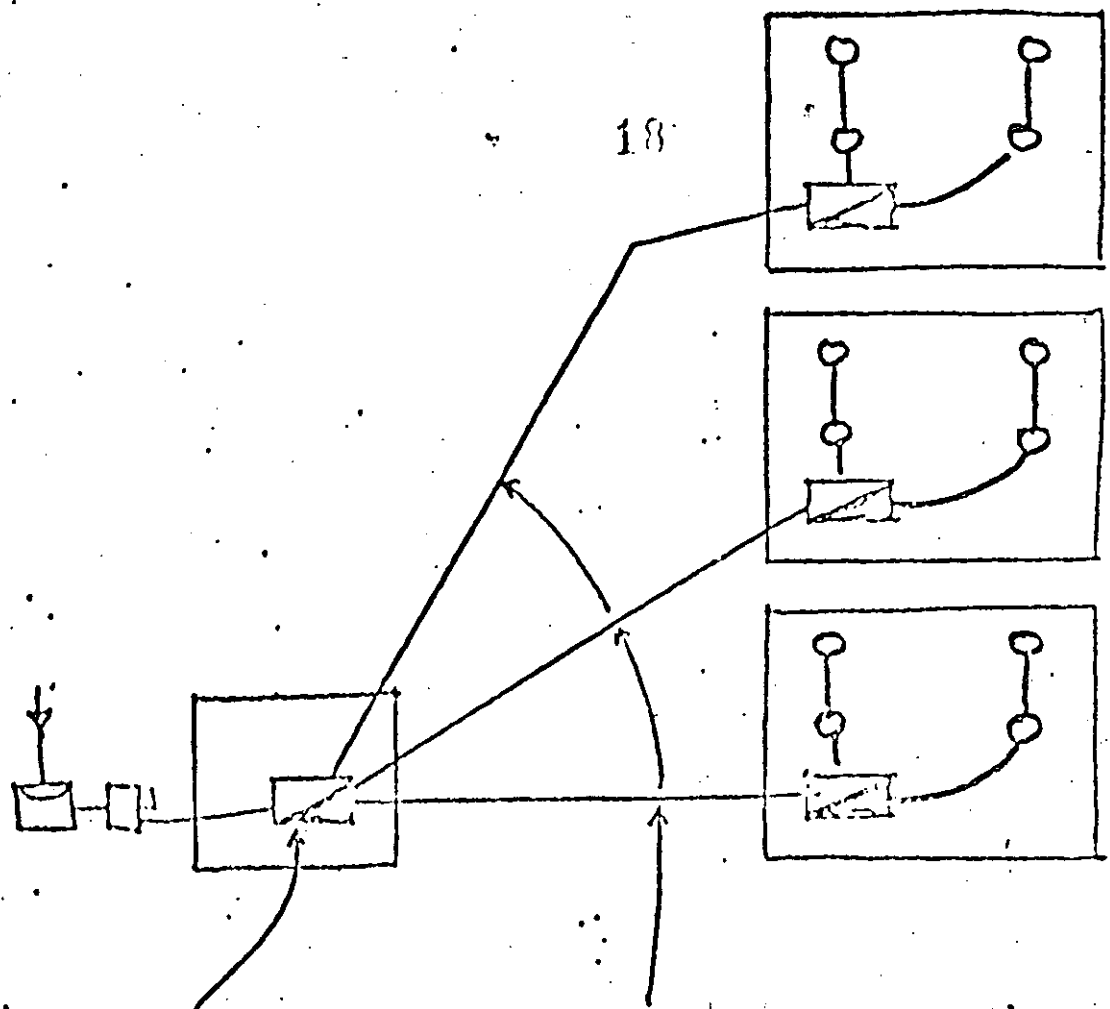




FALLA ———→
POSIIBILIDAD ———→
OPERACION ———→ } TOTAL

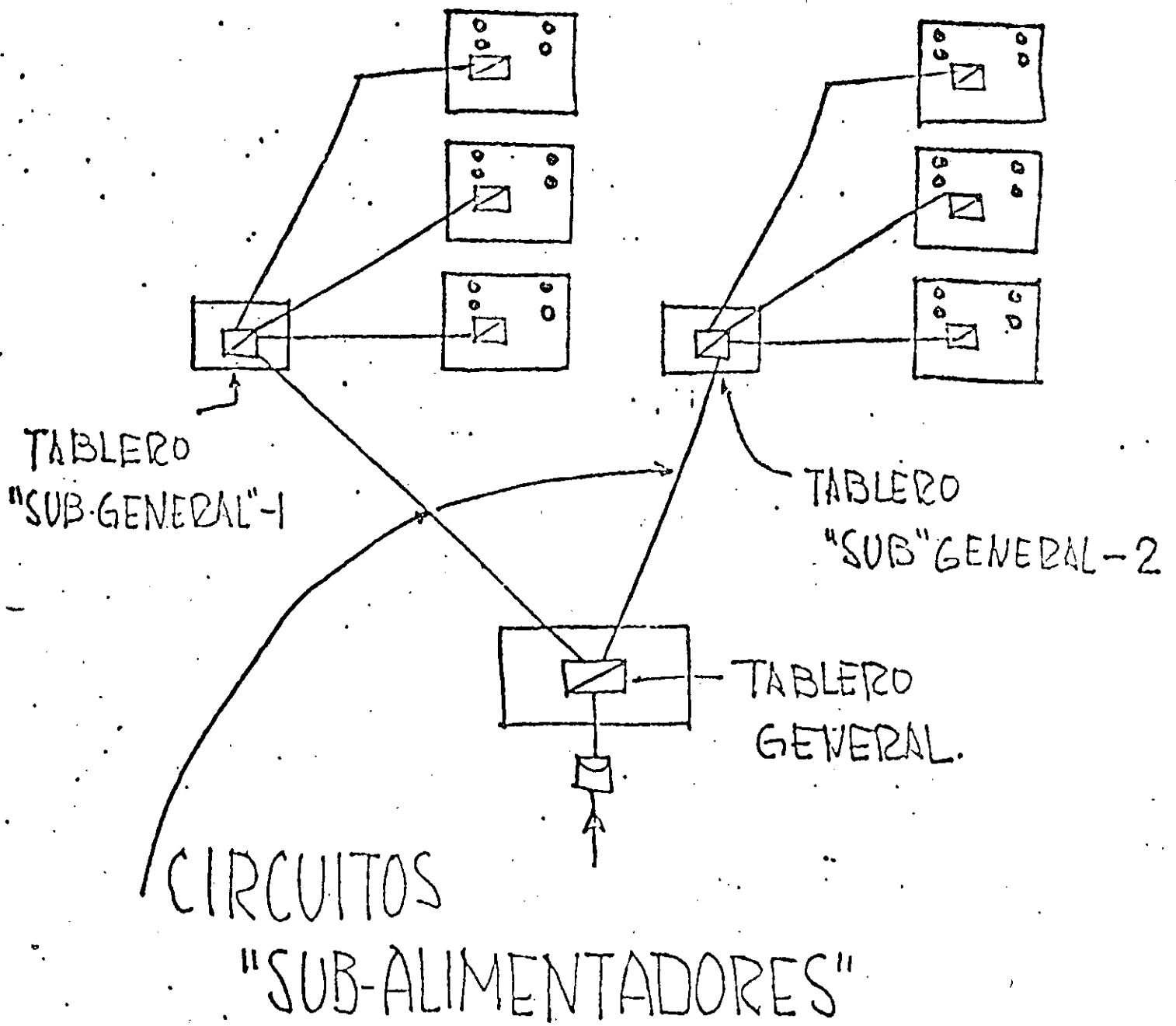
SOLUCION:





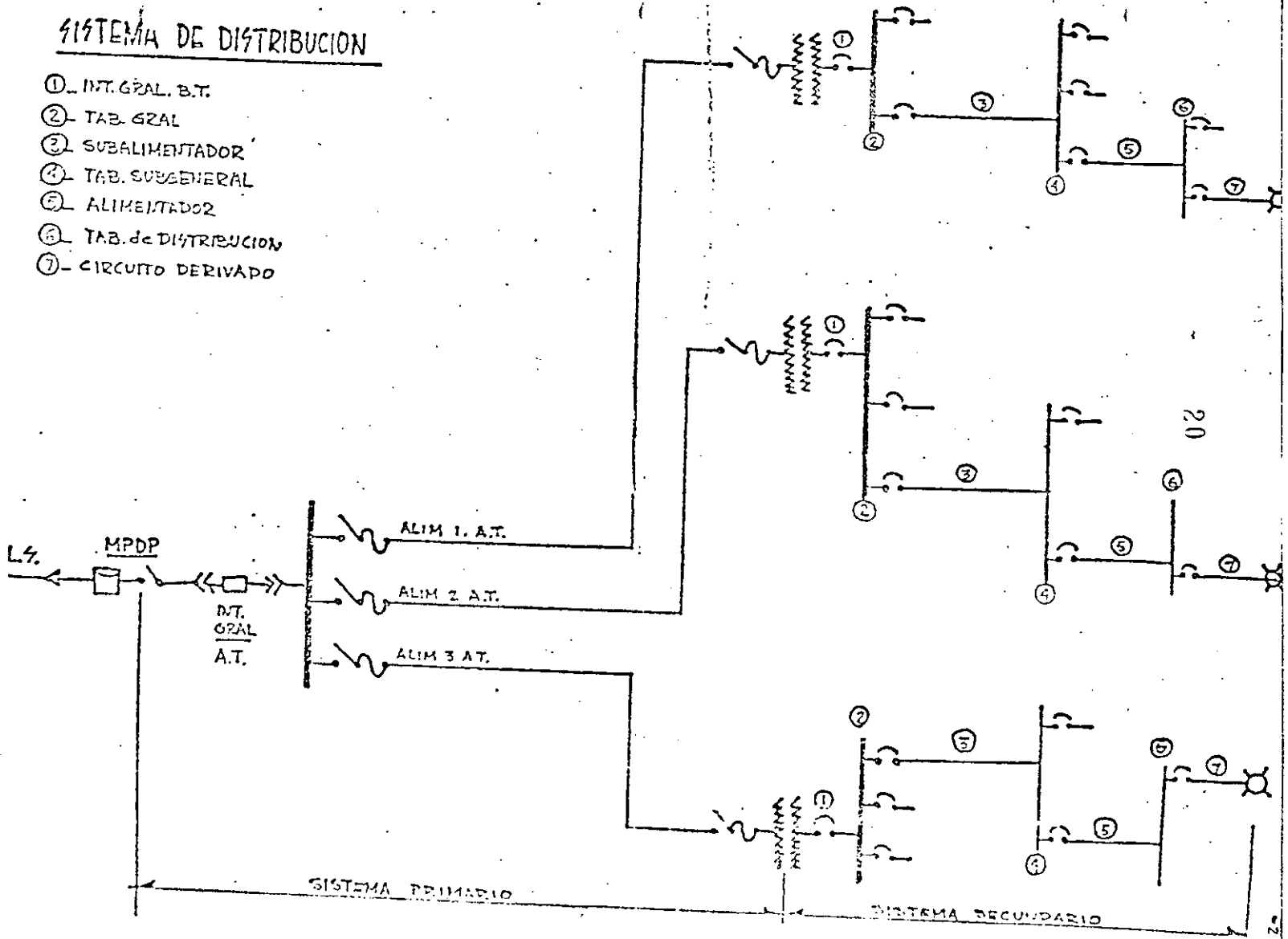
TABLERO
GENERAL

CIRCUITOS
ALIMENTADORES



SISTEMA DE DISTRIBUCION

- ① - INT. GRAL. B.T.
- ② - TAB. GRAL
- ③ - SUBALIMENTADOR
- ④ - TAB. SUBGENERAL
- ⑤ - ALIMENTADOR
- ⑥ - TAB. de DISTRIBUCION
- ⑦ - CIRCUITO DERIVADO



CARGA

21

21

NTIE-101: "POTENCIA QUE DEMANDA UN APARATO O MAQUINA O UN CONJUNTO DE APARATOS DE UTILIZACION..."

UNA CARGA → DISPOSITIVO ADECUADO PARA ABSORBER O TRANSFORMAR LA ENERGIA ELECTRICA A OTRAS FORMAS DE ENERGIA, PARA SU UTILIZACION

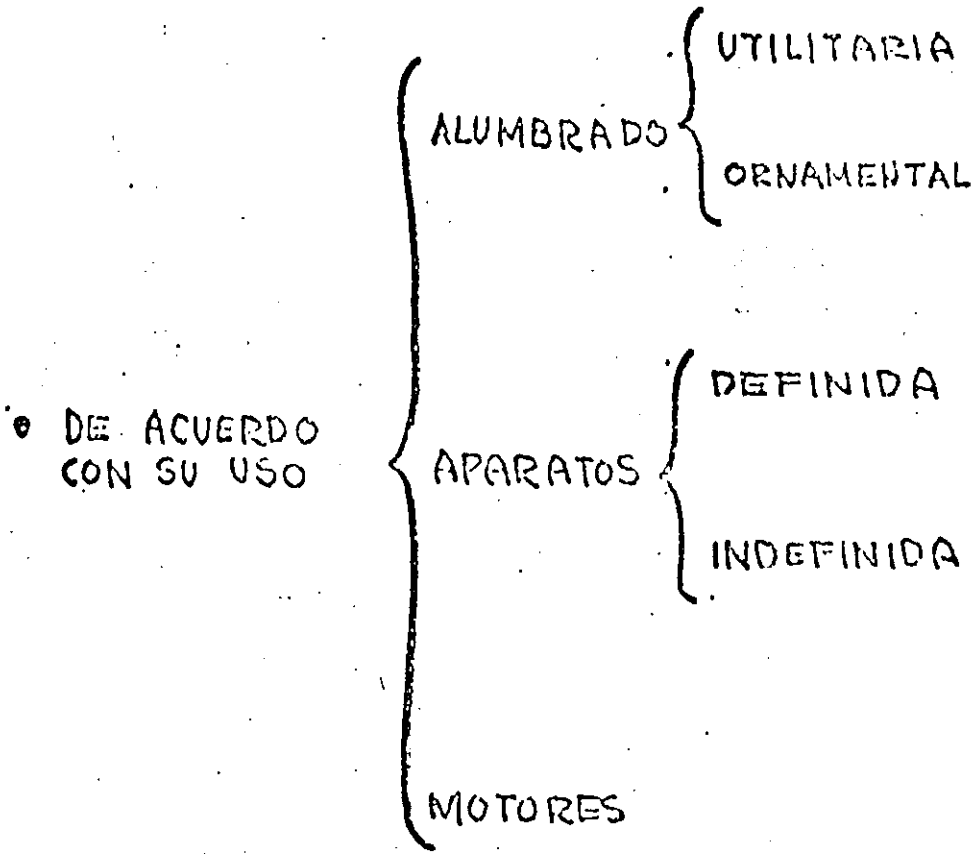
- LUMINOSA → LAMPARAS
- MECANICA → MOTORES
- TERMICA → CALFACTORES

DETERMINACION DE UNA CARGA: CONOCIMIENTO O DEFINICION DE SUS CARACTERISTICAS: -

CARACTERISTICAS DE UNA CARGA:

- ① PARAMETROS ELECTRICOS:
 - POTENCIA
 - TENSION
 - CORRIENTE DEMANDADA
 - NOMINAL
 - DE ARRANQUE
 - A ROTOR BLOQUEADO
 - F.P.
 - FRECUENCIA
- ② LOCALIZACION:
 - DE LA CARGA
 - DE SU CONTROL
 - DE SUS PROTECCIONES
- ③ OPERACION:
 - REGIMEN DE CARGA
 - TIPO DE SERVICIO.

CLASIFICACION DE LAS CARGAS:



SISTEMAS QUE INTEGRAN UNA I.E.

1.- SISTEMA DE CONDUCTORES

2.- SISTEMA DE CANALIZACION

3.- SISTEMA DE PROTECCION

4.- SISTEMA DE CONTROL

CARACTERISTICAS DE UN

(27)

CONDUCTOR :-

- 1- CAPACIDAD SUFICIENTE PARA CONDUCIR LA CORRIENTE MAXIMA DEL CIRCUITO
- 2- SECCION TRANSVERSAL SUFICIENTE PARA LIMITAR LA CAIDA DE VOLTAGE
- 3- AISLAMIENTO ADECUADO PARA LAS CONDICIONES DE INSTALACION..
- 4- RESISTENCIA MECANICA.

MEDIOS DE

25

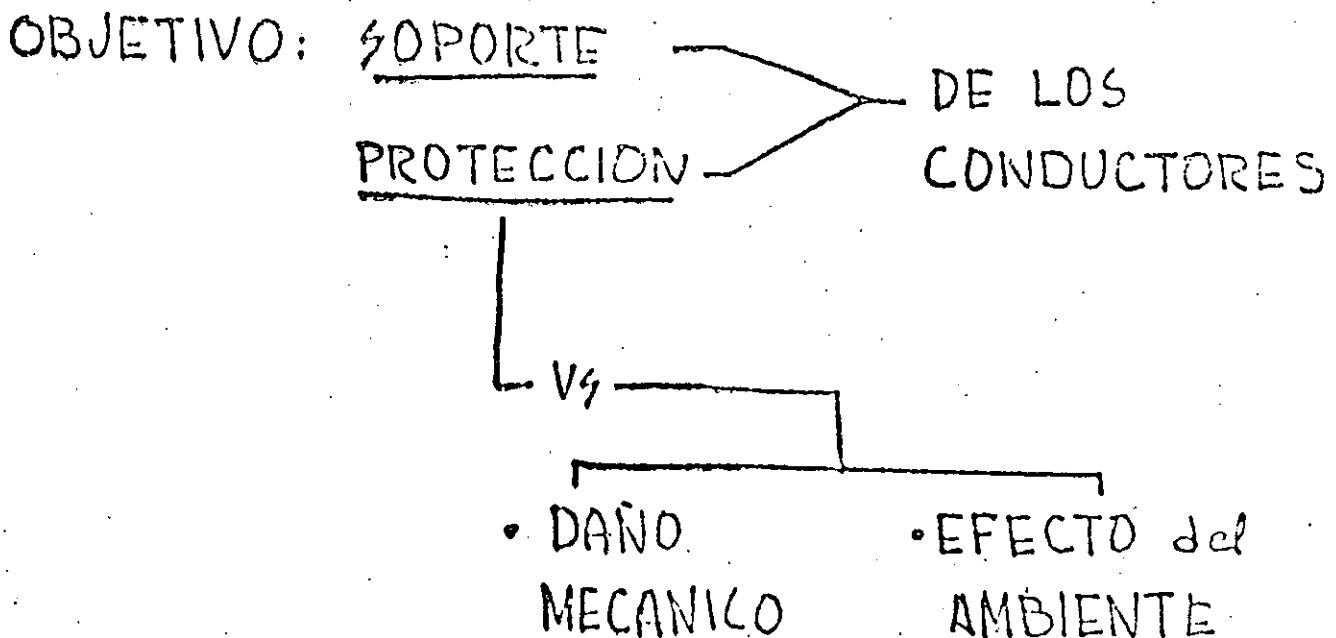
26

CANALIZACION

CANALIZACION :- "MEDIO o MEDIOS QUE SE USAN PARA ALOJAR A LOS CONDUCTORES DE UNA I.E. Y QUE SON :

- DISEÑADOS
- CONSTRUIDOS
- UTILIZADOS

.... PARA TAL FIN."
(NTIE-81-101)



MEDIOS DE CANALIZACION

CARACTERISTICAS GENERALES ²⁶ (27)

• DEBEN TENER CONTINUIDAD :

• ELECTRICA :

METALICA SIEMPRE CONECTADA A TIERRA

(NTIE-BI-301.5, 206.21)

• MECANICA :

• REMATADAS (FIJAS) A CADA CAJA O ACCESORIO

• SI CAMBIA EL TIPO DE CANALIZACION ↘

CAJA ADECUADA

• NO DEBE ALOJAR CONDUCTORES DE SISTEMAS DIFERENTES : EJ:

- 220/127.5 vs 440V

- C.D.

- FRECUENCIA DIFERENTE

- COMUNICACION . etc.

Excep: - CONTROL CON CIRCUITO DE FRA → SI ↘

MISMO AISLAMIENTO

CTO. Balastro y CTO Alumbiado

• CANTIDAD DE CONDUCTORES:

DEBE PERMITIR FACILIDAD PARA

• COLOCARLOS

• REMOVERLOS

• DISIPAR CALOR

CARACTERISTICAS²⁷ GENERALES

(2)

• DEBE EVITARSE :

(301.13)

- LA CIRCULACION DE AIRE ENTRE PARTES DE UNA CANALIZACION EXPUESTAS A DIFERENTES TEMPERATURAS.

- LA CIRCULACION DE CUALQUIER CORRIENTE INDUCIDA EN UNA CANALIZACION METALICA. (301.14)

- INSTALAR UNA CANALIZACION EN DUCTOS DE EXTRACCION DE POLVOS, VAPORES ó BASURA. (301.16)

(SI EN DUCTOS de A.A → TUBERIA METALICA)

• CANALIZACION PARA DIVERSOS USUARIOS :-

(301.17)

- PUEDE OCUPAR MISMA CANALIZACION

(EN AREAS COMUNES)

- EN CONDOMINIOS →

CANALIZACIONES SEPARADAS

METODOS DE CANALIZACION REGLAMENTADOS

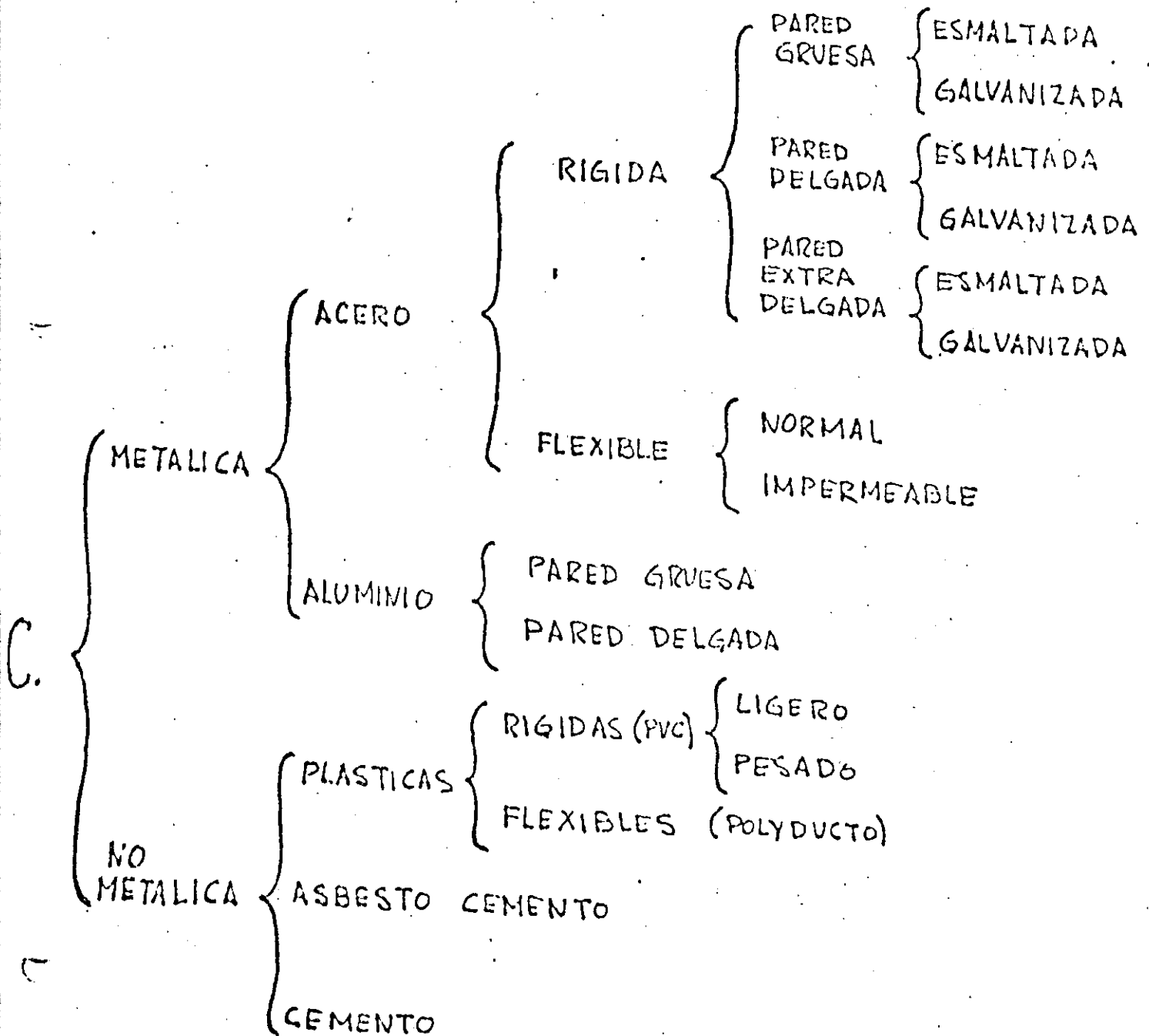
- TUBO CONDUIT
 - METALICO RIGIDO
 - PESADO
 - SEMIPESADO
 - LIGERO
 - METALICO FLEXIBLE
 - NO METALICO
 - PVC
 - POLIETILENO
- DUCTOS METALICOS CON TAPA
- DUCTOS METALICOS CON BARRAS
- DUCTOS PARA PISO
- CHAROLAS
- INSTALACION VISIBLE SOBRE AISLADORES
- EXTENSIONES CORTAS VISIBLES

CANALIZACION CON TUBERIA "CONDUIT"

- "CONDUIT" = TUBERIA DISEÑADA Y FABRICADA ESPECIALMENTE PARA ALOJAR CONDUCTORES.

- SUPERFICIE INTERIOR ADECUADA.
- PERMITE DOBLEZ.

TIPOS DE TUBERIA CONDUIT:



VENTAJAS del TUBO CONDUIT METALICO

-) PROTECCION vs CORROSION
-) PROTECCION MECANICA
-) CONTINUIDAD ELECTRICA
-) ESTANQUEIDAD
-) APARIENCIA

ANALISIS COMPARATIVO DE LAS
CARACTERISTICAS DE LAS DIVERSAS
TUBERIAS CONDUIT METALICAS.

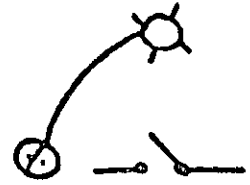
| | ALUMINIO | | A C E R O | | | | | |
|-------------------------|----------|------|-----------|------|-------|------|--------|------|
| | P.G. | P.D. | P.G. | | P.D. | | P.E.D. | |
| | | | GALV. | ESM. | GALV. | ESM. | GALV. | ESM. |
| PROTECCION vs CORROSION | 1 | 2 | 3 | 6 | 4 | 7 | 5 | 8 |
| PROTECCION MECANICA | 2 | 4 | 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | 5 |
| CONTINUIDAD ELECTRICA | 1 | 3 | 2 | 2 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| ESTANQUEIDAD | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| APARIENCIA | 1 | 4 | 2 | 3 | 5 | 7 | 6 | 8 |

USOS TÍPICOS de las TUBERIAS CONDUIT

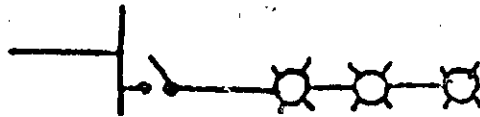
| | |
|--------------------------|---|
| - PARED GRUESA GALV. | INDUSTRIA - INTERIOR y EXT. - APARENTE |
| - PARED GRUESA ESM. | INDUSTRIA - INTERIOR - OCULTA |
| - PARED DELG. GALV. | RESIDENCIAL EXTERIOR |
| - PARED DELG. ESM. | RESIDENCIAL INTERIOR - OCULTA. |
| - PARED EXT. DELG. GALV. | RESIDENCIAL ECONOMICA - EXTERIOR |
| - PARED EXT. DELG. ESM. | RESIDENCIAL ECONOMICA - INTERIOR - OCULTA. |
| - FLEXIBLE NORMAL | CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. LUGARES SECCOS |
| - FLEXIBLE IMPERN. | CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. LUGARES HUMEDOS |
| - ALUMINIO P.G. | IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO - RESIST. MECANICA. |
| - ALUMINIO P.D. | IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO - |
| - PLASTICA RIG. PESADA | JARDINES - EXTERIORES |
| - PLASTICA RIG. LIGERA | INTERIOR - RESIDENCIAL |
| - PLASTICA FLEXIBLE | RESIDENCIAL ECONOMICA - EMPOTRADA. |
| - ASBESTO CEMENTO | DIST. EXTERIOR - ENTERRADA. |
| - CEMENTO | ALUMBRADO PUBLICO |

MEDIOS de CONTROL

- SE ESTABLECE POR MEDIO DE:
 - INTERRUPTORES INDEPENDIENTES:

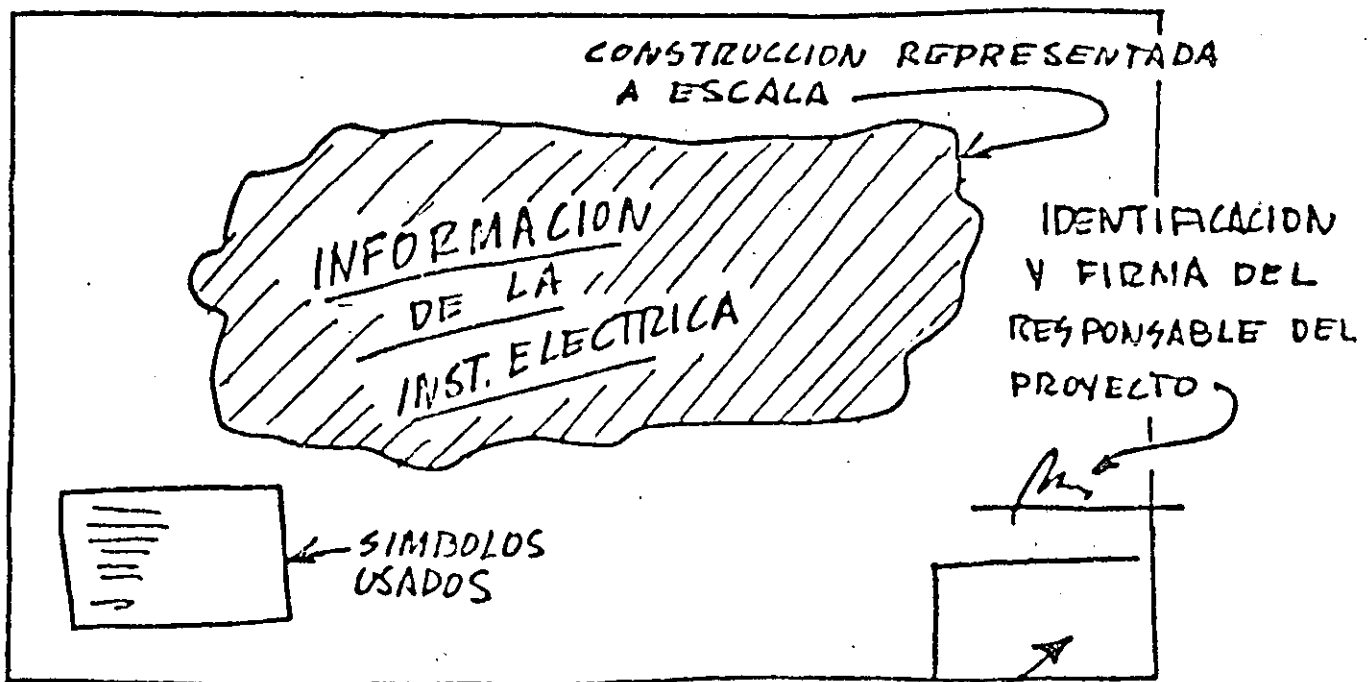


- MEDIOS DE DESCONEXION DEL CIRCUITO DERIVADO:



- SE REPRESENTA EN LOS PLANOS DE LA INSTALACION ELECTRICA

→ REPRESENTACION EN UN PLANO ARQUITECTONICO A ESCALA, DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN UNA INSTALACION ELECTRICA :-



- DATOS DE IDENTIFICACION (EDIFICIO, DIRECCION, ARQ, ETC.)
- ESCALA, - FECHA - Vº.

rán los plazos que al respecto fija el Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica y demás disposiciones aplicables, a fin de que sea corregida, y en el supuesto de que no se efectúen, se mandará suspender el servicio en la forma prevenida por la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, independientemente de que se apliquen las sanciones que correspondan.

registro, independientemente de la aplicación de las sanciones que legalmente procedan.

TRANSITORIO

UNICO.—El presente Acuerdo entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.












Sufragio Efectivo. No Reelección.

ARTICULO DUODECIMO.—Se llevará un control de las actividades que realicen los responsables inscritos en la Dirección General de Energía, y con base en él se determinarán los casos en que sea procedente refrendar o revocar el















































Dado en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los dos días del mes de marzo de 1982.—El Secretario de Patrimonio y Fomento Industrial, José Andrés Oteyza.—Rubrica.

TABLA I

SIMBOLOS PARA DIAGRAMAS UNIFILARES DE SUBESTACIONES

| | | | |
|---|---------------------------|---|----------------------------|
|  | APARTARRAYOS |  | TRANSFORMADOR DE POTENCIAL |
|  | INTERRUPTOR |  | TRANSFORMADOR DE CORRIENTE |
|  | DESCONECTOR |  | EQUIPO DE MEDICION |
|  | DESCONECTOR FUSIBLE |  | CAPACITOR |
|  | TRANSFORMADOR DE POTENCIA |  | GRUPO GENERADOR |
| | |  | ACOMETIDA |

SIMBOLOS PARA DIAGRAMAS Y PLANOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS

| | | | |
|---|---|---|---|
|  | SALIDA PARA LAMPARA INCANDESCENTE |  | CAJA DE CONEXION |
|  | SALIDA PARA LAMPARA FLUORESCENTE |  | ABRIDOR ELECTRICO PARA PUERTA |
|  | ARBOTANTE |  | ESTACION DE BOTONES |
|  | PORTALAMPARA CON INTERRUPTOR DE CORDON |  | ZUMBADOR |
|  | SALIDA DE PISO |  | TIMBRE |
|  | SALIDA PARA ACCESORIO OCULTO (El trazo muestra la forma del accesorio) |  | CAMPANA |
|  | SALIDA PARA TELEVISOR |  | INTERFONO |
|  | SALIDA PARA PROPOSITO ESPECIAL (Las letras indican las funciones. Ejemplo: LP Lavadora de platos) |  | TELEFONO INTERCOMUNICACION |
|  | SALIDA TRIFASICA |  | TELEFONO AL EXTERIOR |
|  | CONTACTO DOBLE, CIRCUITO INDEPENDIENTE |  | RELOJ |
|  | CONTACTO DOBLE (La T muestra que es del tipo de conexión a tierra) |  | CONEXION A TIERRA |
|  | CONTACTO DOBLE, CIRCUITO GENERAL |  | TABLERO DE ALUMBRADO |
|  | CONTACTO PARA INTEMPERIE |  | TABLERO DE FUERZA |
|  | CONTACTO DE USO GENERAL DIFERENTE DEL DOBLE (El número muestra la cantidad de polos) |  | TABLERO GENERAL |
|  | APAGADOR SENCILLO |  | BATERIA |
|  | APAGADOR DE ESCALERA |  | MEDIO DE DESCONEXION |
|  | APAGADOR DE 4 VIAS |  | INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO |
|  | APAGADOR DE PUERTA |  | FUSIBLE |
|  | APAGADOR CON LUZ PILOTO |  | MOTOR |
|  | APAGADOR DE INTEMPERIE |  | ARRANCADOR (Protección contra sobrecarga) |
|  | CABLE O CONDUCTO POR TECHO O MURO |  | SOLDADORA |
|  | CABLE O CONDUCTO POR PISO |  | RESISTENCIA |
| | |  | CAPACITOR |
| | |  | RECTIFICADOR |

D = Diámetro de la canalización
 N = Número de conductores
 C = Calibre de los conductores

1) - DE LAS "SALIDAS"

(SITIO EN EL CUAL LA INSTALACION PROVEE DE ENERGIA A UNA UTILIZACION O CARGA)

- 1.1- LOCALIZACION
- 1.2- ESPECIFICACION (DE ACUERDO CON -SIMBOLOGIA)
- 1.3- CIRCUITO QUE LAS ALIMENTA
- 1.4- DISPOSITIVO DE CONTROL QUE LAS OPERA

2) DE LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL:

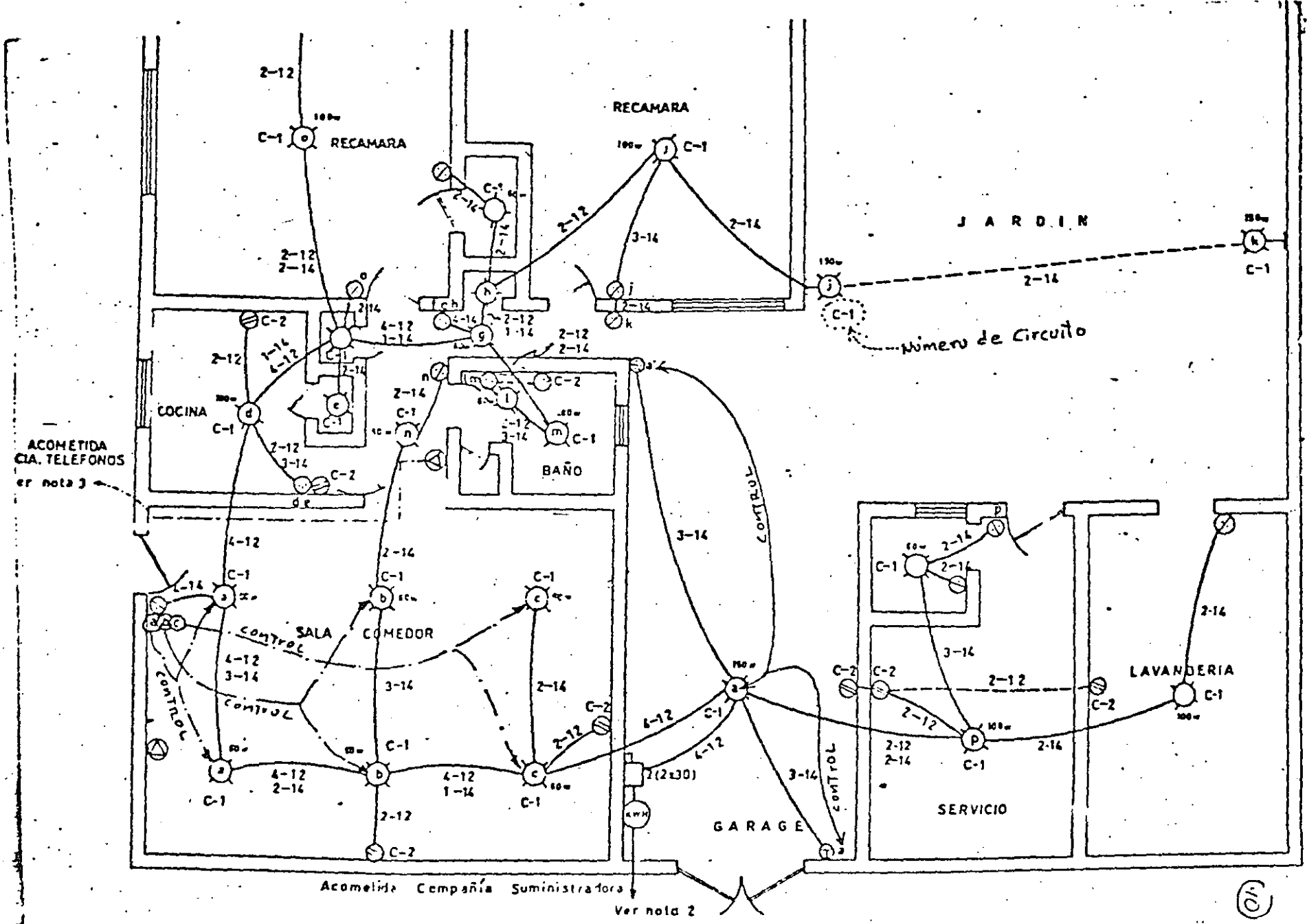
- 2.1- LOCALIZACION
- 2.2- ESPECIFICACION (DE ACUERDO CON SIMBOLOGIA)
- 2.3- CARGA O SALIDA QUE CONTROLA

DE LAS CANALIZACIONES

- 3.1- TRAYECTORIA APROXIMADA - (DE DONDE A DONDE VA.)
- 3.2- LOCALIZACION (EN MURO, TECHO O PISO)
- 3.3- ESPECIFICACION
- 3.4- CONDUCTORES ALDADOS EN ELLA, Y SU ESPECIFICACION

DE LOS TABLEROS

- 4.1- LOCALIZACION
- 4.2- ESPECIFICACION
- 4.3- CUADRO DE CARGAS
 - 4.3.1- CANTIDAD Y TIPOS DE CARGAS: { POR CIRCUITO
 - 4.3.2- CARGA CONECTADA: - P/CIRCUITO { TOTAL
 - P/FASE
 - TOTAL
- 4.3.3- DESBALANCED
- 4.4- ESPECIFICACION PROTECCION CIRCUITOS



(C)

3- conductores calibre # 8 AWG
 1- conductor calibre # 10 AWG
 3- conductores calibre # 14 AWG

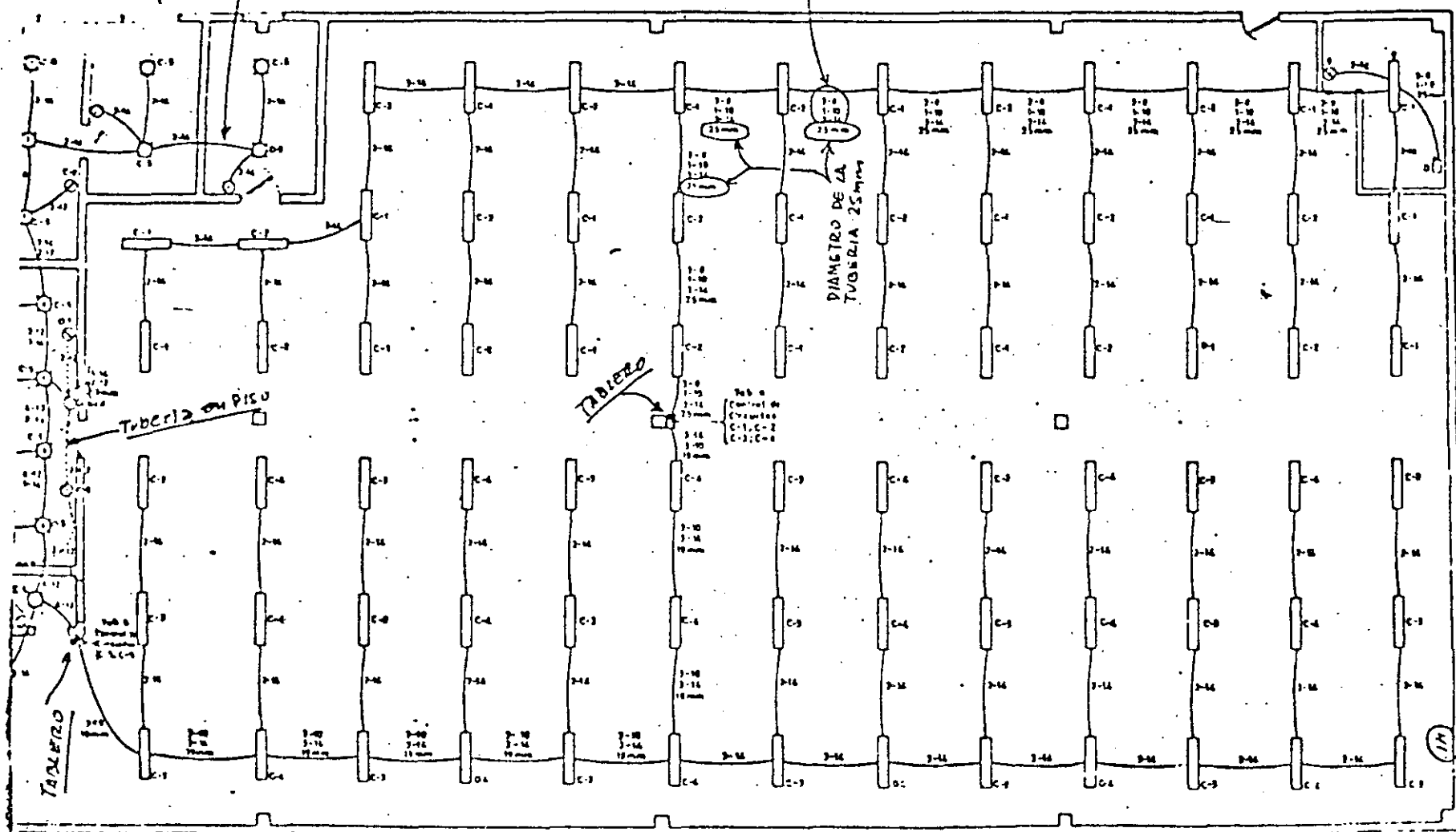
TUBERIA EN TECHO

DIAMETRO DE LA TUBERIA 25 mm

TUBERIA EN PISO

TABLERO

Tab. de Control de Circuitos C-1, C-2, C-3, C-4



Arquitecto Cía Suministros

PLANTA GENERAL

| ITEM | DESCRIPCIÓN | APARTEADO | INTENSIDAD | ALUMBRADO |
|-------|-------------|-----------|------------|-----------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7a | 10 | | | |
| 7b | | | | |
| 7c | | | | |
| 7d | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |
| 11 | 0.50 | | | |
| 12 | | | | |
| 13 | 4.80 | | | |
| 14 | | | | |
| 15 | 6 | | | |
| 16 | 2.25 | | | |
| 17 | 2.50 | | | |
| 18 | 2.85 | | | |
| 19 | 15 | | | |
| TOTAL | 33.60 | 26.80 | | |

TOTAL SALIDAS POR CIRCUITO

"TIPOS DE SALIDAS"

| ITEM | DESCRIPCIÓN | TIPO | FASE | | |
|-------|-------------|------|------|------|------|
| | | | A | B | C |
| 1 | | 20 | 1670 | | |
| 2 | | 17 | 1360 | | |
| 3 | | 21 | | | 1680 |
| 4 | | 14 | | 1650 | |
| 5 | | 1 | | 1680 | |
| 6 | | 33 | | | 1680 |
| 7 | | 10 | | | 1680 |
| TOTAL | | 97 | 2250 | 2000 | 2230 |

CARGA conectada POR CIRCUITO

CAPACIDAD TOTAL EN FUERZA = 65.438 KW
CAPACIDAD TOTAL ALUMBRADO = 6.655 KW

CARGA TOTAL POR FASE

fase A = 25.000 KW.
fase B = 24.840 KW.
fase C = 24.970 KW.

DESBALANCEO ENTRE FASES = 0.26%

CALCULO:

$$\frac{\text{Fase Mayor} - \text{Fase Menor}}{\text{Fase Mayor}} \times 100 = \frac{25 - 24.84}{25.000} \times 100 = 0.26\%$$

TOTAL SALIDAS POR TIPO

CARGA CONECTADA POR FASE

DESBALANCEO

SÍMBOLOS

- Medidor de Watts-Horas
- Tablero de Fuerzas
- Interruptor de navajas con elemento fusible
- Interruptor de navajas con elemento fusible
- Tablero de alumbrado
- Interruptor termomagnético
- Arrancador
- Arrancador a tensión completa
- Arrancador a tensión reducida
- Motor
- Estación de botones
- Contacto trifásico
- Contacto monofásico
- Salida especial (trifásica o monofásica)
- Horno de Resistencias
- Lámpara incandescente
- Lámpara fluorescente
- Apagador sencilla
- Caja de conexiones
- Tubería por luz y techo
- Tubería por piso y muro

NOTAS:

- 1.- El diámetro de tubería no indicado, corresponde a 13mm.
- 2.- Toda acometida aérea para el suministro de energía eléctrica, deberá tener una altura mínima de 3 mts desde el nivel de la banqueta y consista en un tubo de diámetro no menor de 22mm.
- 3.- Es optativo indicar:
 - a) Configuración de la maquinaria
 - b) Elaboración de una Memoria Técnica Descriptiva
- 4.- Dejar espacio de 10x70cm para sello y firma de esta dependencia.
- 5.- El desbalanceo entre fases no debe exceder del 5% de la fase mayor

6.- Todos los interruptores que controlan circuitos principales deberán estar con contraluz cerca del equipo de medición de la c/a suministradora

DISPOSITIVOS DE PROTECCION VS SOBRECORRIENTE

OBJETIVO: ABRIR CIRCUITO -> OPERACION AUTOMATICA

PRINCIPIOS DE OPERACION :-

① - TERMICO

- FUSIBLES
- ELEMENTOS TERMICOS
- INTERRUPTORES TERMICOS

② MAGNETICO

- RELEVADORES
- INTERRUPTORES MAGNETICOS

③ MIXTOS

- INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS



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

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION", ORGANIZADO EN COLABORACION
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA, DEL 15 AL 19 DE OCTUBRE
DE 1984.

PRECIOS UNITARIOS, PRESUPUESTOS, ESTIMACIONES
Y ESPECIFICACIONES

Veracruz, Ver.

COSTOS Y PRESUPUESTOS DE OBRAS1. DEFINICIONES Y ALCANCES DE LOS CONCEPTOS BASICOS

COSTO.- De acuerdo al diccionario de la lengua española, - "Costo es lo que se paga por una cosa"; en un sentido mas amplio "Costo es el conjunto de bienes económicos, expresados en unidades monetarias, erogados para lograr un fin."

Generalmente dentro del Ramo de la Construcción, este concepto se interpreta como: El conjunto de bienes económicos, expresados en unidades monetarias, erogados para la realización de un proyecto o una obra.

PRESUESTO.- Según el diccionario de la lengua española, - "Presupuesto es lo que se supone previamente, cómputo anticipado de los gastos o ingresos".

En el sentido que comunmente se entiende en México, cuando este vocablo es aplicado a un aspecto de construcción es el siguiente:

Presupuesto es el conjunto ordenado de los costos de las partes integrantes de un proyecto, calculados previamente a la ejecución de este.

De acuerdo a esta definición, la palabra Presupuesto resulta ser sinónimo de "Presupuesto de Costos".

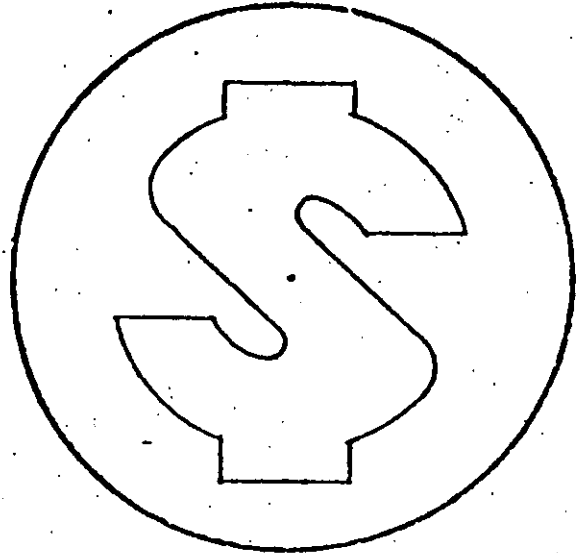
Un presupuesto está integrado por diversas clases de cargos ó costes, tales como Costos Directos, Indirectos, Contingencias, Honorarios, etc. Esta clasificación de los costos - obedece a su identificación con el Proyecto mismo.

Asimismo la presentación de un presupuesto se puede dividir en precios unitarios, unidades de obra, y los conceptos de trabajo correspondientes.

Las definiciones de cada uno de los conceptos anteriores - las expresaremos a continuación:

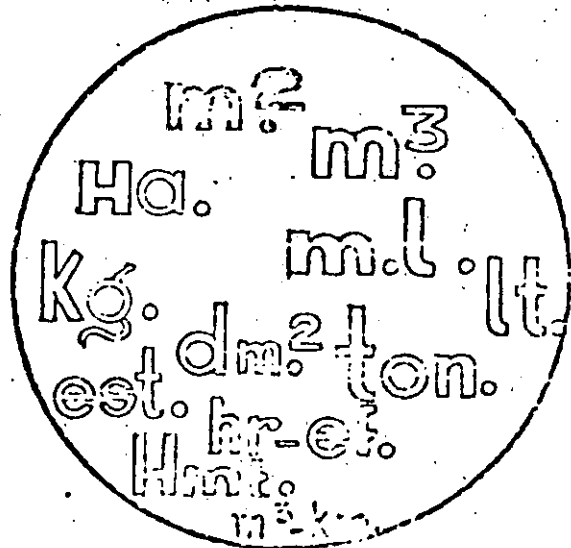
PRECIO UNITARIO

Remuneración ó pago en moneda que el Contratante deberá cubrir al Contratista por unidad de Obra y por concepto de trabajo que ejecute.



UNIDAD DE OBRA

Unidad de medición señalada en las especificaciones para cuantificar el concepto de trabajo para fines de medición y pago.



CONCEPTO DE TRABAJO

Conjunto de operaciones manuales y mecánicas, así como materiales, que el Contratista emplea en la realización de la Obra de acuerdo a Planos y Especificaciones, dividido convencionalmente para fines de medición y pago.



PRECIO UNITARIO -
DIVISION DE CARGOS

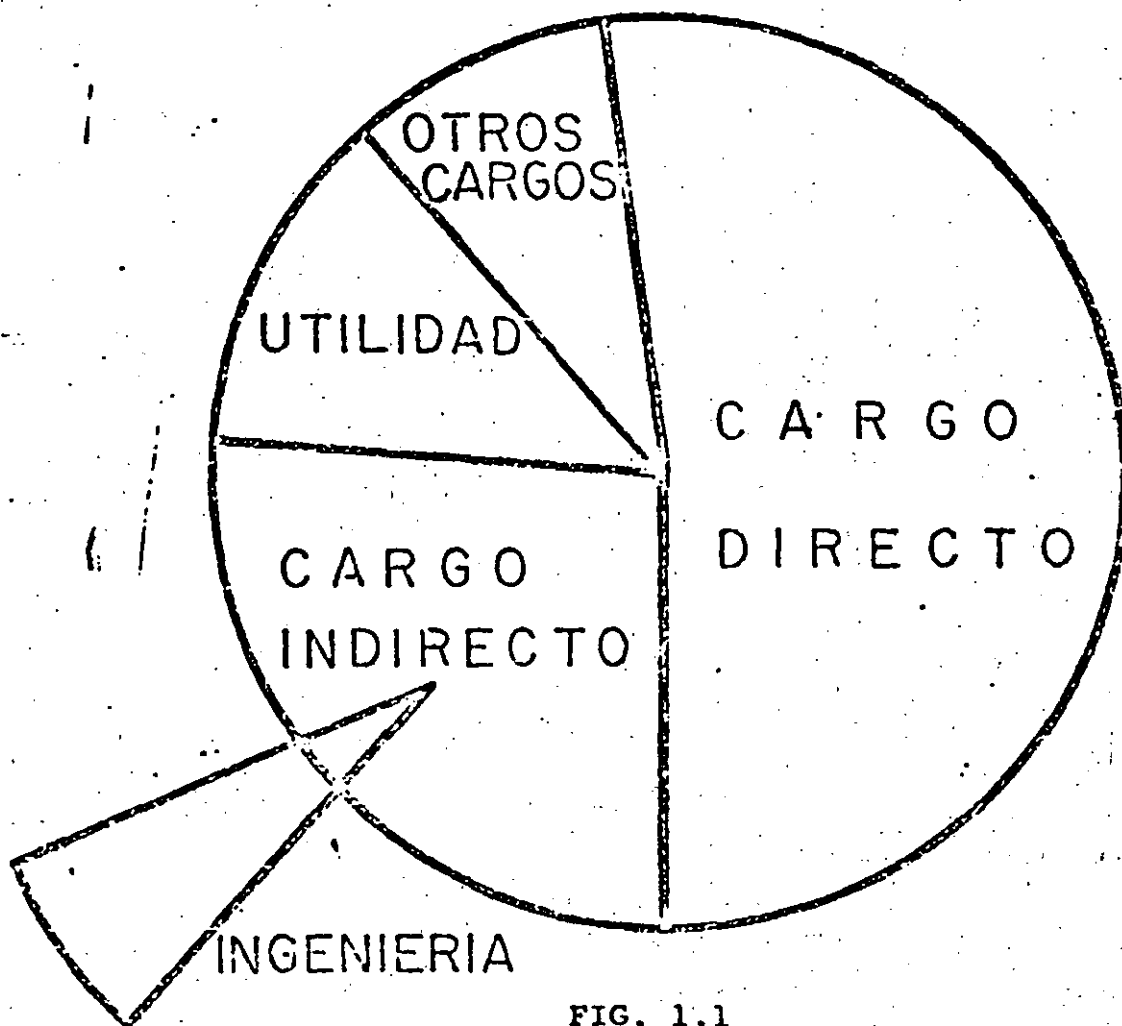


FIG. 1.1

El precio unitario como unidad está compuesto por diversos -- cargos reunidos en cuatro grandes divisiones como lo muestra la Figura No. 1.1.

Esta división corresponde a Obras de Construcción sobre proyectos terminados. Cuando deba la misma Compañía realizar el proyecto de Ingeniería, podrán cargarse los gastos relativos en la división de Cargos Indirectos, Oficina Central y si este cargo no se desea su prorrato en el precio unitario, se considerará como un contrato separado del de Construcción.

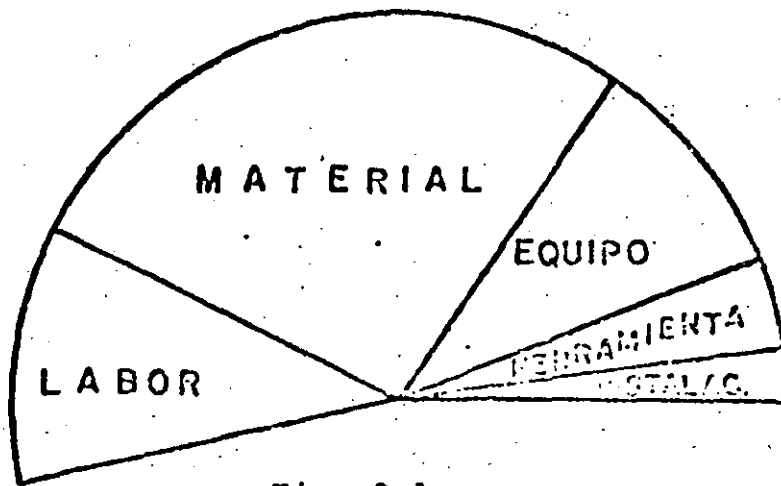


Fig. 2.1

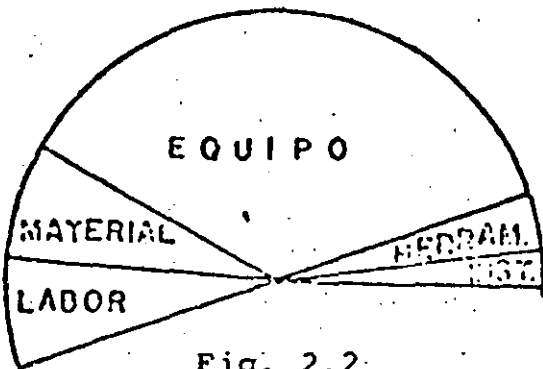


Fig. 2.2

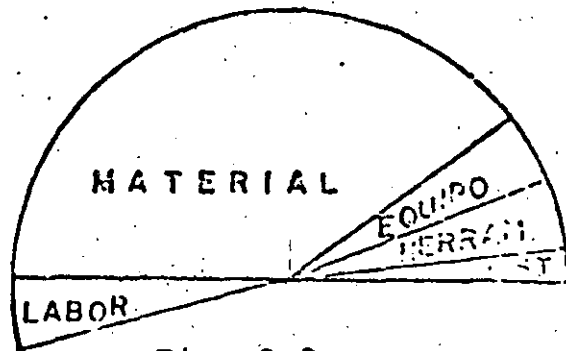


Fig. 2.3

CARGOS DIRECTOS. - Son los que se derivan de las erogaciones por mano de obra, materiales, equipo, herramienta, e instalaciones efectuadas exclusivamente para realizar dicho concepto de trabajo.

Los análisis detallados de costos directos permiten determinar los porcentajes de participación de cada uno de los cargos que afectan directamente, el resultado final del costo directo.

La Fig. 2.1 representa los porcentajes gráficos aproximados por cargos directos en obras de edificación donde la labor presenta un porcentaje de participación aproximado del 25% al

35 %, el material 45% al 55%, el equipo del 10% al 20%, la herramienta del 1% al 1.5% y las instalaciones de 0.5% al 1%.

La Fig. 2.2 representa los porcentajes gráficos aproximados por cargos directos en obras de infraestructura ó pesada; en este caso el Parámetro Equipo representa el porcentaje mayor, 60% al 70% indicando el uso de equipos pesados de capital importancia para la realización de la obra, la labor puede representar una variación del 10% al 20%, materiales 15% al 25%, herramienta 0.5% al 1%, instalaciones 0.5% al 1%.

La Fig. 2.3 representa los porcentajes gráficos aproximados por cargos directos en Plantas Industriales, el Parámetro de Materiales aparece muy amplio en proporción a las otras partes y es resultado del incrementar en forma excesiva los conceptos electromecánicos e instrumentación con una gran cantidad de material de proceso como tuberías, recipientes, equipo, etc., para el funcionamiento de la Planta, éste desde luego varía con el tipo de Planta y de proceso propio de la misma, sin embargo, las estadísticas muestran siempre que el porcentaje de presencia mayor en obras de este tipo, corresponde a los materiales y equipo de proceso, con una variación aproximada entre el 70% al 80%, el equipo de construcción y herramienta del 5% al 9%, la mano de obra del 15% al 25%, y las instalaciones del 0.5% al 1%.

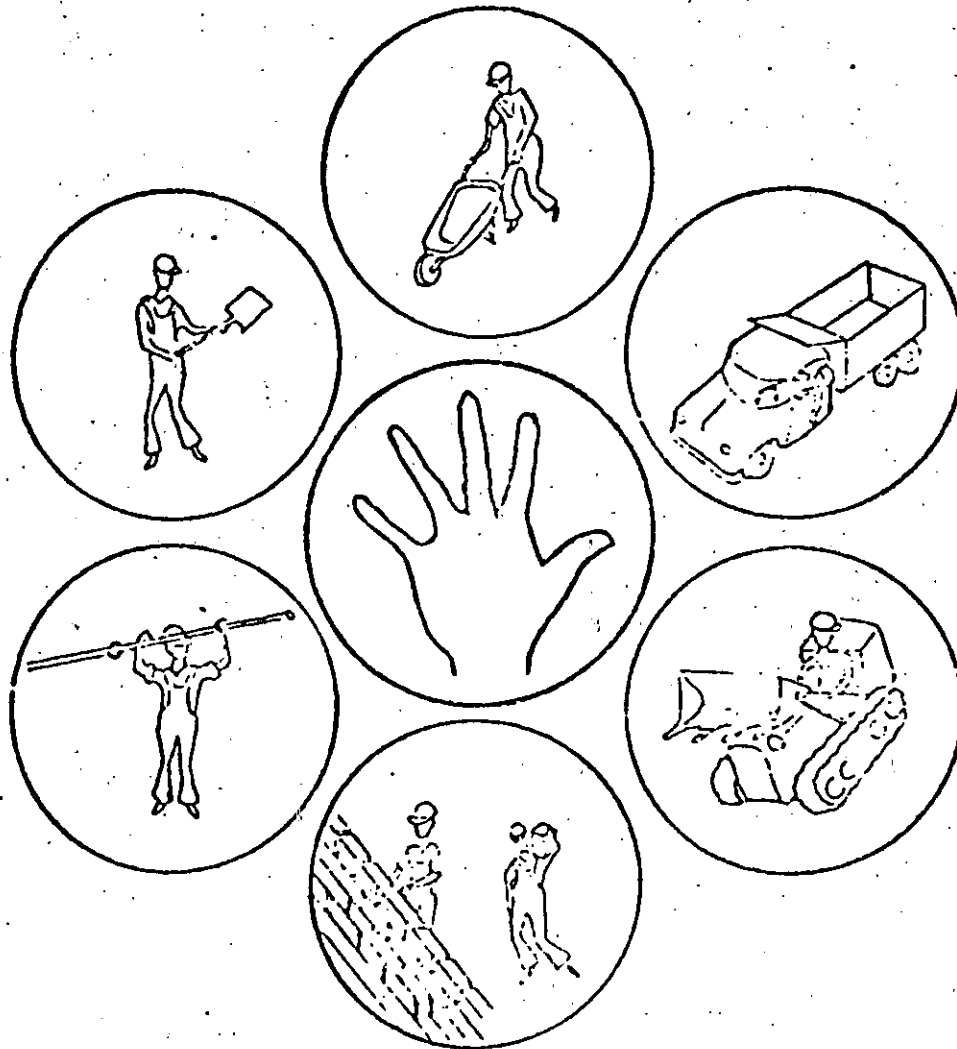
C A R G O S D I R E C T O SC A R G O P O R M A N O D E O B R A

Fig. 3.1

Los cargos por Mano de Obra son los resultantes de prorratear el pago de salarios al personal individual ó por cuadrilla que interviene única y exclusivamente en forma directa en la ejecución del trabajo de que se trate, entre las unidades de producción (rendimiento que dicho personal realice en un tiempo determinado)

$$Mo = \frac{S}{R}$$

C Á R G O S D I R E C T O S
S A L A R I O S

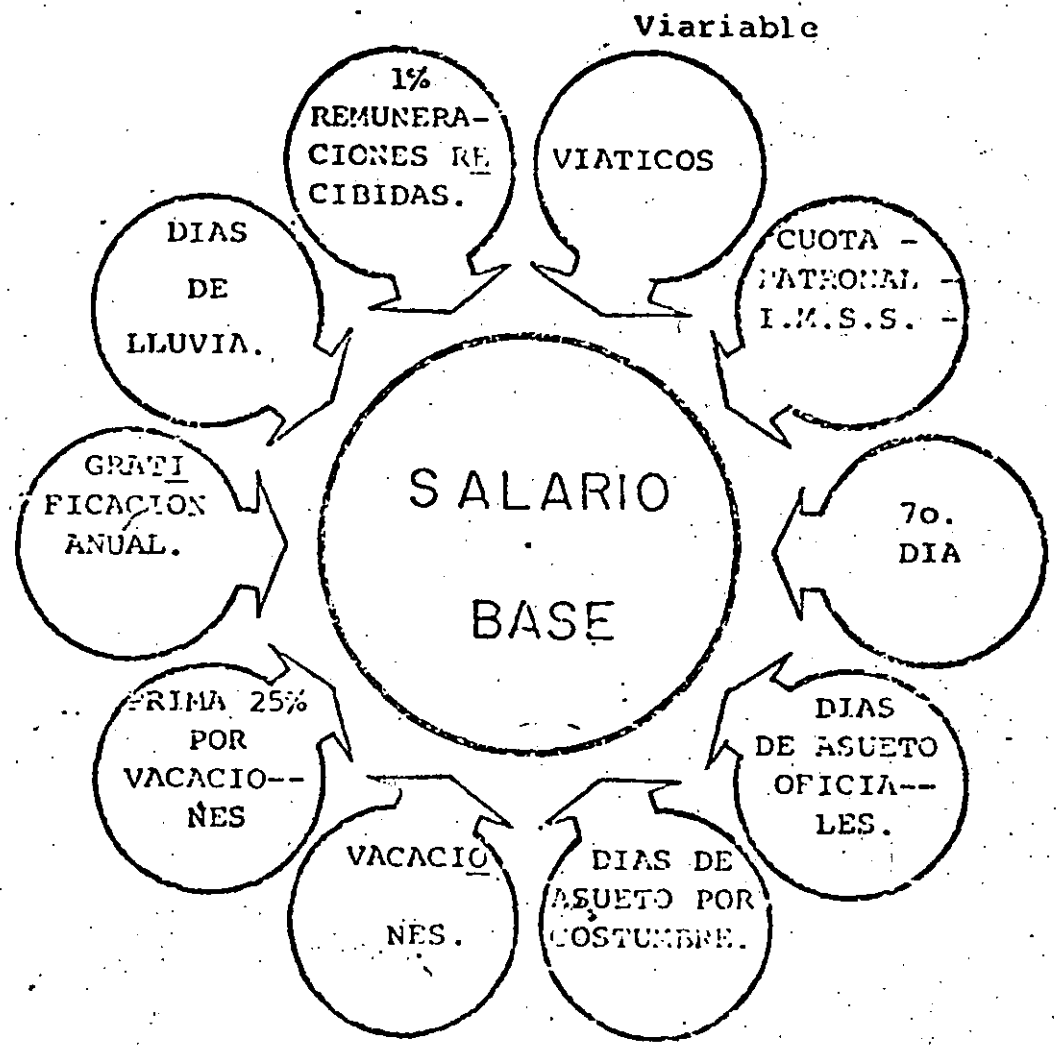


Fig. 3.2

Factores y porcentajes que afectan el salario base para convertirlo en salario real:

CARGOS DIRECTOS

SALARIO

8

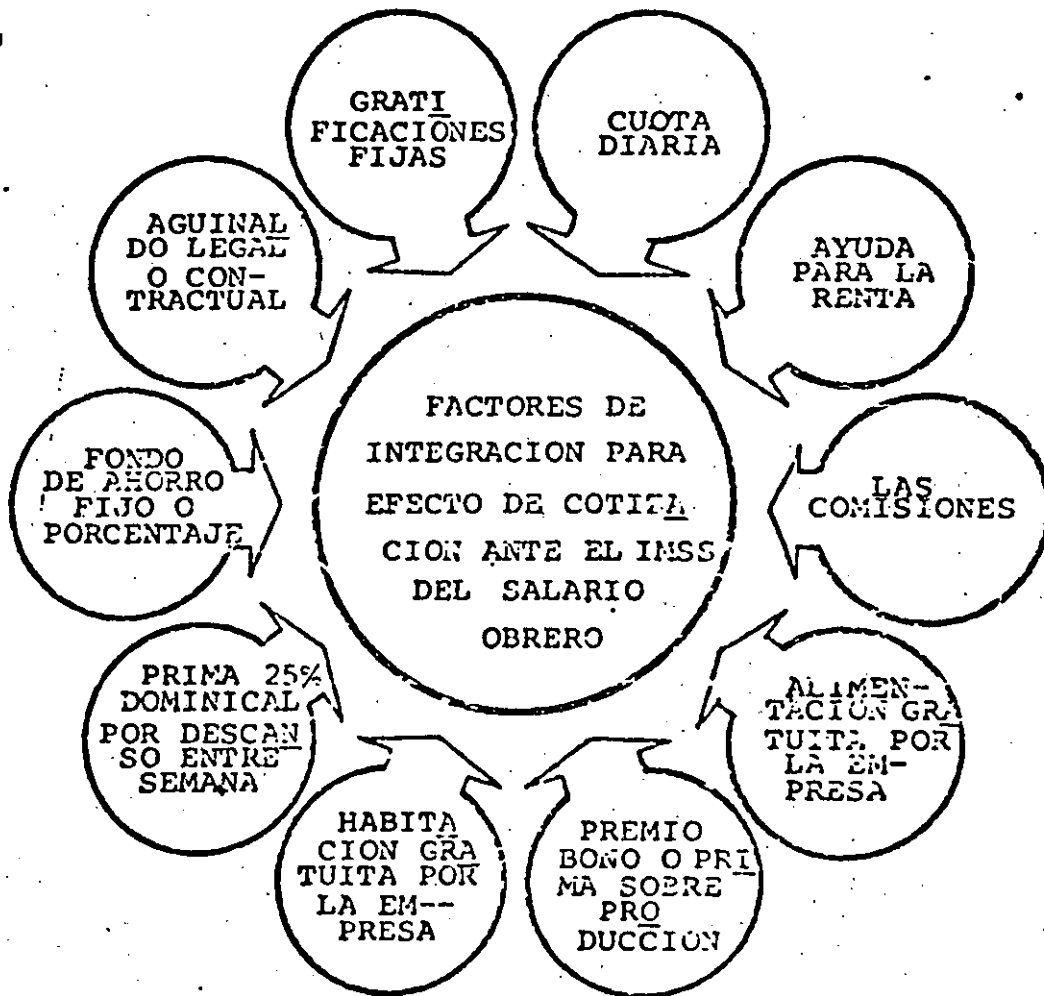


Fig. 3.3

NOTA 1.1 El salario mínimo legal de la zona respectiva no podrá ser descontado en forma alguna, aunque haya factores distintos, que adicionen la cuota diaria.

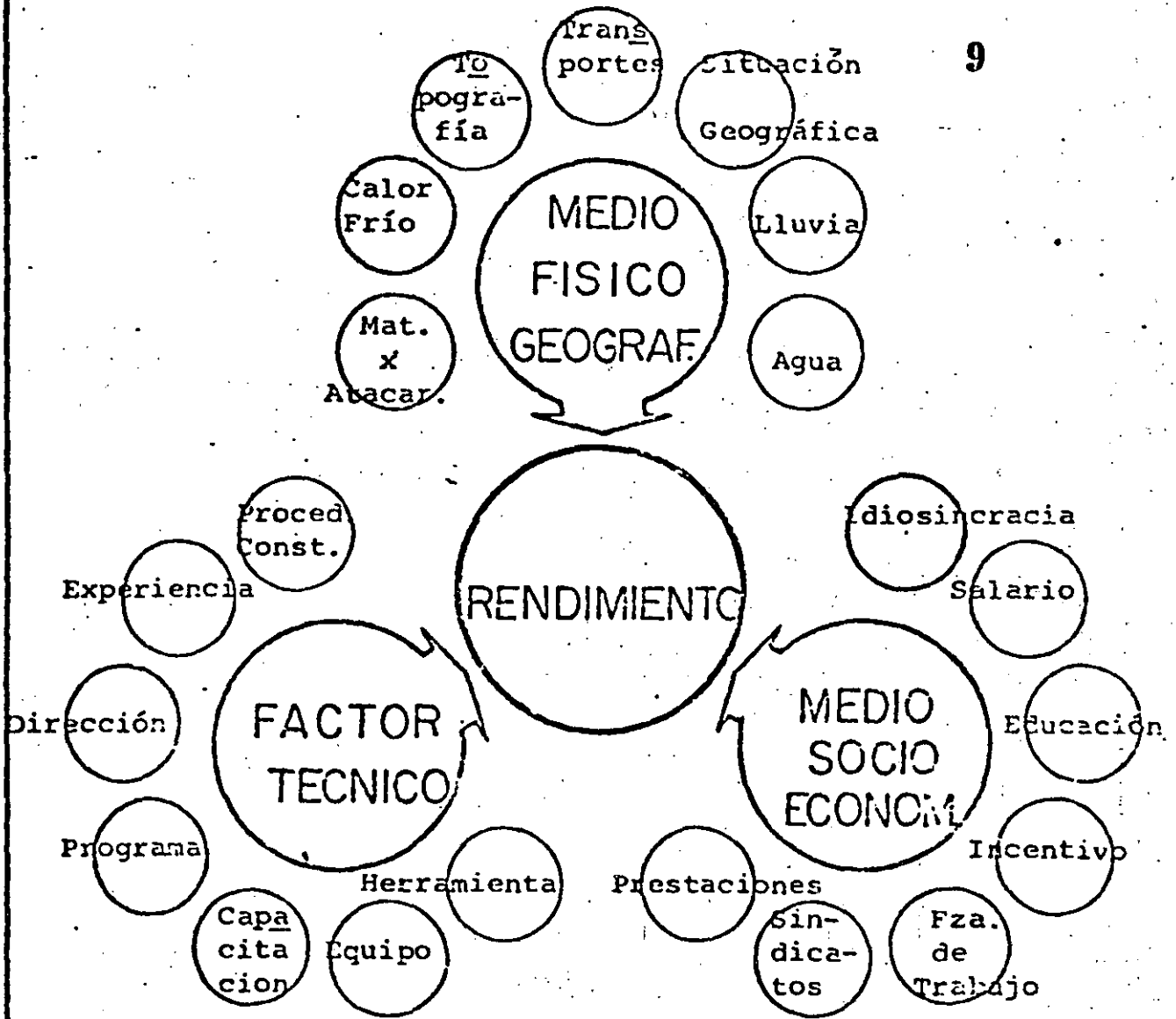


Fig. 3.4.

Factores de influencia que afectan la capacidad de producción del personal individual ó por cuadrilla y que determinan los rendimientos.

Siendo la capacidad de producción de primordial importancia en la determinación del costo, la minuciosa investigación del sitio de la obra, facilitará los conocimientos necesarios para obtener los rendimientos adecuados.

C A R G O S D I R E C T O SM A T E R I A L E SCARGO DIRECTO POR MATERIALES.-

Las erogaciones que efectúa el Contratista para adquirir los materiales necesarios para la ejecución -- del concepto de obra, determinan el cargo directo -- por materiales.

Estos pueden ser permanentes, ó sea que forman parte integrante de la Obra, y temporales ó auxiliares que son consumidos en la Obra después de uno ó va-- rios usos.

Los materiales son adquiridos del mercado ó producidos en la Obra, los adquiridos sufren una varia-- ción según Fig. 4.1 y los segundos, son motivo de -- un análisis especial.

C A R G O S D I R E C T O S

M A T E R I A L E S

11

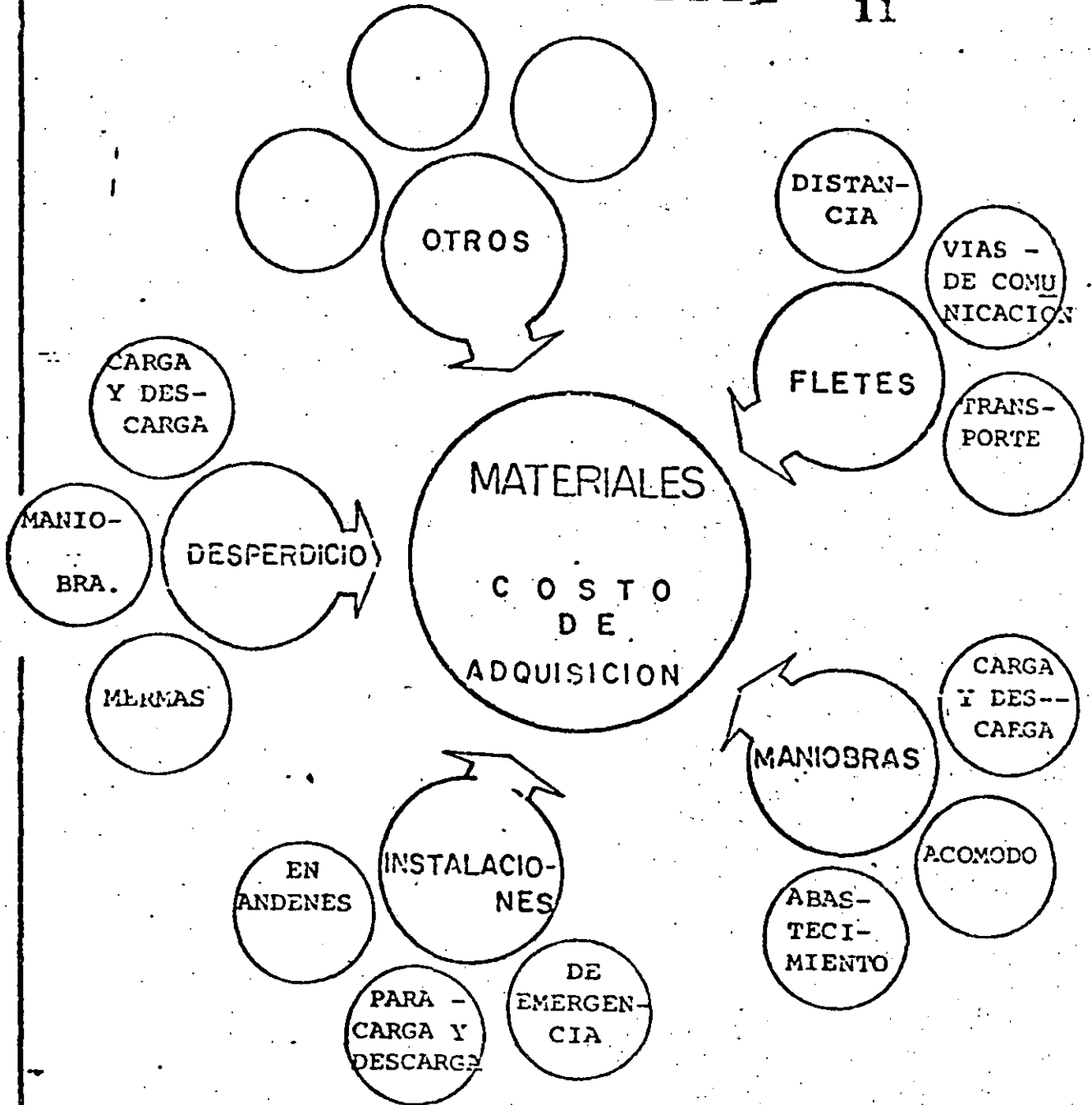


Fig. 4.1

Factores de influencia que determinan el incremento de costo sobre el costo de adquisición.

C A R G O S _ _ D I R E C T O S

E Q U I P O _ _ C O S T O

12

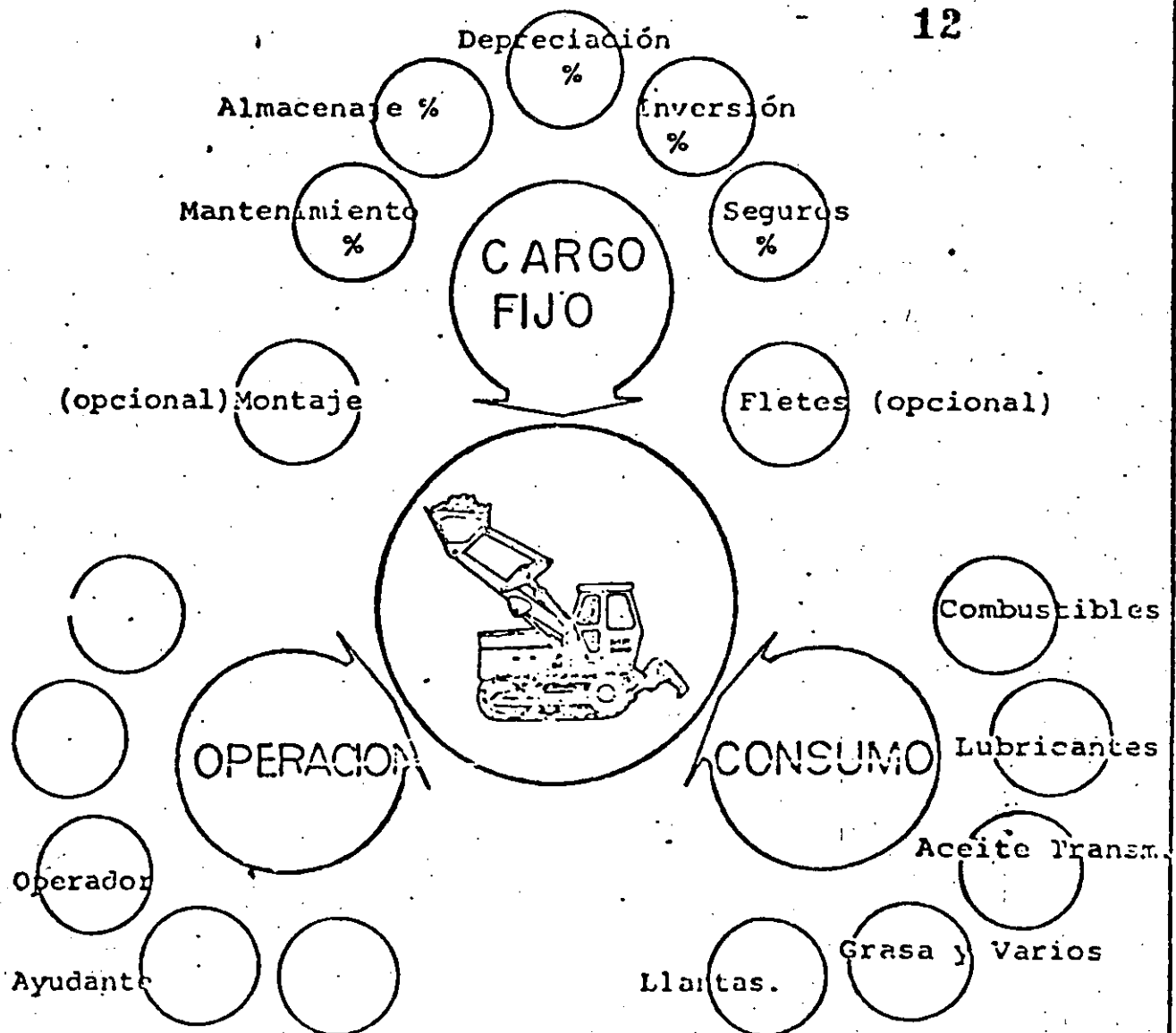


Fig. 5.1

CARGO DIRECTO POR EQUIPO.- Lo determinan según las bases y - normas generales para la contratación y ejecución de Obra Públicas, los cargos fijos, los de consumo y los de operación - por un tiempo determinado y dividido por el rendimiento efectivo que dicho equipo realice en el mismo tiempo determinado de costo.

$$CM = \frac{HMD}{RM}$$

Sin embargo, como lo muestra la figura 5.1, los cargos se dividen como todos los costos ó sea una Labor, un Material y el Equipo Intrínseco.

CARGOS DIRECTOS

EQUIPO RENDIMIENTO

Incentivo Económico

Dir. Técnica

Clima

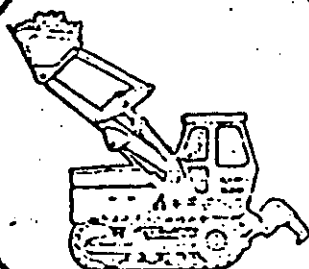
13

Sindicatos

Capacidad

OPERACION

RENDIMIENTO



Altura

S.N.M.

Motor

Pendiente

FISICAS
GEOGRAFICAS

MECANICAS

Llantas

Clima

Orugas

Tipo de
Material Terreno

Mangueras
y
Equipo Auxiliar Transmisión.

Fig. 5.2

Casi todos los factores que determinan la variación de los rendimientos del equipo, están señalados en esta gráfica, los factores principales son afectados por otras y así sucesivamente, por esto para determinar los rendimientos más adecuados, es necesario llevar datos estadísticos de diversos tipos de obras,

C A R G O S D I R E C T O S
H E R R A M I E N T A D E M A N O
I N S T A L A C I O N E S

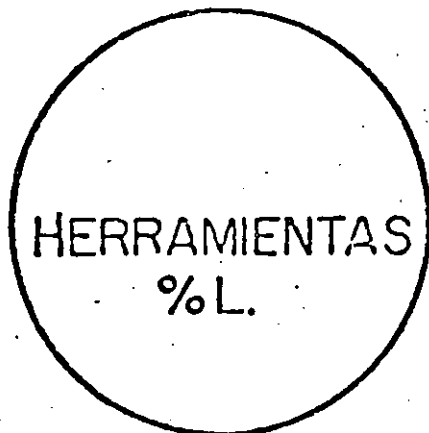


Fig. 6.1

El cargo por herramienta de mano, corresponde al consumo ó desgaste de la herramienta utilizada en la ejecución de los conceptos de obra y se determina en función de un porcentaje de la mano de obra. Dicho porcentaje se determina con estadísticas.



Fig. 7.1

El cargo por Instalaciones corresponde a las erogaciones realizadas por el Contratista para construir las instalaciones accesorias, necesarias para realizar conceptos de trabajos de finidos y no deberá incluir ninguna instalación de servicio general en la obra.

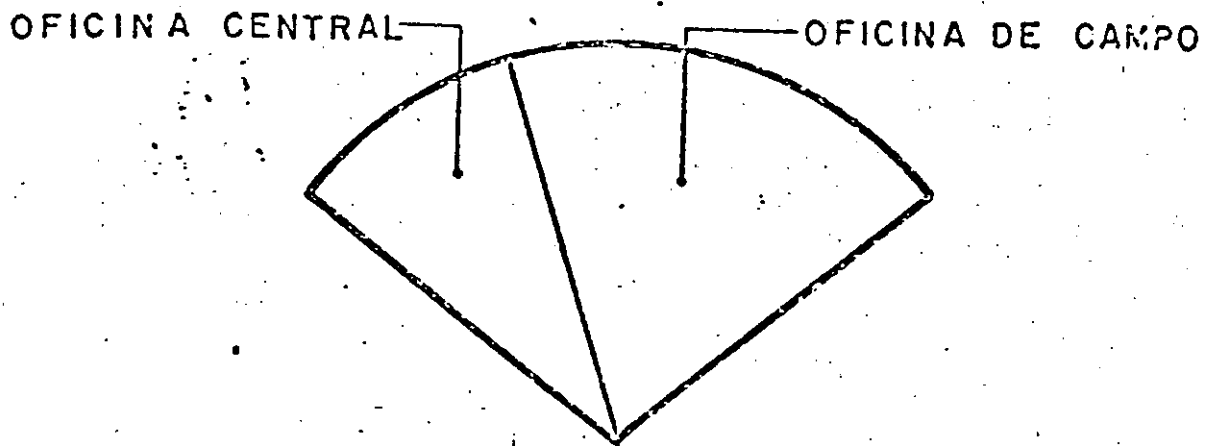


Fig. 8.1

TODOS LOS GASTOS QUE SE REALIZAN PARA LA CONSTRUCCION DE UN -- PROYECTO NO CONSIDERADOS EN LOS CARGOS DIRECTOS SE DENOMINARAN CARGOS INDIRECTOS COMO MUESTRA LA FIG. 8.1 SE DIVIDEN EN GASTOS DE OFICINA CENTRAL Y GASTOS DE OFICINA DE CAMPO.

LAS FIG. 8.2 Y 8.3 MUESTRAN LOS DIVERSOS FACTORES QUE INTEGRAN DICHS CARGOS SEGUN LAS BASES Y NORMAS GENERALES PARA LA CON-- TRATACION Y EJECUCION DE OBRAS PUBLICAS, ESTOS CARGOS SE EX-- PRESAN COMO UN PORCENTAJE DEL COSTO DIRECTO OBTENIDO DEL RESUL-- TADO TOTAL DE LOS CARGOS INDIRECTOS ENTRE EL TOTAL DE LOS CAR-- GOS DIRECTOS MULTIPLICADO POR CIEN.

$$\% \text{ DE CARGOS IND} = \frac{\text{CARGOS IND.}}{\text{CARGOS DIRECTOS}} \times 100$$

BASES Y NORMAS GENERALES PARA LA CONTRATACION Y EJECUCION DE OBRAS PUBLICAS

9.3. A continuación se enlistan los gastos generales más frecuentes que deberán tomarse en consideración para integrar el cargo indirecto.

| | Admón. central | Admón. de obra |
|---|---|-------------------|
| | X De posible aplicación - No aplicable | |
| 9.3.1. Honorarios, sueldos y prestaciones. | | |
| 1. Personal directivo | X | - |
| 2. Personal técnico | X | X |
| 3. Personal administrativo. | X | X |
| 4. Personal en tránsito | - | X |
| 5. Cuota patronal de Seguro Social e impuesto adicional sobre remuneraciones pagadas para ítems 1 a 4 | X | X |
| 6. Pasajes y viáticos | X | X |
| 7. Consultores y asesores | X | - |
| 8. Estudios e investigaciones | X | - |
| 9.3.2. Depreciación, mantenimiento y rentas. | | |
| 1. Edificios y locales | X | X |
| 2. Campamentos | - | X |
| 3. Talleres | - | X |
| 4. Bodegas | - | X |
| 5. Instalaciones generales | - | X |
| 6. Muebles y enseres | X | X |

CARGOS INDIRECTOS
OFICINA DE CAMPO

17

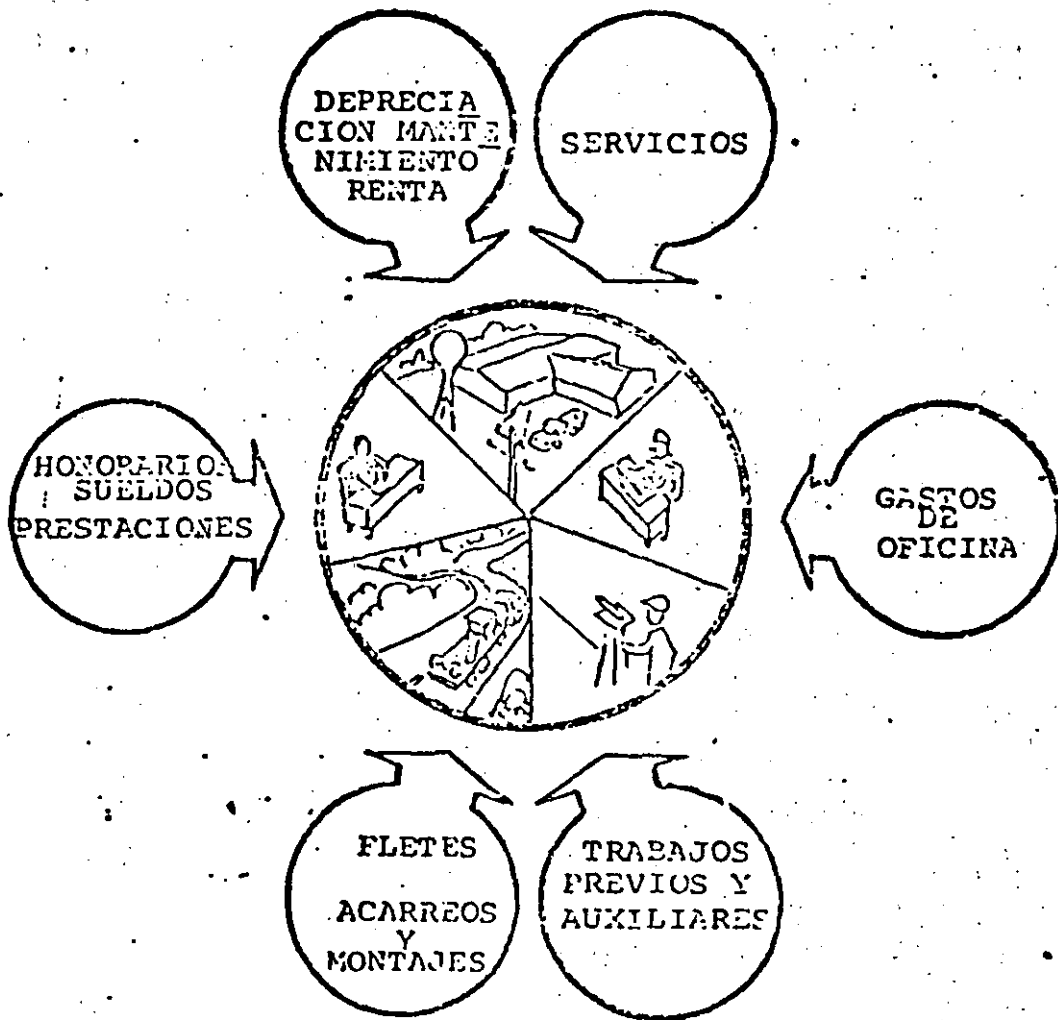


Fig. 8.3

Factores de influencia que determinan los cargos indirectos de la Oficina de Campo.
Ver Anexo 1.

BASES Y NORMAS GENERALES PARA LA CONTRATACION Y EJECUCION DE OBRAS PUBLICAS

9.3. A continuación se enlistan los gastos generales más frecuentes que deberán tomarse en consideración para integrar el cargo indirecto.

| | Admón. central | Admón. de obra |
|---|---|-------------------|
| | X De posible aplicación - No aplicable | |
| 9.3.1. Honorarios, sueldos y prestaciones. | | |
| 1. Personal directivo | X | - |
| 2. Personal técnico | X | X |
| 3. Personal administrativo. | X | X |
| 4. Personal en tránsito | - | X |
| 5. Cuota patronal de Seguro Social e impuesto adicional sobre remuneraciones pagadas para ítems 1 a 4 | X | X |
| 6. Pasajes y viáticos | X | X |
| 7. Consultores y asesores | X | - |
| 8. Estudios e investigaciones | X | - |
| 9.3.2. Depreciación, mantenimiento y rentas. | | |
| 1. Edificios y locales | X | X |
| 2. Campamentos | - | X |
| 3. Talleres | - | X |
| 4. Bodegas | - | X |
| 5. Instalaciones generales | - | X |
| 6. Muebles y enseres | X | X |

Admón.
centralAdmón.
de obraX De posible aplicación
- No aplicable

9.3.3. Servicios.

- | | | | |
|----|---|---|---|
| 1. | Depreciación o renta y operación y -- vehículos | X | X |
| 2. | Laboratorio de campo | - | X |

9.3.4. Fletes y acarreos.

- | | | | |
|----|---|---|---|
| 1. | De campamentos | - | X |
| 2. | De equipo de construcción | - | X |
| 3. | De plantas y elementos para instalaciones | - | X |
| 4. | De mobiliario | - | X |

9.3.5. Gastos de oficina.

- | | | | |
|----|--|---|---|
| 1. | Papelería y útiles de escritorio | X | X |
| 2. | Correos, teléfonos, telégrafos, radio. | X | X |
| 3. | Situación de fondos | - | X |
| 4. | Copias y duplicados | X | X |
| 5. | Luz, gas y otros -- consumos | X | X |
| 6. | Gastos de concursos | X | - |

9.3.6. Fianzas y financiamientos.

- | | | | |
|----|-------------------------------|---|---|
| 1. | Primas por fianzas | X | - |
| 2. | Intereses por financiamientos | X | - |

Admón.
central

Admón.
de obra

X De posible aplicación
- No aplicable

9.3.7. Trabajos previos -
y auxiliares.

- 1. Construcción y con-
servación de cami-
nos de acceso -
- 2. Montajes y desman-
telamientos de ---
equipo, cuando así
proceda -

X

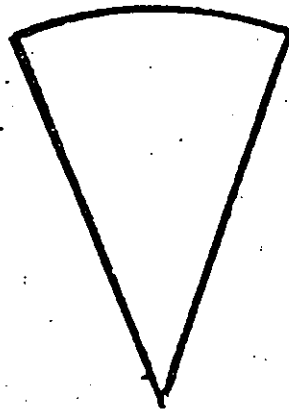
X

• 9.3.8. Imprevistos

Proposición de mo-
dificación en trá-
mite -

X

P R E C I O U N I T A R I O
C A R G O S A D I C I O N A L E S



OTROS CARGOS

Fig. 10.1

Las Normas y Bases Generales para Contratación y Ejecución de Obras Públicas .. Los define claramente como aquellos correspondientes a las erogaciones que realiza el Contratista por estipularse expresamente en el contrato de Obra, como obligaciones adicionales y que no están comprendidas dentro de los cargos directos, ni en los Indirectos, ni en la Utilidad y se expresa generalmente como un porcentaje sobre la suma de los cargos directos, indirectos y utilidad.

PRECIO UNITARIO
CARGOS ADICIONALES

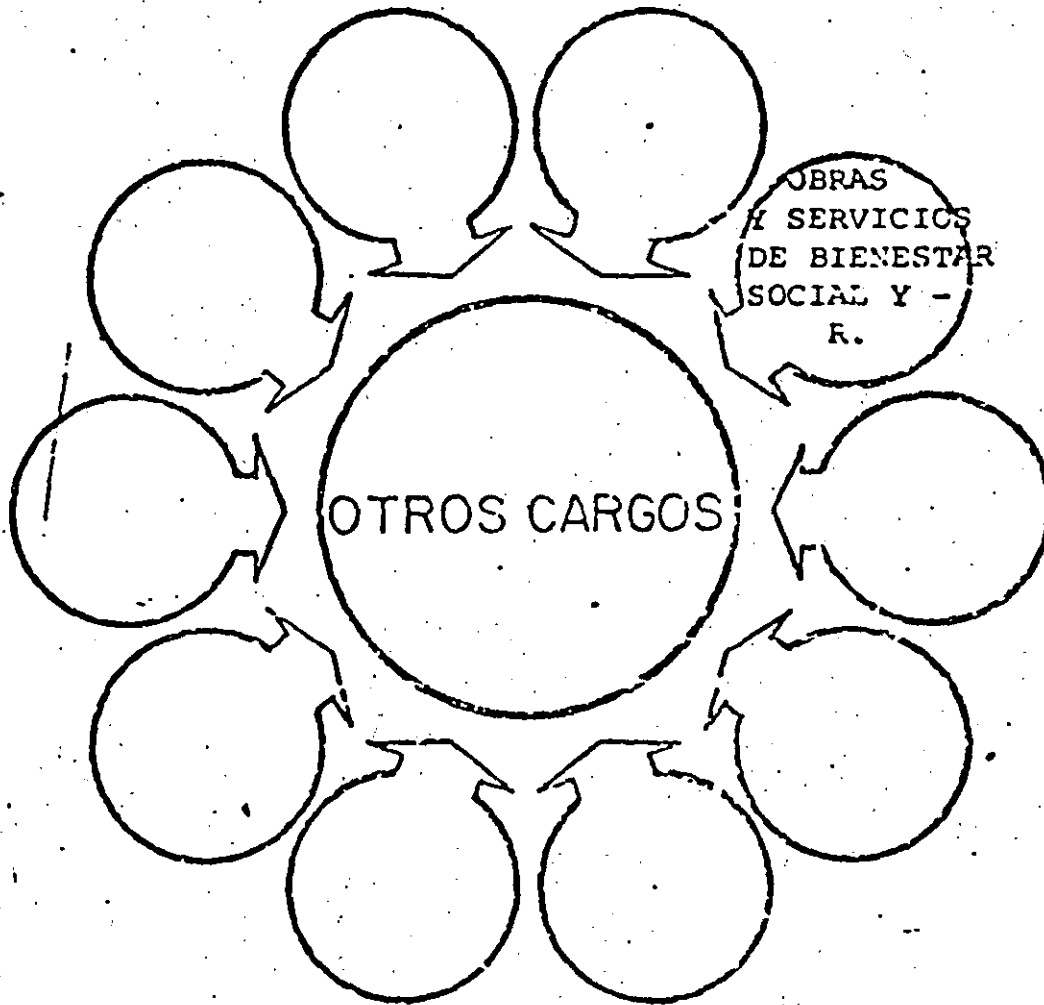


Fig. 10.2

Integración del Cargo Adicional.

CONTINGENCIAS.- Es la partida presupuestal que se calcula para cubrir los costos imprevistos, el desarrollo del proyecto, de acuerdo con la incertidumbre que se tenga en los datos básicos empleados para el cálculo del presupuesto.

ESCALACION.- Es la partida presupuestal que se calcula para cubrir las variaciones esperadas en los costos a un futuro.

Dicho de otra manera: es la diferencia entre los costos actuales y los costos que se tendrán durante la ejecución del proyecto, que no es posible precisar, pero que de acuerdo a estadísticas se espera que surgirán.

HONORARIO.- Es la remuneración económica a que toda empresa tiene derecho, al desarrollar un trabajo profesional y cuyo monto dependa de los gastos originados de la propia subsistencia de la empresa y la utilidad, que de acuerdo a sus políticas, desee percibir.

3. CICLO BASICO DE UN PRESUPUESTO.

Un presupuesto entre otros muchos factores, está basado en estadísticas, registros de resultados, experiencias pasadas, todas ellas obtenidas de proyectos concluidos, realizados.

Si bien hemos de hablar de un ciclo de un presupuesto, esto es solamente en sentido figurativo, pues nunca o casi nunca un presupuesto se repite por iguales que sean las obras, ya que de una obra a otra cambiarán las condiciones, si se quiere en un mínimo, pero cambiarán. Por decir algo, supongamos las escuelas, tipo que desarrolla el comité constructor de escuelas, podrá tratarse de dos edificios exactamente iguales, pero forzosamente tendrán que estar ubicados en sitios distintos, posiblemente con únicas diferencias en: la topografía del lugar, resistencia del suelo, climatología, factores que reflejados en el presupuesto, arrojarán resultados diferentes. Es más, si a esto aunamos la diferencia en tiempo en que se inicie una obra y otra, tendremos posiblemente diferencias en precios de materiales, en tabuladores de salarios, etc. (esto también por la diferencia en sitios de construcción).

A continuación presentaremos un diagrama de secuencias para el cálculo de presupuestos de construcción.

INSTRUCTIVO PARA RECOPIACION DE DATOS
PARA PRESUPUESTOS DE OBRAS FORANEAS

A.- CONCEPTOS GENERALES

1.- Elementos Basicos.-

El investigador deberá contar con los siguientes elementos, antes de salir hacia la Plaza por investigar:

- a) Conocimiento absoluto de todos los planos relativos a la obra.
- b) Estudio detallado y resumen de las especificaciones generales y complementarias.
- c) Dominio absoluto de todos los conceptos y cantidades de obra.
- d) Lista de materiales necesarios para la ejecución de la obra con cantidades lo más aproximadas posible de los mismos.
- e) Lista de conceptos de mano de obra, también con volúmenes por ejecutar de los mismos.
- f) Conocimiento de la localización precisa del sitio de la obra.
- g) Preferentemente contactos con personas de la localidad que puedan colaborar a hacer la investigación o aportar datos importantes.
- h) Conocimiento del procedimiento aproximado que se seguirá para la construcción.

2.- Investigación de Materiales.-

Deberán tomarse en cuenta los siguientes puntos, para la recopilación de cotizaciones de materiales:

- a) En caso de necesitar materiales que no existan en el mercado en cuestión averiguar de dónde llegan habitualmente y si hay posibilidad de obtenerlos en otras plazas distintas a esa.

- b) Tratar de obtener siempre un mínimo de tres cotizaciones para cada material, con el máximo descuento que sea posible conseguir.
- c) Pensar en la posibilidad de fabricar nosotros ciertos materiales, especialmente de los provenientes de barcos - (arena, grava, tepetate, etc.), y averiguar las condiciones que influirían en su explotación y tratamiento (rentas, concesiones, permisos, etc.).
- d) Investigar siempre hasta que fecha son válidas las cotizaciones obtenidas y en que términos se sostienen los descuentos ofrecidos.

3.- Investigación de Mano de Obra.-

Para la mano de obra, el investigador deberá considerar los siguientes puntos:

- a) Si es o no operante el Seguro Social y hasta que punto o en que magnitud debe tenerse en cuenta.
- b) Si existe uno o varios sindicatos y en su caso investigar de que clase es o son y que tan estrictos son, pero sobre todo la magnitud de las exigencias económicas que habitualmente tienen.
- c) Obtener un tabulador de precios de mano de obra del sindicato o los sindicatos.
- d) Aclarar cual es el salario mínimo legal
- e) Anotar los salarios reales por día para todas las categorías de todas las especialidades (incluyendo carpinteros, herreros, pintores, yeseros, etc.) operantes en la Plaza.
- f) Investigar muy a fondo la disponibilidad y eficiencia de la mano de obra local y el sitio más cercano para obtenerla y cuanto cuesta (punto e). En este caso investigar - costo de viáticos para operarios llevados de otra localidad
- g) Dirigirse a tres o cuatro obras en proceso de construcción y hablar con los maestros o sobrestantes, nunca con los Ingenieros o Arquitectos responsables, a menos que sean - conocidos o recomendados y obtener de ellos los costos unitarios reales de mano de obra.

4.- Investigación de Subcontratos.-

Para este capítulo regirán básicamente los mismos puntos que en el capítulo 2.

Entendemos por subcontratos: Instalación Hidráulica y Sanitaria, Instalación Eléctrica, Herrería, Carpintería, Yesería, Pintura, etc.

Siempre es conveniente pensar en la posibilidad de ejecutar nosotros directamente uno o varios de estos trabajos, siempre y cuando los datos aportados por el investigador sean reales y ventajosos para la compañía.

5.- Fleteros Locales.-

Es necesario conocer perfectamente la disponibilidad y costo de flotillas de camiones para hacer fletes locales o para los siguientes trabajos. Extracción de tierra, venta de tierra para rellenos, introducir arena, grava, tabique, tepepate, etc.

En caso de no haber en la localidad, buscar en lugares cercanos y averiguar en que términos trabajarían en nuestra plaza.

B.- CUESTIONARIO

I - DATOS DEL LUGAR

1.- Del sitio preciso de la obra:

- a) Describa las características, propias del terreno incluyendo las del subsuelo. (topografía, agua freática, capa resistente, etc.).
- b) Colindancias y límites del terreno.- Descripción.
- c) Localización respecto a la población.- Anexe un croquis de localización respecto al centro de la ciudad y donde aparezcan: Aeropuerto, estación de FF.CC. estación de Autobuses, Teléfonos, Institución Bancaria, etc.

- d) Características de los accesos al lugar de la obra y distancias de los mismos.
- e) Disponibilidad y Costo de energía eléctrica.
- f) Disponibilidad y Costo de agua y drenaje.

2.- De la ciudad investigada:

- a) Condiciones climatológicas de la localidad.- Tiempo y magnitud de lluvias, temperaturas, fenómenos meteorológicos, etc.
- b) ¿Existen laboratorios de Ingeniería?.
- c) ¿Hay lugares donde hagan copias heliográficas?.
- d) ¿Hay algunos otros contratistas trabajando en la región?
¿Quiénes son?

¿Con que equipo cuentan? Si están por desocuparlo, investigar posibilidad de obtenerlo en renta.
- e) Cuanto cuestan los fletes de equipo y materiales (cemento, varilla, madera, muebles de baño, etc.) desde la Ciudad de México y desde otras plazas importantes más cercanas, Investigar en FF.CC. y en camión.
- f) ¿Que Instituciones Bancarias hay en la localidad? ¿Cuales son sus matrices en México?.
- g) ¿Hay posibilidad o antecedentes de importación de materiales? ¿En que condiciones?.
- h) ¿Que empresa (s) aérea (s) vuela (n) a la plaza investigada? ¿Con que frecuencia? ¿Con que equipo? ¿Cual es el costo de pasaje y de express aéreo?.
- i) ¿Que líneas de autobuses? ¿Cuánto cuentan pasajes y express?.
- j) ¿Hay ferrocarril?.
- k) ¿Hay posibilidad de obtener teléfono en la obra? ¿Cual es la tarifa de teléfonos?.
- l) ¿Hay alguno o algunos telex en la ciudad? ¿Quién los tiene?.
- m) ¿Que otras obras se encuentran en construcción actualmente en la ciudad? ¿Quién las esta haciendo?.

- n) ¿Hay escuela de Ingeniería en la localidad? ¿De que clase? ¿Se pueden conseguir estudiantes para trabajar en la obra? ¿Con que horario y de que precio?
- o) Investigar en la oficina de Obras Públicas local que costo tendrían Licencias provisionales que pudieramos necesitar (tapial, ocupación de banqueta, etc.) y obtenga un ejemplar del reglamento de construcciones y Servicios Urbanos vigente en la actualidad.
- p) Investigue disponibilidad de combustibles y lubricantes.
- q) ¿Hay distribuidora de refacciones de equipo de construcción y de transporte? ¿De que magnitud? ¿De que marcas?
- r) ¿Hay talleres mecánicos? ¿De que magnitud y de que tipo?
- s) ¿Hay días festivos especiales o tradicionales de la región?

II.- MATERIALES:

Aquí deberá llevar el investigados ya elaborada una lista de materiales perfectamente especificados y con cantidades aproximadas necesarias para la obra.

Es importante no alvidar: materiales de Instalación Sanitaria, de Instalación Eléctrica, Yeso, Pintura, Herrería, Carpintería, etc.

III.- MANO DE OBRA:

Igualmente deberá llevar la lista de conceptos en que se requiere conocer el costo unitario de mano de obra operante en la localidad, con especificaciones y volúmenes de obra.

IV.- SUBCONTRATOS:

Independientemente de obtener precios de materiales y mano de obra para la elaboración de subcontratos directamente por la Compañía, el investigador deberá solicitar a personas o empresas de la localidad presupuestos de los mismos, para lo cual deberá llevar suficientes copias de planos y especificaciones, recordando que deberá obtener un mínimo de tres presupuestos por cada partida.

V.- OBSERVACIONES PERSONALES:

Aquí deberá anotar el investigados cualquier dato que juzgue necesario y no este expresamente solicitado en los puntos anteriores.

Asimismo deberá escribir sus impresiones personales sobre fenómenos políticos, económicos, sociales, sindicales, etc. - que puedan en un momento dado afectar los costos de la obra o la intervención de nuestra compañía en una obra en la localidad investigada.

NOTAS:

- 1.- Todos los presupuestos y cotizaciones deberán venir por escrito y firmadas, con indicación de vigencia y descuentos.
- 2.- Este reporte deberá ser entregado por el investigador a mas tardar 24 horas después de su regreso a México, D.F., y escrito a máquina, con todos sus anexos, catálogos, - fechado y firmado por el investigador.
- 3.- En su caso, deberá el investigador anexar constancia de su visita en el lugar de la obra emitida por quien designe la convocatoria.
- 4.- Deberá anexar al informe, una relación de los gastos efectuados durante la investigación, para compararla con el presupuesto elaborado previamente.

CATALOGO DE CUENTAS

30

INTRODUCCION

Toda empresa está integrada por personas que desarrollan dentro de ella múltiples funciones y que por su calidad humana tienen diferentes mentalidades, a todas ellas se requiere unificarlas sobre la cobertura de los elementos que integran las funciones de dicha empresa, con el fin de minimizar y jerarquizar esfuerzos, para lograrlo será necesario contar con una herramienta común e indispensable para llevar una adecuada identificación de costos, ya sea en el aspecto Contabilidad, en el aspecto Presupuesto, Control Presupuestal ó bien Estadística; esta herramienta se le da el nombre de "Catálogo de Cuentas".

Definición

Catálogo de cuentas es un sistema simbólico generalmente numérico o alfa-numérico que permite desglosar e identificar lógicamente y uniformemente todos los conceptos que intervienen en el costo de un proyecto y/o de una empresa.

Objetivos

Debe unificar los criterios respecto al alcance de ca-

da uno de los elementos en que se divida.

Mediante un lenguaje numérico identifica todas las operaciones que impliquen un costo, para la empresa.

Debe organizar lógicamente todos los elementos que implican un costo.

Características

Todo Catálogo debe estar planeado en una forma tal, -
que permita agrupar o desglosar, unir o separar los -
conceptos que forman cada una de las partes fundamenta
les y que forman los costos de la empresa.

Contemplan una sola forma para clasificar un concepto.
Identificará todos los costos que se requieran para el
buen manejo de la empresa.

Diferenciará las partes principales.

Costo Directo

Costo Indirecto Presupuestos, controles, estadísti
cas.

Cuentas de resultados generales

Cuentas de Orden.

Su flexibilidad será tal, que se adapte a todos los -
proyectos y controles que se manejen en la empresa.

Estará basado en las políticas empresariales.

Todo Catálogo debe ir acompañado de un instructivo - que permita y facilite su comprensión y su manejo, - así como de un reglamento de aplicación, pues sin es te, el Catálogo no funcionará ni dará la información deseada.

Aplicaciones

La comunicación eficiente es vital para un empresa, - esta se facilita enormemente si los conceptos mencionados en la documentación que la empresa genera, son - identificados por un número de cuenta.

Un Catálogo de Cuentas bien planeado, sirve como lista de verificación de todos los conceptos que se involucran en un presupuesto, lo que evita omisiones o dupli idades.

El control de costos de un proyecto, no se concibe, si no es fundamentado en un Catálogo de Cuentas.

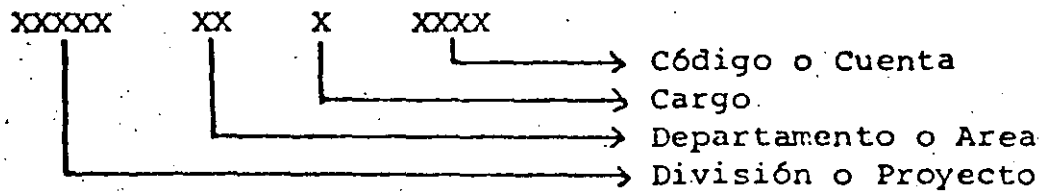
En la programación también tiene un papel preponderante, además de servir como lista de verificación, identifica los tiempos programados, con los costos correspondientes, ya sea en los presupuestos o en los resultados de costos.

Es indiscutible su aplicación en los archivos y estadísticas que maneja la empresa.

Así mismo, es el paso esencial y básico para introducir información a las máquinas de computación.

EN RESUMEN, la idea que debe prevalecer en el estudio de un Catálogo de Cuentas, es la simplificación del mismo, sin perder de vista los objetivos básicos requeridos para su desarrollo efectivo, así como la facilidad de usarlo totalmente manual, manual con asistencia mecanizada o completamente mecanizado, en todas las etapas de un proyecto y operaciones de una empresa, es decir en la planeación, organización, desarrollo y control, aunar a ello, el registro ordenado y lógico que permita el establecimiento de estadísticas confiables, aplicables a futuras labores y proyectos de la Empresa.

Trataremos de describir y aclarar lo que puede obtenerse en forma general o detallada, siguiendo la "Teoría del Abanico" (Fig. 1), la cual permite conocer en primer lugar los Costos Totales de la empresa, en segundo lugar, los Costos Totales de cada una de las divisiones que formen la empresa o proyecto que se esté efectuando; en tercer lugar, los Costos Totales de cada uno de los departamentos que forman cada División o las Areas en que haya sido dividido un proyecto; en cuarto lugar el desglose por tipo de costo (mano de obra, material, etc.) y por último y quinto lugar los costos por código en que haya sido dividido el Area.



| EMPRESA | DIVISION O PROYECTO | DEPARTA- MENTO O AREA | CARGO | CODIGO O CUENTA |
|---------|---|---|--|-------------------------------------|
| "X" | <p><u>DIVISION:</u> Ingenieria Construct. Suministr. Finanzas</p> | <p>Dirección Proceso Civil Mecánico Tuberías etc.</p> | | |
| | <p><u>PROYECTOS</u> "A" "B" "C" "D"</p> | <p>1 2 3 4 Distrib.</p> | <p>M.O. Admon. M.O. Destj. Materiales Equipo etc. etc.</p> | <p>Código Código Código</p> |

INSTRUCTIVO PARA DESARROLLAR CUBICACIONES
OBRA CIVIL

El presente instructivo ha sido formulado para que el trabajo de cubicación se elabore bajo un mismo criterio, así mismo se establecen formas para que se lleve un determinado orden de operaciones que faciliten su revisión.

CUBICACION

En la obtención de volúmenes, superficies, longitudes, unidades y piezas de los elementos que intervienen en la construcción, generalmente ésta se elabora desglosada, según los materiales y elementos que intervienen en una construcción.

MOTIVO

Conociendo las cantidades de materiales que intervienen en la obra, podrá asignárseles el costo correspondiente, tanto por el material mismo, como por la mano de obra necesaria para la colocación de éstos en su posición definitiva.

CONSIDERACIONES BASICAS

Se deberá comenzar calculando el área del edificio por cubicar, que servirá como referencia general, dividiéndola en áreas interiores y exteriores.

Al estar efectuando la cubicación, es necesario de alguna manera ir señalando sobre el plano, los conceptos ya considerados, así como indicar los errores de diseño observados a simple vista. Para ésto utilizaremos colores como sigue:

Amarillo

Café

Azul

Negro



Conceptos ya
considerados

Rojo { Correcciones al diseño e
indicaciones al mismo.

Es frecuente también, que una parte del sistema no se haga - necesario cubicar y entonces tenemos que diferenciarla de la parte que se va a tomar en cuenta, para lo que utilizaremos el color verde, pintando con él, lo que no se considere o eli mine.

La descripción de los materiales deberá de hacerse de acuerdo a lo indicado en los planos y en las especificaciones de diseño y construcción, dándose preferencia a los planos.

FORMAS

Las formas impresas que se utilizan en la cubicación civil, son las siguientes:

- 1) Forma LM-1 Denominada hoja de trabajo.
- 2) Forma LM-2 " " " "

| CANT. | CONCEPTO | SECCION | ALTURA LONGITUD | CANT. | TOTAL | UNIDAD | DESCRIPCION | DE | OBRA |
|-------|----------|---------|--------------------|-------|-------|--------|-------------|----|------|
| | | | | | | | | | |

38

PLANTA _____
 OFICIO _____
 LUGAR _____
 AREA _____



BUILTE INDUSTRIAL
 DEPARTAMENTO DE CUBICACIONES
 ESTIMADO CANTIDADE DE OBRA

PROYECTO N° _____ PLANO N° _____
 ESTIMO _____ REVISO _____
 FECHA _____ HOJA _____ DE _____

01 CIMENTACION

1) LIMPIEZA Y TRAZO

M2

Para cubicar este concepto se determinará el área del edificio en planta baja, considerando sus dimensiones entre ejes con 2 metros adicionales perimetralmente. (Ver Fig. 1)

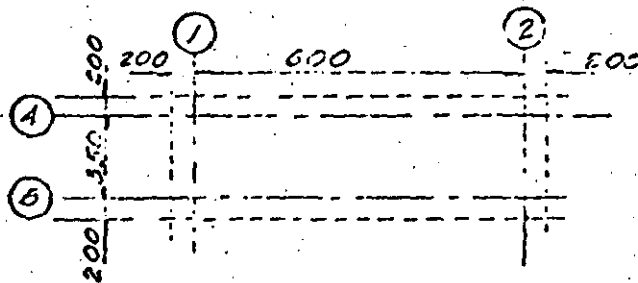


Figura I

- | | | |
|----|---------------------------------|---------------|
| 2) | DEMOLICIONES (Indicar material) | Pza., M2 ó M3 |
| 3) | DRENADO DEL TERRENO | M3 |
| 4) | POZO DE BOMBEO | Pza. |
| 5) | EXCAVACION | M3 |

Indicar si es a mano o a máquina, considerando una franja perimetral según los siguientes desplantes:
(Ver Fig. 2)

- De 0.00 a 2.00 Mts. una franja de 0.50 mts.
- De 2.00 a 4.00 Mts. una franja de 0.75 mts.
- De 4.00 a 6.00 Mts. una franja de 1.20 mts.
- De 6.00 a 8.00 Mts. una franja de 1.50 mts.
- De 8.00 a 10.00 Mts. una franja de 1.75 mts.

Nota: Cuando la separación entre dos excavaciones sea menor o igual a 50 cms. se excavará corrido.

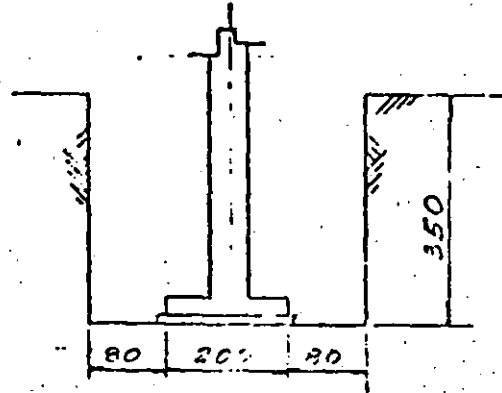


Figura ?

6) EXCAVACION PARA TUBERIA

M3

(Considerar una franja según los siguientes diámetros).

| DIAMETRO mm. | ulg. | ANCHO en cms. | PROFUNDIDAD en cms. |
|-----------------|------|------------------|------------------------|
| 76 | 3 | 60 | 100 |
| 102 | 4 | 60 | 105 |
| 152 | 6 | 60 | 110 |
| 203 | 8 | 70 | 115 |
| 254 | 10 | 70 | 120 |
| 305 | 12 | 80 | 125 |
| 356 | 14 | 80 | 130 |
| 406 | 16 | 90 | 135 |
| 457 | 18 | 90 | 140 |
| 508 | 20 | 110 | 140 |
| 610 | 24 | 120 | 160 |
| 762 | 30 | 140 | 175 |
| 914 | 36 | 160 | 210 |

7) RELLENO PRODUCTO DE LA EXCAVACION

M3

(Indicar procedencia) c/mat. de excavación o c/mate-
rial de banco.

El volumen total de excavación \square menos el volu-
men del concreto \square igual a relleno
(Ver Fig. 3) \square



Figura 3

8) ACARREO DE MATERIAL SOBRENTE, PRODUCTO DE LA EXCAVACION. M3

El volumen total desplazado por elementos de cimentación \square
 \square mas un X % de abundamiento.
(Ver figura 4)

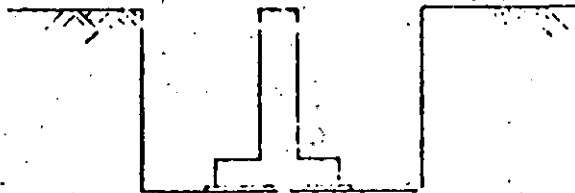


Figura 4

- 9) ATAGUIA (Indicar material, profundidad e hincado) ML. ó PZA.
- 10) PILOTES (Indicar tipo, material, profundidad, diámetro, longitud) (Ver Fig. 5) PZA.

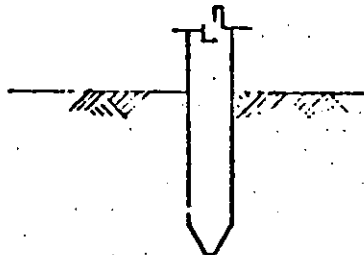


Figura 5

- 11) PILAS (Indicar tipo, material, profundidad, diámetro, longitud) (Ver Fig. 6) PZA.

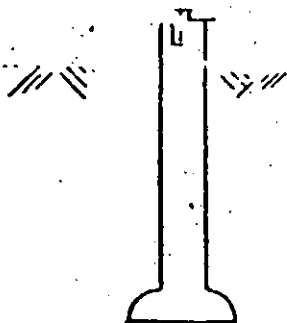


Figura 6

- 12) PLANTILLA DE CONCRETO M2

Indicar material y espesor. A la superficie de la

sección de desplante se le sumará una franja perimetral de 10 cms. de ancho a menos que se indique otra dimensión. (Ver Fig. 7)

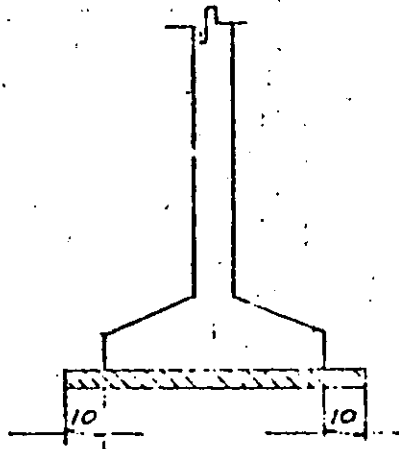


Figura 7

13) CIMENTACION DE MAPOSTERIA O MUROS.

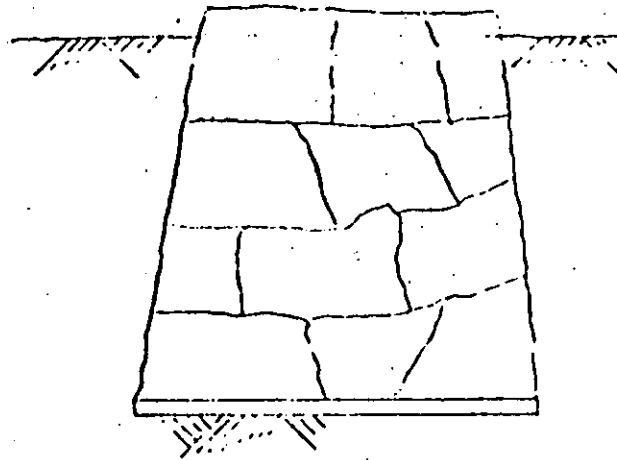


Figura 8

CONCRETO: Para cubicar este elemento en cimentación o estructura, se pueden tomar las dimensiones a ejes sin considerar desperdicio.

- 14) CONCRETO EN ZAPATAS. (Indicar resistencia y especificaciones en general) M3
(Ver Fig. 9)

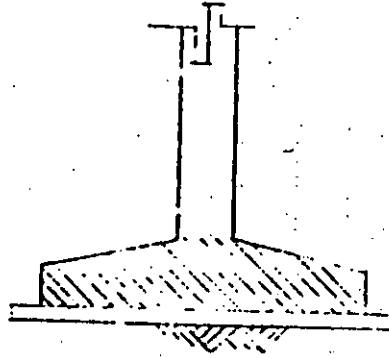


Figura 9

- 15) CONCRETO EN DADOS (Indicar resistencia) M3
(Ver Fig. 10)

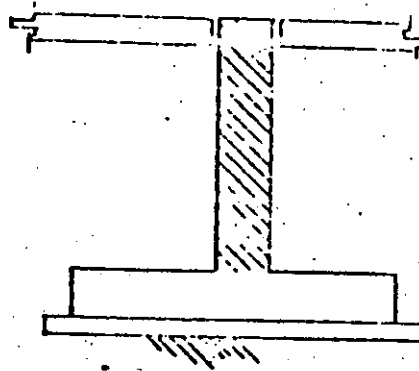


Figura 10

18). CONCRETO EN BASES DE EQUIPO (Indicar resistencia)
(Ver Fig. 14)

M3

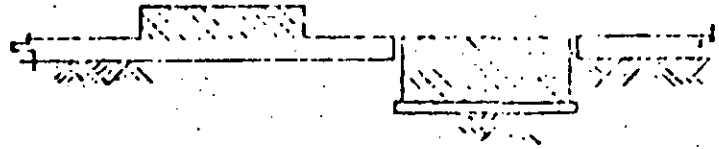
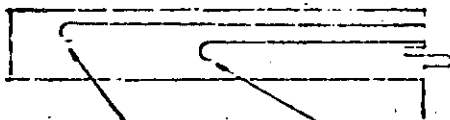


Figura 14

ACERO DE REFUERZO

Al cubicar el acero de refuerzo no se considerarán desperdicios, solamente ganchos, traslapes y escuadras.

| DIAMETRO # | PULG. | GANCHOS PARA ESTRIOS | GANCHOS EN CABECERA O INTERMEDIOS | TRASLAPES | ESCUADRAS. |
|------------|--------|----------------------|-----------------------------------|-----------|------------|
| | | | | | |
| 2 | 1/4" | 8 | 11 | 25 | 10 |
| 2.5 | 5/16" | 10 | 13 | 25 | 15 |
| 3 | 3/8" | 12 | 15 | 30 | 18 |
| 4 | 1/2" | 18 | 19 | 40 | 24 |
| 5 | 5/8" | 24 | 23 | 50 | 30 |
| 6 | 3/4" | | 30 | 60 | 35 |
| 7 | 7/8" | | 34 | 70 | 40 |
| 8 | 1" | | 46 | 80 | 50 |
| 10 | 1 1/4" | | 59 | 100 | 64 |
| 12 | 1 1/2" | | 70 | 120 | 70 |



gancho de cabecera

gancho intermedio

Figura 15

19) ACERO DE REFUERZO: a) ZAPATAS. (Ver Fig. 16)

Kgs.

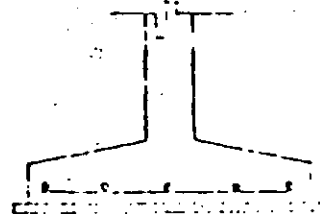


Figura 16

ESTIMACION DE OBRA

1.- TIPOS DE CONTRATOS

1.- Precio alzado.

2.- Precios unitarios.

3.- Administración:

a) Costo más porcentaje.

b) Costo más honorario fijo.

c) Máximo garantizado.

d) Máximo garantizado con di
ferencias compartidas.

Dado que en esta plática solo hablaremos acerca de los posibles procedimientos de cobro al cliente, no entraremos en detalle acerca de las características de cada tipo de contrato, o sus ventajas o desventajas.

2.- CONTRATO A PRECIO ALZADO.

En este tipo de contrato, el precio es fijo, siempre y cuando no cambie el alcance del trabajo. Los sistemas más usuales de cobro pueden resumirse como sigue:

A.- Cubicación de obra ejecutada.- En este caso, con la periodicidad que haya sido convenido en el contrato, se lleva a cabo la determinación de cantidades de obra o cubicación de los conceptos de trabajo que se hayan ejecutado hasta la fecha de corte. Aplicando los precios unitarios que se hayan fijado en el presupuesto base, al volumen de trabajo efectuado, se determina el valor del mismo.

Ya que el precio total del trabajo es fijo, deberán hacerse ajustes periódicos en los volúmenes de obra, a fin de apegarse a los volúmenes fijados en el presupuesto y por lo tanto al importe de las partidas presupuestales.

Este procedimiento es laborioso y dadas las características del contrato (precio fijo) es poco usado.

B.- Avance Físico.- En este caso, y en la misma forma que en el caso anterior, con la periodicidad convenida en el contrato, se determina el porcentaje de Avance Físico alcanzado en el trabajo a la fecha de corte y aplicando este al valor total del contrato se determina el valor del trabajo ejecutado.

Consideramos que este es el procedimiento más adecuado de cobro en los contratos a precio alzado y dado que en nuestro medio cada día es más popular este tipo de contrato, vamos a explicar más adelante, con todo detalle, el procedimiento para determinar el Avance Físico de los Proyectos.

3.- CONTRATOS A PRECIOS UNITARIOS.

En este tipo de contrato, el valor de los trabajos ejecutados durante el período convenido en el contrato, se cuantifica, aplicando los precios unitarios establecidos, a las cantidades de obra ejecutadas en el período.

Es muy importante conocer con todo detalle el alcance de los trabajos incluidos en cada precio unitario, ya que es frecuente, que durante el desarrollo de la obra, cambien las condiciones que sirvieron de base para la elaboración del precio unitario y por lo tanto, en muchos casos se haga necesario negociar con el cliente un nuevo precio.

Los procedimientos para llevar a cabo una cubicación, en una forma ordenada, que nos garantice que no haya omisiones o duplicaciones.

4.- CONTRATO POR ADMINISTRACION.

En general, podemos decir que, en este tipo de contrato es relativamente sencillo. De acuerdo a los procedimientos que se convengan se presentará al cliente una relación de los gastos efectuados en un determinado período de tiempo, debidamente soportados, los cuales son reembolsados o pagados por el cliente. De acuerdo con la alternativa del tipo de contrato que se haya seleccionado se procederá en la siguiente forma:

- A.- Costo más porcentaje.- A los gastos totales del período se les aplicará el porcentaje convenido de honorarios, determinando de este modo el valor del cobro al cliente.
- B.- Costo más honorario fijo.- En este caso, de acuerdo al procedimiento que se fije, generalmente en función de un determinado calendario de pagos, se procede al cobro de los honorarios.
- C.- Máximo garantizado.- En este caso se procederá de acuerdo a cualquiera de los procedimientos fijados en los puntos A y B, con la diferencia de que, generalmente, se forma un fondo de garantía importante, que garantice al cliente la recuperación, en su caso, del dinero gastado en exceso al valor máximo garantizado del trabajo. Este tipo de contrato es poco usado y desde luego no es recomendable ya que para el Contratista, reúne todos los peligros de un contrato a precio alzado y los inconvenientes de un contrato por administración.
- D.- Máximo garantizado con diferencias compartidas.- Este tipo de contrato no tiene un uso muy extendido en nuestro medio, aunque se reúnen en él las ventajas de los contratos a precio alzado y por administración.

En este caso se establece un costo estimado con un margen de variación fijo (por ejemplo, 50 millones - más 10%). Si al terminar el trabajo, el costo real del mismo resulta inferior al límite mínimo del estimado (en nuestro ejemplo inferior a 50 millones - 10% de 50 millones, es decir, inferior a \$45 millones), la diferencia entre el costo real y el límite inferior del estimado se reparte entre el cliente y el contratista, en la proporción que se estipule en el contrato.

Del mismo modo, si el costo real resulta superior al límite máximo del estimado (en el ejemplo, superior a \$55 millones), el exceso con respecto al límite máximo del estimado, lo cubren el contratista y el cliente en la proporción que estipule el contrato.

5.- ALTERACIONES.

Se dice que nunca se construye lo que se presupuesta. Creemos que ésta es una afirmación completamente acertada, ya que durante el transcurso de la construcción siempre se presentan cambios en el alcance del trabajo, en las especificaciones, etc., que justifican, desde el punto de vista del Contratista, una razón para efectuar un cambio en el precio convenido por un determinado trabajo. Es sumamente importante llevar un adecuado sistema de control de todos los cambios que se efectúen durante el trabajo y su efecto tanto en el costo total del proyecto -- como en el tiempo de ejecución. Lo anterior puede determinar la diferencia entre obtener una utilidad legítima o perder dinero, entre quedar bien con el cliente o dejarle una mala impresión.

DETERMINACION DEL AVANCE FISICO
EN CONSTRUCCION INDUSTRIAL.

1.0 DEFINICION.-

Se entiende como Avance Físico el avance real, objetivo, calculado por medios empíricos de la relación entre el volumen de obra ejecutada, en un momento dado y el volumen de obra total.

El Avance Físico no se relaciona con los precios, costos y otros parámetros, sino únicamente con volúmenes o cantidades de obra y se da en porcentajes relativos. El 100% del Avance Físico se tiene sólo cuando el Proyecto se ha terminado y es recibido por el Cliente.

2.0 OBJETO.-

El objeto de determinar el Avance Físico en un momento dado, es el de dar un parámetro de referencia para la verificación de los estados económicos de un Proyecto y permitir proyectar su costo final o para efectos de cobro.

3.0 NOMENCLATURA.-

Para el cálculo del Avance Físico en un Proyecto, y debido a la gran cantidad de conceptos distintos que intervienen en él, es necesario seguir una serie de pasos intermedios que hemos denominado en la siguiente forma:

Calificación

Valor como Unidad

Avance Global

La definición de cada uno de estos conceptos es:

3.1 Calificación es el porcentaje que representa cada área, cuenta, sub-cuenta o cualquier concepto con relación al total del Proyecto. La suma de las "Calificaciones" de cada área en que haya sido dividido el Proyecto será de 100% y representa el total del mismo.

Para facilidad de cálculo, tal como se verá más adelante, cada área se considerará como una unidad compuesta de un grupo de cuentas, es decir, que la suma de las "Calificaciones" de las cuentas de un área será de 100%. El mismo criterio se sigue con la "Calificación" de cada una de las sub-cuentas - que forman una cuenta.

- 3.2 Valor como Unidad es el porcentaje de "Avance Físico" que se ha alcanzado en cada área, cuenta o sub cuenta, considerando a ésta como una unidad. Es decir, que en cuanto ha sido terminado el trabajo que se encuentra incluido en cada una de ellas, se alcanza el 100%.
- 3.3 Avance Global. Representa el Avance Físico de un Proyecto en un momento dado con respecto al total del mismo. La suma de esta columna será 100% para el caso del avance global de las áreas en que ha sido dividido el Proyecto, cuando el Proyecto ha sido terminado y recibido por el Cliente. El mismo criterio se sigue para el caso de las cuentas en que se ha dividido cada área y para las sub-cuentas en que ha sido dividida cada cuenta.

4.0 CALCULO DE LA CALIFICACION.-

El Avance Físico debe representar siempre el avance real y objetivo del Proyecto, en el lugar de su ejecución. Por lo tanto, tomaremos como punto de referencia para calcular las "Calificaciones", la obra de mano, que de acuerdo al Estimado, se requiere para ejecutar un determinado trabajo en el Campo.

Ahora bien, tenemos obra de mano en los trabajos que ejecutamos directamente así como en los trabajos que se encarguen a sub-contratistas, por lo que haremos las siguientes consideraciones:

- 4.1 Unicamente la obra de mano correspondiente a conceptos de "Costo Directo" produce avance físico, por lo que sólo ésta se tomará en cuenta.
- 4.2 Los Sub-Contratos requieren también de obra de mano, la que generalmente es difícil de calcular. Por experiencia se considera que, en promedio, el 25% del valor de un sub-contrato, es la obra de mano necesaria para su ejecución, por lo que este valor será -

el que consideraremos en el cálculo de las "calificaciones". Desde luego, debe aclararse que sólo los sub-contratos en que se ejecuten trabajos incluidos dentro del "Costo Directo" de un Proyecto, serán tomados en cuenta.

4.3 En la Figura 1 incluimos un ejemplo del cálculo de las "calificaciones" de las áreas que forman un proyecto cualquiera. Para el cálculo seguimos los siguientes pasos:

4.3.1. Del Estimado Actual tomamos la información correspondiente a:

a) Número de Área

b) Valor de la obra de mano y de los sub-contratos correspondientes a cada uno de las áreas.

4.3.2. Para obtener las cifras que aparecen en el grupo de columnas titulado "Cifras de Cálculo", procederemos en la siguiente forma:

a) Obra de Mano.- Se escribe el mismo valor que tenemos para este concepto en el Presupuesto Actual.

b) Sub-Contratos.- Se calcula el 25% del valor de los sub-contratos que se encuentran en cada área, escribiendo el valor obtenido en esta columna.

c) Total.- Aquí se anotará el resultado de sumar las dos columnas anteriores. Este valor servirá para calcular la calificación de cada área.

4.3.3. Para obtener las cifras que aparecen en el grupo de columnas tituladas "calificación", se procederá en la siguiente forma:

a) Obra de Mano.- Se divide el valor de la obra de mano en el área que se está "calificando" por la suma total de la obra de mano más el 25% del valor de los sub-contratos y multiplicando el resultado por 100.

Ejemplo: Utilizaremos el Area 42.

$$\text{Calificación O. de M.} = \frac{218,443}{2,307,213} \times 100 = 10.3\%$$

Lo anterior quiere decir que los trabajos que se ejecutarán directamente por el Contratista en el Area representan el 10.3% del trabajo total a realizar hasta la terminación del Proyecto.

- b) Sub-Contratos.- Se calculan en igual forma - que en el caso de la Obra de Mano.
- c) Total.- Es la suma de las dos columnas anteriores y representa la "calificación" de cada área en relación al Proyecto completo. La suma de esta columna será siempre 100%.

Cuando se esté utilizando el Sistema Mecanizado, la computadora calculará estas "calificaciones".

El valor de las "calificaciones" se verá afectado cada vez que se modifique el estimado actual en función de alteraciones que hayan sido aprobadas por el Cliente.

- 4.4 En la Figura 2 podremos ver el cálculo de las - "calificaciones" correspondientes a las cuentas que forman un área y en la Figura 3 el mismo cálculo para las sub-cuentas que forman otra cuenta cualquiera. El procedimiento de cálculo es idéntico al explicado anteriormente para el caso de las "calificaciones de las áreas".



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

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION", ORGANIZADO EN COLABORACION
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA, DEL 15 AL 19 DE OCTUBRE
DE 1984.

RECEPCION DE OBRA

Veracruz, Ver.

RECEPCION DE OBRAS

OBJETO DEL ACTA DE RECEPCION.

TIPOS DE RECEPCION.

| | |
|------------------------|---------|
| RECEPCION DE CONTRATOS | PARCIAL |
| | TOTAL |
| RECEPCION DE OBRAS | TOTAL |
| | PARCIAL |

CAMBIO DE DOMINIO.- (TRASLADO)

ASPECTOS CONTRACTUALES Y LEGALES

ACTAS DE RECEPCION

GUIA DE RECEPCION

FORMA DE ACTA SPP.

EJEMPLO DE ACTA SECRETARIA DE MARINA

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO.

O B R A S D E R E C E P C I O N

Colaboración del Ing. Rogelio Rivero Carraro,
al Curso SUPERVISION DE OBRA impartido en el
Colegio de Educación Continua

Mayo de 1982.

T E M A: ACTAS DE ENTREGA RECEPCION'

EL ACTA DE RECEPCION DE OBRAS TIENE POR OBJETO EL FINIQUITAR LOS COMPROMISOS CONTRACTUALES UNA VEZ QUE HAN SIDO CUMPLIDOS POR LAS PARTES.

EXISTEN DIFERENTES TIPOS DE RECEPCION:

1. ACTAS DE RECEPCION PARA LIBERAR COMPROMISOS (Contratos de Obra ó Suministro):

- PARCIAL
- TOTAL

2. RECEPCION DE OBRAS

- PARCIAL
- TOTAL

3. TRASLADO DE DOMINIO.

3.1. De acuerdo con las disposiciones legales es factible realizar la recepción parcial ya sea de áreas posibles de poner en servicio, ó bien por períodos fiscales: en esa situación es previsión del contratante definir si lleva a cabo una u otra.

En términos generales las empresas constructoras procuran tener Actas de tal forma que puedan ir liberando parte de los compromisos.

Nunca una Estimación puede ser considerada como recepción de obra a satisfacción de una contratante.

3.2. Recepción de Obras.- En ocasiones un Contrato involucra la realización de diversas obras, por ejemplo, la construcción de unidades habitacionales, que pueden las contratantes ir recibiendo unidades terminadas para entregarle al usuario;

ó bien en ocasiones un conjunto de obras, amparadas por diversos contratos, no son recibidas hasta concluída la totalidad, principalmente originado por la interrelación entre ellas.

ASPECTOS CONTRACTUALES

EN LA ACTUALIDAD LA LEY DE OBRA PUBLICA ESTABLECE LA REGULACION AL RESPECTO, LAS BASES Y NORMAS GENERALES PARA LA CONTRATACION Y EJECUCION, EN EL CAPITULO RELATIVO A MODELOS DE CONTRATO, ESTABLECE LOS REQUISITOS QUE DEBEN DE CUBRIRSE PARA PODER FINIQUITAR EL COMPROMISO.

EN TERMINOS GENERALES, LA RECEPCION DE OBRAS NO TIENE NINGUN PROBLEMA CUANDO LOS ELEMENTOS DE CONTROL QUE SE REQUIEREN PARA LLEVAR A CABO LA OBRA HAN SIDO SEGUIDOS ORDENADAMENTE POR LA RESIDENCIA DE OBRAS.

LOS ELEMENTOS MINIMOS DE CONTROL PARA LA OBRA SON LOS SIGUIENTES:

- PROYECTO GENERAL DE PLANOS Y DE LA OBRA
- PROGRAMA DE OBRA
- RELACION DE CONTRATOS O ACUERDOS DE OBRA POR ADMINISTRACION DIRECTA
- PRESUPUESTO DE LA OBRA
- CATALOGO DE PRECIOS UNITARIOS
- ESTIMACIONES AUTORIZADAS O RELACIONES DE GASTOS EFECTUADOS.
- NUMEROS GENERADORES
- ESPECIFICACIONES GENERALES Y COMPLEMENTARIAS
- CONTROL DE CALIDAD
- BITACORA

- MEMORIA FOTOGRAFICA
- MODIFICACIONES
- RELACION DE CONCEPTOS Y VOLUMENES EJECUTADOS CON SUS CORRESPONDIENTES PRECIOS UNITARIOS.

LA NUEVA LEY DE OBRA PUBLICA ESTABLECE LA OBLIGACION DE AL EFECTUAR LA ENTREGA RECEPCION DE UNA OBRA, PROPORCIONAR OPORTUNAMENTE EL INMUEBLE, EN CONDICIONES DE OPERACION, LOS PLANOS ACTUALIZADOS, Y LAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES QUE FUERON APLICADAS EN LA EJECUCION, ASI COMO LOS MANUALES E INSTRUCTIVOS DE OPERACION, CONSERVACION Y MANTENIMIENTO CORRESPONDIENTES.

ELEMENTOS QUE DEBEN CONTEMPLAR LAS ACTAS DE RECEPCION:

EN PRIMER TERMINO DEBERA DESCRIBIRSE CLARAMENTE EL OBJETO DE DICHA ACTA; RECIBIR TOTAL O PARCIALMENTE POR LA CONTRATANTE, LOS TRABAJOS DESARROLLADOS POR LA CONTRATISTA DE ACUERDO CON LO INDICADO EN EL CONTRATO DE REFERENCIA Y SUS DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS.

DEBERA CONTENER LA INFORMACION BASICA QUE DEFINA:

- NOMBRE DEL CONTRATANTE
- DIRECCION U OFICINA ENCARGADA DE LA EJECUCION DE LA OBRA
- NOMBRE Y LOCALIZACION DE LA OBRA
- UNIDAD FEDERATIVA DONDE SE REALICEN LOS TRABAJOS
- NUMERO DE CONTRATO DE LA CONTRATANTE, SU FECHA Y MONTO
- NUMERO DE REGISTRO DE LA EMPRESA EN EL PADRON DE CONTRATISTAS; EN EL CASO DE SER OBRA FEDERAL, EL NOMBRE DE LA CONTRATISTA EJECUTORA DE LAS OBRAS
- NUMERO DE REGISTRO DE LA CONTRATISTA EN LA CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION, EN EL CASO DE SER OBRA PARTICULAR.
- LUGAR, FECHA Y HORA DE LA RECEPCION.

POR OTRA PARTE, ES NECESARIO PRESENTAR LA SIGUIENTE INFORMACION:

- EL ORIGEN DE LOS RECURSOS
- LA AUTORIZACION RESPECTIVA EN EL CASO DE SER OBRA FEDERAL
- BAJO QUE CONDICIONES FUE OTORGADO EL CONTRATO (Concurso y/o Adjudicación Directa)
- FECHA DE INICIACION QUE ESTABLECE EL CONTRATO
- FECHA REAL DE INICIACION
- FECHA DE TERMINACION SEÑALADA EN EL CONTRATO Y LA FECHA REAL DE TERMINACION
- EN EL CASO DE OBRAS PUBLICAS, SEÑALAR LAS COMUNICACIONES RESPECTIVAS A LA SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO.

DEBERA CONSIGNARSE TAMBIEN EN LAS ACTAS DE ENTREGA RECEPCION LA PERSONALIDAD DE LOS INTERVENTORES, CUANDO MENOS EL CORRESPONDIENTE AL CONTRATANTE, AL CONTRATISTA Y, EN EL CASO DE OBRAS PUBLICAS, SI DECIDE INTERVENIR EL CORRESPONDIENTE A LA SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO.

CAPITULO DE GRAN IMPORTANCIA, QUE EN LA MAYORIA DE LOS CASOS ES DESCRITO SUSCINTAMENTE, ES EL RELATIVO A LOS TRABAJOS EJECUTADOS. SE ESTIMA DE GRAN IMPORTANCIA EL ANEXAR LA RELACION DE OBRA REALMENTE EJECUTADA Y SUS CORRESPONDIENTES VOLUMENES Y PRECIOS UNITARIOS.

ASI MISMO, DEBERAN ASENTARSE LOS DATOS GENERALES DE LA FIANZA O FIANZAS, OTORGADAS PARA GARANTIZAR LA CORRECTA EJECUCION. PRINCIPALMENTE SE DEBERA INDICAR EL MONTO Y PERIODO DE VIGENCIA DE DICHA FIANZA; ASI TAMBIEN DEBERA ASENTARSE CUALQUIER OTRA GARANTIA ENTREGADA.

ES MUY IMPORTANTE QUE SE INDIQUE EL NUMERO, PERIODO E IMPORTES DE LAS ESTIMACIONES GENERADAS, YA QUE CON ELLO SE PERMITE OBTENER LOS SALDOS A FAVOR O EN CONTRA. DEBERAN ANOTARSE CLARAMENTE LOS CRE DITOS A FAVOR DE LA CONTRATISTA, IMPORTE TOTAL DE LAS ESTIMACIONES, IMPORTE DE LA DEVOLUCION DE MATERIALES, IMPORTE DE PAGOS HECHOS POR EL CONTRATISTA POR CUENTA DE LA CONTRATANTE.

CARGOS AL CONTRATISTA, ES DECIR, IMPORTE DE LAS SANCIONES, IMPORTE DE LOS MATERIALES QUE FUERON SUMINISTRADOS POR EL CONTRATANTE, PAGOS HECHOS POR LA CONTRATANTE A CUENTA DEL CONTRATISTA, DEDUCCIONES POR IMPUESTO Y DERECHOS, ETC. ETC.....

TAMBIEN DEBERA INDICARSE EN BASE A PROCEDIMIENTOS ANTERIORES EL SALDO QUE SE CANCELA O BIEN EL ADEUDO CORRESPONDIENTE.

EN LA PRESENTE ACTA DEBERA CONSIGNARSE LAS MODIFICACIONES QUE SUFRIO EL PROYECTO, LAS ESPECIFICACIONES O BIEN EL PROGRAMA CON EL FIN DE DESLINDAR RESPONSABILIDADES, QUE SE APLIQUEN LAS SANCIONES CORRESPONDIENTES, EN SU CASO, AL CONTRATISTA. ESTAS SANCIONES ESTAN CONTENIDAS EN EL CONTRATO, DONDE SE ESPECIFICAN LAS CAUSAS Y LOS IMPORTES QUE SE DEBEN APLICAR.

DENTRO DE LOS TERMINOS DEL CONTRATO SE RECIBEN LOS TRABAJOS DESCRITOS RESERVANDOSE EL DECRETO DE HACER POSTERIORMENTE LAS RECLAMACIONES QUE ESTIMEN PROCEDENTES POR OBRA FALTANTE, MAL EJECUTADA, MALA CALIDAD DE LOS MATERIALES EMPLEADOS, PAGOS INDEVIDOS O VICIOS OCULTOS.

EL CONTRATISTA MANIFIESTA Y ACEPTA QUE NO TIENE RECLAMACIONES QUE HACER A LA CONTRATANTE.

CUANDO HUBIERE OBSERVACIONES QUE SE DEBAN CONSIGNAR EN EL ACTA, COMO DATOS Y CONCEPTOS QUE ACLARE LO REGISTRADO EN EL FORMATO, SE ASENTARAN CON CLARIDAD Y EN FORMA CONCISA.

FINALMENTE, SE DEBERA SEÑALAR EL NOMBRE, CARGO Y DEJAR UN ESPACIO PARA FIRMA DE TODAS LAS PERSONAS QUE REAL Y FISICAMENTE INTERVINIERON EN EL ACTO DE ENTREGA RECEPCION DE LA OBRA, EN EL LUGAR, FECHA Y HORA INDICADOS.

I. Del Objeto.

- + 1.1. Recibir total o parcialmente por la Contratante, los trabajos ejecutados por el contratista, de acuerdo con lo indicado en el contrato de referencia y sus documentos complementarios.

II. De la Información Básica Inicial.

- 2.1. Nombre de la Contratante.
- 2.2. Dirección u Oficina encargada de la Obra.
- 2.3. Nombre y localización de la Obra.
- 2.4. Entidad federativa donde se realizaron los trabajos.
- 2.5. Número del contrato en la Dependencia, fecha y monto.
- 2.6. Número del Registro del Contrato en la S.P.P.
- 2.7. Contratista que ejecutó los trabajos.
- 2.8. Número del Registro del contratista en el Padrón de Contratistas del Gobierno Federal de la S.P.P.
- 2.9. Lugar, fecha y hora de la recepción.

III. De los Antecedentes.

- ++ 3.1. Autorización de inversión de la Sría de la Presidencia. (número de oficio y fecha).
- ++ 3.2. Concurso. Número, fecha de la adjudicación e importe.
- ++ 3.3. Fecha de iniciación de los trabajos según contrato.
- ++ 3.4. Fecha real de iniciación.
- ++ 3.5. Número y fecha del AVISO DE INICIACION (formato oficial) enviado a la S.P.P.
- +++ 3.6. Fecha de terminación de los trabajos según contrato.
- +++ 3.7. Fecha de terminación de los trabajos según prórroga concedida, señalando número y fecha del oficio enviado al contratista.
- +++ 3.9. Número real de terminación de los trabajos contratados.
- ++ 3.8. Número y fecha del aviso de prórroga enviado a la S.P.P.
- ++ 3.10. Fecha de envío del AVISO DE TERMINACION a la S.P.P.
- ++ 3.11. Número y fecha del oficio de la SOLICITUD DE REPRESENTANTE enviado a la S.P.P.

IV. De la Personalidad de los que intervienen.

- +++ 4.1. Por la Contratante.
Nombre y cargo de los funcionarios designados.
- +++ 4.2. Por el Contratista:
Nombre del representante debidamente acreditado.
- +++ 4.3. Por la Secretaría de Programación y Presupuesto.
Nombre del representante designado e notificación de no intervención, indicando número y fecha del oficio correspondiente.

V. De los Trabajos Ejecutados.

- +++ 5.1. Describáse en DETALLE las partes o aspectos principales, a fin de facilitar su identificación.

VI. De las Modificaciones.

- +++ 6.1. Describanse las modificaciones substanciales autorizadas en el proyecto, las especificaciones, o el programa. Infórmese el número y fecha de las comunicaciones relativas enviadas a la S.P.P.

VII De las Garantías.

- +++ 7.1. Datos generales de la fianza o fianzas, indicando su monto y vigencia.
- +++ 7.2. Datos generales de otras garantías, indicando su monto y vigencia.

VIII. De las Estimaciones.

- +++ 8.1. Indíquese: Número, fecha de expedición, período que comprende, monto de cada una y si han sido registradas en la S.P.P. (++) (la última estimación podría no estar registrada, pero sí debidamente autorizada por la Contratante.

IX. De las Sanciones.

- +++ 9.1. Causa de las sanciones y su importe.

X. De la Liquidación.

- +++10.1 Créditos a favor del contratista: (Importe total de las estimaciones, importe de la devolución de materiales, importe de pagos hechos por el contratista por cuenta de la Contratante, etc).
- +++10.2. Cargos al contratista: (Importe de las sanciones, importe de materiales suministrados por la Contratante; pagos hechos por la Contratante a cuenta del contratista; deducciones por impuestos y derechos; etc.)
- +++10.3 Saldo que se cancela.

XI. Términos bajo los cuales se efectúa la Recepción.

11.1. La Contratante dentro de los términos del contrato, recibe los trabajos descritos, reservándose el derecho de hacer posteriormente, las reclamaciones que estime convenientes, por obra faltante, mal ejecutada, mala calidad de los materiales empleados, pagos indebidos, o vicios ocultos.

II.2 Por su parte el contratista manifiesta que no tiene reclamaciones.

II.3 Se incluirá el siguiente texto: El representante de la S.P.P. cuya personalidad se ha acreditado, interviene para certificar la realización del presente acto, de conformidad con las facultades

que a su representada confieren la fracción XVI del Artículo -
7o. de la Ley de Secretaría y Departamentos de Estado, la Ley
de Obras Públicas y las disposiciones legales aplicables.

XII. Observaciones:

Las precedentes.

**+++ XIII, Nombre, Cargo y Firma de las personas que real y físicamente -
intervinieron en el lugar, fecha y hora señalada.**

-
- + Esta acta se refiere a un solo contrato ya sea el original o -
una ampliación del mismo.
 - ++ Estos datos solo se proporcionarán si se tienen en el lugar de
la recepción.
 - +++ Artículo 43 del Reglamento de la Ley de Inspección de Contratos
y Obras Públicas.

14.V.82.

NUMERO DE CONTROL S. P. P. (2) 0.6.2.1.0.6
 NUMERO DE CONTRATO EN LA DEPENDENCIA O ENTIDAD EP - 1.0.0 - 0.01.7.8.4

I. DEL OBJETO (3) MONEDA DE LA ENTIDAD QUE RECIBE: SISTEMA NACIONAL PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE LA FAMILIA
 RECEPCION: TOTAL [X] PARCIAL []
 NUMERO ECONOMICO: 3.1.6
 NUMERO DEL CONTRATISTA QUE ENTREGA: APOLO CONSULTORES, SERVICIOS Y ASESORIA (5) S.C.
 NUMERO REGISTRO S.P.P.: 17.7.4.3.2

II. DE LA INFORMACION BASICA INICIAL
 DIRECCION O UNIDAD ENCARGADA DE LA OBRA (6) SUBDIRECCION DE OBRAS Y CONSERVACION
 OBJETO DEL CONTRATO: (7) ESTUDIO DE PRECIOS UNITARIOS PARA UNIDADES DE SALUD DEL DIF
 ENTIDAD FEDERATIVA DONDE SE LOCALIZAN LOS TRABAJOS (8) DISTRITO FEDERAL
 CLAVE 43

III. ANTECEDENTES (9) (10) (11)
 ANEXO DEL OFICIO DE AUT. DE INVERSION S.P.P. (12) 3.3.1.8.1.58 DE FECHA 3.10.1.81 MODALIDAD DE LA ADJUDICACION (14)
 ANEXO DE CONCURSO (13) 0.2.10.3.8.1.1 FECHA ADJUDICACION 0.2.10.3.8.1.1 FECHA CONTRATO ORIGINAL 0.2.10.3.8.1.1
 FECHA INICIACION SEGUN PRIMER CONTRATO QUE SE RECIBE (15) 0.2.0.3.8.1.1 FECHA TERMINACION SEGUN ULTIMO CONTRATO 0.1.0.4.8.1.1
 FECHA REAL INICIACION 0.2.0.3.8.1.1 FECHA REAL TERMINACION 0.1.0.4.8.1.1

IV. DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS QUE SE ENTREGAN: (16)
 ESTUDIOS DE PRECIOS UNITARIOS PARA UNIDADES DE SALUD DEL DIF

V. DESCRIPCION DE LAS MODIFICACIONES (17)
 LAS ASENTADAS EN BITACORA DE OBRA, MEDIO DE COMUNICACION OFICIAL ENTRE EL ORGANISMO Y LA CONTRATISTA.
 COMUNICACIONES DE MODIFICACIONES A LA S. P. P.
 NUMERO (21) FECHA (22) NUMERO (21) FECHA (22)

VI. DE LAS GARANTIAS
 FIANZA NUMERO (23) IMPORTE (24) DE FECHA (25) COMPANIA AFIANZADORA (26) VIGENCIA (27)

12

OTRAS GARANTIAS

IMPORTE (28) 109 119 (29) CONCEPTO DE VIGENCIA (30)

VII. DE LA LIQUIDACION

VIII. DE LAS ESTIMACIONES DEFINITIVAS

| IMPORTE-CONTRATO ORIGINAL (31) | NUM. EST. (24) | FECHA (35) | PERIODO DE (36) | IMPORTE TOTAL (37) | DEDUCCIONES (39) | REGISTRO (41) | PAGO (42) |
|--------------------------------|----------------|------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------|-----------|
| 9 1 4 4 0 0 | | 02-03-81 | 0 2 0 3 8 1 0 1 0 4 8 1 | 9 1 4 4 0 0 0 | 3 8 8 6 3 7 | | |
| IMPORTE | | | | | | | |
| NUM. AMPLIACIONES (32) | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| IMPORTE TOTAL CONTRATADO (33) | | | | IMPORTE TOTAL ESTIMADO (38) | IMPORTE TOTAL DEDUCCIONES (40) | | |
| | | | | 0 0 9 1 4 4 0 0 0 | 3 8 8 6 3 7 | | |
| SALDO POR CANCELAR (43) | | | | | | | |

13

IX. DE LAS SANCCIONES (44) CAUSA NO HUBO IMPORTE (45) RECIBO NUM. (46)

X. TERMINOS BAJO LOS CUALES SE EFECTUA LA RECEPCION DEPENDENCIA O ENTIDAD -- Dentro de los terminos del Contrato recibe los trabajos descritos reservándose el derecho de hacer posteriormente, las reclamaciones que estime conveniente por obra faltante, mal ejecutada, mala calidad de los materiales empleados, pagos indevidos o vicios ocultos. Por su parte el Contratista manifiesta que no tiene reclamaciones. El Representante de la SPP (DGNAAP) cuya personalidad se ha acreditado interviene para certificar la realizacion del presente acto, de conformidad con las facultades que a su representado confieren las fracciones IX y XVI del Art. 32 de la Ley Organica de la Administracion Publica Federal, la Ley de Inspeccion de Contratos y Obras Publicas y demas disposiciones legales aplicables.

X-O B S E R V A C I O N E S (47) N I N G U N A

XII. NOMBRE, CARGO y FIRMA DE LAS PERSONAS QUE REAL Y FISICAMENTE INTERVINIERON EN ESTE ACTO. el día a las en

POR LA ENTIDAD (Nombre y Cargo) Firma (51) POR EL CONTRATISTA (Nombre y Cargo) Firma (52) POR LA S.P.P. (Nombre y Cargo) Firma (53)

CATALOGO DE CLAVES (*)

| CATALOGO NUM. 1 | | CATALOGO NUM. 2 | | CATALOGO NUM. 6 | |
|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------------|-----------------|--|
| CVE. | ENTIDAD FEDERATIVA | CVE. | MODALIDAD EJECUCION | CVE. | MODALIDAD ADJUDICACION |
| 01 | AGUASCALIENTES | 1 | CONTRATO DE OBRA | 1 | CONVOCATORIA PUBLICA EN EL DIARIO OFICIAL |
| 02 | BAJA CALIFORNIA NORTE | 2 | CONTRATO DE SERVICIOS | 2 | OBRAS A QUE SE REFIERE EL ARTICULO 56 L.O.P. |
| 03 | BAJA CALIFORNIA SUR | 3 | ADMINISTRACION DIRECTA | 3 | OBRAS A QUE SE REFIERE EL ARTICULO 57 L.O.P. Y ARTICULO 5º TRANSICION 1931 |
| 04 | CAMPECHE | | | 4 | OBRAS A QUE SE REFIERE EL ARTICULO 58 L.O.P. |
| 05 | COAHUILA | | | | |
| 06 | COLIMA | | | | |
| 07 | CHIAPAS | | | | |
| 08 | CHIHUAHUA | | | | |
| 09 | DISTRITO FEDERAL | | | | |
| 10 | DURANGO | | | | |
| 11 | GUANAJUATO | | | | |
| 12 | GUERRERO | | | | |
| 13 | HIDALGO | | | | |
| 14 | JALISCO | | | | |
| 15 | MEXICO | | | | |
| 16 | MICHOACAN | | | | |
| 17 | MORELOS | | | | |
| 18 | NAYARIT | | | | |
| 19 | NUEVO LEON | | | | |
| 20 | OAXACA | | | | |
| 21 | PUEBLA | | | | |
| 22 | QUERETARO | | | | |
| 23 | QUINTANA ROO | | | | |
| 24 | SAN LUIS POTOSI | | | | |
| 25 | SINALOA | | | | |
| 26 | SONORA | | | | |
| 27 | TABASCO | | | | |
| 28 | TAMAULIPAS | | | | |
| 29 | TLAXCALA | | | | |
| 30 | VERACRUZ | | | | |
| 31 | YUCATAN | | | | |
| 32 | ZACATECAS | | | | |
| 33 | VARIOS (**) | | | | |
| 34 | EXTRANJEROS | | | | |

| CATALOGO NUM. 3 | |
|-----------------|---------------------------|
| CVE. | MODALIDAD DE CONTRATACION |
| 1 | CONTRATO |
| 2 | CONVENIO ADICIONAL |

| CATALOGO NUM. 4 | |
|-----------------|----------------------------|
| CVE. | APLICACION DE LA INVERSION |
| N | OBRA NUEVA |
| P | OBRA EN PROCESO |
| C | OBRA DE CONSERVACION |

| CATALOGO NUM. 5 | |
|-----------------|-----------------------|
| CVE. | PROGRAMA DE INVERSION |
| 1 | NORMAL |
| 2 | CUC |
| 3 | COPLAMAR |

| CATALOGO NUM. 7 | |
|-----------------|----------------------|
| CVE. | TIPO DE SALDO |
| NS | SALDO POR EJERCER |
| SP | SALDO NO EJERCIDO |
| SC | SALDO A CANCELAR |
| SR | SALDO POR REINVERTIR |

| CATALOGO NUM. 8 | |
|-----------------|------------------------------|
| CVE. | MODIFICACIONES CONTRACTUALES |
| 1 | MORTO |
| 2 | FECHA INICIACION |
| 3 | FECHA TERMINACION |

| CATALOGO NUM. 9 | |
|-----------------|-----------------------------------|
| CVE. | INFORMACION ENVIADA |
| 1 | CONTRATO, ACUERDO O CONVENIO |
| 2 | ESTIMACIONES O RELACIOS DE COSTOS |
| 3 | MODIFICACIONES CONTRACTUALES |
| 4 | TERMINACION DE TRABAJOS |

(**) SE USARA CUANDO LA OBRA AFECTE VARIAS ENTIDADES FEDERATIVAS, Y LA INVERSION A EJERCER EN CADA UNA DE ELLAS SEA EXACTAMENTE IGUAL. EN CASO CONTRARIO LA ENTIDAD FEDERATIVA A REPORTAR PARA ESA OBRA, DEBERA SER EN LA QUE SE APLICA LA MAYOR PARTE DE LA INVERSION AUTORIZADA.

700 CIVIL

710 Estructuras de Concreto

711 Vigas

712 Columnas

713 Estructuras de concreto armado

714 Puentes

715 Estructuras de control y casetas

716 Edificios

717 *

720 Estructuras Metálicas

721 Teóricas

722 Vigas

723 Soldadura y soldadura

724 Instalación

725 Puentes

726 *

730 Edificación

731 Almacén y recolección

732 Pisos

733 Pisos planos

734 Escaleras

735 Cimentación

736 Vigas

737 Cimentación

738 Impermeabilización

739 Estructuras de edificios

740 Desplazamiento

741 *

750 Infraestructura de Estructuras Libres y Cables

751 Estructuras de suspensión y redes de cables

752 Estructuras de cables

753 Estructuras de cables

754 Estructuras de cables

755 Estructuras de cables

756 Estructuras de cables

757 *

760 Estructuras de Hierro

761 Estructuras de almacenamiento

762 Estructuras de tuberías

763 Estructuras de tuberías (suspensión, estructuras, etc)

764 Estructuras de tuberías

765 Estructuras de tuberías

766 Estructuras de tuberías y almacenamiento

767 Estructuras de tuberías para tuberías viales

768 Estructuras de tuberías a cielo abierto

769 Estructuras de tuberías (suspensión, almacenamiento, nivelación, etc)

770 Estructuras

771 Producción de apoyos

772 Estructuras de cables y suscorrientes

773 *

780 Pavimentos

781 De concreto asfáltico

782 De concreto hidráulico

783 *

790 Obras Puntuales y Fluidales

791 Estructuras, esclusas y espigones

792 Estructuras

793 Estructuras de suspensión, cables y estructuras de suspensión

794 Estructuras

795 *

700 MECÁNICA Y TERMODINÁMICA

710 Plantas Industriales

15

711 Estructuras de refinería

712 Estructuras

713 Estructuras de suspensión y almacenamiento de líquidos

714 Estructuras de instalación de equipo

715 Estructuras de distribución y almacenamiento

716 Estructuras

717 *

720 Plantas de Generación de Electricidad

721 Hidroeléctricas

722 Termoelectricas

723 Geotérmicas

724 Nucleares

725 Generadores de vapor

726 Turbogeneradores y turbinas

727 *

730 Líneas y Redes de Transmisión

731 Líneas de transmisión

732 Redes de distribución

733 Estructuras

734 Estructuras

735 *

740 Conductores de Potencia y Fuerza

741 Estructuras de transmisión y distribución

742 Estructuras de suspensión

743 Estructuras de suspensión

744 Estructuras de suspensión

745 Estructuras de suspensión

746 Estructuras de suspensión

747 *

750 Estructuras

760 Estructuras

761 Estructuras de tuberías

762 Estructuras

763 *

770 Estructuras

771 Estructuras de instrumentación y control

772 Estructuras

773 Estructuras

774 Estructuras

775 Estructuras

776 Estructuras de tuberías

777 *

780 Instalaciones Especiales

781 Estructuras de tuberías en plantas aéreas

782 Estructuras de tuberías en plantas aéreas

783 Estructuras de tuberías

784 Estructuras de tuberías y/o cables

785 Estructuras de tuberías y/o cables

786 Estructuras de tuberías

787 Estructuras de tuberías

788 Estructuras de tuberías

789 Estructuras de tuberías para albercas

790 Estructuras de tuberías

791 Estructuras de tuberías y acústicas

792 Estructuras de tuberías de tuberías

793 Estructuras de tuberías de tuberías

794 Estructuras de tuberías

795 Estructuras de tuberías

796 *

700 MECÁNICA

710 Estructuras

711 Estructuras de tuberías y tuberías

712 Estructuras de tuberías

713 Estructuras de tuberías de tuberías

714 *

720 Estructuras de tuberías

721 Estructuras

722 Estructuras de tuberías de tuberías

723 Estructuras

724 *

730 Estructuras de tuberías

740 Estructuras de tuberías

741 Estructuras de tuberías

742 Estructuras de tuberías y/o tuberías de tuberías

743 *

750 Estructuras de tuberías

751 Estructuras

752 Estructuras

753 Estructuras de tuberías

754 *

760 Estructuras de tuberías y tuberías

761 Estructuras

762 Estructuras

763 Estructuras

764 Estructuras de tuberías

765 *

770 Estructuras

780 Estructuras de tuberías y tuberías

790 Estructuras de tuberías y tuberías

791 Estructuras de tuberías

792 Estructuras de tuberías

793 *

800 Estructuras de tuberías y tuberías

810 Estructuras de tuberías y tuberías

811 Estructuras de tuberías

820 Estructuras de tuberías y tuberías

830 Estructuras de tuberías y tuberías

840 *

800 Estructuras de tuberías y tuberías y tuberías de tuberías

801 Estructuras de tuberías y tuberías

802 Estructuras de tuberías y tuberías

803 Estructuras de tuberías y tuberías

804 Estructuras de tuberías

805 Estructuras de tuberías y tuberías

806 Estructuras de tuberías y tuberías

807 Estructuras de tuberías

808 Estructuras de tuberías

809 Estructuras de tuberías

810 Estructuras de tuberías

811 Estructuras de tuberías

812 Estructuras de tuberías y tuberías

813 Estructuras de tuberías

814 Estructuras de tuberías

815 Estructuras de tuberías y tuberías

816 Estructuras de tuberías y tuberías

817 Estructuras de tuberías

818 Estructuras de tuberías

819 Estructuras de tuberías

820 Estructuras de tuberías y tuberías

821 Estructuras de tuberías

822 Estructuras de tuberías

823 Estructuras de tuberías

824 Estructuras de tuberías

825 Estructuras de tuberías

826 Estructuras de tuberías

827 Estructuras de tuberías

828 Estructuras de tuberías

829 Estructuras de tuberías

830 Estructuras de tuberías

INSTRUCTIVO
PARA LA ELABORACION DEL
FORMATO ACTA
DE ENTREGA-RECEPCION

INSTRUCTIVO PARA LA ELABORACION DEL
FORMATO ACTA DE ENTREGA-RECEPCION

18

De conformidad con lo dispuesto por el artículo 32 fracciones III y IV de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y con apoyo en el artículo 20 fracciones I y III de su Reglamento Interior, la Secretaría de Programación y Presupuesto, por conducto de la Dirección General de Normas sobre Adquisiciones, Almacenes y Obras Públicas, expide el presente Instructivo, para la elaboración de las Actas de Entrega-Recepción de las Obras Públicas que se construyan con cargo al presupuesto de Egresos de la Federación.

Cada dependencia o entidad imprimirá sus propios formatos, en original y cinco copias, con su logotipo, o bien el sello correspondiente, en el ángulo superior izquierdo.

El formato deberá ser llenado invariablemente a máquina, aún cuando los espacios precodificados señalados no coincidan con el espaciado de las letras o números de la máquina, lo importante es que al mecanografiar, no se rebase el número de espacios señalados para cada campo. Asimismo aparecen espacios por llenar que no están precodificados, en los cuales no existe límite para anotar las letras o números arábigos que se requieran.

1. Número de control SPP

Anote el número del Aviso de Ejecución y Control de Obra asignado por la Secretaría de Programación y Presupuesto.

2. Número de contrato en la dependencia o entidad

Anote el número que asignó la dependencia o entidad al contrato en su caso el del Convenio Adicional, revalidación o acuerdo.

I. DEL OBJETO

3. Recepción total o parcial

Crucce con una X si se recibe total o parcialmente la obra.

4. Nombre de la Entidad que Recibe y Número Económico

Anote el nombre de la dependencia o entidad que expida el formato Acta de Entrega-Recepción.

Anote el número económico que corresponda a la dependencia o entidad.

5. Nombre del Contratista que entrega y Núm. Reg. SPP.

Anote el nombre o razón social de la contratista, y su número según registro en el Padrón de la Secretaría de Programación y Presupuesto.

II. DE LA INFORMACION BASICA INICIAL

6. Dirección o Unidad encargada de la obra

Anote el nombre de la Dirección o Unidad encargada de ejecutar la obra.

7. Objeto del contrato

20

Anote la finalidad en base a las cláusulas específicas del contrato de obra o en su caso del convenio adicional, revalidación o acuerdo, etc.

8. Entidad Federativa donde se localiza

Anote el nombre y clave de la Entidad Federativa donde se localiza la obra de acuerdo al siguiente

catálogo:

| | | | |
|--------|----|----------|----|
| AGS. | 01 | BCN. | 02 |
| BCS. | 03 | CAMP. | 04 |
| COAH. | 05 | COL. | 06 |
| CHIS. | 07 | CHIH. | 08 |
| D.F. | 09 | DGO. | 10 |
| GTO. | 11 | GRO. | 12 |
| HGO. | 13 | JAL. | 14 |
| MEX. | 15 | MICH. | 16 |
| MOR. | 17 | NAY. | 18 |
| N. L. | 19 | OAX. | 20 |
| PUE. | 21 | QRO. | 22 |
| Q. ROO | 23 | S. L. P. | 24 |
| SIN. | 25 | SON. | 26 |
| TAB. | 27 | TAMS. | 28 |
| TLAX. | 29 | VER. | 30 |

| | | | |
|--------|----|------------|----|
| YUC. | 31 | ZAC. | 32 |
| Varios | 33 | Extranjero | 34 |

21

NOTA: Se clasificará varios cuando la obra abarque dos o más entidades federativas.

III. DE LOS ANTECEDENTES

9. Número del Oficio de Autorización de Inversión SPP

Anote el número de oficio de autorización de inversión para la obra, girado por la SPP.

10. Fecha

Anote con números arábigos el día, mes y año del oficio de Autorización de Inversión. Ej. Primero de marzo de mil novecientos setenta y ocho: 010378.

EN TODAS LAS FECHAS UTILICE ESTE SISTEMA DE ANOTACION.

11. Modalidad de Adjudicación

Anote la clave de la modalidad de la adjudicación de las obras.

Clave: 01 - Concurso

02 - Adjudicación Di

recta.

12. Número de Concurso

Anote el número que la dependencia o entidad asignó al concurso.

13. Fecha Adjudicación

22

Anote el día, mes y año de adjudicación del contrato.

14. Fecha contrato original

Anote el día, mes y año del contrato original.

15. Fecha de iniciación primer contrato que se recibe

Anote en números arábigos, la fecha de iniciación correspondiente en tiempo, señalada en el primer contrato que se recibe.

16. Fecha terminación según último contrato

Anote la fecha de terminación, -incluyendo prórrogas- señalada para el último contrato que se recibe, según tiempo.

17. Fecha real de iniciación

Anote la fecha real en que se iniciaron los trabajos relativos al primer contrato que se recibe.

18. Fecha real de terminación

Anote la fecha de terminación real, correspondiente al último contrato que se recibe, según tiempo. Deben incluirse las prórrogas relativas.

IV. DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS QUE SE ENTREGAN

19. Descripción de los trabajos que se entregan **23** Describense en detalle las partes o aspectos principales de la obra, a fin de facilitar su identificación.

V. DESCRIPCION DE LAS MODIFICACIONES

20. Descripción de las modificaciones y su clave. Describa las modificaciones substanciales autorizadas, anotando la clave que les corresponda.

| | | | |
|-------------------|----|-----------|----|
| Plazo | 01 | Monto | 04 |
| Proyecto | 02 | Rescisión | 05 |
| Precios Unitarios | 03 | Otros | 06 |

Comunicaciones de modificaciones a la SPP

21. Número Anote el número de la comunicación de modificaciones a la SPP.
22. Fecha Anote la fecha correspondiente a la comunicación de modificaciones a la SPP.

VI. DE LAS GARANTIAS

23. Fianza número Anote el número de la fianza de garantía especificada en el contrato.

garantía.

25. De fecha

24

Anote la fecha de expedición de la fianza de garantía.

26. Compañía Afianzadora

Anote la razón social de la compañía que expidió la fianza de garantía.

27. Vigencia: De, a

Anote las fechas que limitan la vigencia de la fianza.

En caso de existir una segunda fianza anotarse los datos de ésta.

Otras garantías

28. Importe

Anote el importe que corresponde a la garantía.

29. Concepto

Anote el concepto por el cual queda la garantía.

30. Vigencia: De, a

Anote las fechas que limitan la vigencia de la fianza.

VII. DE LA LIQUIDACION

31. Importe Contrato original

Anote importe del contrato original.

32. Importe Ampliaciones

Anote el número y el monto de cada una de las ampliaciones, correspondientes al contrato y a la obra por recibir.

tratado

Anote el importe total del contrato y sus ampliaciones.

25 Anote el número de las estimaciones y su monto, correspondiente al ejercicio del contrato original y sus ampliaciones.

Anotese la fecha de elaboración de cada estimación.

Anote la fecha inicial y final, del período correspondiente a la ejecución de los trabajos estimados.

Anote el importe sin descuentos, correspondiente a cada estimación.

Anotese el importe total de las estimaciones derivadas de la ejecución de los trabajos que se entregan.

Anotese para cada estimación, el importe total de las deducciones aplicadas:

Anotese el importe total obtenido al sumar las deducciones aplicadas en cada una de las estimaciones.

aciones

acción de registro de la estimación en la SPP.

26

42. Pago

Anotese un si o no de acuerdo con la del pago de la estimación al contratista o a sus representados.

43. Saldo por cancelar

Anotese la cantidad obtenida de restar al importe contratado, el importe estimado.

Anotese en "observaciones", campo 47, el destino del saldo.

IX. DE LAS SANCIONES

44. Causa

Anotese la causa de la sanción con detalle.

45. Importe

Anotese el importe correspondiente a la sanción.

46. Recibo Núm.

Anotese el número del recibo oficial expedido por la Tesorería de la Federación, que ampare la sanción.

X. TERMINOS BAJO LOS CUALES SE EFECTUA LA RECEPCION

Se detallan en el formato establecido para el acta de entrega-recepción, los terminos bajo los cuales se efectúa la misma.

47. Observaciones

Anote aquellos datos y conceptos,

27 que aclaren lo registrado en el formato.

XII. NOMBRE, CARGO Y FIRMA DE LAS PERSONAS QUE REAL Y FISICAMENTE INTERVIENEN EN ESTE ACTO

48. El día

Anote el día, mes y año en que se realiza la recepción de la obra.

49. A las

Anote la hora señalada para la recepción de la obra.

50. En

Anote el lugar y la entidad federativa donde se realice la recepción de la obra.

51. Por la dependencia o entidad
nombre, cargo, firma

Este espacio es para anotar el nombre, cargo y de la persona que por parte de la dependencia o entidad interviene en la recepción y firmará para constancia.

52. Por el Contratista
nombre, cargo y firma

Deberá anotarse, nombre y cargo de la persona que por parte del contratista hace entrega de la obra, firmando para constancia.

Deberá anotarse, nombre, y cargo de la persona que participa en la recepción, por parte de la SPP, firmando para constancia.

26

En caso de no intervención, anótese la fecha y el número del oficio, con que la SPP, notificó la no intervención.

NO INT. Fecha,
Núm. oficio

NOTA GENERAL

En caso de que los renglones de cualquier concepto sean insuficientes deberán anexar 1 hoja complementaria con los datos correspondientes.

3

0

La lista de Entrega Recepción se formulará en original y siete copias con la siguiente distribución.

23

| | | |
|----------------------|----------|--|
| Original y 1a. copia | Blanca | Tesorería de la Federación u Oficina Pagadora. |
| 2a. y 3a. copias | Amarilla | Dirección General de Egresos, -- Deuda Pública y Créditos Internacionales (Únicamente cuando exista financiamiento con crédito externo). |
| 4a. copia | Rosa | Dirección General de Normas sobre Adquisiciones, Almacenes y Obras Públicas, anexando los cuadros de cálculo que correspondan al 100% de la etapa de obra ejecutada. |
| 5a. copia | Azul | Contratista. |
| 6a. copia | Rosa | Dirección General de Sistemas y Procesos Electrónicos, por conducto de la Dirección General de Normas sobre Adquisiciones, Almacenes y Obras Públicas. |
| 7a. copia | Verde | Entidad (acuse de recibo). |
| N. copias | Blancas | Para uso interno de la entidad. |



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

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION", ORGANIZADO EN COLABORACION
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA, DEL 15 AL 19 DE OCTUBRE
DE 1984.

SEGURIDAD INDUSTRIAL EN LA CONSTRUCCION

Veracruz, Ver.

SEGURIDAD INDUSTRIAL EN LA CONSTRUCCION

La finalidad de la Seguridad Industrial es evitar accidentes en el trabajo, con lo que protegemos:

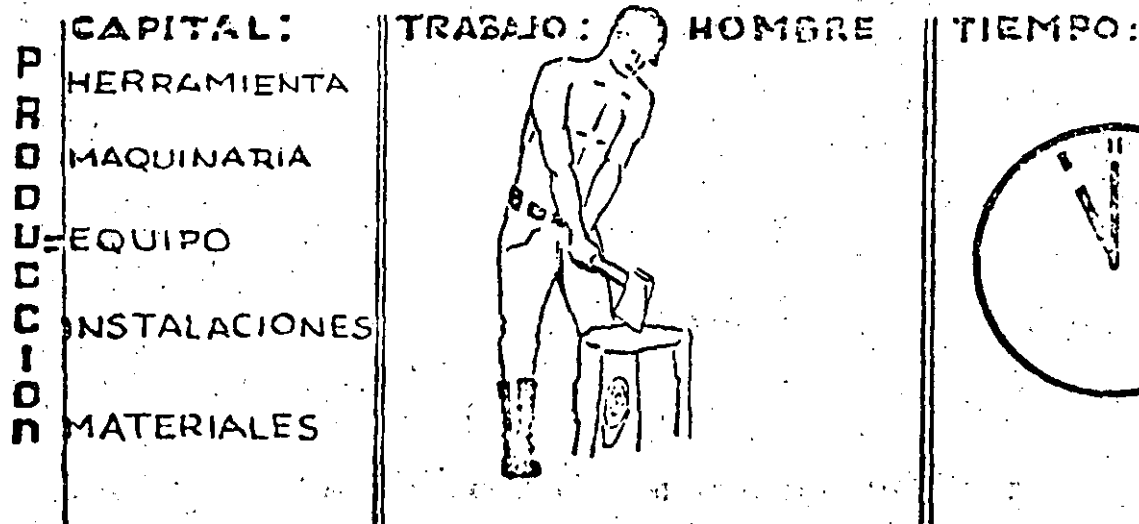
- 1).- Al trabajador durante el desempeño de sus labores.
- 2).- La familia que depende de él.
- 3).- Los intereses de la empresa.
- 4).- La economía del país.

ACCIDENTE ES TODO ACONTECIMIENTO IMPREVISTO, que por lo mismo ocasiona serios trastornos a la actividad que se desarrolla.

Quando la actividad desarrollada es en un centro de trabajo, el accidente trastorna la producción de bienes o servicios, según el giro de la empresa.

Los elementos de la Producción son : Capital, Trabajo y Tiempo.

Al ocurrir un accidente (acontecimiento imprevisto) en un centro de trabajo, se afecta siempre a los elementos de la producción.



De lo anterior obtenemos las siguientes conclusiones:

2

EL ACCIDENTE PROVOCA ALGUNAS VECES LESION EN LOS TRABAJADORES, por lo que la LESION ES CONSECUENCIA DEL ACCIDENTE.

EL ACCIDENTE PROVOCA SIEMPRE PERIDAS DE CAPITAL Y TIEMPO.

AL ELIMINAR LOS ACCIDENTES PROTEGEMOS :

- a).- Al trabajador de sufrir una lesión.
- b).- A la empresa de sufrir pérdidas económicas.

Del análisis que se hace de los accidentes, se demuestra que tienen causas perfectamente definidas y que el 98% pueden ser evitados.

(Sólo los accidentes provocados por las fuerzas incontrolables por ahora - de la naturaleza, como sismos, huracanes, etc., no son humanamente pre- visibles).

LAS CAUSAS DE LOS ACCIDENTES SE CLASIFICAN EN :

- 1).- ACTO INSEGURO O PELIGROSO (QUE REALIZA EL TRABAJADOR).
 - 2).- CONDICIÓN INSEGURA O PELIGROSA (DEL MEDIO, OBJETO, - SUBSTANCIA, PERSONA O RELACION EN EL TRABAJO).
-

Siendo nuestra finalidad el evitar los accidentes, la técnica de la Seguridad Industrial nos proporciona los siguientes medios para lograrlo :

INSPECCION DEL SITIO DE TRABAJO.
INVESTIGACION Y ANALISIS DE LOS ACCIDENTES.
ADIESTRAMIENTO Y SUPERVISION DEL PERSONAL.
ANALISIS DE SEGURIDAD DEL TRABAJO.

Estos medios ayudan a la localización de las posibles causas de los accidentes, determinándose éstas, deberá APLICAR LA ACCION CORRECTIVA NECESARIA Y OBSERVAR LOS RESULTADOS.

Es inútil cualquier esfuerzo tendiente a la localización de causas que pueden provocar un accidente, si no se aplica de inmediato la acción correctiva necesaria.

El comportamiento del Supervisor en Seguridad debe ser tal, que al ser llamado de una causa, aplique el efecto de la acción necesaria.

APLICACION DE LOS MEDIOS PARA LOGRAR SEGURIDAD EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION

Es muy importante para lo que trabajamos en la industria de la construcción no olvidemos que las condiciones del medio de trabajo son rápidamente modificadas por el avance de la obra y que las labores de tipo repetitivo se ven muy afectadas por este motivo.

Lo anterior sugiere que las actividades de Seguridad deben ser altamente dinámicas, o sea aplicar de inmediato la acción correctiva necesaria y una supervisión completa y constante.

INSPECCION DEL SITIO DE TRABAJO

Tiene como fin el localizar posibles causas de accidente:

Actos inseguros y/o condiciones peligrosas.

En la construcción el mayor número de accidentes en obra están provocados por :

- 1.- Falta de limpieza.
- 2.- Falta de orden.
- 3.- Forma incorrecta de manejo de materiales.
- 4.- Malas condiciones de la herramienta.
- 5.- Malas condiciones de andamios, escaleras, tendidos, etc.
- 6.- Falta de equipo de protección personal.
- 7.- Falta de accesos seguros a las áreas de trabajo.
- 8.- Falta de cubiertas a fosos, huecos, registros.
- 9.- Falta de iluminación adecuada en áreas de trabajo y circulación.
- 10.- Falta de tapias.
- 11.- Incumplimiento de las normas de seguridad para operadores de maquinaria. * (I).

ANEXO 1)

- * (I) Anexo.- Normas de seguridad obligatorias para operadores de maquinaria pesada.

- 4
- 12.- Manejo de sustancias tóxicas.
 - 13.- Falta de Supervisión en general.
 - 14.- Falta de ventilación en áreas cerradas con motores de combustión.
(Contaminación Atmosférica).
 - 15.- Falla de taludes.

Debemos considerar también como área de trabajo las zonas de influencia de la obra, que son aquellas en las que el público se ve afectado en sus costumbres o en riesgos durante los trabajos.

Comprender el punto de vista, que la gente tiene interés por conocer o ver el desarrollo de la obra, para lo cual su curiosidad la acerca a zonas de peligro que son totalmente desconocidas.

Es nuestra responsabilidad, por tal motivo, el proteger a la gente de sufrir accidentes por causa de la obra.

Las causas principales por la que sufren accidentes las personas ajenas a la obra son por :

- 1.- Tener acceso a la obra.
- 2.- Falta de protección en las zonas de circulación.
(Paso de Peatones).
- 3.- Falta de limpieza en zonas afectadas.
- 4.- Falta de iluminación en zonas de circulación pública afectadas por la obra.
- 5.- Falta de señalización adecuada en zonas de peligro de peatones y vehículos.
- 6.- Falta de vigilancia en zonas de cruce.
- 7.- Falta de cubiertas en fosos, huecos, registros, cepas, etc.
- 8.- Falta de supervisión en operaciones peligrosas, por ejemplo: extracción de tablaestaca.

Otras causas que provocan accidentes son :

Incumplimiento de normas de seguridad en almacenes y patios.

Falta de protecciones en las instalaciones eléctricas.

Falta de prevención de incendios y explosiones.

Falta de supervisión general.

SOLO LA APLICACION DE LA ACCION CORRECTIVA NECESARIA, por el descubrimiento de las causas anteriores, CONTRIBUYE A LA ELIMINACION DE LOS ACCIDENTES.

ADiestRAMIENTO Y SUPERVISION DEL PERSONAL

6
Cuando las necesidades de la obra exijan que se realice un trabajo peligroso, se requiere que el personal que lo ejecute esté debidamente adiestrado y en conocimiento de los riesgos a que está expuesto. El adiestramiento debe dirigirlo una persona con experiencia y conocimientos suficientes del trabajo a realizarse.

Es el supervisor de seguridad el indicado para exigir en ciertos trabajos, que se sujete al personal a un adiestramiento adecuado.

El supervisor debe hacerse presente en cuanta ocasión se violen las disposiciones de seguridad y en aquellos trabajos que por su naturaleza se consideren peligrosos.

EL EXITO DE CUALQUIER PROGRAMA DE SEGURIDAD DEPENDE DE LA EFICIENCIA DE LA SUPERVISION EN LA OBRA

Como en los casos anteriores al localizar una causa de accidente, deberá aplicarse de inmediato la acción correctiva necesaria.

En la industria de la construcción es necesario adiestrar al personal encargado del manejo de materiales *

- a).- Acarreo de varillas y objetos largos.
- b).- Levantar pesos excesivos.
- c).- Bajar materiales pesados y/o voluminosos.
- d).- En almacén de combustible.
- e).- En almacenes y patios.

* Anexo 4 : Recomendaciones para el manejo seguro de materiales.

ANALISIS DE SEGURIDAD DEL TRABAJO

En la aplicación de este medio para lograr seguridad, nos proponemos que el supervisor cuente con los conocimientos necesarios para mejorar los métodos de trabajo a través de un mayor conocimiento de las operaciones que se realizan.

Los objetivos específicos que lograremos al hacerlo son :

- 1.- Descubrir condiciones inseguras.
- 2.- Descubrir actos peligrosos.
- 3.- Determinar las cualidades requeridas del personal para la ejecución segura del trabajo.

- 7
- 4.- Determinar que equipo y herramienta son necesarios para la seguridad del trabajo.
 - 5.- Establecer normas que deben seguirse para realizar las operaciones con seguridad.
 - 6.- Determinar las instrucciones y adiestramiento necesarios para el personal.

El método consta de 4 pasos :

I.- Dividir la operación en detalles.

Para conocerla mejor - Determinar lo que se hace.

Determinar el orden en que se hace.

- a).- Enterar a los trabajadores de lo que está haciendo.
- b).- Observar varias veces la operación que analizamos.
- c).- Anotar los detalles de la operación (peso, longitud, condiciones)

II.- Localizar los riesgos:

- a).- Obtener la colaboración de los trabajadores y personas afectadas.
- b).- Determinar en cada detalle el riesgo que esté presente.
- c).- Consultar la experiencia de accidentes anteriores.

III.- Determinar el método seguro :

- a).- Tratar de eliminar el riesgo, proteger la máquina o equipo, usar equipo de protección personal.
(en el orden que se indica).
- b).- Escribir el método seguro.

IV.- Aplicar el Método seguro :

- a).- Obtener la aprobación del jefe, subordinados y personas relacionadas.
- b).- Adiestrar a su personal en el método seguro.
- c).- Comprobar resultados.

La seguridad industrial aplicada en la construcción, por ser una técnica de carácter preventivo, no es una actividad de la que se pueda hacer un juicio a "ojo" de los resultados obtenidos, porque siempre encontraremos que deben aplicarse ciertas medidas de seguridad que salen de la sagacidad de observación del supervisor, ó del control del mismo sobre la totalidad del conjunto de trabajadores que realizan su labor dentro de un medio rápidamente cambiante de condiciones originadas por el avance de la obra.

Para reducir los inconvenientes anteriores se debe contar :

- 1).- Con el convencimiento en seguridad de todos los elementos que

controlan o dirigen el trabajo del personal . - jefe de obra, ayudantes, sobrestantes, cabos, etc.

- 2).- Con la confianza de los anteriores hacia el supervisor en Seguridad, para que tenga conocimiento de los avances programados en obra y procedimientos de trabajo que se usarán en determinadas operaciones.
- 3).- Con el mayor y mejor adiestramiento al personal de primera línea (peones).

El juicio que se haga de las actividades de Seguridad, deberá ser a través de los llamados Indices de Seguridad, los cuales nos indican: 1o. la frecuencia con que ocurren los accidentes con incapacidad y 2o. la gravedad que los mismos revisten.

Es el Supervisor en Seguridad encargado de cada frente de trabajo, la persona indicada de enviar a la Dirección, los datos necesarios para el cálculo de Indices de Seguridad. Se deberá hacer puntualmente el "Reporte Semanal" * (5) de los mismos, cumpliendo con las indicaciones del instructivo elaborado para tal fin * (6).

* (5) Anexo. - Reporte semanal para el cálculo de Índice de Seguridad.

* (6) Anexo. - Instructivo para el llenado del Reporte Semanal para el cálculo de Indices de Seguridad.

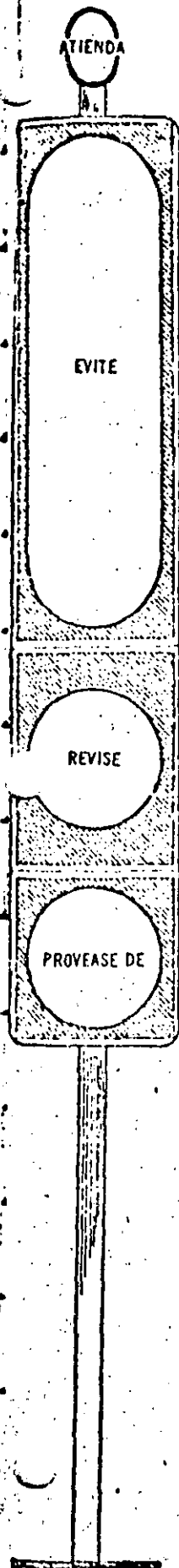
ANEXOS : CURSO BASICO DE SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCION**La seguridad industrial en la construcción :**

- Anexo 1)** Normas de seguridad obligatorias para operadores de maquinaria pesada.
- Anexo 2)** Reporte de Accidente.
- Anexo 3)** Instructivo para el llenado del "Reporte de Accidente".
- Anexo 4)** Recomendaciones para el manejo seguro de materiales.
- Anexo 5)** Reporte semanal para el cálculo de Indices.
- Anexo 6)** Instructivo para el llenado del "Reporte Semanal para el Cálculo de Indices".
- Anexo 7)** Revisión de Seguridad.

NORMAS DE SEGURIDAD OBLIGATORIAS PARA LOS OPERADORES DE MAQUINARIA PESADA.

1.—Las señales del ayudante y banderero.

10



- 1.—Que suban o viajen en la máquina, personas ajenas al operador.
- 2.—Acercar las manos a cables en movimiento.
- 3.—Que el ayudante limpie la máquina, cuando está en operación.
- 4.—Usar la máquina para trabajos fuera de los especificados.
- 5.—Pelearse con las palancas de mando.
- 6.—Suspender carga sobre trabajadores.
- 7.—Operaciones bruscas (sacudidas, giros violentos, choque de la almeja, etc.)
- 8.—Acercarse a cables eléctricos a menos de 1.50 mts. (en caso de contacto librarse del mismo y de ser necesario, bajar saltando de la máquina).
- 9.—Poner en operación la máquina en sitios peligrosos (tierra suelta, pisos grasosos, etc.)
- 10.—Cargar combustible con la máquina funcionando.
- 11.—Bajarse de la máquina en movimiento sin asegurar los mandos.

- 1.—El estado de cables, amarres y ganchos.
- 2.—Que haya espacio suficiente para la operación.
- 3.—En torno y debajo de la máquina, antes de ponerla en operación.
- 4.—Que los protectores de las partes móviles estén bien instalados.
- 5.—La carga en todo momento.

- 1.—Casco de Seguridad.
- 2.—Extintidor en la máquina.
- 3.—Buena iluminación para operaciones nocturnas.
- 4.—Prendas de vestir apropiadas.

¿Conoce las especificaciones en cuanto a limitaciones de operación de esta máquina?

¿Demuestra su capacidad técnica operando la máquina de acuerdo a las indicaciones del fabricante en cuanto a capacidad y ciclos de operación?

¿Demuestra su responsabilidad?

- a) Planeando sus operaciones y traslados.
- b) Cuidando las recomendaciones del fabricante en cuanto a operación.
- c) Cumpliendo las medidas de seguridad.





Reporte de Accidente

En Obra _____

Nombre del lesionado _____ Edad _____ Ocupación _____
 \$ _____ SUFRIO UN ACCIDENTE EL _____ A LAS _____ Hs.
 Sueldo Diario _____ Fecha _____
 LESIONANDOSE _____ RESULTANDO UNA INCAPACIDAD
 Parte del Cuerpo _____ (Marque con una x)

| | |
|--------------------|--------------------------|
| MOMENTANEA | <input type="checkbox"/> |
| PARCIAL TEMPORAL | <input type="checkbox"/> |
| PARCIAL PERMANENTE | <input type="checkbox"/> |
| TOTAL | <input type="checkbox"/> |

EL LESIONADO ES PERSONAL
 (Marque con una x)

| | |
|--------------------|--------------------------|
| DE LA COMPAÑIA | <input type="checkbox"/> |
| DE SUO CONTRATISTA | <input type="checkbox"/> |
| O DESTAJISTA | <input type="checkbox"/> |

¿Qué operación o trabajo realizaba antes de lesionarse?

¿Con qué máquinas, herramientas?

¿No existieron estas en contacto antes de lesionarse?

¿CUANTAS PERSONAS INTERVINIERON EN LA

OPERACION QUE SE REALIZABA?

¿LES AFECTO EL ACCIDENTE?
 (Marque con una x)

| | |
|----|--------------------------|
| SI | <input type="checkbox"/> |
| NO | <input type="checkbox"/> |

¿COMO?

¿Cómo se presentó el accidente

desde antes de lesionarse, ... hasta habersele proporcionado los

auxilios necesarios?

¿Con qué se lesionó?

¿Qué daño sufrió la Maquinaria,

A QUE ALTURA O

Equipo, Material o Instalaciones.

NIVEL SE TRABAJABA?

¿SUFRIO CAIDA?
 (Marque con una x)

| | |
|----|--------------------------|
| SI | <input type="checkbox"/> |
| NO | <input type="checkbox"/> |

DE _____ METROS ¿USABA EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL?
 (Marque con una x)

| | |
|----|--------------------------|
| SI | <input type="checkbox"/> |
| NO | <input type="checkbox"/> |

¿CUAL?

COMENTARIOS QUE CONSIDERE ACLARATORIOS DEL ACCIDENTE:

REPORTO EL ACCIDENTE A LA
 DIRECCION DE SEGURIDAD METRO

Nombre _____

Firma _____



INSTRUCTIVO PARA EL LLENADO DEL REPORTE DE ACCIDENTE

Deberá hacerse reporte escrito de todos los accidentes que:

- 1).- Ocasional lesión.
- 2).- Los que "por poco" la provocan.
- 3).- Los que causen daños considerables al capital o al tiempo.

La finalidad del reporte es conservar la experiencia que nos proporciona cada accidente, al determinar las causas que lo originaron y tener conocimiento de las circunstancias que lo hicieron propicio.

La forma impresa para el Reporte de Accidente, tiene el objeto de ayudar al Supervisor en Seguridad en el vaciado de datos, más no es una forma perfecta que se adapte a todo tipo de accidentes, de los que se deberán reportar por escrito.

Por lo anterior es necesario revisar que en cada reporte, sean contestadas las siguientes preguntas :

- 1).- ¿ A quién ?
- 2).- ¿ Cuándo ?
- 3).- ¿ Dónde ?
- 4).- ¿ Qué ?
- 5).- ¿ Cómo ?
- 6).- ¿ Con qué ?

Con las que cualquier persona que lea el reporte deberá darse una idea precisa de las circunstancias en las que sucedió o por poco sucede el accidente.

Habiendo logrado describir el accidente, nuestro siguiente paso es determinar las causas que lo originaron, contestando la pregunta ¿ Por qué sucedió ?, cuya respuesta deberá anotarse en el margen derecho y en sentido longitudinal de la hoja, recordando que pueden ser varias causas inseguras o condiciones peligrosas a la vez, las causas que lo originaron.

En el reverso de la hoja deberán anotarse las medidas de seguridad necesarias para evitar que ocurran accidentes similares.

El criterio con el que se determinarán las acciones correctivas necesarias es el siguiente :

- 10.- Tratar de eliminar el riesgo o causa.

- 2º.- Determinar si es necesario modificar el procedimiento de trabajo ó sujetar al personal encargado de realizarlo, a un adiestramiento determinado.
- 3º.- Proteger al personal con equipo conveniente. (Sólo en los casos en que no se logre eliminar el riesgo, al tratar de aplicar el primero y segundo paso).

Nota : Si la forma de Reporte de Accidente no se ajusta a sus necesidades, se deberá ocupar el reverso y agregar hojas para su propósito. No olvidar que nos interesa conocer las circunstancias que lo originaron, para determinar las causas y aplicar la acción correctiva necesaria.

El Supervisor en Seguridad en cada frente de trabajo, tiene la obligación de reportar por escrito diariamente los accidentes que ocurran en su área, no importando en que turno sucedieron, para tal efecto durante su permanencia en la obra, deberá avisar a todo el personal que requiera, que le comunique de inmediato cualquier accidente que ocurra, acudir al lugar del accidente contribuyendo a que al personal lesionado (si lo hay), se le presten los auxilios necesarios y posteriormente hacer el "Reporte" con las características anteriormente solicitadas.

Deberá puntualizar con el personal que observó el accidente o está relacionado con el mismo, que su finalidad no es determinar culpabilidad en ningún trabajador, sino determinar las causas para evitar que vuelva a presentarse un accidente similar.

Cuando el accidente ocurra fuera del turno de trabajo del Supervisor, éste deberá acudir al lugar del accidente y preguntar a los testigos el desarrollo del mismo, siguiendo el procedimiento descrito.

Para enterarse de accidentes con lesión que pudieron haber ocurrido fuera de su turno de trabajo, deberá solicitar diariamente al encargado de extender los "Avisos de Trabajo" durante ese turno, el nombre del lesionado y lugar donde ocurrió, para trasladarse a hacer el reporte con algún testigo.

El Supervisor en Seguridad deberá entablar buenas relaciones de compañerismo, con el objeto de que el personal que se quede en los otros turnos de trabajo le informe diariamente los sucesos de su interés.

RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO SEGURO DE MATERIALES

- 1.- Deben levantarse pesos, aprovechando los músculos de las piernas manteniendo recta la espalda y las rodillas dobladas. Si el peso es excesivo, pida ayuda, no trate de levantarlo usted solo.
- 2.- Cuando dos o más personas transportan objetos muy pesados o largos, es importante que los esfuerzos y movimientos se hagan al unísono. Debe haber alguien que dirija las maniobras y dé las voces de ejecución. Siempre que sea posible, deben usarse herramientas especiales.
- 3.- Al manejar materiales largos como tubería, piezas de madera y escaleras, el extremo del frente debe estar más alto que el de atrás. El objeto es que el extremo del frente libre a una persona al dar vuelta en una esquina.
- 4.- Un objeto muy pesado no debe levantarse manualmente, si se cuenta con ganchos, grúas u otros medios mecánicos.
- 5.- Al subir o bajar por un plano inclinado, rodando tanques u otros objetos redondos, pesados, sus movimientos deben controlarse por medio de cables o aparejos, evitándose que haya personas en el trayecto de bajada.
- 6.- Si un material que está siendo utilizado o está saliendo en una máquina u otro equipo, tiene que apilarse; debe procurarse que su estibamiento sea correcto.
- 7.- Deben mantenerse en buenas condiciones de operación, herramientas tales como palas, trinchas, barretas, carretillas, carros de mano, ganchos, etc.
- 8.- Al manejar madera, metal en diversas formas, cajas y otros artículos suficientemente pesados para lesionar los pies, deben usarse protectores para éstos, - zapatos de seguridad, punteras metálicas para resguardarlos, así como guantes, manoplas de cuero y equipo semejante.
- 9.- Debe procurarse el buen estado de los pisos para evitar saltos en los carros que lleven material.
- 10.- Los pasillos deben estar despejados y lo suficientemente amplios.

11. - Al estibar materiales debe asegurarse y, cuando su forma lo permita queden "cuatrapeados" para dar mayor solidez a la estiba. Al desestibar debe preverse la posibilidad de que el material se corra o se derrumbe.

15

12. - Al emplear carretillas, debe procurarse poner la carga más bien hacia la parte del frente, para que se facilite levantarla y empujar la carretilla. Debe evitarse sobrecargarlas.

13. - Al izar una carga con la ayuda de eslingas, éstas deben ser usadas y colocadas correctamente. La carga debe asegurarse para que no se corra o se vuelque.



REPORTE SEMANAL PARA EL CALCULO DE INDICES DE SEGURIDAD

Semana No. _____ del _____ de _____ al _____ de _____ de _____

PERSONAL POR ADMINISTRACION

PERSONAL SUB-CONTRATISTA

Horas-hombre laboradas =

Horas-hombre laboradas =

RELACION DE ACCIDENTES OCURRIDOS EN LA SEMANA

Se anexan Reportes de cada uno. *

| Nombre del lesionado | Dias de incapacidad | Nombre del lesionado | Dias de incapacidad |
|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

RELACION DE INCAPACIDADES RECIBIDAS EN LA SEMANA

| Nombre del lesionado | Dias de incapacidad | Nombre del lesionado | Dias de incapacidad |
|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Informe de las incapacidades parciales, permanentes o totales

Reportó a la Dirección de Seguridad: Nombre _____

Firma _____



INSTRUCTIVO PARA EL LLENADO DEL REPORTE SEMANAL PARA EL CALCULO DE INDICES DE SEGURIDAD

La efectividad de las actividades de seguridad se mide a través de los llamados Indices de Frecuencia y Gravedad.

I. F. - $\frac{\text{No. de accidentes con incapacidad} \times 10^6}{\text{horas - hombre laboradas.}}$

I. G. - $\frac{\text{No. de días perdidos por incapacidad} \times 10^6}{\text{horas - hombre laboradas.}}$

Accidente con incapacidad, es aquel que a consecuencia de la lesión sufrida, impide al trabajador laborar al día siguiente del accidente.

Por medio de los índices calculados en función de los accidentes que provocaron lesiones con incapacidad al personal, tendremos una relación que nos permitirá juzgar cuantitativamente el control logrado para la prevención de accidentes con lesión.

Es conveniente recordar, que los accidentes son acontecimientos imprevistos que siempre afectan a los elementos de la producción, y que los accidentes que afectan al trabajador son solo una pequeña parte de todos los que afectan a la producción (Capital, Trabajo y Tiempo).

O sea :

Los índices de Seguridad nos muestran como afectan los accidentes al elemento de trabajo que es el hombre; y nos muestran una parte pequeña de como afecta a la producción (CAPITAL, TRABAJO, TIEMPO).

La seguridad se controla a través de los índices anteriores, porque existe imposibilidad física y técnica del conocimiento y cuantificación de daños de la totalidad de accidentes (acontecimientos imprevistos), que ocurren en un centro de trabajo.

Otra limitación en el cálculo de los índices anteriores, es la cuantificación de la gravedad (días perdidos por incapacidad) en los casos de incapacidades permanentes parciales o totales, que son consecuencia del accidente que sufre el trabajador, las cuales se valúan de acuerdo a las indicaciones de la Ley Federal del Trabajo referente a valuación de incapacidades permanentes por accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

El Supervisor en Seguridad deberá anotar en el Reporte Semanal para el Cálculo de Índices de Seguridad, en que consistieron las incapacidades permanentes ocasionadas por la lesión.

El procedimiento de llenado del Reporte mencionado es como sigue :

- a) Parte superior derecha : iniciales de la empresa, número de obra y en el siguiente renglón el nombre con que se conoce el frente de trabajo.
- b) Después del encabezado del reporte indicar el número de la semana, de la que se envían los datos y los días y mes que comprenden esa misma semana.
- c) En el siguiente renglón hay una división para el vaciado de datos; en parte izquierda para el personal administrativo de la empresa y la parte derecha para la totalidad del personal sub-contratista y descajista (en este último caso, los datos de cada sub-contratista deberán anotarse al reverso de la hoja, para que aparezca en el frente solo el total de la suma).

Anotar las horas-hombre laboradas por administración en la izquierda y la suma de las horas-hombre laboradas por la totalidad de los sub-contratistas a la derecha.

- d) En los cuadros "Relación de Accidentes ocurridos en la semana" deberán anotarse el Nombre del lesionado o lesionados en esa semana que se reporta y el Número de días de incapacidad que le otorga el Seguro Social a través de los certificados de incapacidad. Si el certificado no ha sido presentado en la obra cuando se llene este reporte, deberá aparecer con raya horizontal el espacio destinado a días de incapacidad.

Es importante darse cuenta que la división de personal por administración a la izquierda y personal sub-contratista a la derecha, se conservará hasta terminar el reporte y que todos los nombres de lesionados que aparezcan en estos cuadros, sean de accidentes ocurridos en la semana que se reporta y que se anexen a esta hoja todos los "Reportes de Accidentes". (Anexo 2).

- e) En los cuadros de "Relación de Incapacidades recibidas en la semana" deberán anotarse el nombre del lesionado al que se le extiende el certificado de incapacidad y los días de incapacidad que consigna el mismo (en estos cuadros, no importa en que semana ocurrió el accidente de trabajo, sino la totalidad de las incapacidades recibidas en la semana que se reporta).

NOTA : Al presentarse el caso de un lesionado de la semana que se reporta y que no ha entregado el certificado de incapacidad que-

extiende el Seguro Social, aparecerá su nombre en el cuadro superior y con raya horizontal los "días de incapacidad", a la semana siguiente, el nombre de este lesionado deberá aparecer en el cuadro inferior y con los días de incapacidad que indica el certificado que debe haber entregado o enviado a la obra.

Cuantas veces más le entreguen certificado de incapacidad, deberá aparecer su nombre en el cuadro inferior con los días de incapacidad otorgados y en el Reporte de la semana en que se reciba el certificado.

f) Nombre y Firma del Supervisor en Seguridad.

II.- "REVISION DE SEGURIDAD"

21

22

EL SUPERVISOR EN SEGURIDAD, es un elemento que depende del Director de Seguridad y que al asignársele a un frente de trabajo actúa como auxiliar del jefe de obra y demás contratistas en los aspectos de preven
ción de accidentes de trabajo.

El personal de cada una de las empresas del Grupo ICA debe considerar al Supervisor en Seguridad como de la propia compañía y aceptar sus in
dicaciones.

EL TALLER DE SEGURIDAD, se creó con la finalidad de auxiliar a las empresas constructoras en cuanto a la fabricación de protecciones para el público y trabajadores tales como barreras, mamparas, fantasmas -
luminosos, avisos, etc.

Es del Grupo ICA y para servicio del mismo.

- A) MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA PROTECCION DEL PUBLICO 23
- B) MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA PROTECCION DE TRABAJADORES
- C) MEDIDAS DE SEGURIDAD GENERALES
- D) MEDIOS DE CONTROL DE LA SEGURIDAD.

24

MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA PROTECCION DEL PUBLICO

- 1).- Confinar áreas de trabajo.
- 2).- Pasos seguros para peatones.
- 3).- Limpieza en zonas afectadas.
- 4).- Iluminación en zonas de circulación pública.
- 5).- Señalización en zonas de peligro.
- 6).- Vigilancia en zonas de cruce.
- 7).- Protección de huecos, registros, fosos, etc.

IMPEDIR EL ACCESO DEL PUBLICO AL INTERIOR DE LAS AREAS DE TRABAJO, CONTRIBUYE A MEJORAR EL AVANCE DE LA OBRA

MANTENER CERRADAS LAS AREAS DE TRABAJO PARA IMPEDIR LA ENTRADA DE PERSONAS AJENAS A LA OBRA, es obligación del Supervisor en Seguridad, para lo que dispone de los siguientes medios:

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA .

- 1.- Autorizar al Supervisor en Seguridad a solicitar los artículos necesarios al taller de Seguridad.
- 2.- Comunicar al Supervisor oportunamente el avance próximo de la obra o las modificaciones en el área de trabajo, para que ordene las instalaciones necesarias.
- 3.- Ordenar al cuerpo de vigilantes que cuiden las instalaciones y cooperen impidiendo el paso de personas ajenas.
- 4.- Indicar al Supervisor, la persona que se hará cargo del mantenimiento necesario de las instalaciones de Seguridad.
- 5.- Proporcionar vigilante en zonas donde por necesidad de obra no pueda confinarse el área de trabajo.

B) CUADRILLA DE LIMPIEZA.

- 1.- Instalar las mamparas, barreras, avisos, etc., que se requieran para confinar el área de trabajo.

NOTA : Cuando se instale barda Pintro, el jefe de obra debe proporcionar elementos suficientes, para no descuidar las demás actividades que realiza la cuadrilla.

- 2.- Ejecutar los cambios necesarios de las instalaciones anteriores cuando por necesidades de la obra se requiera.
- 3.- Realizar labores de mantenimiento menor que se requieran.
- 4.- Asegurar al piso las barreras para impedir que caigan por empuje del viento.

- 1.- Entregar el material necesario para confinar el área de trabajo.
- 2).- PASOS SEGUROS PARA PEATONES .

EL MANTENER PASOS SEGUROS DE PEATONES, CONTRIBUYE A MEJORAR EL PRESTIGIO DE LA EMPRESA.

ASEGURAR QUE LAS AREAS DE CIRCULACION DE PEATONES ESTEN LIBRES DE RIESGOS, es obligación del Supervisor en Seguridad, para lo que cuenta con los siguientes medios :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Autorizar al Supervisor a solicitar los artículos necesarios al Taller de Seguridad.
- 2.- Comunicar oportunamente al Supervisor los cambios y avances próximos en la obra que afecten o requieran pasos para peatones.
- 3.- Ordenar al personal de obra que no mueva u ocupe los materiales e instalaciones destinadas a limitar los pasos de peatones.
- 4.- Informar al personal que no deben invadir las áreas destinadas al público, con maquinaria, materiales o escombros.
- 5.- Disponer que la vigilancia coopere en el cuidado de las instalaciones para peatones.
- 6.- Solicitar a S.T.C. , que los contratistas ajenos a la empresa cumplan con proporcionar pasos seguros a los peatones. En caso contrario, el jefe de obra nos proporcione los elementos necesarios para cumplir.
- 7.- Proporcionar materiales y herramientas necesarios.

B) TALLER DE SEGURIDAD.

- 1.- Proporcionar en la obra los artículos necesarios : barreras, mamparas, avisos, etc.

C) CUADRILLA DE LIMPIEZA .

- 1.- Acomodar e instalar los elementos necesarios para los pasos

de peatones.

23

- 2.- Realizar mantenimiento menor cuando se requiera.
- 3.- Retirar escombros o materiales que invaden la zona de circulación de peatones.

D) DIRECCION DE SEGURIDAD.

Elaborar instructivo para uniformar las instalaciones.

3).- LIMPIEZA EN ZONAS AFECTADAS.

23

LA LIMPIEZA DE LAS AREAS DE CIRCULACION PUBLICA AFECTADAS POR LA EJECUCION DE LAS OBRAS, CONTRIBUYEN A MEJORAR EL PRESTIGIO DE LA EMPRESA.

MANTENER LIMPIAS LAS ZONAS DE CIRCULACION PUBLICA AFECTADAS POR LA OBRA, es obligación del Supervisor en Seguridad, para lo que cuenta con los siguientes medios :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA .

- 1.- Proporcionar al Supervisor en Seguridad, los medios necesarios para extraer el escombros, basura, o materiales que invadan las zonas de circulación pública afectadas por la obra.
- 2.- Autorizar al Supervisor a pedir los elementos que requiera.
- 3.- Ordenar a los camiones que sellen sus cajas dentro de la obra para no regar materiales en la vía pública.
- 4.- Colaboración de los vigilantes a no permitir se rieguen materiales en la vía pública.
- 5.- Prohibir bombear bentonita y aguas negras a la vía pública.
- 6.- Proporcionar equipo y herramientas necesarias a la cuadrilla de limpieza.
- 7.- Convencer a contratistas ajenos a la empresa de no tirar o dejar escombros en la vía pública. En caso en que no cumplan, la cuadrilla de limpieza lo levantará.
- 8.- Atender las indicaciones del Supervisor, relacionadas con destapar drenajes.

B) TALLER DE SEGURIDAD:

- 1.- Proporcionar los elementos necesarios como tambos de recolección de basura, carros para la concentración, etc.

C) CUADRILLA DE LIMPIEZA

- 1.- Recolección de basura y su concentración.
- 2.- Mantener limpias las zonas afectadas.

30

4).- ILUMINACION EN ZONAS DE CIRCULACION PUBLICA.

3i

LA ILUMINACION EN ZONAS DE CIRCULACION PUBLICA AFECTADAS POR LA EJECUCION DE LA OBRA, CONTRIBUYE A MEJORAR LAS RELACIONES CON EL PUBLICO.

PROPORCIONAR ILUMINACION SUFICIENTE EN TODAS LAS AREAS DE CIRCULACION DE PEATONES Y VEHICULOS, DONDE EL ALUMBRADO PUBLICO SE VIO AFECTADO POR NECESIDADES DE LA OBRA, es obligaci3n del Supervisor en Seguridad, para lo que cuenta con los siguientes medios:

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA:

- 1.- Informar al electricista que deber3 acatar las 3rdenes del Supervisor en Seguridad en cuanto a instalar la iluminaci3n necesaria en 3reas de circulaci3n p3blica afectadas por la obra.
- 2.- Informar al almacenista que deber3 proporcionarle al Supervisor en Seguridad, el material necesario para la instalaci3n y mantenimiento.
- 3.- Informar al Supervisor las necesidades pr3ximas de iluminaci3n en zonas afectadas.
- 4.- Indicar al electricista que deber3 efectuar las actividades necesarias de mantenimiento de la instalaci3n el3ctrica.

B) CUADRILLA DE LIMPIEZA.

- 1.- Reponer y cambiar diariamente las unidades en mal estado. (Mantenimiento Menor).
- 2.- Evitar deslumbramiento a veh3culos.

C) DIRECCION DE SEGURIDAD.

Proporcionar indicaciones generales de iluminaci3n en zonas de circulaci3n p3blica afectadas por la obra.

6). - VIGILANCIA EN ZONAS DE CRUCE.

34

LA VIGILANCIA EN ZONAS DE CRUCE DE TRABAJADORES Y VEHICULOS DE LA EMPRESA CON LA VIA PUBLICA, CONTRIBUYE A DISMINUIR LOS ACCIDENTES.

TODO CRUCERO DONDE VEHICULOS O TRABAJADORES DE LA EMPRESA AFECTEN LA CIRCULACION PUBLICA, DEBERA CONTAR CON UN VIGILANTE A LAS ORDENES DEL SUPERVISOR EN SEGURIDAD:

COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

1. - Proporcionar al Supervisor en Seguridad los vigilantes que se requieran para los cruceros.
2. - Autorizar al Supervisor a pedir al Taller de Seguridad los elementos necesarios para el vigilante tales como uniforme, silbato, banderolas, libretas y lámpara para la vigilancia nocturna.

VIGILANCIA.

1. - Canalizar la circulación de vehículos y personas, en forma segura.
2. - Efectuar la limpieza necesaria en el tramo que le asigne el Supervisor en Seguridad.
3. - Anotar en su libreta las placas de los vehículos que no cumplan con las indicaciones que se les hagan.
4. - Revisar que la señalización en zonas de peligro se encuentre en buen funcionamiento.

DIRECCION DE SEGURIDAD.

Elaborar un reglamento de traslado de máquina y para los vigilantes de crucero.

EL PERMITIR QUE QUEDEN DESCUBIERTOS EN VIA PUBLICA, REGISTROS, CEPAS, BROCALES, ETC., ES SEÑAL DE IRRESPONSABILIDAD POR QUIENES REALIZAN LA OBRA.

ES MOTIVO DE MUY ESPECIAL ATENCION POR PARTE DEL SUPERVISOR EN SEGURIDAD, EL IMPEDIR QUE QUEDEN EN VIA PUBLICA SIN PROTECCION DEBIDA, LOS REGISTROS, CEPAS, BROCALES, ETC., - para lo que cuentan con los siguientes medios:

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA:

- 1.- Ordenar al soldador y carpintero que atiendan con prioridad las indicaciones del Supervisor en Seguridad, referentes a la fabricación de tapas o protecciones especiales para cubrir fosos, brocales, registros, cepas, etc., que se localicen en la vía pública.
- 2.- Prohibir terminantemente a todo el personal el utilizar las instalaciones anteriores de seguridad para otros fines.
- 3.- Ordenar que cuando por necesidades del trabajo se requiera retirar las tapas o cubiertas anteriores, deberá rodearse con barreras y luz la zona peligrosa. Reinstalar las tapas al finalizar el trabajo.
- 4.- Disponer que la vigilancia coopere en el cuidado de las instalaciones anteriores de seguridad.
- 5.- Comunicar al Supervisor en Seguridad, el avance de obra que requiera protección en vía pública de cepas, registros, brocales, etc. para que oportunamente queden cubiertas.

IMPORTANTE.-

LA PROTECCION DE REGISTROS, CEPAS, ETC., en vía pública, deberá hacerse con los medios anteriores aún cuando sean por trabajos de contratistas ajenos a la empresa.

B) CUADRILLA DE LIMPIEZA.

- 1.- Realizar trabajos de mantenimiento menor que se requieran en las instalaciones anteriores.

B) MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA PROTECCION DE TRABAJADORES.

- 1). - Limpieza en áreas de trabajo.
- 2). - Iluminación en áreas de trabajo.
- 3). - Equipo de protección personal.
- 4). - Accesos seguros a áreas de trabajo.
- 5). - Seguridad en equipo e instalaciones de trabajo.
- 6). - Supervisión a operadores de maquinaria.
- 7). - Protección por contaminación atmosférica.
- 8). - Supervisión en el manejo de sustancias tóxicas.
- 9). - Protección de huecos, registros, brocales, cepas, etc.
- 10). - Impedir trabajos peligrosos sin protección.
- 11). - Asegurar troqueles, e impedir montarse en ellos.
- 12). - Prevención de incendios y explosiones.

EL ORDEN Y LA LIMPIEZA EN AREAS DE TRABAJO. CONTRIBUYEN A MEJORAR EL AVANCE DE LA OBRA.

MANTENER LIBRES DE ESCOMBRO LAS AREAS DE TRABAJO Y CIRCULACION DE TRABAJADORES, es obligación del Supervisor en seguridad, para lo que dispone de los siguientes medios:

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Informar al personal por administración y sub-contratistas que deberán realizar limpieza durante y al finalizar un trabajo.
- 2.- Autorizar al Supervisor en Seguridad a hacer las indicaciones necesarias para el oportuno cumplimiento de la disposición tratada.
- 3.- Indicar que personal deberá retirar el escombro amontonado.

B) CUADRILLA DE LIMPIEZA.

- 1.- Efectuar limpieza en áreas de trabajo en que se requiera.

NOTA :

Desde el punto de vista de seguridad, la limpieza que debe efectuar la cuadrilla, es suficiente amontonando el escombro en áreas donde no presente peligros, debiéndose indicar al jefe de obra que personal deberá retirarlos de la misma.

IMPORTANTE :

La limpieza que se requiera en áreas de trabajo de contratistas ajenos a la empresa, deberá efectuarse cuando esté dentro de los límites de la obra.

2).- ILUMINACION EN AREAS DE TRABAJO

LA ILUMINACION EN AREAS DE TRABAJO, CONTRIBUYE A MEJORAR EL AVANCE DE LA OBRA.

LA ILUMINACION EN ZONAS DE TRABAJO DEBE SER DE INTENSIDAD Y LOCALIZACION ADECUADA, para lo que el Supervisor en Seguridad dispone de los siguientes medios :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Informar al electricista que deberá acatar las órdenes del Supervisor en Seguridad en cuanto a instalar la iluminación necesaria en las áreas de trabajo requeridas.
- 2.- Informar al almacenista que deberá proporcionarle al Supervisor en Seguridad el material necesario para la instalación.
- 3.- Informar al Supervisor las necesidades próximas de iluminación.
- 4.- Indicar al electricista que deberá efectuar las actividades necesarias de mantenimiento de la instalación eléctrica.

B) CUADRILLA DE LIMPIEZA

Reponer o cambiar diariamente las unidades en mal estado.

3).- EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

39

EL USO DEL EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL, CONTRIBUYE A MEJORAR LA SEGURIDAD Y EL AVANCE DE LA OBRA.

EL PERSONAL QUE SE ENCUENTRE EN EL AREA DE TRABAJO, DEBERA USAR CASCO DE SEGURIDAD Y EL EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL QUE POR SU ESPECIFICIDAD REQUIERA, para lo que el Supervisor en Seguridad dispone de los siguientes medios :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Ordenar al jefe de personal de la obra y subcontratistas, que todos los trabajadores tengan y usen el equipo de protección personal.
- 2.- Informar a todo el personal que se autoriza al Supervisor en Seguridad a retirar del interior de la obra a los trabajadores que no usen el equipo de protección requerido.
- 3.- Indicar al almacenista que todo el equipo de protección personal que entreguen, se encuentre en buenas condiciones físicas y de higiene.
(Sería conveniente comisionar un elemento para que ejecute el mantenimiento necesario del equipo de protección).
- 4.- Autorizar al Supervisor en Seguridad, a reportar al personal que no use su equipo de protección personal y al jefe inmediato responsable de no exigirlo.
- 5.- Poner el ejemplo de usar el equipo de protección y exigirlo a todo su personal.
- 6.- Dar instrucciones al personal de vigilancia, que no permita el acceso a la obra si se carece de casco de seguridad.
- 7.- Mantener en almacén suficientes cascos de Seguridad para uso de las visitas.
- 8.- Instalar avisos en los accesos de la obra con leyenda de -
EN ESTA OBRA ES OBLIGATORIO EL USAR CASCO DE -
SEGURIDAD.

- 9.- Solicitar a STC, ordene a su personal que use el casco de seguridad en las obras. En casos particulares, lo proporcione el almacén de obra.

40

IMPORTANTE :

ESTA NORMA OBLIGA A CONTRATISTAS AJENOS A LA EMPRESA.

4).- ACCESOS SEGUROS A AREAS DE TRABAJO.

INSTALAR ACCESOS SEGUROS A LAS AREAS DE TRABAJO, CONTRIBUYE A MEJORAR EL AVANCE DE LA OBRA.

INSTALAR ACCESOS SEGUROS A LAS AREAS DE TRABAJO, DE ACUERDO A LAS NECESIDADES QUE IMPONGA EL MISMO, es obligación del Supervisor en Seguridad, para lo que dispone de los siguientes medios:

COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Autorizar al Supervisor en Seguridad, a ordenar la fabricación e instalación de los accesos que se requieran.
- 2.- Ordenar al personal de obra, cumplan con las órdenes del Supervisor, referentes a los accesos a las áreas de trabajo.
- 3.- Comunicar a los subcontratistas la obligación de construir accesos seguros a sus áreas de trabajo.
- 4.- Indicarle al personal, que queda prohibido el usar para otros fines los materiales de las escaleras y pasillos de acceso a las áreas de trabajo.
- 5.- Autorizar al Supervisor a exigir que la ejecución de todo trabajo, cuente con los accesos seguros necesarios.

CUADRILLA DE LIMPIEZA.

- 1.- Realizar el mantenimiento menor que se requiera.

5).- SEGURIDAD EN EQUIPO E INSTALACIONES DE TRABAJO.

42

LA SEGURIDAD EN EL EQUIPO E INSTALACIONES DE TRABAJO. - CONTRIBUYEN A MEJORAR EL AVANCE DE LA OBRA.

El Supervisor en Seguridad deberá cerciorarse que el equipo e instalaciones de trabajo se encuentren en buenas condiciones, para lo que cuenta con los siguientes medios :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Ordenar al personal que atienda oportunamente las indicaciones de seguridad para el equipo e instalaciones de trabajo.
- 2.- Ordenar el mantenimiento y revisión periódica del equipo, por personal competente.
- 3.- Autorizar al Supervisor a solicitar las protecciones requeridas.

B) TALLER DE SEGURIDAD.

- 1.- Proporcionar las protecciones solicitadas.

C) DIRECCION DE SEGURIDAD.

- 1.- Proporcionar a los supervisores, información necesaria para la seguridad del equipo e instalaciones de trabajo.

6).-

SUPERVISION A OPERADORES DE MAQUINARIA

43

EL SUPERVISOR DEBERA HACER CUMPLIR LAS NORMAS DE SEGURIDAD OBLIGATORIAS PARA LOS OPERADORES DE MAQUINARIA PESADA. (ANEXO 1) PARA LO QUE CUENTA CON LA :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Ordenar que todas las máquinas tengan en lugar visible al operador la hoja de normas de seguridad obligatorias. (Inclusive las alquiladas).
- 2.- Ordenar a los sobrestantes de maquinaria que obliguen a los operadores, el cumplimiento de las normas mencionadas.
- 3.- Establecer sanciones a que se hagan merecedores, sobrestantes, operadores y ayudantes, por incumplimiento de las normas.
- 4.- Enterar a jefes de frente y auxiliares en las normas de Seguridad.

7).- PROTECCION POR CONTAMINACION ATMOSFERICA.

8).- SUPERVISION EN EL MANEJO DE SUSTANCIAS TOXICAS.

44

El Supervisor en Seguridad deberá investigar y observar, si los nuevos productos que se empleen en la obra alteran las propiedades del aire, al punto que sea intolerable por daño o efectos. Solicitar información técnica a este respecto, a quienes lo fabrican y a quienes lo emplean.

La contaminación atmosférica se origina con las identificaciones de elementos que alteran las propiedades del aire, ya sea produciendo olores o efectos visibles en el ambiente o cuando se identifica a través de múltiples observaciones su efecto sobre objetos, plantas o animales, incluyendo al hombre.

La contaminación atmosférica se hace evidente por:

- a).- Disminución de la visibilidad.
- b).- Daño a la vegetación.
- c).- Deterioro de materiales.
- d).- Olores molestos.
- e).- Suciedad visible.
- f).- Sabor ácido o desagradable en la boca.
- g).- Irritación de las membranas.

Puede provocarse principalmente por combustión de desechos, motores de combustión, procesos industriales, transportación, demoliciones, evaporación de solventes y gasolina, sustancias químicas usadas, etc.

En general las combustiones son las responsables principales de la contaminación, por lo que es recomendable que el personal encargado del funcionamiento y mantenimiento de los equipos de combustión, sea altamente capacitado y responsable.

Existen diversos métodos para suprimir o reducir los contaminantes en las fuentes donde son producidos. Si por las condiciones especiales en la obra, no podemos controlar en la fuente la contaminación de la atmósfera, debemos de proporcionar el equipo de protección personal necesario.

La toxicidad de los gases de escape, pueden estimarse de acuerdo con la cantidad de aire requerido para diluir los contaminantes hasta que no tengan ningún efecto sobre la salud.

O sea, el riesgo se reduce considerablemente en este caso en áreas abiertas, por lo que el Supervisor en Seguridad deberá prestar mayor atención a las áreas cerradas con poca circulación de aire.

Otro peligro de los gases del escape de los motores diesel se atribuye al humo negro que es medio de sustancias cancerógenas. *

Algunos casos en que se puede presentar la contaminación atmosférica en la obra, si se realiza el trabajo en áreas cerradas con poca circulación de aire.

a).- Por gases de :

- Motores de combustión interna, Bombas.
- Selladores de filtraciones.
- Soldadura eléctrica.
- Quemado de cables o desperdicios.
- Soldado de bandas de las juntas del muro.
- Acido muriático.
- Calentamiento de chapopote.
- Fugas en tanques combustibles, Acetileno, butano.
- Evapotación de líquidos combustibles o solventes.

b).- Por Polvos :

- Corte de materiales petreos.
- Descarga del balasto o materiales petreos.
- Bentonita.
- En demoliciones de concreto.

* Higiene y Seguridad. - Enero '69.

9). - PROTEGER REGISTROS, FOSOS, HUECOS, ETC.

**PROTEGER LOS REGISTROS, REJILLAS, CUBAS, PROFUNDAS, ETC.
 CONTRIBUYE A MEJORAR LA SEGURIDAD DE LA OBRA**

El Supervisor en Seguridad tiene la obligación de protegerlo al caer del piso que pueda ocasionar un accidente, para lo que cuenta con las siguientes medidas:

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA

- 1.- Autorizar al Supervisor a ordenar la fabricación e instalación de tapas o cubiertas necesarias.
- 2.- Indicar al personal encargado de fabricar las cubiertas que atienda con prioridad las órdenes del Supervisor.
- 3.- Prohibir estrictamente al personal el retirar las cubiertas o tapas de los huecos. De requerirse por necesidades de trabajo, deberán colgar con barreras y la eléctrica la zona de peligro y reinstalar la tapa al término del trabajo o retirarse del sitio.
- 4.- Indicar al Supervisor los lugares o tamaños de las cubiertas que se requerirán. (Ejemplo de colado).
- 5.- Cuando se utilice un registro para bombear, deberá hacerse en la tapa la abertura necesaria para el paso de la manguera.
- 6.- Prohibir terminantemente el usar las tapas o cubiertas para otros fines.
- 7.- Indicar a todos los subcontratistas de la empresa o ajenos a la misma, la obligación de cumplir esta disposición.

B) CUADRILLA DE LIMPIEZA.

- 1.- Realizar mantenimiento menor.

10).- IMPEDIR TRABAJOS PELIGROSOS SIN PROTECCION.

47

EL SUPERVISOR EN SEGURIDAD DEBERA OBSERVAR QUE SE CUMPLAN LAS MEDIDAS PREVENTIVAS NECESARIAS DURANTE LA EJECUCION DE TRABAJOS PELIGROSOS TALES COMO :

- a).- Demolición con pistola neumática sobre muros Milán.
- b).- Los expuestos a caídas de materiales.
- c).- Bajar varillas al piso del cajón.
- d).- Operación de almeja entre troqueles habiendo trabajadores - abajo.
- e).- Extracción de tablaestaca.
- f).- Montaje de losas precoladas.
- g).- Colocación de emperrillado y traslado.
- h).- Movimiento de maquinaria pesada.
- i).- Excavación profunda en terrenos falsos.
- j).- Cruces con interferencias de cables eléctricos.

Medios con que cuenta :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Autorizar al Supervisor a impedir trabajos peligrosos en los que no se haya previsto disminuir el riesgo.
- 2.- Informar al personal de la autoridad del Supervisor para impedir la ejecución de trabajos, sin la debida protección.
- 3.- Informar a los subcontratistas que deberán acatar las disposiciones del Supervisor en Seguridad.
- 4.- Informar al Supervisor cuando se vayan a efectuar trabajos peligrosos para que disponga las medidas de seguridad convenientes.
- 5.- Autorizar al Supervisor a ordenar la construcción e instalación de protecciones que se requieran. Por ejemplo - tapiales, ademes, etc.

B).- CUADRILLA DE LIMPIEZA.

- 1.- Auxiliar a retirar trabajadores o curiosos en áreas de - trabajo peligrosas.

III. - IMPEDIR MONTARSE SOBRE LOS TROQUELES.

48

TODOS TROQUELES DEBE ASEGURARSE CON CABLE DE ACERO E IMPEDIR QUE EL PERSONAL SE TRANSLADE SOBRE LOS MISMOS O QUE LOS OCUPEN DE APOYO.

El Supervisor en Seguridad, deberá vigilar el cumplimiento de esta disposición, para lo que cuenta con los siguientes medios:

A). COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Autorizar al Supervisor en Seguridad a hacer cumplir la medida preventiva que tratamos.
- 2.- Instalar avisos de Seguridad que recuerden que no se permite caminar ni apoyarse sobre los troqueles.
- 3.- Disponer que cuando sea necesario se utilicen escaleras, tendidos o andamios, para evitar que usen los troqueles.
- 4.- Ordenar que los estrobos con que aseguran los troqueles, los instale personal competente con material en buen estado y que cumplan los requerimientos de Seguridad en el anclaje.
- 5.- Ordenar se aseguren de inmediato los troqueles.
- 6.- Autorizar al Supervisor en Seguridad, el parar cualquier trabajo en el que el personal se encuentre bajo troqueles sin estrobos y con maquinaria pesada en su cercanía.

B). TALLER DE SEGURIDAD.

- 1.- Proporcionar avisos alusivos.

12.- PREVENCIÓN DE INCENDIOS Y EXPLOSIONES. *

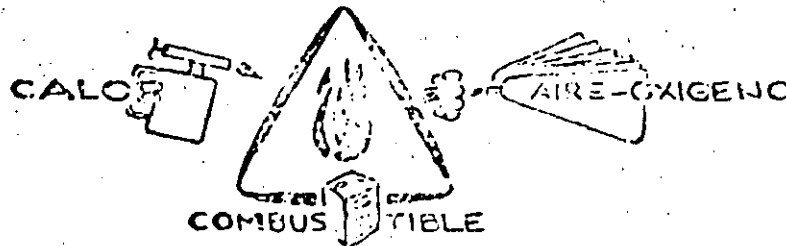
43

Fuego es la oxidación rápida de los materiales combustibles con desprendimiento de luz y calor.

LO QUE PRODUCE EL FUEGO SON :

Los vapores que desprenden los materiales combustibles al mezclarse en ciertas proporciones con el oxígeno del aire y ser calentado a una temperatura determinada.

Para una ilustración gráfica, se forma lo que se conoce como TRIANGULO DE FUEGO.



Todas las medidas de prevención o combate de fuego, consisten básicamente en evitar la formación o destruir el triángulo de fuego.

REGLAS FUNDAMENTALES PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS.

- 1.- Sustituir materiales combustibles, por menos combustibles (no siempre es posible).
- 2.- Disminuir la proporción de oxígeno (atmósfera inerte). En combate de incendio si es posible eliminar el oxígeno con los agentes extintores.
- 3.- El calor tendremos que controlarlo o de ser posible eliminarlo. En combate de incendios se emplean sustancias que tienden a enfriar los combustibles.

El Supervisor en Seguridad deberá conocer los peligros de incendio derivados de los materiales que se emplean en el trabajo, conocer las prácticas peligrosas de su manejo e instruir al personal sobre las precauciones que deben tomarse para evitar la conjunción de los tres elementos que producen el fuego.

PRINCIPALES CAUSAS QUE ORIGINAN INCENDIOS.

1.- Falta de orden y limpieza.

50

Acumulación de basuras y desperdicios combustibles: trapos con aceite o grasa; grasas, aceites o líquidos inflamables en el piso, estibas excesivas sin espacios de circulación; pastos o vegetales secos en las cercanías de las instalaciones, falta de limpieza en maquinaria, en armaduras de techos etc.

REMEDIÓ.- Estricta observancia de las reglas del trabajo y medidas de seguridad así como la especial atención que siempre debe darse al orden y a la limpieza.

2.- Cigarrillos y Cerillos.

No son en sí los cigarrillos y los cerillos los causantes directos de los incendios, sino más bien el descuido de los fumadores y el gran número de ellos. Muchos incendios han sido causados por la falta de observancia de las reglas más elementales de precaución tales como cerciorarse de que tanto cigarrillos como cerillos estén bien apagados antes de tirarlos, usar ceniceros y fumar solamente en los sitios en que es permitido hacerlo.

Si tomamos todas las precauciones debidas, observamos y hacemos observar los reglamentos que establecen la prohibición de fumar en determinadas áreas, el peligro se habrá disminuído en mucho.

La colocación de carteles visibles en todos aquellos lugares en donde se crea conveniente establecer la prohibición de fumar, es una medida indispensable.

3.- Líquidos inflamables.

Encontramos muchas veces almacenados líquidos inflamables en lugares inadecuados y en recipientes no propios para este tipo de material.

Existen recipientes apropiados, botes de seguridad, para el depósito de líquidos inflamables.

Debemos tener presente, que aunque sea en forma transitoria nunca se deben tener líquidos inflamables cercanos a fuentes de calor, tampoco almacenarlos o transportarlos en recipientes abiertos; o de vidrio.

En los almacenes para esta clase de materiales, las precauciones que se tomen deben ser mayores; en todas las instalaciones para el-

almacenaje y movimiento de líquido inflamable, las conexiones a "tierra" son indispensables y si se usa equipo eléctrico, debe ser a prueba de explosión.

5i

Deben hacerse revisiones periódicas a válvulas y tuberías para evitar fugas. Es conveniente recordar que son más peligrosos los recipientes semi-vacíos ó vacíos, que los llenos, por lo que todo recipiente se mantendrá siempre bien tapado y lejos de toda fuente de calor. En almacenes cerrados además de las precauciones descritas se prestará especial atención a la ventilación, para reducir al mínimo la posibilidad de formación de mezclas explosivas.

Es frecuente el empleo de barnices y solventes inflamables, los cuales siempre deberán almacenarse en lugares apropiados. Sólo se debe tener en las áreas de operación la existencia para el trabajo del día y siempre en recipientes apropiados.

4.- Equipos de soldadura y corte con soplete.

En condiciones normales de trabajo y con personal preparado, el empleo de este equipo no representa ningún peligro, pero por desgracia, las precauciones que por regla general se toman, son muy deficientes, y en ocasiones nulas.

a).- Inspección previa del lugar en que se va a trabajar. - Antes de iniciarse cualquier trabajo con el equipo de soldadura o corte, es necesario cerciorarse que no existen en el área de trabajo: desperdicios, materiales combustibles o bien mezclas explosivas en el ambiente; el piso debe estar limpio, sin aceites, grasas o pinturas y en general de cualquier otro material combustible.

Se despejará cuando menos un radio de tres metros, y siempre que sea posible se pondrán barreras o lonas protectoras.

b).- Vigilancia durante y después del trabajo. - Al estar trabajando con el equipo de referencia recordemos que estamos calentando los materiales en que es muy frecuente que salten partículas "al rojo", por lo que la vigilancia durante el trabajo es muy importante. Una vez terminado, es necesario que nos cercioremos de que no ha quedado ninguna partícula caliente o brasa de algún material, y vigilar el área en que se trabajó. De ser posible se colocará un extinguidor cerca de donde se está trabajando.

RECUERDE QUE EL OXIGENO Y LA GRASA FORMAN COMBINACION QUE SE INFLAMA EXPONTANEAMENTE.

5.- Equipo Eléctrico.

Instalaciones pobres y conexiones inseguras son fuente de muchas des

gracias, deben revisarse cuidadosamente los cordones de conexión de aparatos eléctricos y de herramientas eléctricas. Las instalaciones con protección deficiente o sobrecargadas están expuestas a corto - circuito, origen de muchos incendios.

Las reglas que debemos observar para prevenir incendios son las siguientes :

- a).- Cerciorarse de que la instalación eléctrica es la adecuada para los usos que se le está dando. **NO SOBRECARGARLA.**
- b).- Un buen mantenimiento en todos los circuitos eléctricos **EVITAR LAS INSTALACIONES PROVISIONALES.**

COMBATE DE INCENDIOS CON EXTINGUIDORES

| CLASE DE FUEGO | | EXTINGUIDORES | | | | |
|---|--|-----------------|---|--------|---------|-------|
| | | AGUA | SODA ACIDOS | ESPUMA | BIOXIDO | POLVO |
| A | MADERA, TRAJOS, PAPEL ETC. SÓLIDOS EN GRAL. | ○ | ○ | ○ | △ | △ |
| B | LIQUIDOS INFLAMABLES O SÓLIDOS DE BAJO PUNTO DE FUSION | X | X | ○ | ○ | ○ |
| C | EQUIPO ELECTRICO VIVO | X | X | X | ○ | ○ |
| ○ ADECUADOS PARA EL TIPO DE FUEGO | | △ PUEDEN USARSE | X NO DEBEN USARSE EN ESA CLASE DE FUEGO | | | |

a).- Fuego :

El fuego, de acuerdo con los materiales combustibles que lo alimentan se ha clasificado en tres clases: esta clasificación se ha hecho atendiendo a las técnicas de combate que se emplean y la forma en que se desarrolla el fuego mismo. Estas clases se conocen con las letras "A" "B" y "C".

Fuego Clase "A". - Es el que se produce en materiales tales como la madera, los textiles, trajos y en general en materiales sólidos.

El fuego de esta clase se caracteriza porque agrieta el material, - origina bráscas, deja cenizas y se propaga de afuera hacia adentro. Para combatirlo se requiere enfriar los materiales, y aprovechando la cualidad de agrietarse, deben emplearse de preferencia, agentes de extinción a base de agua.

Fuego Clase "B". - Se produce en combustibles líquidos en general, -
tales como la gasolina, aceites, pinturas y sustancias de bajo punto
de fusión, como las grasas y algunos plásticos.

53

La característica principal de este tipo de incendios, es que se produ-
ce en la superficie de los líquidos, por tanto, para combatirlos, debe-
mos eliminar el oxígeno en contacto con la superficie que se está que-
mando. Se requieren agentes de extinción que cumplan con este fin.

Fuego Clase "C". - Son los incendios que se producen en el equipo -
eléctrico "vivo".

Aunque este tipo de incendio se produce en materiales sólidos, ha me-
recido clasificación especial por el peligro que implica la corriente -
eléctrica, pues de no emplearse los medios adecuados de extinción, -
se corre el peligro de recibir una descarga eléctrica. Se emplean-
agentes de extinción NO CONDUCTORES DE ELECTRICIDAD.

* "Prevención y Combate de Incendio" A. M. H. S. A. C.

C) - MEDIDAS DE SEGURIDAD GENERALES :

- 1.- Instalación y servicio de sanitarios.
- 2.- Botiquín de curaciones y primeros auxilios.
- 3.- Presentación de las instalaciones de seguridad.

DISTRIBUIR CONVENIENTEMENTE SUFICIENTES SANITARIOS EN LA OBRA ASI COMO MANTENERLOS EN OPTIMAS CONDICIONES DE HIGIENE, es obligación del Supervisor en Seguridad, para lo -- que cuenta con los siguientes medios :

A) COLABORACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Autorizar al Supervisor en Seguridad a solicitar los sanitarios necesarios.
- 2.- Comunicar oportunamente al Supervisor los cambios en número significativo de trabajadores.
- 3.- Autorizar al Supervisor en Seguridad a solicitar al almacén los artículos necesarios para el mantenimiento higiénico de las unidades.

B) CUADRILLA DE LIMPIEZA.

- 1.- Mantener en óptimas condiciones de higiene los sanitarios.
- 2.- Mover los sanitarios a los lugares donde se requieran.

C) TALLER DE SEGURIDAD.

- 1.- Proporcionar en la obra los sanitarios que soliciten.

2).- BOTIQUIN DE PRIMEROS AUXILIOS.

56

TODO FRENTE DE TRABAJO DEBERA CONTAR CON BOTIQUIN PARA CURACIONES Y APLICACION DE PRIMEROS AUXILIOS, siendo el Supervisor en Seguridad el responsable de verificar lo anterior y aplicar los primeros auxilios cuando se requiera.

Medios con que dispone :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Autorizar al Supervisor a solicitar el Botiquín con los elementos necesarios.
- 2.- Autorizar al Supervisor a solicitar al almacén de obra los artículos del botiquín que se vayan consumiendo.
- 3.- Comunicar al personal por administración y subcontratistas que el Supervisor en Seguridad está adiestrado para aplicar los primeros auxilios.
- 4.- Establecer un lugar permanente para el botiquín y comisionar a un trabajador para hacer curaciones de lesiones leves.
- 5.- Ordenar al personal de vigilancia de la obra, que avise de cuanta lesión observe.
- 7.- Ordenar al encargado del botiquín a llevar el control mensual de atenciones, como le indicará el Supervisor.

B) TALLER DE SEGURIDAD.

- 1.- Entregar en la obra el botiquín con los elementos necesarios y dos banderolas.

3).- PRESENTACION DE LAS INSTALACIONES DE SEGURIDAD.

57

LA PRESENTACION DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCION --
AL PUBLICO Y TRABAJADORES, DEBE SER TAL QUE DEMUES --
TRE LA ESPECIAL ATENCION DE LA EMPRESA HACIA LA SEGU --
RIDAD.

UNIFORMIDAD, ORDEN, LIMPIEZA, ESTETICA Y FUNCIONABI -
LIDAD, deben ser las características de las instalaciones de Segu -
ridad que debe cuidar el Supervisor, para lo que cuenta con los si -
guientes medios :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Aceptar la uniformidad de las instalaciones que estable -
ce la Dirección de Seguridad.
- 2.- Proporcionar al Supervisor los elementos necesarios -
para el mantenimiento menor de las instalaciones.
- 3.- Ordenar que la vigilancia de la obra colabore a que las
instalaciones no sufran deterioro por el público o tra -
bajadores y vehículos.
- 5.- Prohibir se utilicen las instalaciones de Seguridad pa -
ra otros fines.
- 6.- Proporcionar al Supervisor los elementos necesarios -
para efectuar el mantenimiento mayor que se requiera
de las instalaciones de Seguridad.
- 7.- Obligar a contratistas ajenos a la empresa a no causar
daños a nuestras instalaciones de Seguridad.

B) CUADRILLA DE LIMPIEZA.

- 1.- Realizar mantenimiento menor.
- 2.- Mantener las instalaciones bien presentadas.

D) DISPOSITIVOS DE CONTROL DE LA SEGURIDAD.

1. - Reporte de accidente.
2. - Reporte Semanal para el cálculo de índices.
3. - Reporte mensual de atenciones en botiquín.

1.- REPORTE DE ACCIDENTE :

53

Es Supervisor en Seguridad tiene la obligación de presentar por escrito el reporte de todos los accidentes que :

- 1o.- Ocasionan lesión.
- 2o.- Los que "por poco" la provocan.
- 3o.- Los que causan daños considerables al Capital o al tiempo, para lo que cuenta con los siguientes medios:

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Informar al personal por administración y subcontratistas que colaboren con el Supervisor en Seguridad, para que pueda hacer los reportes de accidentes.
- 2.- Indicar al personal que extiende los Avisos de Trabajo que coopere con el Supervisor en Seguridad.
 - a) Marcando cada aviso que se extienda para atender a un lesionado, con la clave A. T. (Accidente de Trabajo).
 - b) Proporcionar al Supervisor diariamente y por escrito, la relación de Avisos de Trabajo, fecha, nombre del trabajador y la indicación si se extiende por A. T. o E. G. (Enfermedad General para el trabajador o su familia).
- 3.- Indicar al tomador de tiempo :
 - a) Que facilite al Supervisor en Seguridad la información respecto a la asistencia de los trabajadores a los que se les extendió el Aviso de Trabajo.
 - b) Que entregue al Supervisor en Seguridad todos los certificados de incapacidad que reciba diariamente (Los mismos serán devueltos tan pronto como se hayan tomado los datos que necesita).
- a.- Ordene que el Ingeniero en guardia nocturna llene la hoja de Reporte de Accidente cuando ocurra en ese turno de trabajo.
- 5.- Indicar a todo el personal, que avise al Supervisor en Seguridad o Ingeniero en guardia (Turno Nocturno), de los accidentes que ocurran al público a consecuencia de la obra o sus instalaciones.

Procedimiento al que se sujetará el Supervisor en Seguridad para enviar a la Dirección el reporte de "TODOS" los accidentes que ocasionen lesión en la obra.

60

Establecer dos registros, uno para el personal por administración de la empresa y otro para los subcontratistas.

En cada registro se llevarán los siguientes datos :

OBRA _____

PERSONAL POR _____

| ORDEN | NOMBRE DEL TRABAJADOR | FECHA | CONCEPTO AT.O.E.G | ASISTIO AL DIA SIGUIENTE SIN CAUSA | ENTREGO INCAPACIDAD POR AT.O.E.G? | ELABORO EL REPORTE DE ACC? |
|-------|-----------------------|-------|-------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| | | | | | | |

El personal que extiende los avisos de trabajo proporcionará diariamente y por escrito al Supervisor, la relación de avisos extendidos con los datos de las primeras cuatro columnas del registro anterior.

Se transcribirán al registro del Supervisor y procederá a verificar que haya hecho el reporte de accidente de los lesionados (si ocurrió la lesión en el turno nocturno, el Ingeniero de guardia le entregará el reporte respectivo; en caso de no haberlo hecho, el Supervisor deberá llenarlo en el lugar donde sucedió y con testigos del accidente).

Proceder a verificar con el tomador de tiempo, la asistencia del personal que aparece en la relación y del cual no se ha elaborado el Reporte de Accidente (puede ser que sea por E. G. o A. T.), preguntar al jefe inmediato si conoce la causa por que no asistió. Si dice que por A. T., llenar el reporte y avisar al que extiende el aviso de trabajo que omitió la indicación de A. T. en el reporte que entregó.

De los certificados de incapacidad que reciba, deberá separar todos aquellos por A. T. (Accidente de Trabajo) o E. P. (Enfermedad Profesional) y hacer la anotación en la columna 6.

VERIFICAR QUE TODOS LOS A. T. , hayan sido reportados y anotados en la columna 7.

NOTA : Los días de incapacidad deberán consignarse en el registro del "Reporte Semanal para el Cálculo de Indices de Seguridad".

2. - REPORTE SEMANAL PARA EL CALCULO DE INDICES DE SEGURIDAD.

6i

El Supervisor en Seguridad entregará semanalmente el reporte solicitado, para lo que cuenta con los siguientes medios:

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

1. - Indicarle al encargado de hacer la lista de raya.
 - a) Que informe al Supervisor de las Horas-Hombre trabajadas esa semana.
 - b) Que permita verificar ese dato periódicamente.
2. - Indicarle al encargado del personal, que le entreguen al Supervisor todos los avisos de alta que reciban en la obra (serán devueltos el mismo día).

El Supervisor en Seguridad procederá al llenado de la hoja del Reporte Semanal para el Cálculo de Índices de Seguridad de acuerdo a las instrucciones que están contenidas en el Anexo 6, con el dato anterior y los proporcionados por el registro siguiente:

| NOMBRE DEL LESIONADO | FECHA DEL ACCIDENTE | FECHA DE ALTA | INCAPACIDADES PARCIALES Y/TOTALES | INCAPACIDAD PERMANENTE (EN QUE CONSISTE?) |
|----------------------|---------------------|---------------|-----------------------------------|---|
| | | | | |

Obtenido del que se lleva de "Reporte de Accidentes".

Los avisos de alta que reciba el Supervisor deberán relacionarse en la hoja del Reporte Semanal.

3.- REPORTE MENSUAL DE ATENCIONES EN BOTIQUIN.

El Supervisor en Seguridad deberá entregar a la Dirección, el reporte mensual de atenciones en botiquín, para lo que cuenta con la :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

- 1.- Ordenar al personal que se encargue del botiquín que lleve el siguiente registro.

MES DE _____ OBRA _____

REPORTE MENSUAL DE ATENCIONES EN BOTIQUIN

| NOMBRE DEL LESIONADO | FECHA | HORA | Ocupacion | PARTE DEL CUERPO LESIONADO | NATURALEZA DE LA LESION | CAUSAS POR QUE | AGENTE QUE CAUZO |
|----------------------|-------|------|-----------|----------------------------|-------------------------|----------------|------------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

III. - APLICACION DE PRIMEROS AUXILIOS.

PROGRAMA DEL CURSO DE APLICACION DE
PRIMEROS AUXILIOS

64

1.

- a) Reglas Generales.
- b) Que se debe hacer.
- c) Que no se debe hacer.

HERIDAS :

- d) Clases.
- e) Peligros.
- f) Vendajes.

3.

QUEMADURAS :

- a) Clasificación.
- b) Atención de emergencia.
- c) Exhibición de transparencias.

FRACTURAS :

- d) Clasificación.
- e) Síntomas.
- f) Inmovilización.
- g) Prácticas.
- h) Exhibición de Transparencias.

2. HEMORRAGIAS.

- a) Tipos
- b) Control.
- c) Prácticas.

SHOCK TRAUMATICO :

- d) Síntomas.
- e) Prevención y Control.
- f) Prácticas.

4.

RESPIRACION ARTIFICIAL DE
BÓCA A BÓCA

- a) Mecanismo de la Respiración.
- b) Casos que requieren Respiración Artificial.
- c) Reglas para dar Respiración.
- d) Prácticas.

MASAJE CARDIACO A PECHO
CERRADO

- e) Mecanismo.
- f) Casos que lo ameritan.
- g) Reglas.
- h) Prácticas.
- i) Película.

5.

TRANSPORTACION DE LESIONADOS

- a) Por una persona.
- b) Por dos personas.
- c) Por más personas.
- d) Uso de la Camilla.
- e) Prácticas.
- f) Exhibición de transparencias.
- g) Examen final escrito.

No hay nada más semejante a crear una vida, que salvarla.

Los primeros auxilios son los cuidados inmediatos y temporales dados a las víctimas de un accidente o de una enfermedad súbita, en tanto que los servicios de un Médico pueden obtenerse.

Atender las lesiones que se observan en el siguiente orden :

- 1.- Hemorragias.
 - 2.- Carencia de respiración.
 - 3.- Fracturas.
 - 4.- Heridas, quemaduras, etc.
- PREVENGA O TRATE EL SHOCK.

HERIDA: Lesión que produce daño a los tejidos de la piel.

- a) Abrasiva.
- b) Incisiva.
- c) Lacerante.
- d) Penetrante.

Peligros de infección y hemorragias.

Prevención de la infección :

- 1.- Lavado con agua simple (algunos casos).
- 2.- Secado con gasa esterilizada.
- 3.- Aplicar antiséptico.
- 4.- Cubrir la herida con gasa esterilizada.

HEMORRAGIA : Pérdida abundante de sangre.

- a) Arterial.
- b) Venenosa.
- c) Capilar.

1.- Presión directa sobre la herida.

2.- Presión en los "puntos de control".

Únicamente en los casos en que no ha podido contener una hemorragia en las formas antes mencionadas, y esta pone en peligro la vida del accidentado, deberá aplicarse un torniquete.

RESPIRACION ARTIFICIAL : Sistema de respiración de boca a boca.

1. - Coloque a la víctima boca arriba.
2. - Con una mano jale hacia arriba la mandíbula inferior y hacia atrás la cabeza, con la otra mano tape la nariz.
3. - Respire más aire de lo normal y soplo por la boca del accidentado, viendo como se levanta el pecho al entrar el aire.
4. - Si no entra, voltee a la víctima y dele fuertes palmadas en la espalda y limpiele la boca con un trapo. Repita los pasos anteriores.
5. - Una vez insuflado el aire, retírese a tomar aire nuevo mientras la víctima exhala el que usted había inyectado. REPITA LOS PASOS 3 y 5, doce veces por minuto para adultos y veinte veces para niños.
6. - Si usted nota que el estómago se está inflando bastará con que haga presión en él con la mano que usted tiene libre.
7. - Déla inmediatamente, mantenga el ritmo y no suspenda hasta que lo indique el Médico ó la víctima respire sola.

QUEMADURAS : Lesiones causadas por temperatura o sustancias químicas corrosivas al ponerse en contacto con nuestro organismo.

- a) Primer grado. - Color subido de la piel;
- b) Segundo grado. - Se forman ampollas.
- c) Tercer grado. - Piel destruída.

Tratamiento. - Uso inmediato de agua (1º. y 2º grado).
Bolsas con hielo en quemaduras de 3er. grado.

QUEMADURAS QUIMICAS. - Mucha agua y mucho tiempo.

SHOCK. - Fenómeno que se presenta en el sistema circulatorio a consecuencia de las lesiones de un accidente y que por si mismo puede causar la muerte.

Tratamiento :

- a) Reposo
- b) Temperatura

Síntomas :

1. - Se siente débil.
2. - Piel pálida, fría y pegajosa.
3. - Pulso débil.
4. - Náusea y vómito algunas veces.
5. - Sudor.
6. - Inconciencia.
7. - Respiración superficial lenta.

- a) Simples. - Cuando se ha roto el hueso y no ha perforado la piel.
- b) Compuesta. - Cuando los huesos rotos perforan la piel y salen.

Tratamiento: Inmovilizar la parte fracturada en la posición encontrada y proporcionar transportación adecuada.

MASAJE CARDIACO A PECHO CERRADO : Método de aplicación; con el lesionado acostado boca arriba y sobre un soporte rígido.

- a) Se coloca el auxiliador viendo la cara del lesionado.
- b) Poné el talón de la palma de la mano más cercana al auxiliado sobre la parte inferior de su esternón, se coloca la otra mano encima de la primera. (En caso de niños menores de 3 años, aplicar la presión con las yemas de los dedos índice y medio).
- c) Se ejerce una presión vertical que mueva aproximadamente 4 cms de la parte inferior del esternón.
- d) Se retira toda la presión para que el esternón recobre su posición de reposo.
- e) La velocidad a que deben repetirse estas presiones, es de 60 a 70 veces por minuto para adultos y 90 para niños de menos de 3 años.



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

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION", ORGANIZADO EN COLABORACION
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA, DEL 15 AL 19 DE OCTUBRE
DE 1984.

EL DILUVIO
ORDENES VERBALES

Veracruz, Ver.

EL DILUVIOGENESIS 6, 1 - 7, 24

Y el Señor dijo a Noé:

¿Dónde está el Arca que te mandé construir?

y Noé Contestó:

Señor, hemos tenido problemas. Los permisos para talar árboles no fueron autorizados. Las madererías han subido los precios al saber lo grande que será el Arca y los pedidos que se colocaron hace 12 meses no han sido surtidos por los proveedores.

Los plomeros estuvieron en huelga y los carpinteros se dieron cuenta de la urgencia del trabajo y quieren bonificaciones y un lugar en el Arca.

Y el Señor dijo a Noé:

¿Terminarás el Arca dentro de 7 días y 7 noches?

Y Noé Contestó:

Así se hará. Y no fue así.

El Señor dijo a Noé:

¿Qué problema tienes ahora?

Y Noé contestó:

La primera madera llegó habilitada y lista para ser ensamblada, pero se le torraron las mareas y ahora no sabemos como encajan las piezas.

El pedido de la madera del tercer piso se duplicó y el del segundo piso no se comenció y será necesario hacer ajustes para aprovechar el material mientras se pide el resto.

La columna que tú ordenaste, no está indicada en los planos y ahora hay presiones de distintos grupos de animales, que todos quieren venir al mar.

Los elefantes que llegaron son más grandes que los solicitados, por lo que habrá que ampliar la puerta y las celdas.

Todos estos cambios, Señor, han elevado los costos y ahora no nos quieren entregar las jirafas si no pagamos por adelantado.

Y el Señor dijo a Noé:

Te reunirán con los proveedores y carpinteros para coordinar todas esas modificaciones en el acto.

Y Noé contestó:

Ya lo hemos hecho Señor, pero las juntas no progresan pues desde lo de Babel, las distintas lenguas, nos complicaron la comunicación. (Gen. 11, 1 - 9).

Y el Señor preguntó a Noé:

¿Y qué me dices de los demás animales macho y hembra que te ordené llevar en el Arca para preservar su semilla viva sobre la tierra?

Y Noé contestó:

Casi todos han sido entregados en una dirección equivocada, pero el viernes estarán aquí.

Los que ya llegaron, vinieron en secuencia distinta a la de construcción de las celdas por lo que fue necesario construir albergues provisionales y los alimentos que tú ordenaste han empezado a escasear.

Y el Señor dijo a Noé:

¿Y que pasó con los unicornios y los canguros?

Y Noé contestó:

Los unicornios han sido descontinuados y no se consiguen.

Los canguros, llegaron pero quizá no se pueda preservar su especie, pues ninguno trae bolsa. Se está investigando si vinieron defectuosos o si son puros machos.

Y el Señor reprendió a Noé:

2

3

3

¿Por qué, hijo mio, si has tenido tantos problemas, no solicitaste antes mi ayuda infinita?

Y Noé contestó:

Lo intenté muchas veces Señor, pero habia tanta gente tratando de comunicarse contigo que tuve que estar en lista de espera 40 días y 40 noches.

Además, Señor, las primeras lluvias se han adelantado anegando el Arca por completo, y los elefantes no tienen capacidad suficiente para desaguarla, tu sabes como es esto, Señor.

Y el Señor con su sabiduría infinita asintió:

Noé, hijo mio, ya lo sé.

¿Por qué crees, que he ordenado que venga un diluvio sobre la tierra?

AÑO DEL SEÑOR.

VIII - X - MCMLXXVI

4

El riesgo de las órdenes verbales.

EL TENIENTE AL SARGENTO.

Por orden del capitán la tropa asistirá mañana al campo de ejercicios en uniforme de campaña, a fin de presenciar el eclipse del sol, que según los periódicos tendrá lugar a las once en punto. Un especialista en astronomía examinará a los soldados, en el campo las causas del raro fenómeno; pero si llegara a llover, las explicaciones tendrán lugar en el comedor del cuartel.

EL SARGENTO A LOS CABOS.

Por orden del capitán mañana habrá un eclipse del sol en el campo de ejercicios. Seguidamente empezará a llover, por lo que la tropa pasará al comedor del cuartel en donde un astrónomo en uniforme de campaña, leerá a los soldados lo que los periódicos dicen acerca del raro fenómeno.

EL CABO A LOS SOLDADOS.

Mañana a las once en punto el capitán eclipsará al sol con unos periódicos, en el campo de ejercicios, un especialista hará llover en el comedor; pero para que el fenómeno se produzca, la tropa deberá vestirse con un uniforme de campaña.

LOS SOLDADOS ENTRE ELLOS.

Mañana a las once el sol eclipsará al capitán. Los astrónomos tratarán de explicar las causas del raro fenómeno, los que no lo entiendan irán a ver a un especialista. Los soldados llevarán periódicos para taparse por si acaso llueve.



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

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION", ORGANIZADO EN COLABORACION
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA, DEL 15 AL 19 DE OCTUBRE
DE 1984.

RELACION ENTRE CONSTRATISTAS Y
SUPERVISOR

Veracruz, Ver.

RELACION ENTRE CONTRATISTAS Y SUPERVISOR.

C O N T E N I D O

Introducción.

Relaciones Propietario - Supervisor.

Normas de Supervisión.

Objetivos

Contenido de las Normas

Campos de Acción de la Supervisión

Conceptos Generales.

Definición

Condición Fundamental

Funciones del Supervisor

El Supervisor

Relaciones entre Contratistas y Supervisor.

Relaciones Técnicas

Relaciones de Trato y Comportamiento

Relaciones Humanas

La Persona

La Persona en el Grupo

Integración del Grupo-Colaboración-Cortesía

Comunicación.

Aspectos Teóricos de la Comunicación

Sugerencias e Ideas para mejorar las Comunicaciones.

Liderazgo y Autoridad.

Liderazgo

Autoridad

Toma de Decisiones

Cualidades que debe tener el Supervisor desde el Punto de Vista de un Contratista.

Conclusión.

RELACIONES ENTRE CONTRATISTAS Y SUPERVISOR

INTRODUCCION

Se dice que Supervisar una obra es como meterse en una "olla de presión".

En un folleto sobre unos cursos sobre administración de proyectos se menciona que "cuando se le asigna a uno un proyecto, por lo general se trate de un trabajo único, el cual nunca se ha hecho antes y lo más probable es que nunca se vuelva a presentar otro igual. Por su propia naturaleza, la administración de un proyecto se convierte en una incubadora de tropiezos, de errores, de conflictos y hasta de desastres".

Lo anterior es sólo a manera de introducción al tema sobre Relación entre Contratistas y Supervisor.

La acción del Supervisor se desarrolla fundamentalmente dentro del conjunto PROPIETARIO-SUPERVISOR-CONTRATISTA.



En ocasiones la relación no es directa con el Propietario sino con un representante de él que actúa como Gerente del Proyecto. En otros casos puede también relacionarse con proyectistas, proveedores, autoridades, asesores, etc..

El conjunto P-S-C tiene como objetivo único común LA REALIZACION SATISFACTORIA DE UNA OBRA. El Supervisor debe estar alerta para conciliar puntos de vista e intereses del Propietario, del diseñador y del constructor.

RELACIONES PROPIETARIO - SUPERVISOR

Para analizar las relaciones Contratista-Supervisor, es necesario revisar también las de Propietario-Supervisor, aunque sea en forma somera.

La mayoría de los puntos a revisar de relaciones con el Propietario, en el fondo son semejantes y aplicables a las relaciones con el Contratista.

Se pueden mencionar como puntos específicos de las relaciones P-S los siguientes que el Propietario debe establecer fundamentalmente, con claridad y precisión desde un principio:

- La autoridad que delega al Supervisor.
- La confianza que deposita en él.
- El apoyo que le dará.
- Las facultades que le autoriza.
- Las actividades que desarrollará.
- El alcance (facultades-responsabilidades-actividades) de los servicios del Supervisor.
- Las políticas de actuación.
- La información que espera y los sistemas que establecen para lograrla.
- Las comunicaciones (medios, conductos, frecuencias, etc.).
- El apego de los servicios, acorde con los alcances.
- Las normas a que se sujetará la supervisión.

(Las normas para supervisar comprenderán varios de los puntos mencionados, por lo cual conviene ver lo que se entiende por Normas de Supervisión y qué deben contener).

NORMAS DE SUPERVISION

OBJETIVOS.

Las Normas de Supervisión constituyen el conjunto de reglas, instrucciones, mandatos, condiciones y requisitos a los que deben apegarse las personas físicas o morales, que se encargan de esa labor en la realización de un determinado trabajo, con el fin de que éste resulte satisfactorio.

Cada tipo de trabajo tendrá normas particulares dedicadas a ordenar lo que requiera el trabajo concreto de que se trate. Así nos encontramos con normas para supervisar el montaje de maquinaria, normas para supervisar compras, para supervisar inversiones, supervisar estudios, obras, etc..

El objetivo de unas normas de supervisión consiste en fijar los propósitos que tratan de lograrse con esa labor, para que resulte de utilidad tanto a quien encomienda tal labor como al sujeto supervisado. Al mismo tiempo, un objetivo muy importante es el orientar al Supervisor para que su trabajo lo desarrolle con eficiencia y con eficacia.

Dentro de este aspecto general se mencionan algunos de los temas que lógicamente deben estar implícitos en el contenido de unas normas:

Organizar el modo de trabajar para definir procedimientos, niveles de autoridad, líneas de mando y sistemas de comunicación.

Ordenar las actividades de supervisión y su secuencia, la manera de archivar documentación y la forma de presentarla.

Uniformar las labores de supervisión para que todos los involucrados en ella actúen en forma semejante dentro de una unidad de supervisión, y para que sigan la misma técnica otras unidades supervisoras. Muy importante dentro de este concepto es la uniformidad de la información.

Simplificar el trabajo de supervisión, los controles que se lleven, las actividades a desarrollar y la presentación de resultados o informes para que sean fácilmente interpretados o captados por quien deba enterarse y puedan servirle para tomar las decisiones apropiadas.

Sin duda pueden mencionarse otros temas para las normas, algunos de los cuales quizás quedarían contenidos en uno o más de los ya mencionados.

En resumen puede decirse que todo ello tiende a facilitar el trabajo del Supervisor, del Propietario y de los sujetos supervisados, a precisar en qué consiste la participación de cada uno en dicho trabajo y a propiciar buenas y eficientes relaciones entre todos ellos.

Es necesario que las normas establezcan claramente el grado de autoridad del Supervisor en general y en los casos específicos, y por supuesto también deben establecer las responsabilidades que debe asumir.

Las normas van dirigidas a utilizarse fundamentalmente por el Supervisor ya que establecen la forma en que debe realizar su trabajo. Sin embargo, las normas deberán ser cumplidas también por el Propietario, en lo conducente, y por quien este realizando el trabajo objeto de la supervisión, pues de lo contrario se inutilizaría su aplicación. Por ello, en el caso de los contratos de obra, debería decirse que el contratista conoce también las normas de supervisión de las obras.

En algunos casos, según convenga, podrán estar diseñados para utilizarse por personal de la entidad propietaria del trabajo o bien por personal externo contratado específicamente para el servicio de supervisión.

En cuanto a los términos o conceptos que en algunos casos se emplean, tales como Coordinación o Dirección, debe tenerse el cuidado de definirlos para expresar realmente lo que el Propietario desea y entiende por coordinar o dirigir y para precisar las obligaciones y grado de autoridad del Supervisor.

Por lo que respecta a lo detallado que deben ser unas normas y a que lleguen a explicar el "como" se harán las actividades que contemplan, es difícil precisarlo ya que pueden llegar a coartar la libertad y el criterio del supervisor que son condiciones esenciales para un buen desempeño de su trabajo, y por otro lado pueden limitar su responsabilidad.

Se piensa a veces que las normas deben detallar todo lo que pueda necesitarse, suceder o presentarse, indicando cómo resolverlo. Ello demostraría falta de experiencia, de preparación, o el deseo de quitar se responsabilidades.

En general hay que tener en cuenta que las normas deben sujetarse a revisiones periódicas, pues los cambios tecnológicos, los cambios administrativos u organizacionales, frecuentes en nuestra época y en nuestro medio, van conduciendo a la separación paulatina de su contenido con la realidad operativa del trabajo correspondiente.

Pasando ahora de lo general a lo particular y tratándose concretamente de normas para supervisar y coordinar obras de construcción, sus objetivos serán lograr que las obras se realicen con apego al proyecto respectivo, en el plazo establecido, con las calidades estipuladas, ajustándose al costo previsto y que se cumplan las obligaciones pactadas en los contratos de obras.

CONTENIDO DE LAS NORMAS

Las normas deben contener los diversos temas que se pretenden reglamentar, para encuadrar en forma apropiada todas las labores de la supervisión, explicando qué se espera como resultado de tales labores.

Si se pretende que los servicios del supervisor sean también de coordinación, habrá que exponer en qué consiste dicha labor, que seguramente se referirá al ordenamiento de trabajos similares o diversos y que sean ejecutados por diferentes entidades o personas, a fin de llegar al resultado esperado y con la oportunidad prevista, sin interferencias ni pérdidas de tiempo hasta donde sea factible.

Si los servicios deben llegar al nivel de dirección habrá que definir qué se entenderá con dicho término, qué se espera de ese servicio de dirigir y sobre todo sentar en forma clara la autoridad y responsabilidad contenidas en la dirección de los trabajos.

Parte importante del contenido de las normas son los campos de acción del supervisor dentro del proceso de desarrollo de un trabajo o una obra, es decir, precisar el servicio o servicios que deba prestar dentro de las diferentes etapas que componen el desarrollo del trabajo.

Si, por ejemplo, se piensa en un desarrollo portuario, en un complejo industrial o en un conjunto habitacional, las primeras etapas después de la concepción general del proyecto serán las investigaciones, estudios previos técnicos, financieros y sociales, anteproyectos, etc., y todos ellos pueden ser susceptibles de supervisarse.

Generalmente el contenido de las normas tendrá un orden secuencial, cronológico, de las actividades a desarrollar por el supervisor en los campos en que deba actuar.

El contenido de las normas deberá mencionar las facultades que se otorgan al supervisor dentro de la autoridad que tenga. Estas facultades se refieren tanto a permitirle que trate determinados asuntos o aspectos del trabajo y cómo y con quienes puede tratarlos, como a la facultad de toma de decisiones.

Pensando a otro nivel en la acción supervisora, habrá que mencionar las funciones que tendrá a su cargo, y derivada de cada función, las actividades que la componen para que se lleve al cabo dicha función.

En cuanto a responsabilidad, que es como decir "responder por", las normas conviene que precisen en qué consiste tal responsabilidad y a ser posible, llegar a concretar la responsabilidad de los diferentes niveles de un grupo de supervisión.

En ciertos casos o tipos de trabajo puede ser necesario detallar responsabilidades, funciones y actividades que se esperan de cada una de las personas según el nivel que ocupen dentro del grupo.

Habría que observar que en estos trabajos de tipo profesional, como en los actos de la vida, para que haya responsabilidad tiene que haber libertad; pero esto debe decirse cuidadosamente al formular unas normas que van a regir un trabajo concreto.

Otro aspecto del contenido de las normas, y muy importante, es el de fijar limitaciones en las labores de supervisión, que en realidad muchas veces quedan implícitas en la forma de redacción. Un ejemplo puede ser el fijar el límite de la responsabilidad en el cumplimiento de una orden o de una observación del supervisor, o decir que deberá abstenerse de cierta acción.

El sistema y los medios de comunicación del supervisor son esenciales para su trabajo y deben quedar claramente establecidos.

Los modelos y formatos para registros y controles, para comunicaciones y presentación de reportes, son parte indispensable en el contenido de las normas.

Para algunos casos y condiciones las normas podrían incluir sanciones por incumplimiento de las obligaciones del supervisor.

Finalmente cabe mencionar la conveniencia de que las normas incluyan elementos, requisitos y condiciones para la contratación de los servicios de supervisión, en cuanto a personal y en cuanto a empresa supervisora cuando sea el caso. El modelo de contrato para estos servicios podría también incluirse en el contenido de las normas.

CAMPOS DE ACCION DE LA SUPERVISION Y/O COORDINACION DE OBRAS

Ya se mencionó antes que puede haber diversos campos de acción para la supervisión.

Tratándose del caso específico de obras de construcción, los campos susceptibles de ser supervisados y/o coordinados pueden agruparse en tres grandes campos que son:

PREVIOS Y PREPARATORIOS PARA LA EJECUCION DE UNA OBRA.
DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA.
POSTERIORES A LA EJECUCION DE LA OBRA.

Los detalles relativos a estos campos deben incluirse en las normas.

CI

CONCEPTOS GENERALES

DEFINICION.

La supervisión es una especialidad de la construcción enfocada a la vigilancia e intervención en la realización de una obra, para lograr que un proyecto se realice conforme a los diseños (arquitectónicos, estructurales, de instalaciones etc.) de acuerdo en todas sus partes integrantes en cuanto a calidades, tanto de materiales - como de mano de obra, señaladas en las normas y especificaciones, y dentro de un programa de tiempo y costo.

CONDICION FUNDAMENTAL.

La condición fundamental en la supervisión es que ésta sea preventiva y no correctiva. Esto quiere decir que antes de principiar cualquier etapa de la construcción se debe verificar que sus dimensiones y localización, niveles, calidad de los materiales por emplear herramientas y equipo, procedimiento constructivo, etc., sean los adecuados para garantizar que el trabajo se desarrollará logrando los resultados esperados, no dando lugar a que una vez terminado se tenga que corregir o derrochar, con la consiguiente pérdida de tiempo y dinero. Es obvio decir que debe mantenerse vigilancia sobre estos aspectos durante todo el desarrollo del trabajo, pero esto se refiere sólo a que la obra se apege al diseño y sus especificaciones.

El principal elemento para prever el cumplimiento o incumplimiento de los avances conforme al tiempo, y de los costos, lo constituye la programación de la ejecución.

FUNCIONES DEL SUPERVISOR.

El Supervisor, coordinador o director de la obra, es el apoyo principal y la única autoridad que actuará en representación de los intereses del Propietario auxiliándolo en todo lo relacionado con la ejecución de la obra, teniendo la responsabilidad total de ella, para lograr que se lleve a cabo conforme a lo previsto.

EL SUPERVISOR.

El Supervisor es un especialista que generalmente después de una profesión, tal como Ingeniero o Arquitecto, ha profundizado en los aspectos constructivos, control de calidad, costos y control de tiempo, teniendo a su cargo la vigilancia técnica de las obras, representando al Propietario y responsabilizándose ante él de las actividades desarrolladas durante su labor de supervisión.

RELACIONES ENTRE CONTRATISTAS Y SUPERVISOR

En esta sección se analizan las relaciones entre contratista y supervisor que son la parte esencial del tema a tratar.

El tema se dividirá en dos partes: RELACIONES TECNICAS Y RELACIONES DE TRATO Y COMPORTAMIENTO.

RELACIONES TECNICAS.

Le llamo relaciones técnicas a los aspectos de la realización de una obra en que el Supervisor interviene frente al Contratista para asesorarlo, orientarlo, informarlo, pedirle u ordenarle sobre la ejecución de la obra, para que ésta se apege al proyecto, a las especificaciones y calidades, a los programas de tiempos y erogaciones y a los términos del contrato, con el fin de que se lleve al cabo en forma satisfactoria según lo pactado.

Para ello el Supervisor debe conocer detalladamente el proyecto, las normas y especificaciones de cada parte de la obra, el presupuesto, los alcances de los precios, los diversos programas de ejecución, el contrato, así como el sitio donde se ejecutará y los aspectos legales y los organizacionales del Propietario para que aplicando sus conocimientos técnicos, criterio y experiencia, pueda juzgar lo que haga el contratista y ayudarlo, asesorarlo, pedirle y ordenarle lo que proceda para la feliz realización del trabajo.

Esta acción del Supervisor debe fundamentarse en la PREPARACION PROFESIONAL Y TECNICA, QUE JUNTO CON LA EXPERIENCIA integran el CRITERIO, que es indispensable para sus relaciones con el contratista.

Es muy deseable que en estos aspectos el Supervisor este a mayor nivel que el contratista o al menos al mismo nivel, pues de lo contrario no será respetado y reconocida su posición.

Hablando en términos generales, cuando una persona no es respetada u obedecida, por convencimiento, debido a su calidad y nivel intelectual y moral, tendrá entonces que recurrir al poder o fuerza que tenga por su posición, o a las amenazas o hasta la violencia. Tal situación debe evitarse pues es inestable y destructiva, y no implica autoridad.

Es recomendable para el Supervisor, evitar discusiones con el Propietario, con autoridades o entre compañeros de trabajo, delante del Contratista o de proveedores, pues con ello se demerita su posición de autoridad.

También se recomienda al Supervisor evitar la mala costumbre de estar dando instrucciones constantemente, pues ésto puede provocar reclamaciones del Contratista y también el que se sienta liberado de responsabilidad.

RELACIONES DE TRATO Y COMPORTAMIENTO

En esta parte se analizan los aspectos muy importantes, de las RELACIONES HUMANAS y de la COMUNICACION.

Sin duda esto es aplicable a todo género de relaciones: con contratistas, con el Propietario, con la empresa, con autoridades, con su subordinados y superiores, con visitantes, y también con amigos, compañeros y familiares.

RELACIONES HUMANAS

I.- LA PERSONA.- Los Roles que Desempeña y sus Conflictos.

Es necesario tener presente que el ser humano es una unidad:

| | | | | |
|-----------|---|--------|---|------------------|
| BIO | - | PSICO | - | SOCIAL |
| Capaz de: | | | | |
| SENTIR | - | PENSAR | - | HACER (REALIZAR) |

y que son determinantes estas características en el desempeño de sus Roles ya que las conductas y actividades que realiza una persona en cada Rol, nos permiten identificarlos como:

- 1.- **ROL SOCIAL:** Aquel en el que uno tiene el contacto con amigos, reuniones, grupos, compromisos sociales y hobbies (incluye actividades sociales y culturales en general) y que produce presiones que llevan a conductas de conformidad e inconvinción.

(CONFORMIDAD: Es el tipo de conducta que se presenta cuando las metas culturales como los medios organizacionales son aceptados y están suficientemente interrelacionados por el individuo. Lógicamente la estabilidad de una estructura social depende del grado de conformidad de las conductas).

- 2.- **ROL FAMILIAR:** El trato con los padres, hijos y parientes.
 3.- **ROL PAREJA:** La relación con la pareja que se tiene.
 4.- **ROL OCUPACIONAL:** (PROFESIONAL), es el que desempeñamos en toda actividad productiva y/o remunerativa (trabajo, estudio).

Cuando en estos diferentes roles:

- Se llevan los problemas de uno al otro,
- Se confunde uno con otro,
- Se hace o acepta que un rol sea absorbente de uno mismo y de los demás roles,
- No hay autonomía, compatibilidad y comprensión de las personas que actúan en cada uno de los roles hacia los otros,

surge el CONFLICTO DE ROLES.

Cada persona puede analizar sus roles para darse cuenta si existe el equilibrio deseable en ellos, pues de lo contrario sus actividades traerán problemas que repercutirán en las relaciones humanas (se "llevará" sus problemas personales al trabajo, al grupo).

SOCIAL

Amigos
 reuniones (grupos)
 Hobbies
 Deportes
 Tiempo

PAREJA

Afecto
 Información
 Gratificación
 Tiempo

FAMILIAR

Afecto
 Información
 Gratificación
 Tiempo

OCUPACIONAL

Me gusta
 Me valoran
 Me pagan
 Soy eficiente
 Tiempo

Las calificaciones deben ser iguales para cada rol si la persona actúa en forma equilibrada.

- 0= nada (no funciona, no existe, en calidad, en tiempo)
- 1= bajo (funciona poco, existe poco en calidad, en tiempo)
- 2= aceptable (funciona suficiente en calidad, en tiempo)
- 3= mucho (funciona en calidad y tiempo)

II.- LA PERSONA EN EL GRUPO - Dinámica Grupal.

Grupo es cualquier conjunto de personas que se reúnan socialmente o de trabajo y se delimitan. Además todo grupo se caracteriza por ser dinámico, lo que genera los procesos dentro de él. Estos procesos generan principalmente dos tipos de conflictos:

CONFLICTOS REALES.- Que están referidos a situaciones reales, - objetivas, generalmente referidas al tiempo, a la información o a bienes materiales y hechos que se dan en el presente sin mayor emoción.

CONFLICTOS EMOCIONALES.- (Imaginario) Estos se refieren a situaciones emocionales, generalmente con transferencias de significados simbólicos que reviven inconscientemente situaciones del pasado que se traen al presente y se viven con mucha emoción.

(Este último tipo de conflictos es el que más problemas provoca en la organización por estar relacionado con los problemas de tipo interpersonales, teniendo una génesis de tipo intrapersonal).

PROBLEMAS INTERPERSONALES.- Son aquellos que se dan entre personas o entre una persona y un grupo.

Factores Interpersonales que Favorecen los Conflictos en la Organización - Grupo:

1. Agudo desacuerdo u oposición de intereses o ideas.
2. Transtorno emocional, resultante de un choque de ideas.
3. Lucha, pelea, etc., emocional y hasta física por posición, poder o control.
4. Responsabilidades o jurisdicciones no bien definidas.
5. Conflictos de intereses (reparto de tiempo, atenciones, información o bienes materiales).
6. Barreras a la comunicación - actitudes.

- el 100 ó 96%
- lector de mentes.
- exitabilidad.
- etiquetas.
- amenazas.
- demasiados temas.
- depreciativo (desvaloriza todo).
- tajante (cortante agresivo).
- cerrado (se tiene información y no se da).
- evasivo (cambia de temas y no se puede regresar).

7. Dependencia marcada entre una parte del conflicto y otra.
8. Alto grado de diferenciación entre personas o grupos.
9. Necesidad de que el acuerdo sea total (general, consensual).
10. Excesivas reglas de conducta

PROBLEMAS INTRAPERSONALES.- Son aquellos que tienen su origen dentro de la persona como son los de tipo emocional y físicos.

Los emocionales: Se manifiestan como rasgos de la personalidad, que en ocasiones aparentan ser cualidades y que a la larga se tienen resultados nefastos para sí mismos o para los demás; como anteriormente se mencionó en los conflictos emocionales en donde la problemática personal se lleva a todos los roles provocando los problemas interpersonales; ejemplos:

- a.- **Descalificación.-** Que es un mecanismo interno por el cual las personas minimizan o ignoran ciertos aspectos de la realidad (de ellos mismos, de otros, o del mundo).

Descalificar (negar) la existencia del problema.
 Descalificar la importancia o significado del problema.
 Descalificar la solución del problema.
 Descalificar la capacidad propia o ajena, para resolverlo.

- b.- **Transferencias.-** Poner máscaras a otros.
 c.- Vivir en el pasado.
 d.- Transtornos de conducta.
 e.- Etc. etc.

Todo esto impide el funcionamiento y desarrollo adecuado de la persona en sus actividades, así como en su trabajo, reduciendo la eficiencia en la organización.

Físicos.- Son las enfermedades que se pueden padecer, que también afectan la eficiencia.

Por lo tanto es conveniente hacer una buena selección de personal a fin de prever problemas emocionales y físicos que serán en detrimento del buen funcionamiento de la organización; sin olvidar la capacidad técnica que será en beneficio de ella.

III. INTEGRACION DEL GRUPO- COLABORACION- CORTESIA.

La comunicación, el conocimiento de los compañeros así como el autococonocimiento personal van a favorecer las buenas relaciones, y al ambiente de trabajo, teniendo una sensación de seguridad, confianza y bienestar, que llevan a un buen rendimiento en la labor y a que se tenga colaboración y trabajo en equipo al ser consciente cada elemento del grupo que trabaja y convive con seres humanos semejantes a él; porque con quienes mas contacto directo tenemos es precisamente con los miembros de nuestra propia organización. Y mal puede verse a aquel que no empieza por dar él mismo; en su propio grupo, el buen ejemplo.

Para el grupo de trabajo existe un lenguaje especial. No se trata solamente del lenguaje hablado, pues se "habla" con los gestos, con la mirada o con un leve guiño que puede ser de broma, de picardía o de censura. Puede también que no se tenga que abrir la boca para llevar al otro el mensaje del silencio, el que más hiere y del que a nadie en particular se puede acusar porque ni siquiera un gesto hubo. Todo esto es el resultado directo de la proximidad entre unos y otros a través del tiempo, de la relación diaria de trabajo y de problemas personales. De ahí lo "demasiado especial" del lenguaje que todos venimos obligados a usar en el trabajo.

Recordemos que pasamos al menos la tercera parte del día en la relación directa con el compañero de trabajo y tal vez no nos compenetramos de su modo de vida, de sus problemas, de sus necesidades, sus ideales, sus afanes, sus planes y de todo aquello que un ser humano es capaz de sentir, pensar y realizar. Haberamos considerarlo como un miembro mas de nuestra familia, pero en general no es así.

A todos nos gusta que nos distinguan, y no existe una mayor distinción que aquella del compañero que reconoce y habla de lo educado y fino que es uno, de lo agradable que lo resulta nuestra presencia.

La cortesía es algo abstracto, encierra los elementos básicos de la cohesión de grupo. Tan así es que, con puntos de vista opuestos y de origen social y educacional diferentes, se puede trabajar al unisono como una sola unidad. Practiquemos la cortesía reconociendo las cualidades de nuestros semejantes. ¡No cuesta nada y vale tanto!

COMUNICACION.

Es el proceso mediante el cual el ser humano transmite sus ideas, decisiones, etc. a otros. En el caso de un Supervisor, éste debe comunicarse eficiente y eficazmente con el Propietario, con el Contratasta, con sus compañeros de mayor y de menor nivel así como con una diversidad de personas involucradas en la realización de una obra.

No existe nada más frustrante, que el ver nuestros trabajos, que se consideran técnicos y de alta importancia, subestimados o descartados por los superiores que no los entendieron por fallas en la comunicación.

En muchos casos, lo anterior nos lleva a un desaliento y a un fatalismo, algo así como "los de arriba no están preparados para entendernos", debilitándose nuestro esfuerzo, aislándonos y esterilizando aún más en las funciones, en capacidad profesional, en relaciones interpersonales. Y se llega a la conclusión de que el eslabón débil de la cadena esta en la comunicación.

Consideramos que para que la comunicación se efectúe, se requiere que exista un Emisor y un Receptor, donde el Emisor envía un mensaje y el Receptor lo recibe y se produce un intercambio de estímulos y respuestas entre ambos.

Tipos de Comunicación: Verbal - Escrita - Gesticular.

OPTIMIZAR LA COMUNICACION es colocarse en el nivel - al instante de comunicar - para adecuarse a las personas receptoras. Los resultados serán la comprensión real de lo expuesto, que ante un problema será el elemento básico para la toma de decisión.

Perdóneme, no entendí lo que quiso decir.

No vi el memorando que mandaron de su Departamento.

Excúseme, no me avisaron a tiempo.

Qué pena, se me olvidó anunciarle que lo esperaban en su despacho.

No sé de qué me está hablando. Aquí nadie ha dicho nada.

Estas y otras miles de frases se escuchan a menudo en las empresas modernas y en los diversos trabajos. Ninguna tendría nada de trascendental, si no fuera porque cada palabra está costando dinero.

Las comunicaciones han mejorado en toda su estructura tecnológica, pero han venido desmejorando en su parte humana.

Cada día se cometen más errores por fallas en las comunicaciones o por ausencia de las mismas. Las comunicaciones empresariales se han convertido en toda una compleja ciencia, a veces tan grande y costosa, que se hace necesario encargar a un experto asumir la responsabilidad de aumentar su eficiencia y bajar su costo.

ASPECTOS TEORICOS DELA COMUNICACION.

A partir del modelo clásico de la teoría de las comunicaciones, y como una expansión del mismo, se desarrolla un modelo específico, que contempla, además, el problema semántico en el grupo o en la empresa, el sico-organizacional, el referente al tipo de desarrollo de operaciones mentales del Receptor y el de la dupla: actitud-aptitud del mismo.

UN MODELO DE LA COMUNICACION.- La idea de mensaje implica la de transferencia de un "representante mental" de un individuo a otro. Para que sea efectivo, todo mensaje debe cumplir con cuatro condiciones fundamentales:

- 1.- Que exista un medio físico adecuado para que pueda propagarse. (el aire, conductor eléctrico, campo electromagnético, papel, onda luminosa).
 - 2.- Un acuerdo previo sobre las características sintácticas y de codificación del mensaje, así como la relación biunívoca entre símbolos del idioma y señales físicas.
 - 3.- La coordinación efectiva del valor semántico de las palabras que constituirán el mensaje.
 - 4.- La máxima concordancia posible en la interpretación psicológica del texto transmitido a fin de lograr la transferencia de la representación mental deseada. (Hay que considerar la posible falibilidad del incumplimiento de cada una de las condiciones).
- La teoría de las comunicaciones desarrolla una metodología matemática para características y para codificación.
 - El medio físico adecuado debe ser resuelto por medio de técnicas convencionales.
 - El aspecto semántico y cognoscitivo ameritan una extensión de la teoría de las comunicaciones.

El modelo consta de una etapa de codificación en el individuo Emisor (se efectúa a partir de la correspondencia biunívoca establecida entre los símbolos y las señales a emitir), una etapa de propagación física de las señales (depende lógicamente del medio físico elegido) y una tercera etapa de decodificación o descifrado en el Receptor, (se hacen corresponder símbolos a las señales físicas recibidas).

Además, debido a la natural e inevitable imperfección del canal físico de transmisión, se agrega al modelo un bloque de interferencias ó "ruido" que actúa sobre las señales suprimiendo algunas de ellas ó modificándolas ó inyectando señales no transmitidas (no deseadas), afectando la fidelidad del mensaje transmitido.

La consideración del ruido inyectado en un canal de transmisión, hace deseable contar con un cierto porcentaje de redundancia, a fin de no omitir señales en detrimento del mensaje.

La redundancia a veces resulta favorable, por ejemplo para asegurar que la gente pueda entender lo que se está haciendo ó diciendo. El abuso de ella por el Emisor puede llegar a confundir al Receptor.

El modelo de comunicación: Emisor-canal-fuente de ruido-Receptor, es interpretación de tipo cibernético-

EL PROBLEMA SEMANTICO.- El valor semántico de las palabras ó de una expresión determinada puede representar cosas muy distintas, incluso para especialistas en el tema.

El problema semántico del "lenguaje", puede constituirse en una fuente de inyección de ruido que perturba la inteligibilidad de los mensajes transmitidos. De esa manera, al ruido debe agregársele el ruido semántico. 12

SIMBOLOGIA.- En cuanto a la simbología utilizada, deberán seguirse los principios nemotécnicos fundamentales, es decir, que la expresión simbólica que es presentada a modo de fonema, resulte en lo posible fácilmente pronunciable, lo que facilitará su recuerdo y su utilización oral.

La distorsión del sentido del mensaje, originada por interpretar a éste con el exclusivo punto de vista del área funcional, en que se desenvuelve el receptor, es por tanto, una fuente de ruidos que inyecta los mismos en la comunicación. Estos ruidos pueden denominarse sico-organizacionales y son introducidos en la etapa de representación mental, posterior a la decodificación.

DESARROLLO DE LA INTELIGENCIA.- El desarrollo de la inteligencia es un aspecto cualitativo de la misma, desde el nacimiento a la adultez. Está vinculado a nivel psicológico con distintas relaciones entre los "significantes", definidos como la representación mental operativa del medio, y los "significados" de dichos elementos.

A través de las relaciones significante-significado, se llega a definir el índice, señal-símbolo-signo. Algunos autores denominan a la relación significante-significado, con la palabra código, que engloba tanto a los símbolos como a los signos.

Finalmente, para lograr la aceptación del mensaje, ya decodificado y comprendido, se requiere contar con una favorable dupla "aptitud-actitud" del Receptor.

ES IMPORTANTE QUE CON TODA CLARIDAD Y FRANQUEZA, EN LOS TIPOS DE ASUNTOS A TRATAR, SE RESUELVAN LOS PROBLEMAS SEMANTICOS Y DE SIMBOLOGIA ASI COMO LA DEFINICION DE LOS CANALES ADECUADOS, DETECTANDO LAS POSIBLES INTERFERENCIAS O RUIDOS QUE DESVIRTUAN LOS PROPOSITOS DE LAS COMUNICACIONES.

SUGERENCIAS E IDEAS PARA MEJORAR LAS COMUNICACIONES.

1.- No improvisar cuando de comunicaciones se trate.- La mayoría de los errores de comunicaciones se deben a la improvisación. No planear de antemano lo que se va a comunicar puede resultar costosísimo. Por lo tanto, cuando se quiera comunicar algo hay que prepararlo con sumo detenimiento, sin pensar que se está perdiendo el tiempo. Piense que está utilizando tiempo para que otros lo ganen y sus costos no se eleven. Fijarse detenidamente qué es lo que se quiere comunicar. No se trata sólo de lo que uno entiende, sino de lo que van a entender los otros. Piense en la gente que va a recibir su comunicación. "Si quiere hablar a Juan Pérez, lo que Juan Pérez debe entender, es preciso que piense como Juan Pérez y vea con los ojos de Juan Pérez".

2.- Emplear el medio de comunicación más adecuado.- Los costos también se elevan demasiado cuando el medio es equivocado. La selección del medio de comunicación es otro de los factores fundamentales para aumentar la eficiencia. Hay muchos medios de comunicación y cada uno tiene su valor. Errar en escoger el medio siempre cuesta, y no sólo porque el mensaje no llega a su objetivo, sino porque se hace necesario repetirlo en otro medio y por lo tanto debe volverse a estudiar todo el proceso de la comunicación.

Los receptores de la comunicación, por otra parte, son diferentes. Con algunos puede emplearse la palabra escrita, con otros es imposible, con muchos puede emplearse el lenguaje gráfico, con otros sólo es posible entenderse hablando. A algunos hay que verlos, a otros basta llamarlos por teléfono.

3.- Tener en cuenta al ser humano.- Muchas comunicaciones carecen de sentido humano. Alguna gente habla por teléfono como si estuviera hablando con el aparato y no con una persona. Otras gentes sólo comunican a la mente y descuidan el corazón de su receptor.

Cuando se trata de comunicar a seres humanos hay que tener en cuenta que son tales. Por lo tanto no hay que atropellar sus ideas, sus principios ni sus sentimientos, hay que comunicar a los sentidos pero también al corazón.

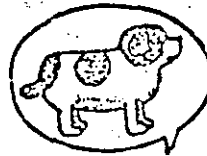
4.- Enviar las comunicaciones a tiempo.- El tiempo es uno de los enemigos mortales de las comunicaciones. Casi todo llega tarde. El éxito de las comunicaciones radicará en hacerlas con suficiente anticipación. No hay que esperar hasta última hora y no se debe dejar nada a la imaginación, ni al prejuicio de que la "gente ya lo sabe".

5.- Hacer mensajes claros, concretos y concisos.- Este principio es conocido con el nombre de la regla de las tres "C" y se debe tener siempre en cuenta. Un célebre industrial decía: "Ningún buen mensaje debe llevar más de una idea".

El lenguaje gráfico también permite hacer mensajes cortos y - claros. Se emplea universalmente para turistas que no hablan idiomas. Una buena ilustración afirma tanto como muchas palabras. "Si no puede decirlo, ilústrelolo", es otro buen principio. Cuando por medio de palabras no pueda expresarse claramente, hágalo con papel y lápiz.

6.- Cuidar muy bien los mensajes no hablados.- Cuando se está participando en un diálogo de cualquier naturaleza, debe tenerse cuidado no sólo de lo que dice sino de la manera como se dice. El lenguaje corporal, facial, ocular y de las manos también cuenta. Muchas veces la boca dice una cosa y los ojos otra; otras veces la palabra afirma algo pero las manos y los pies indican lo contrario. El gesto y las expresiones pueden ser más comunicadoras que las simples palabras.

SIEMPRE DEBE TENERSE EN CUENTA QUE COMUNICAR ES MAS QUE HABLAR.



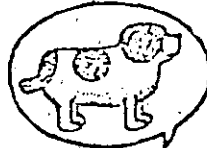
Tengo un animal doméstico en casa



Es un perro



Es un San Bernardo



Grande



Café y blanco



Que bueno
¿Qué clase de animal?



¿Qué clase de perro?



¿Cachorrito, o ya grande?



¿De qué color es?



Podrías haberme dicho desde el principio que tienes en casa - un perro San Bernardo, crecido, color café y blanco



¿Porqué nadie me entiende?

FI

LIDERAZGO Y AUTORIDADLIDERAZGO.

Existen numerosos enfoques y definiciones del Líder y del Liderazgo:

"El ejercicio de la autoridad y de la toma de decisiones".

"El proceso de influencia sobre las actividades de un grupo, - dirigidas a la fijación y cumplimiento de metas".

"El líder es el que logra que otros lo sigan".

La palabra líder procede del inglés "to lead", conducir, luego el líder es un conductor de personas.

Estas definiciones contienen dos premisas:

- Que el liderazgo implica una distribución desigual, pero legítima de la influencia y del poder (autoridad).
- Que no existen líderes aislados. Su rol para existir requiere los roles complementarios de seguidores, miembros del grupo.

Morsey y Blanchard, resumen los conceptos de la mayoría de los autores sobre el tema en la definición que sigue:

"Liderazgo es el proceso de influencia sobre las actividades de individuos o grupos para lograr metas comunes en situaciones determinadas".

Todos los ejecutivos que supervisan y dirigen a subordinados son por ello líderes al funcionar dentro de una estructura, respondiendo a la última definición.

Los numerosos autores sobre el tema de como debería liderar - "el directivo ideal" no han podido ponerse de acuerdo, ya que sus - definiciones en general no responden a las múltiples y variadas situaciones que éste debería enfrentar. Mencionemos algunas de las diferentes teorías y modelos sobre estilos gerenciales, propuestas por -

especialistas en Desarrollo Organizacional:

Es conveniente distinguir cuatro tipos de líderes de grupo:

- 1) El autocrático.- Toma las decisiones sobre la base de sus - propios intereses, o de intereses especiales dentro y fuera del grupo.
- 2) El paternalista.- Actúa según los intereses del grupo, tal como él interpreta estos intereses.

Los líderes autocráticos y paternalistas, son aquellos en los cuales las decisiones son tomadas por el líder, quien es elegido por el grupo o designado por alguna autoridad exterior. Una gran parte de las técnicas y acciones de los líderes autocráticos y paternalistas, son análogas. La diferencia reside en los motivos de los líderes.

- 3) El individualista o permisivo.- Es producto de una sociedad o grupo de transición. En medio de la inseguridad de la democracia en evolución opina a menudo que la forma de dirigir es no dirigir en absoluto, dejar que la gente aunque inmadura, tenga la completa "libertad".
- 4) El participativo.- Es el que actúa por participación en el - grupo. Los miembros trabajan en conjunto para lograr una elevada cohesión de grupo; el ambiente queda determinado por él mismo. Se asigna la máxima importancia al crecimiento y desarrollo de - todos los miembros del grupo ninguno de los cuales es líder; el liderazgo es distribuido.

Existe otra teoría que valga al líder en función de 2 variables que son: El interés por la producción y el interés por la gente, - teniendo 5 estilos de liderazgo:

El "Empobrecido".- Bajo interés por la producción y por la gente.

El "Club Campestre".- Alto interés por la gente y bajo por la producción.

El "Dedicado a la tarea".- Alto interés por la producción y bajo por la gente.

El "Mitad del Camino".- Su objetivo es el equilibrio entre las exigencias de la producción, y

El "Equipo máximo".- Interesado por la producción y por la gente; cumple las metas mediante el trabajo en equipo con gente motivada y vinculada con relaciones de confianza.

Cual es el mejor estilo de liderazgo?

El líder situacional para ser efectivo es el que adecúa su estilo de liderazgo de acuerdo a la situación y al momento. Para lograrlo - necesita capacitación y entrenamiento a fin de que el liderazgo formal coincida con el liderazgo natural y tenga flexibilidad. También el liderazgo de grupo estará estrechamente ligado con los tipos de estructura de grupo. Se podría decir que cada grupo elegirá el líder que mejor concuerde con su estructura o característica o a la inversa, el líder escogerá a los seguidores de acuerdo a su problemática personal.

AUTORIDAD.

Existen dos tipos de autoridad:

Autoridad formal o delegada.- Es la que una persona recibe - cuando es nombrada para un puesto, o cuando es delegada.

Autoridad informal.- Es la capacidad para inducir una sugerencia a una persona determinada para que lleve a cabo una proposición específica.

Lo conveniente es que el líder tenga:

Autoridad y liderazgo formal, o mejor todavía:
Autoridad informal y liderazgo inato.

De cualquier modo que se vea la situación, no debe perderse de vista que la autoridad es una investidura de la persona, para el logro de un propósito específico. En el caso de la realización de una obra, ese será el propósito específico u objetivo, que no debe perderse.

El Supervisor, como tal, es el responsable del "proceso de influencia sobre las actividades de un grupo, dirigidas a la fijación y cumplimiento de metas"; y en una obra debe ser la autoridad, que el Propietario le ha delegado.

También conviene tener presente que el hecho de ser líder y tener autoridad implica la responsabilidad y obligación de servicio. (Servir a las personas, servir al grupo, a la organización, a la empresa, a la comunidad, para el logro de sus fines).

TOMA DE DECISIONES.

Una decisión consiste en dar solución a un problema específico.

Para tomarla conviene sopesar los diversos criterios que intervienen así como el acopio de la información necesaria para tener elementos de juicio.

En labores de supervisión de obras se presentan situaciones que demandan tomar decisiones; las cuales deben considerarse y estudiarse con cuidado sopesando sus consecuencias y repercusiones diversas. Algunos ejemplos pueden ser los siguientes: Estudio y análisis de modificaciones al proyecto; modificaciones en procedimientos constructivos; reprogramaciones que alteren o no alteren fechas de terminación; aceptaciones o rechazos de personal, de maquinaria, de materiales, de trabajos o de instalaciones; aplicación de sanciones; suspensiones de obra parciales; o total; trabajos extraordinarios o por administración; situaciones imprevistas o de emergencia.

CARACTERÍSTICAS DE UNA SITUACION DE DECISION.

- Un objetivo.- Se requiere tener el logro de un fin.
- Cursos de acción alternativos.- Son las diferentes formas o medios para obtener el fin. Se hace la selección de alternativas mediante diversos sistemas de selección de ellas.
- Factores importantes.- Económicos, técnicos, personales, sociales, políticos, que pueden ser igualmente importantes para las distintas alternativas.

Dentro de los factores hay que tomar en cuenta, además de los muy importantes antes mencionados, al humano, ya que toda decisión estará influenciada por el razonamiento, por las emociones, la problemática personal, así como la influencia de los roles.

El no tomar una decisión oportuna, es una decisión de no decidir.

FACTORES INTRAPERSONALES QUE IMPIDEN TOMAR BUENAS DECISIONES.

- Temer no tener la información adecuada, o no elegir la mejor línea de acción. (ya tomada la decisión, pensar que no fue la adecuada).
- Tomar la decisión de inmediato, sin haber analizado, como correspondía, sus consecuencias.
- Decidir por sí solo y prometerse asumir todas las consecuencias hasta la última instancia.
- Elegir la decisión que provocará menos dificultades interpersonales.
- Postergar la decisión.

TEORIAS O TECNICAS USUALES PARA LA TOMA DE DECISIONES.

- Teoría de la optimización.- Es mediante la determinación de los valores de los parámetros controlables, empleando la función criterio y las restricciones. Queda como resultado el valor extremo del concepto a optimizar.
- Teoría de probabilidades.- O de conclusiones inciertas, por asignar un valor numérico al grado de incertidumbre que pueda existir respecto a un evento particular.
- Teoría de la estadística.- Esta relacionada con datos u observaciones que ayudan a llegar a conclusiones racionales basándose en los datos recopilados. (Las teorías de probabilidades y de estadística están internamente ligadas. Dan lo que se llama índices de confiabilidad).
- Teoría de la decisión de la utilidad.- Proporciona un medio para la medición en una sola escala de diversidad de valores dimensionales, para la selección de estrategias para optimizar las probabilidades de obtener un valor máximo en la escala de utilidad-

En resumen, tomar una decisión implica alcanzar una meta u objetivo, para lo cual es necesario considerar un conjunto de soluciones posibles, un conjunto de factores importantes y, tal vez, alguna incertidumbre respecto a las posibles consecuencias de las diversas alternativas o soluciones.

CUALIDADES QUE DEBE TENER UN SUPERVISOR, DESDE EL PUNTO DE VISTA DE UN CONTRATISTA.

- 1.- Que el supervisor haya sido también contratista.
- 2.- Que sea exigente en cuanto a la calidad de los trabajos, pero no perfeccionista.
- 3.- Que tenga experiencia en la construcción de obras similares a las que está supervisando.
- 4.- Que sea diligente en el cumplimiento de sus labores, tanto de campo como de gabinete.
- 5.- Que esté adecuadamente remunerado, para que no tenga resentimientos contra el personal del contratista.
- 6.- Que sea honrado, pero no puritano.
- 7.- Que tenga el valor civil de aceptar que está equivocado, cuando sea el caso.
- 8.- Que conozca cuales son las funciones y objetivos de una supervisión.
- 9.- Que sea puntual.
- 10.- Que tenga sentido de responsabilidad.
- 11.- Que sea oportuno.
- 12.- Que tenga capacidad para evaluar y tomar decisiones.
- 13.- Que sea previsor.
- 14.- Que sea respetuoso.
- 15.- Que tenga iniciativa para resolver satisfactoriamente los problemas imprevistos y de emergencia que pudieran presentarse en la obra.
- 16.- Que tenga tacto o delicadeza para manejar las situaciones de controversia que se presenten.
- 17.- Que sea objetivo y justo en sus apreciaciones.

CONCLUSIONES.

Un BUEN Supervisor de obra conoce el proyecto, los programas los controles, es capaz de idear y diseñar procedimientos constructivos y es cumplido con sus responsabilidades.

Pero un Supervisor DESTACADO, conoce además el arte de la diplomacia.

Otra conclusión consiste en que debemos percatarnos de la necesidad de analizar o analizarnos como supervisores y CAPACITARSE para poder desempeñar profesionalmente y eficazmente esa importante función.

Reflexiones Generales.

Empléate a fondo en tu trabajo.

Preguntate si acaso tu trabajo sufre merma porque pasas demasiado tiempo en quejarte y demasiado poco en cumplir con las responsabilidades para las que se te llama y se te paga.

Si trabajas para un hombre, trabaja de veras por él.

Si es él quien paga tu salario, trabaja por él, habla bien de él, defiéndelo en su persona y en la institución que represente.

Si te ponen en aprietos, recuerda que un gramo de lealtad vale más que un kilo de inteligencia.

Si piensas en atacarlo, prefiere renunciar a tu posición; pero mientras formas parte de su organización, no lo condene.

Dá muestras en tu trabajo del mismo ardor e iniciativa que esperas de los que tengas o tuvieras que pagar sus salarios.

Lo que quieras que los demás hagan contigo, hazlo tú con ellos.



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

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION", ORGANIZADO EN COLABORACION
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA DEL 15 AL 19 DE OCTUBRE -
DE 1984.

S O L D A D U R A

Veracruz, Ver.

SOLDADURAS

I.- Procesos de soldadura.-

- a) MANUAL (Al arco eléctrico con electrodo recubierto).
- b) DE ARCO SUMERGIDO (Soldadura al arco eléctrico con electrodo sumergido).
- c) SEMIAUTOMÁTICA DE ELECTRODO TUBULAR FLEXIBLE (Soldadura al arco eléctrico y electrodo con núcleo de fundente).
- d) SEMIAUTOMÁTICA DE ARCO PROTEGIDO CON GAS.
- e) ELECTRO SLAG O ELECTROGAS.

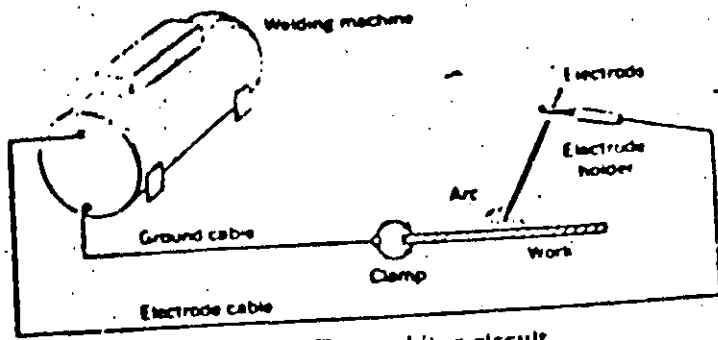


Fig. 14.1 The welding circuit.

1

Art. 14.2]

WELDING PROCESSES

485

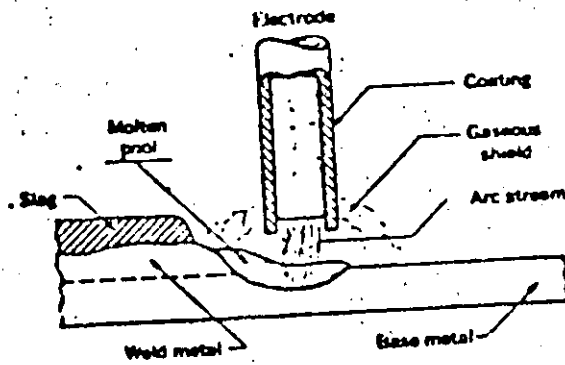


Fig. 14.3 Shielded arc-welding process.

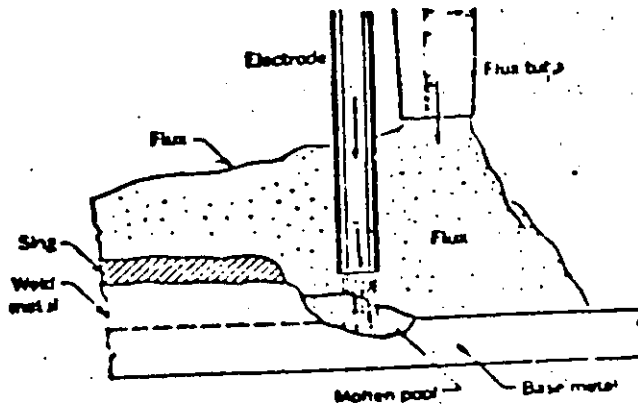


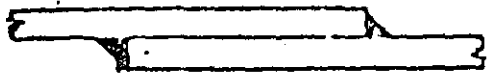
Fig. 14.6 Submerged arc-welding process.

II.- Tipos de Juntas .-

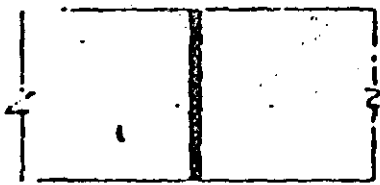
- a) A tope
- b) Traslapada
- c) Entera T
- d) De esquina
- e) De borde.

III.- Tipos de soldaduras

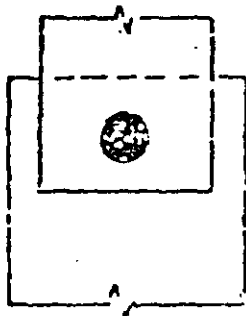
- a) Soldadura de filete.
- b) Soldadura de penetración.
 - b 1) Penetración completa.
 - b 2) Penetración incompleta.
- c) Soldadura de tapón.
- d) Soldadura de ranura.



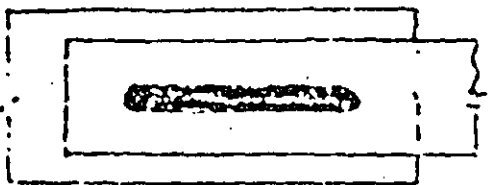
SOLDADURA DE FILETE



SOLDADURA DE PENETRACION

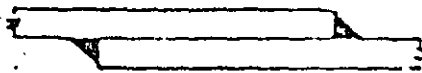


SOLDADURA DE TAPON



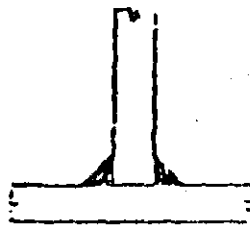
a1. SOLDADURAS DE FILETE

a. JUNTAS A TOPE



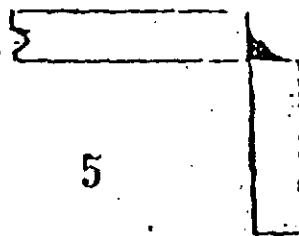
b1. SOLDADURAS DE FILETE

b. JUNTAS TRASLAPADAS



c1. SOLDADURAS DE FILETE

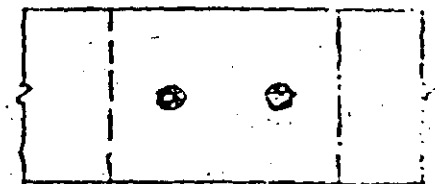
c. JUNTAS EN TE



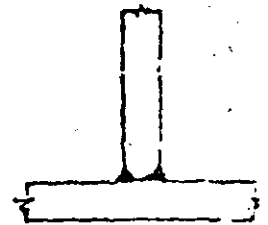
d1. SOLDADURA DE FILETE



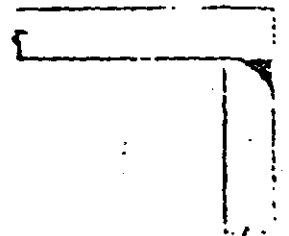
a2. SOLDADURAS DE PENETRACION



b2. SOLDADURAS DE TAPON



c2. SOLDADURAS DE PENETRACION



d2. SOLDADURA DE PENETRACION

IV.- Posiciones de las soldaduras

- a) Plana
- b) Horizontal
- c) Vertical
- d) Sobre cabeza.

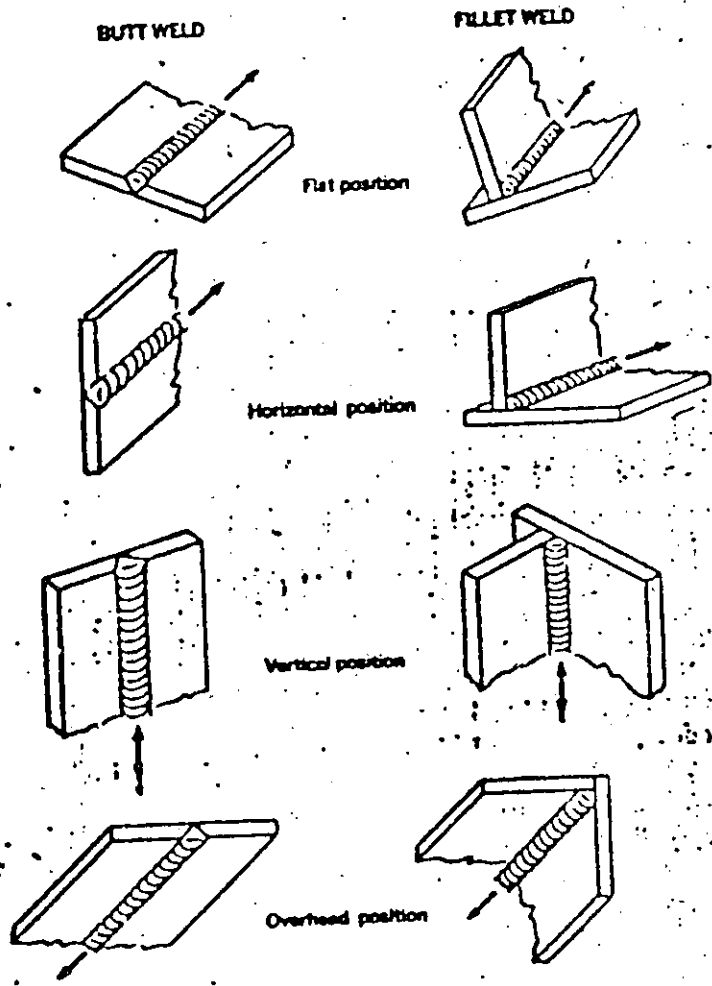
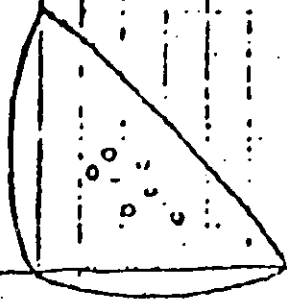


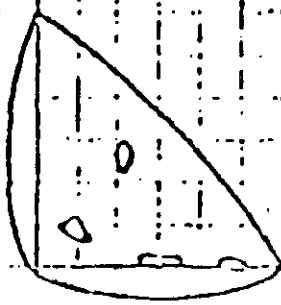
Fig. 14.11. Positions of welding for fillet and butt welds. (Courtesy of American Welding Society.)

V. SOLDADURAS DE FILETE

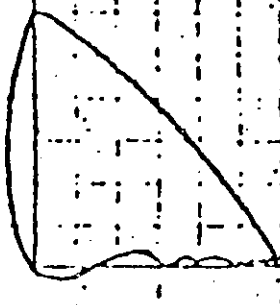
- a) secciones transversales
- a¹) características
- a²) secciones aceptables
- a³) secciones inaceptables
- b) defectos
- c) tamaño mínimo de filetes
- d) tamaño máximo de soldaduras de filete
- e) longitud de soldaduras de filete
- f) juntas traslapadas
- g) retorno en extremos de filetes
- h) filetes en agujeros y ranuras
- i) resistencia de soldaduras de filete



POROSIDAD



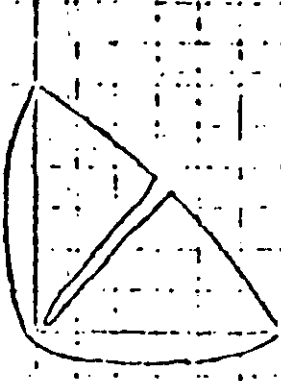
INCLUSIONES DE ESCORIA



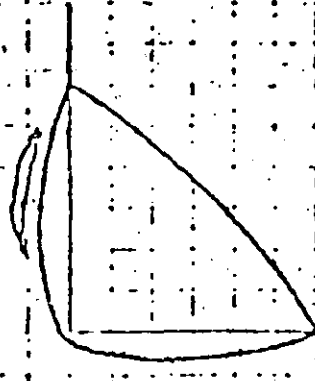
FUSIÓN INCOMPLETA



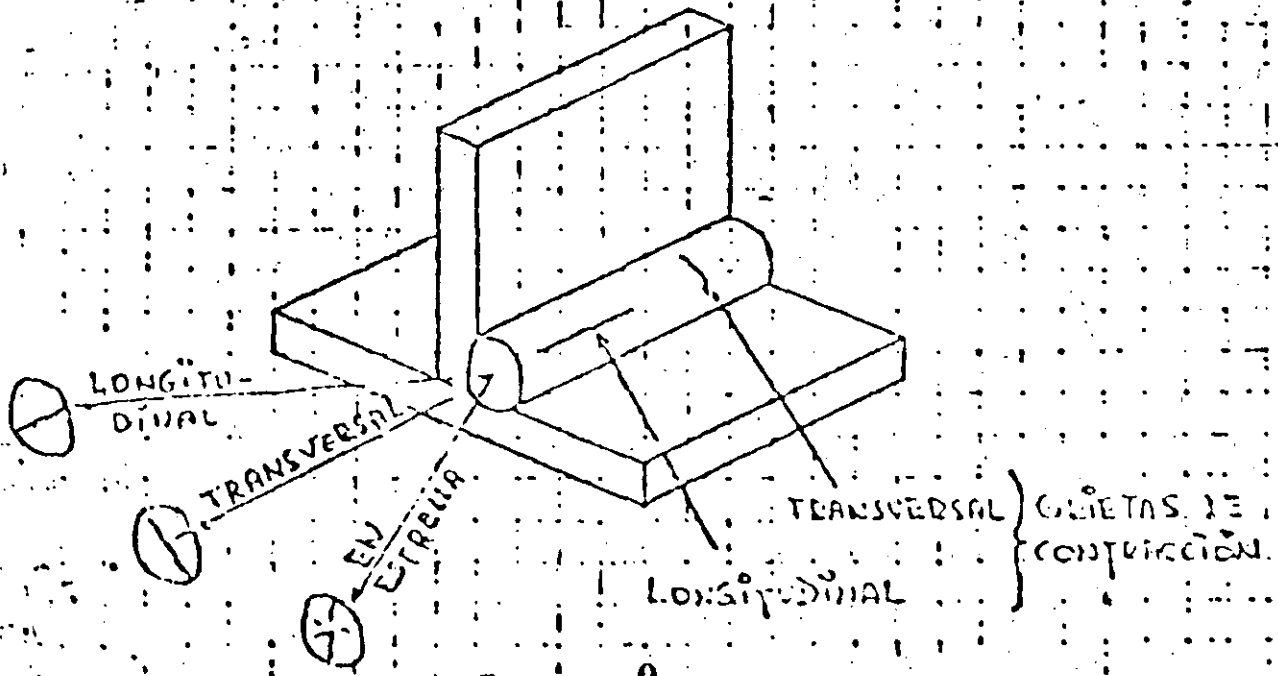
FALTA DE PENETRACIÓN



GRETA LONGITUDINAL



GRETA EN EL METAL BASE



VI.- Soldaduras de penetración

- a) Características generales.
- b) Secciones aceptables e inaceptables.
- c) Precalificación
- d) Soldaduras de penetración completa .
- e) Soldaduras de penetración incompleta.
- f) Tamaño mínimo en soldaduras de penetración parcial.
- g) Resistencia de soldaduras de penetración.

FIGURE 1

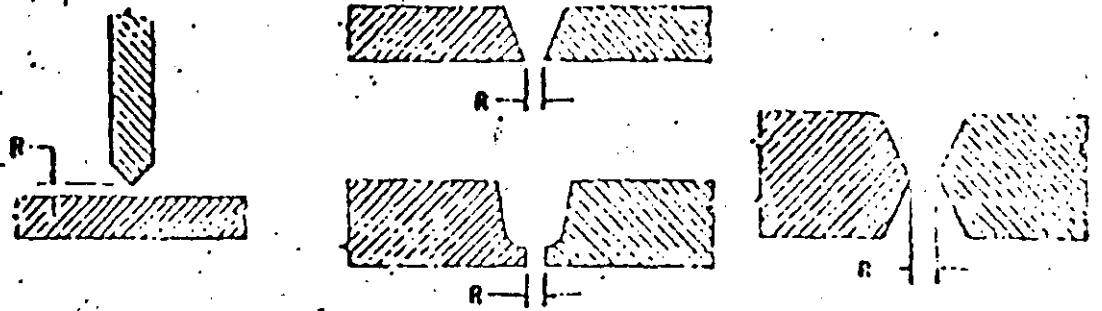


FIGURE 2

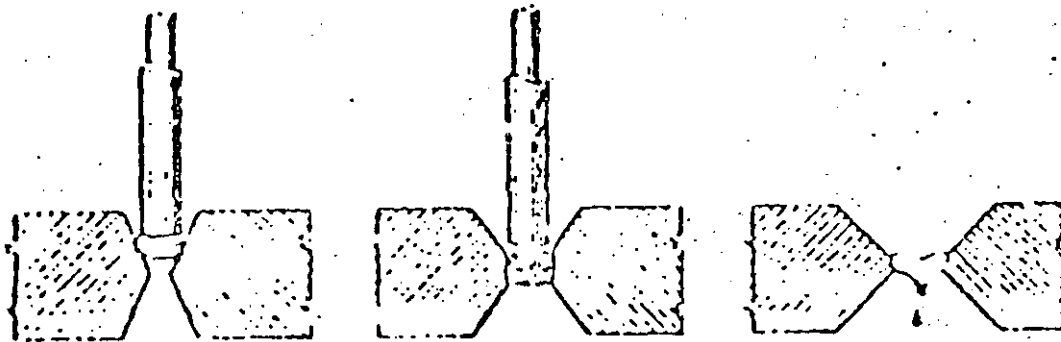
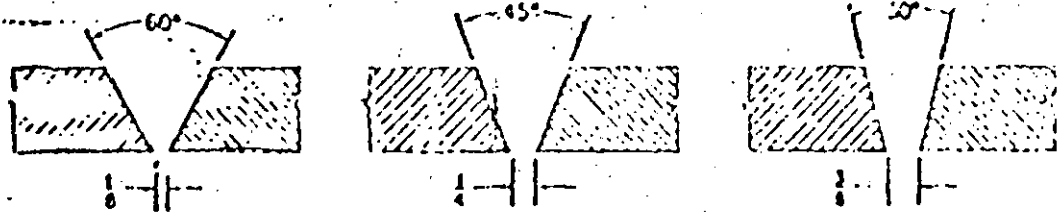
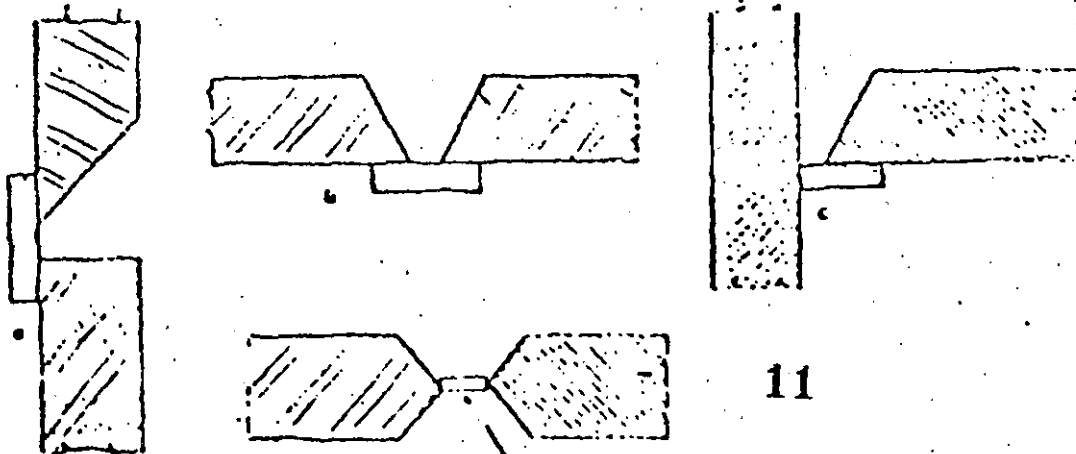


FIGURE 3



11

FIGURE 4

"Space" to Permit Wire Through, This Will Be
 Gap & not before Welding, Second Side

La distancia entre piezas que han de soldarse de filete, no será mayor de 5 m.m. AWS (3.3.1)

Las partes a soldarse a tope se alinearan sin un error mayor del 10% de la placa más delgada pero no mayor de 3 m.m. ; AWS (3.3.3)

VII.- Metal de aportación

- a) Características generales.
- b) Clasificación de los electrodos.
- c) Electrodos para soldadura manual al arco eléctrico.
 - c1) Nomenclatura
 - c 2) Papel del recubrimiento.
 - c 3) Tipos de electrodos
 - c 4) Uso de los electrodos .
- d) Electrodos para soldadura de arco sumergido.

Arc-Welding Consumables

Arc-welding consumables are the materials used during welding, such as electrodes, filler rods, fluxes, and externally applied shielding gases. With the exception of the gases, all of the commonly used consumables are covered by AWS specifications.

Twenty specifications in the AWS A5.x series prescribe the requirements for welding electrodes, rods, and fluxes. This section briefly reviews some of the important requirements of the A5.x series, with the intent of serving as a guide to the selection of the proper specification. When detailed information is required, the actual AWS specification should be consulted.

ELECTRODES, RODS, AND FLUXES

The first specification for mild steel covered electrodes, A5.1, was written in 1940. As the welding industry expanded and the number of types of electrodes for welding steel increased, it became necessary to devise a system of electrode classification to avoid confusion. The system used applies to both the mild steel A5.1 and the low-alloy steel A5.5 specifications.

Classifications of mild and low-alloy steel electrodes are based on an "E" prefix and a four or five-digit number. The first two digits (or three, in a five-digit number) indicate the minimum required tensile strength in thousands of pounds per square inch. For example, 60 = 60,000 psi, 70 = 70,000 psi, and 100 = 100,000 psi. The next to the last digit indicates the welding position in which the electrode is capable of making satisfactory welds: 1 = all positions — flat, horizontal, vertical, and overhead; 2 = flat and horizontal fillet welding (see Table 4-1). The last two digits indicate the type of current to be used and the type of covering on the electrode (see Table 4-2).

Originally a color identification system was developed by the National Electrical Manufacturers Association (NEMA) in conjunction with the American Welding Society to identify the electrode's classification. This was a system of color markings applied in a specific relationship on the electrode, as in Fig. 4-1(a). The colors and their significance are listed in Tables 4-3 and 4-4. The NEMA specification also included the choice of imprinting the classification number on the electrode, as in Fig. 4-1(b).

TABLE 4-1. AWS A5.1-69 and A5.5-69 Designations for Manual Electrodes

| | |
|---|--|
| a. The prefix "E" designates arc-welding electrode. | |
| b. The first two digits of four-digit numbers and the first three digits of five-digit numbers indicate minimum tensile strength: | |
| E60XX | 60,000 psi Minimum Tensile Strength |
| E70XX | 70,000 psi Minimum Tensile Strength |
| E110XX | 110,000 psi Minimum Tensile Strength |
| c. The next-to-last digit indicates position: | |
| EXX1X | All positions |
| EXX2X | Flat position and horizontal fillets |
| d. The suffix (Example: EXXXX-A1) indicates the approximate alloy in the weld deposit: | |
| -A1 | 0.5% Mo |
| -B1 | 0.5% Cr, 0.5% Mo |
| -B2 | 1.25% Cr, 0.5% Mo |
| -B3 | 2.25% Cr, 1% Mo |
| -B4 | 2% Cr, 0.5% Mo |
| -B5 | 0.5% Cr, 1% Mo |
| -C1 | 2.5% Ni |
| -C2 | 3.25% Ni |
| -C3 | 1% Ni, 0.35% Mo, 0.15% Cr |
| -D1 and D2 | 0.25-0.45% Mo, 1.75% Mn |
| -G | 0.5% min. Ni, 0.3% min. Cr, 0.2% min. Mo, 0.1% min. V, 1% min. Mn (only on element required) |

CINCO PUNTOS EN LOS QUE HAY QUE FIJAR LA ATENCION PARA ASEGURAR UNA BUENA CALIDAD DE LA SOLDADURA.

1) SELECCION DEL PROCESO DE UNA SOLDADURA.

- A) SOLDADURA DE OPERACION MANUAL
- B) SOLDADURA SEMI AUTOMATICA
- C) SOLDADURA AUTOMATICA

2) PREPARACION DE LAS JUNTAS.

3) ESTUDIO EN DETALLE DEL PROCEDIMIENTO.

- A) IDENTIFICACION DE LA JUNTA
- B) DETALLES Y TOLERANCIA DE LA JUNTA
- C) IDENTIFICACION DEL PROCEDIMIENTO
- D) TIPO Y TAMAÑO DEL ELECTRODO
- E) TIPO DE FUNDENTE (CUANDO SE REQUIERE)
- F) CORRIENTE Y VOLTAJE
- G) PRECALENTAMIENTO
- H) SECUENCIA DE PASES
- I) COMENTARIOS O INDICACIONES ADICIONALES

4) PERSONAL (CALIFICACION Y SELECCION)

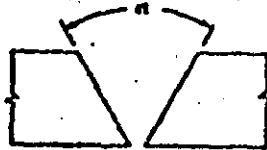
5) PRUEBAS PREVIAS.

LISTA DE DETALLES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE UNA SOLDADURA.

| | | | |
|-----------------------------------|---|---|---|
| REVISION ANTES DE LA SOLDADURA: | ● | ○ | ○ |
| REVISION DURANTE LA SOLDADURA: | ○ | ○ | ○ |
| REVISION DESPUES DE LA SOLDADURA: | ○ | ○ | ○ |

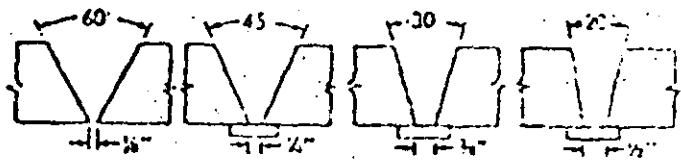
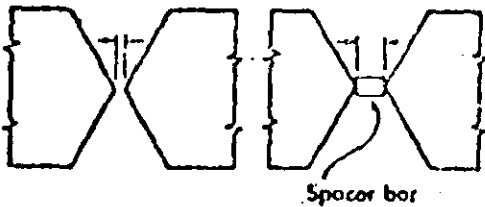
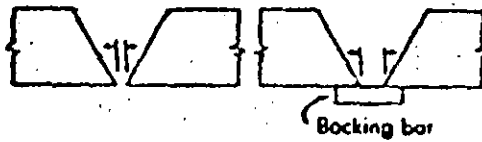
1) ANGLLO DE LA PREPARACION

● ○ ○



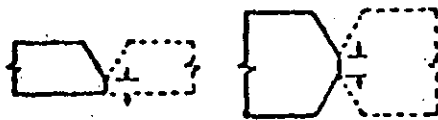
2) ABERTURA DE LA RAIZ.

● ○ ○



3) PERFIL DE LA RAIZ.

● ○ ○



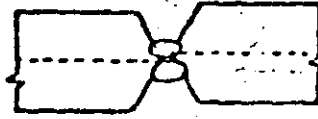
16



(a) Too small root face; burn-through (b) Too large root face; lack of penetration (c) Proper root face; proper penetration

4) ALINEAMIENTO DE LAS PLACAS

• • •



5) LIMPIEZA DE LA JUNTA

• • •

6) TIPO Y TAMAÑO DE ELECTRODO

• • •

7) INTENSIDAD Y POLARIDAD DE LA CORRIENTE

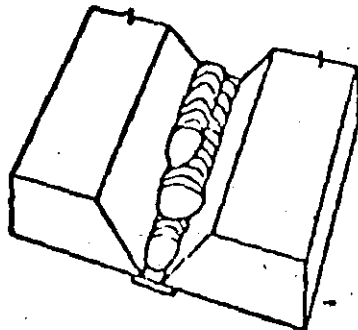
• • •

8) PUNTOS DE SOLDADURA.

• • •

9) FUSIÓN ADECUADA

• • •



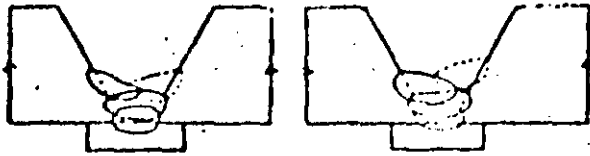
17

10) PRECALENTAMIENTO

II) SECUENCIA ADECUADA DE PASES

070

0 4 0

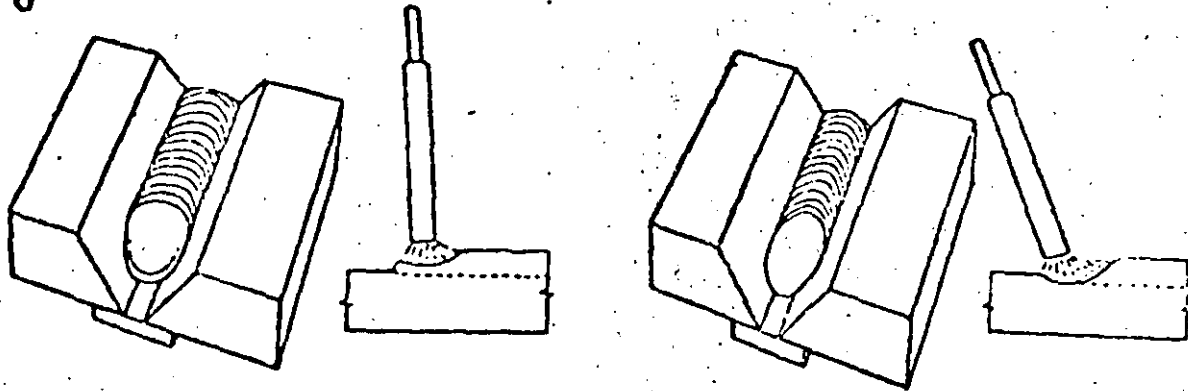


(a) No problem for next pass to fuse properly into side of joint and weld

(b) Not enough room left between side of joint and last pass, will not fuse properly, may trap slag

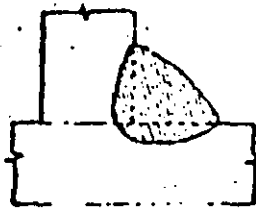
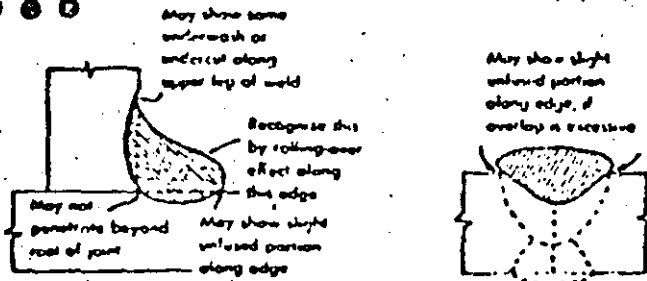
12) VELOCIDAD CORRECTA DE MOVIMIENTO DEL ELECTRODO

0 0 0



13) AUSENCIA DE SOLAPADURAS (OVERLAP)

0 0 0



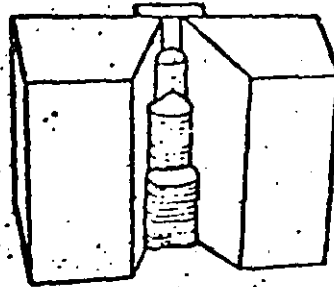
No overlap



No overlap

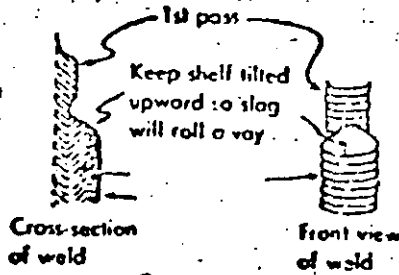
14) INCLINACION DEL CRATER EN SOLDADURAS VERTICALES

071



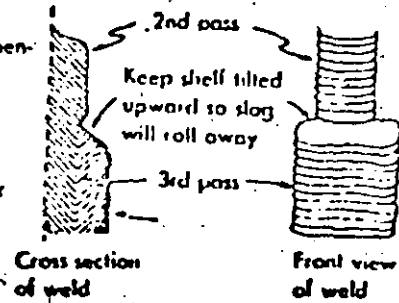
Spent enough time at middle of weld so extra weld metal here will keep shell tilted upward

Weaving technique

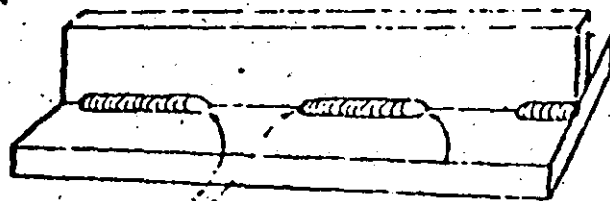
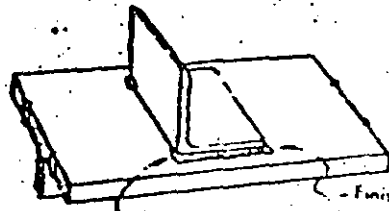


Hold rod momentarily at sides; will build up weld to full size and will provide proper weld shape

Weaving technique



15) RELLENO DE CRATERES

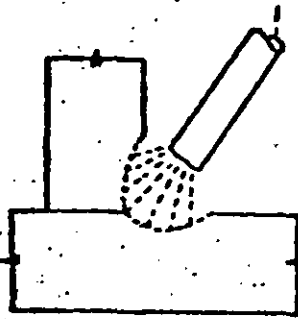


Notch effect of crater is no worse than that of start of weld

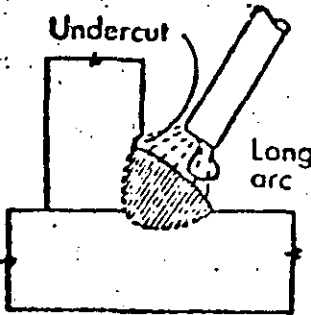
Building crater at end will reduce its notch effect at end of weld



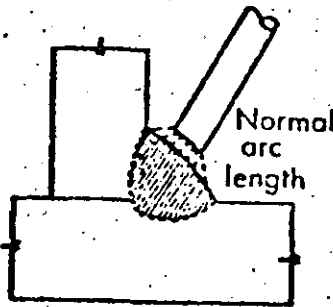
(a)



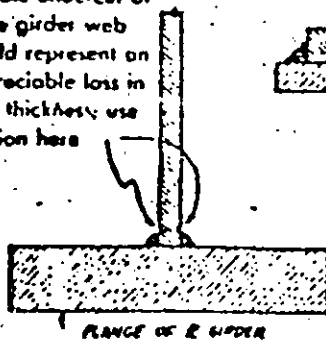
(b)



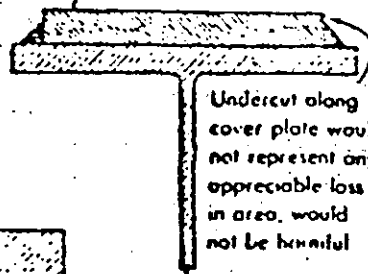
(c)



Double undercut of plate girder web would represent an appreciable loss in web thickness; use caution here



Cover E of rolled beam

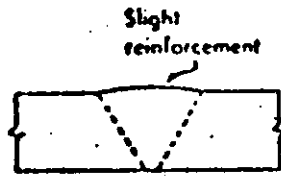


Undercut along cover plate would not represent any appreciable loss in area, would not be harmful

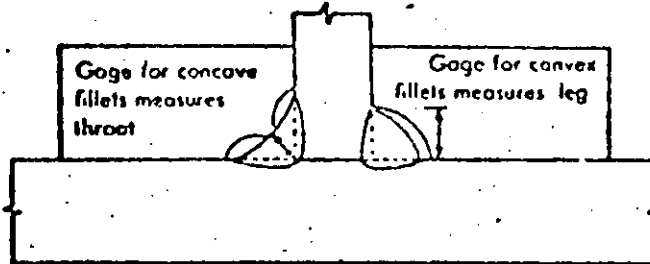
17) REFUERZO ADECUADO EN SOLDADURAS A TOPE



073



18) TAMAÑO CORRECTO DE SOLDADURAS DE FILETE.



19) AUSENCIA DE GRIETAS





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

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION", ORGANIZADO EN COLABORACION
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA, DEL 15 AL 19 DE OCTUBRE
DE 1984.

C I M E T A C I O N E S

Veracruz, Ver.

INDICE

| | | |
|----|---|----|
| 1. | INTRODUCCION | 3 |
| 2. | ANALISIS | 6 |
| 3. | PROBLEMAS DE LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS | 13 |
| 4. | COMENTARIOS GENERALES | 16 |

1. INTRODUCCION

Una cimentación es aquella parte de una estructura que está en con tacto con el suelo, transmitiendo sus cargas.

Las cimentaciones pueden dividirse en dos grandes grupos:

Cimentaciones superficiales

- zapatas aisladas
- zapatas corridas
- retícula de zapatas
- losas
- cajones superficiales

Cimentaciones profundas

- cajones profundos
- pilotes { fricción
 punta
- pilas
- cajones + pilotes (mixta)
- cilindros

Sin embargo pueden encontrarse cimentaciones especiales no clasifi ca da s aquí, que a final de cuentas encuadrarían en alguna de ellas, i.e. los pilotes de control, entrelazados, etc.

La selección del tipo de cimentación obedece esencialmente a la ca pa ci da d de carga y a la deformabilidad del suelo, bajo las cargas impuestas. Interviene también la geometría de la estructura y el valor de las cargas que bajan a cimentación.

Ejemplifiquemos, para ver la secuencia de selección, el caso de que se tuviera una estructura ligera, con claros pequeños y locali za da en alguna zona de alta compresibilidad y baja resistencia; probablemente pudiera cimentarse con zapatas aisladas, quizá liga da s con trabes entre éstas.

En caso de que no pasara por hundimientos (dominan el diseño en es te ca so) debería pensarse en aumentar el área de contacto para di s

minuir la presión, pasando a una solución de zapatas corridas, a una retícula de zapatas o bien a una losa de cimentación.

En caso de que la losa fuera insuficiente, esperándose aún hundimientos intolerables, tendría que pensarse en una cimentación parcialmente compensada (cajón de cimentación) o totalmente compensada. El pensar en esta solución implicaría aumento de carga por el peso del propio cajón.

A medida que el proyecto aumente sus cargas o sus claros podría llegar a pensarse en la necesidad de pilotes (de fricción o punta) o pilas.

Ahora bien si el suelo fuera más consistente y menos compresible (arcillas duras), más compacto (arenas compactas) o sumamente resistente y poco compresible (tepetates o roca) podría ser suficiente con una cimentación superficial a base de zapatas, corridas o aisladas.

Ustedes como constructores saben que otro aspecto importante es la economía, desde el punto de vista pesos y desde el punto de vista tiempo. Este aspecto, en algunos casos, implica escoger un tipo de cimentación específico, claro cumpliendo con lo ya mencionado de capacidad de carga y deformabilidad.

Entonces definido un proyecto podrá uno de antemano imaginarse algún tipo de cimentación, suponiendo ciertas características estratigráficas del subsuelo.

Por ejemplo me ha tocado trabajar con algunos estructuristas que de antemano se inclinan por algún tipo de cimentación para un proyecto dado.

Enseguida, después de la definición del proyecto, habrá que programar una serie de trabajos de campo encaminados a determinar las características del suelo (de resistencia y compresibilidad) en el sitio de estudio. Si se trata de un sitio dentro de la zona urbana del Distrito Federal se podrían auxiliar con alguna referencia (1), (2) y (3), incluso si el sitio quedara dentro de la zona urbana de alguna de las principales ciudades del interior de la República podría recurrirse a publicaciones de la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos para imaginar el tipo de suelo que podríamos encontrar. En caso de no tener ninguna información será preciso visitar el sitio y tratar de imaginar, geológicamente, la formación de éste.

Bajo las bases anteriores habrían de proponerse cuando menos dos sondeos, uno de tipo exploratorio y otro mixto. El exploratorio será para determinar la estratigrafía del sitio y el mixto para extraer muestras de los estratos representativos cuyo comportamiento nos interese conocer.

El número de sondeos y profundidad de exploración será función de la importancia de la obra, en cuanto a trasmisión de esfuerzos y en cuanto a inversión.

Determinadas las características estratigráficas y los índices de la exploración podremos determinar si se trata de un problema de capacidad de carga o de hundimientos.

-
- (1) El Subsuelo de la Ciudad de México
 - (2) Va. Reunión Nacional de Mecánica de Suelos
 - (3) Publicación nueva de la Ciudad de México.

Definido el problema habrán de programarse pruebas de laboratorio para cuantificar los parámetros de resistencia y/o deformabilidad.

Una vez definidos los parámetros anteriores se entrará de lleno al análisis revisando desde una cimentación a base de zapatas aisladas hasta la más complicada que podamos imaginarnos. Se recomienda resolver las cimentaciones de la manera más sencilla y económica posible. Un índice económico es que si una solución de cimentación propuesta representa entre el 10 y 12% del costo total del proyecto es adecuada, desde el punto de vista económico (no olvidemos que habrá de revisarse que su comportamiento sea adecuado también).

2. ANALISIS

2.1 Capacidad de carga

a) Cimentaciones superficiales

Para el cálculo de la capacidad de carga de cimentaciones superficiales se utiliza generalmente la expresión de Terzaghi:

$$q_a = \frac{c N_c}{F S} + \gamma D_f N_q + 1/2 \gamma B N_\gamma$$

En el caso de que se trate de un suelo exclusivamente cohesivo se utiliza la expresión de Skempton:

$$q_a = \frac{c N_c}{F S} + \gamma D_f$$

Para ambos casos las literales significan los mismo:

- q_a = presión de contacto admisible
 c = cohesión media de los materiales afectados por la posible superficie de falla
 N_c, N_q y N_γ = parámetros de capacidad de carga, función del ángulo de fricción interna (ϕ), ver figuras 1 y 2
 γ = peso volumétrico del material que se desplazaría en el caso de la falla (el asociado al D_f sería el valor correspondiente al material ubicado arriba de la profundidad de desplante y el asociado a B, el del material afectado por abajo del cimiento).
 D_f = profundidad de desplante
 B = ancho del cimiento
 FS = factor de seguridad

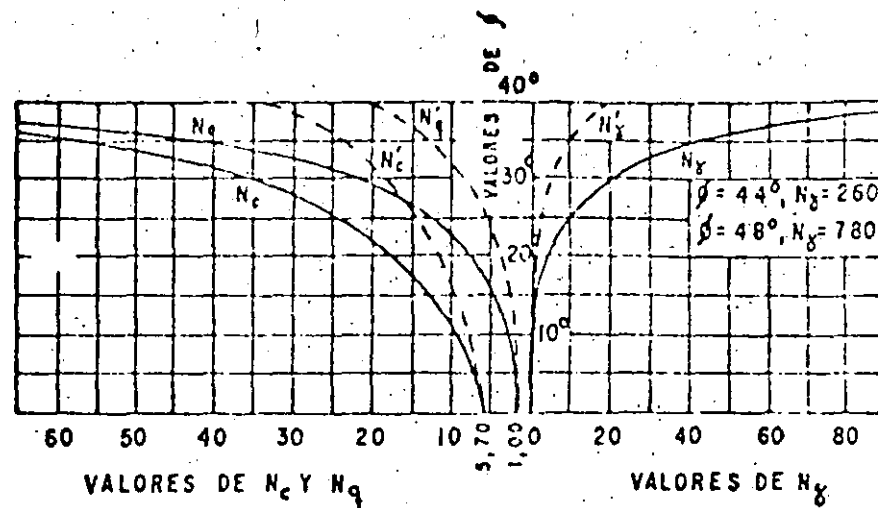


Figura 1

Parámetros de capacidad de carga para la teoría de Terzaghi.

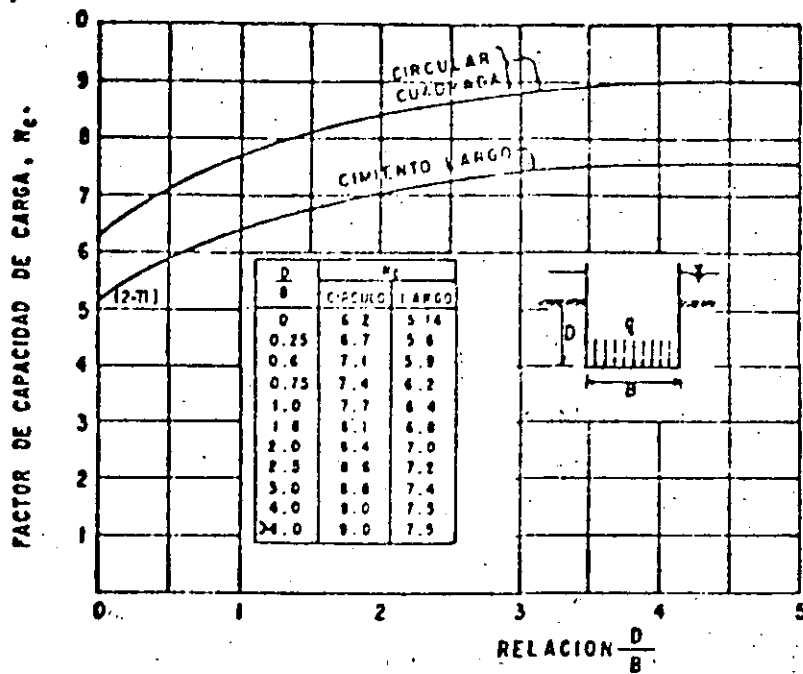


Figura 2

Parámetros de capacidad de carga para la Teoría de Skempton

Deberá procederse con criterio al determinar todos y cada uno de los factores que intervienen en las expresiones mencionadas.

b) Cimentaciones profundas

La capacidad de carga para cajones profundos se determina en forma semejante a la ya discutida para cajones superficiales.

En el caso de pilotes, pilas y cilindros que trabajen por punta la capacidad de carga se determina con la expresión de Meyerhof:

$$q_a = \frac{c N_c + \gamma D_f N_q}{F S}$$

Todas las literales tienen el mismo significado que el anteriormente descrito. Los parámetros de capacidad de carga deberán obtenerse ahora de la figura 3.

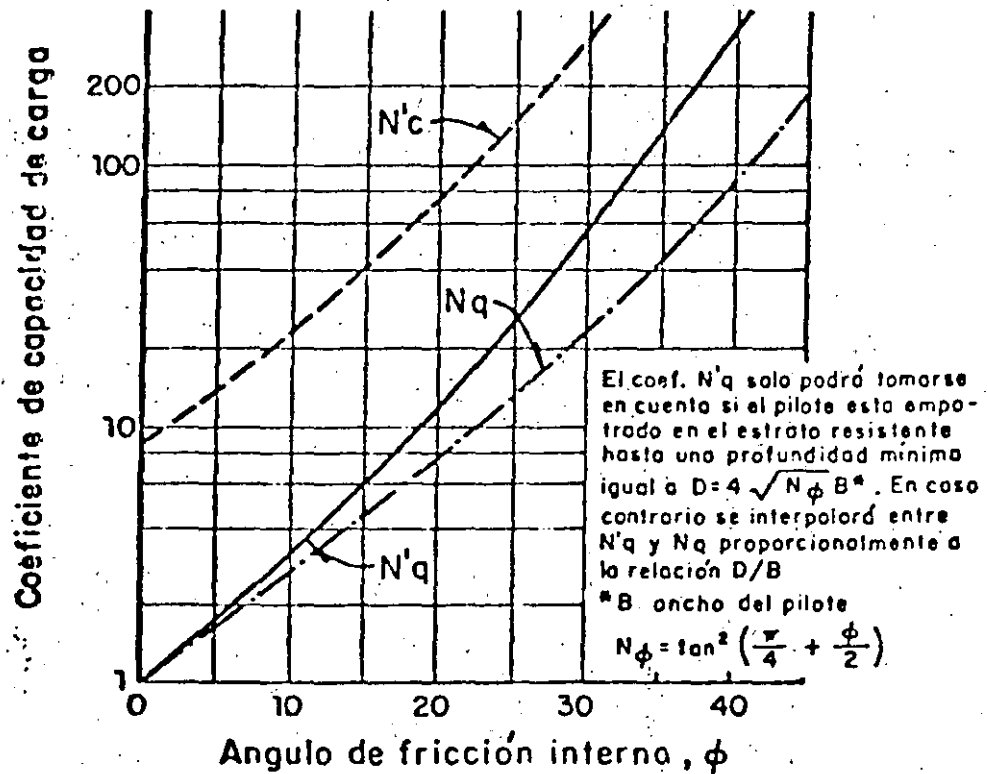


Figura 3

Parámetros de capacidad de carga para la Teoría de Meyerhof

Debe notarse que el valor de Nq es función del empotramiento efectivo en el manto resistente de apoyo. Podrá suponerse un empotramiento total si se penetra D dentro del manto de apoyo:

$$D = 4 \sqrt{N_\phi} B \quad y$$

$$N_\phi = \tan^2 (45 + \phi/2)$$

En caso de no lograr empotramiento total podrá interpolarse entre los valores máximo y mínimo, proporcionalmente a la relación D/B.

Para el caso de pilotes de fricción embebidos en arcilla la capacidad de carga se obtendrá con la siguiente expresión:

$$Q_f = \text{perím} \times \text{long} \times \text{cohesión}$$

Para el caso de pilotes de fricción embebidos en arena la capacidad de carga se obtendrá con la siguiente expresión:

$$Q_f = \frac{1}{2} K_o \gamma H \tan \delta A_f \quad (\text{carga directa})$$

donde:

K_o = coeficiente de empuje en reposo

γH = presión efectiva en la punta del pilote

δ = $2/3 \phi$ (ϕ = ángulo de fricción interna)

A_f = área del fuste del pilote

En el caso de pilotes o pilas apoyadas de punta embebidos en materiales cohesivos donde exista el fenómeno de consolidación regional habrá de considerarse, en disminución de la capacidad por punta, la capacidad por fricción.

2.2 Hundimientos

El problema del cálculo de hundimientos es un poco más complejo que el de capacidad de carga porque intervienen factores

a determinar como la distribución de esfuerzos* bajo el área de cimentación (debidos a la presión de contacto recomendada) y los tiempos para diferentes porcentajes de consolidación (que en un momento dado pudieran interesarnos).

Suponiendo que se tiene una masa de suelo saturado como la que se muestra en la figura 4,

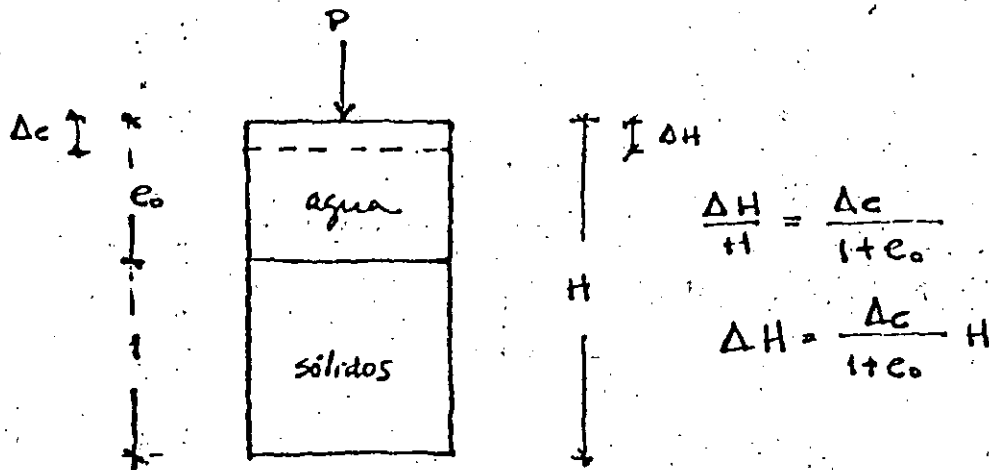


Figura 4

Croquis representativo de la masa del suelo

* La distribución de esfuerzos puede obtenerse con la teoría de Boussinesq. Para obtener valores prácticos de dicha distribución VS la profundidad podrán suponerse las siguientes reglas prácticas para el caso del cálculo bajo el centro de áreas uniformemente cargadas:

- áreas pequeñas (zapatas): distribución a 45°
- áreas grandes (cajones o losas): distribución a 30°
- áreas muy grandes (cajones o losas de más de $25 \times 25\text{m}$): distribución vertical

al aplicarle la carga P ($\sigma = P/A$) reducirá su volumen (se consolidará) exclusivamente por expulsión de agua y en la dirección vertical.

El decremento en la relación de vacíos (Δe) puede obtenerse fácilmente de la curva de compresibilidad correspondiente al estrato por consolidarse, considerando el incremento de esfuerzo a la profundidad media de dicho estrato (ver figuras 5a y b).

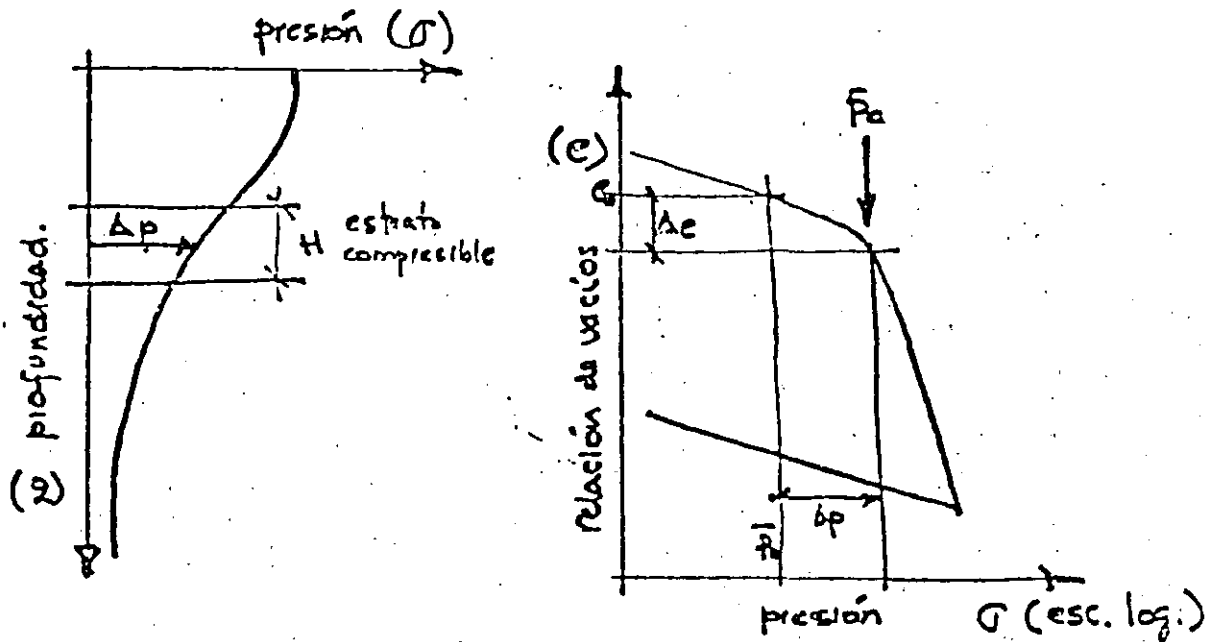


Figura 5

a) Distribución de esfuerzos b) Curva de compresibilidad

El asentamiento total final será igual a la suma de los asentamientos de todos y cada uno de los estratos compresibles afectados.

En todos los casos habrá de definirse una distribución de presiones bajo cada punto que nos interese conocer los hundimientos.

El incremento de presión (Δp) habrá de aplicarse a partir del P_0 (presión efectiva inicial a la profundidad media del estrato de interés).

Para el caso de cimentaciones superficiales deberá considerarse la distribución de esfuerzos desde el nivel de contacto cimentación-suelo, para el caso de pilotes de fricción* desde dos terceras partes de su longitud hasta los materiales incompresibles y para cimentaciones de punta no habrá hundimientos. En éste último caso, debido al hundimiento regional de la Ciudad de México, se presentarán emersiones. Dichas emersiones podrán estimarse según datos de emersiones de edificaciones cercanas al proyecto en cuestión y son función de la intensidad del bombeo en la zona.

Es de primordial importancia estimar los hundimientos y emersiones lo más acertadamente posible (problema del mecanicista de suelos) con objeto de prever los daños que puedan causarse a vecinos.

3. PROBLEMAS DE LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

A menudo se requieren excavaciones que colindan con el vecino, teniendo que proteger o recibir su cimentación superficial. Para este caso podrá excavarse por partes dejando, a manera de contrafuertes, bloques que impidan una falla de talud. En los tramos abier-

* Solución aproximada propuesta por Peck., considerando un número de pilotes igual a los necesarios para equilibrar la carga del edificio.

tos se hará el recibimiento de dicha cimentación a base de muretes desplantados 0.5m por abajo del nivel de máxima excavación, troqueando contra el cuerpo ya construido del edificio en proceso; posteriormente se atacarán los tramos restantes completando el recibimiento y construyendo el cajón a la brevedad posible. Para esto habrá que revisar el diseño de los muros perimetrales del cajón para que sean capaces de resistir los empujes a los que estarán sujetos. Dichos empujes serán igual a la distribución de presiones totales, considerando sobrecargas laterales, afectadas por un coeficiente de empuje cercano al activo (0.45 aproximadamente). Para el caso de colindancia con cajones profundos o cimentaciones pilotadas o sobre pilas podrá excavarse prácticamente a plomo, sin trabajos adicionales si la excavación no permanecerá abierta más de 15 días. En caso contrario (que se espere estar abierta más de 15 días) deberán hacerse también trabajos de recibimiento y/o protección contra intemperismo o flujo de agua. En ningún caso podrá excavarse por abajo del nivel de desplante de una cimentación superficial si no se contemplan bermas con ancho de corona amplias y taludes mínimos 1:1.

En caso de no haber sobrecargas laterales o vecinas podrá excavarse con talud vertical hasta una altura máxima H_p :

$$H_p = \frac{2c}{\gamma}$$

dónde H_p es la altura de corte permisible y las otras literales tienen el significado manejado anteriormente.

Para un material blando, como la arcilla típica del valle de México, puede esperarse 1.5 ton/m² para el valor de la cohesión (c) y 1.25 ton/m³ para su peso volumétrico (γ) por lo que H_p , para una excavación con corte vertical, no podrá ser mayor que 2.5m.

Otro problema, durante las excavaciones, es el abatimiento del nivel freático. Para el caso de los materiales arcillosos, dada su baja permeabilidad, las aportaciones de agua hacia la excavación son relativamente pequeñas por lo que puede manejarse el agua con un sistema de drenes, rellenos de grava, que descarguen a un cárcamo único de bombeo. En caso de que el área de excavación sea grande o las aportaciones de agua más importantes podrán utilizarse dos o más cárcamos de bombeo.

El área total o de una etapa de excavación queda definida o limitada generalmente por las expansiones que puedan presentarse durante dicha excavación. Estas expansiones se estiman considerando al suelo como elástico, a corto plazo. Este hecho redundará en la necesidad de atacar la excavación por etapas.

Para el caso de excavaciones en materiales muy permeables (arenas o gravas limpias e incluso con algo de finos) deberá determinarse el coeficiente de permeabilidad a través de pruebas in-situ para estimar las necesidades de bombeo y poder diseñar el sistema para lograr el abatimiento necesario.

Al excavar en materiales impermeables o de baja permeabilidad y abatir el nivel freático puede crearse un fuerte desequilibrio de presiones pudiendo ocasionar una falla de fondo por subpresión; sobre todo si existe, cerca del fondo de la excavación (por abajo), un manto arenoso que mantenga sus presiones piezométricas altas. El análisis se hace comparando el valor de la presión, equivalente al peso propio del suelo, al nivel del estrato arenoso contra su carga piezométrica; si la relación resulta menor que la unidad existirán posibilidades de falla.

Otro tipo de falla de fondo es cuando en una excavación se alcanza una profundidad tal que se iguala o sobrepasa la resistencia por cohesión a lo largo de una superficie potencial de falla. Esta se revisa con la siguiente expresión:

$$F.S. = \frac{c N_c}{\gamma D_f + q}$$

Todos los valores ya se discutieron anteriormente con excepción de q que representa cualquier sobrecarga (ver figura 6).

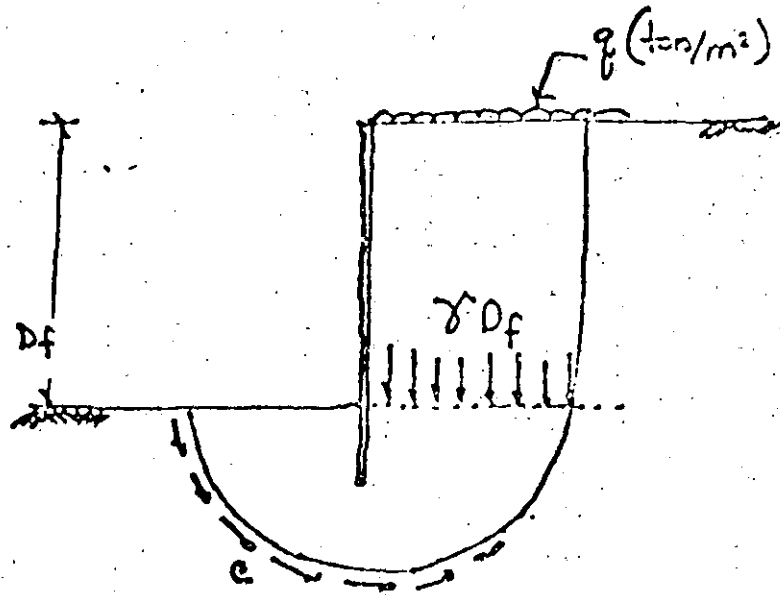


Figura 6

Mecanismo para la falla de fondo.

4. COMENTARIOS GENERALES

Otros problemas que se presentan a menudo son los de hincado de pilotes o los de colado in-situ de pilas. En todos los casos deberán pedirse especificaciones precisas para la hincado de pilotes de fricción o de punta como posición, longitud, armado, pendientes permissi

bles, necesidades de perforación previa, características para la perforación previa, y características de rechazo en caso de pilotes de punta. Deberán preverse claramente los problemas de atoramiento para en su caso efectuar perforaciones previas, además con lodo, con ademe metálico, en seco, etc.

Existen algunas condiciones especiales en las que habrá que proceder con mucha cautela; por ejemplo donde se encuentren transiciones bruscas de material (de material compresible a no compresible), cuando se tenga un vecino cimentado a base de zapatas superficiales muy pegadas a nuestro proyecto, cuando quedemos de vecinos con alguna estructura apoyada por punta, etc.



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

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION", ORGANIZADO EN COLABORACION
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA, DEL 15 AL 19 DE OCTUBRE
DE 1984.

CONTROL DE CALIDAD

Veracruz, Ver.

11. CONTROL
DE
CALIDAD

Ing. Alfonso Rico Rodríguez

CONTROL DE CALIDAD.

I.- INTRODUCCION

Evidentemente, las normas más acuciosas de proyecto y de construcción - más ambiciosa y costosa no bastan para garantizar la existencia de una obra - de ingeniería útil, económica y duradera. Entre el proyecto y la obra o entre la construcción y la obra existen todo un conjunto de pasos y criterios - que será preciso garantizar para llegar a un buen resultado. Un criterio simplista podría expresar este nexo como la simple necesidad de hacer las cosas "bien", pero, naturalmente, esto no basta. Un conjunto de cosas bien hechas, cada una bien concebida individualmente y bien ejecutada puede llevar a un proceso inconveniente.

Una vía terrestre exitosa es un balance de un número muy grande de acciones previas. No basta que cada una esté "bien hecha" para garantizar el conjunto; por el contrario, en muchos casos el éxito sonríe a procesos en que positivamente se han descuidado muchos eslabones, pero se han cuidado otros en que residía lo esencial. La concatenación de los eslabones es lo que ha de ser comprendido a fondo; en el conocimiento realista de lo que cada uno representa e influye parece descansar la base del éxito del control.

Controlar idealmente cada paso conduce a un perfeccionismo rígido, incompatible con las realidades de la construcción pesada. Definir los puntos vitales y ejercer en ellos una vigilancia razonable y científica, ese parece -- ser el secreto de un control exitoso.

El grado de perfección o cuidado con que se ejecute cada acción podrá y deberá ser diferente; en algunas, casi se admitirá el descuido o la improvisación, con tal de obtener en otras la plena garantía de una calidad que conduzca a la del conjunto.

El control de calidad de las obras de ingeniería se ha convertido hoy en una compleja ciencia; no cabe duda que constituye, por sí un nuevo campo con su propia metodología y con criterios específicos y privativos. Como tal, cae definitivamente fuera de los alcances de esta obra. Pero a la vez, en el caso concreto de las vías terrestres, la mecánica de suelos aplicada interviene como disciplina de apoyo, en forma muy relevante. Puesto que los procesos que han de controlarse están regidos muy principalmente por la mecánica de suelos, ella ha de proporcionar los criterios para distinguir lo substancial de lo accesorio, las pruebas de campo o de laboratorio en que se fundamenten los juicios del control y los límites y tolerancias en que las diferentes acciones del constructor han de mantenerse.

Ocurre a veces que muchos ingenieros, incluso con alta responsabilidad, están poco dispuestos a comprender el papel fundamental de las ciencias geotécnicas en el proyecto, la construcción y la conservación de las vías terrestres; como consecuencia, se limita su intervención o los alcances de sus mandatos, en favor de una supuesta (nunca real) ganancia en costo o en expeditividad de ejecución. Podría bastar, sin embargo, a esos escépticos el meditar

sobre la composición de lo que actualmente se considera en todas partes que - debe ser un laboratorio para control de calidad de obra, en este campo. Se - verá entonces que ese laboratorio es básicamente (y aún en los detalles) un - laboratorio de mecánica de suelos y mecánica de rocas (esta última no figura - tanto aún en muchas partes, en lo que sin duda es una grave limitación de las - unidades de control, debido a la falta de asimilación oportuna de un campo re - lativamente nuevo y en muy rápida expansión). Esto equivale al reconocimien - to explícito de que en esas disciplinas descansa lo esencial para garantizar - el éxito o el fracaso de este tipo de obras.

Un aspecto importante en la planeación de un buen programa de control es la definición previa del nivel de calidad requerido en la construcción. En su planteamiento más simple este nivel puede definirse formulando tres pregun - tas fundamentales.

- Qué se desea
- Como puede ordenarse y programarse la actividad que conduzca al logro - de tal deseo.
- Como determinar que se ha alcanzado lo que se deseaba.

En efecto, es una afirmación difícilmente discutible el que las grandes - instituciones de proyecto y construcción tienen normas de control uniformes - para todas sus obras, cuando la lógica y la búsqueda de lo esencial, de que - antes se habló, aconsejan evidentemente establecer normas de control y metas - por conseguir diferentes para las distintas obras, diversas en sus caracterís - ticas, riesgos e importancia.

Las tres cuestiones anteriores están interrelacionadas. En esencia, lo - que se necesita podría en principio ser fijado en un "sistema cerrado", en el - cual el proyecto especificaría los requerimientos a conseguir y los resulta - dos finales conseguidos podrían solamente servir como norma de experiencia pa - ra futuros proyectos. Esta línea de acción es claramente ineficiente, desa - provecha muchas posibilidades de superación y expone a las obras importantes a quedar con defectos de difícil o imposible corrección. En rigor se necesi - ta un sistema de acción susceptible de ser retroalimentado de manera que los - requerimientos estén continuamente interaccionados con los logros parciales - esté, a su vez, retroalimentado por el conjunto de necesidades o requerimien - tos. Paralelamente, los requerimientos de la obra deben poder ser constante - mente revisados a la luz de los logros parciales que se vayan viendo posibles.

Por otra parte las dos primeras cuestiones mencionadas anteriormente tie - nen que ver con la filosofía del proyecto y con la de la contratación. Al - formular la filosofía del proyecto el ingeniero debe entender que la construc - ción no puede clasificarse simplemente en buena o mala, rechazable o acepta - ble; habrá siempre toda una graduación posible a partir de las condiciones óp - timas y deberán considerarse posibilidades de variación dentro del propio di - seño, en relación a materiales y a técnicas constructivas, así como toleran - cias en prácticamente todas las actividades. Estas tolerancias deben estar - claramente especificadas en los documentos de contratación. Sólo dentro de -

este marco flexible podrán definirse realísta^mente las aspiraciones y requerimientos del ingeniero.

La tercera cuestión de las señaladas exige un sistema de inspección, - - muestreo y pruebas que permita analizar las realidades de la construcción, - así como las tendencias y oscilaciones de los trabajos. El hacer este programa tiene cuatro requerimientos básicos. En primer lugar, deberá fundarse en pruebas de significación relevante desde el punto de vista técnico, pues sólo éstas darán indicaciones apropiadas sobre el estado real del trabajo. En tercer lugar, deberá satisfacerse una vez más la condición de que el sistema de inspección se refiera a los aspectos fundamentales del comportamiento de la obra y no a los accesorios. En cuarto lugar, la interpretación del programa debe ser clara y poco controversial, para lo que un enfoque científico puede ser de gran ayuda.

Otro aspecto importante al contemplar las características de un programa de control de calidad, es que en realidad no debe afectar sólo a la construcción, sino que debe contemplar muy de cerca la futura conservación. La institución responsable del control tiene que procurar perfeccionar continuamente los resultados de sus niveles y métodos de control, a la luz de los costos y necesidades de la conservación de sus obras.

Un aspecto fundamental en la definición de un programa de control, también es el conjunto de especificaciones de construcción que se manejen, pues ellas fijan de un modo u otro muchas de las metas por lograr, muchas de las ordenanzas y programas que conducen a la consecución de los logros deseados y muchos de los métodos para determinar si se ha alcanzado lo que se desea. Es decir, las especificaciones manejadas por una institución influyen y gobiernan en gran medida a las tres preguntas básicas que más arriba se formularon como el fundamento último de la filosofía del control.

Desgraciadamente existe una actitud no siempre sana en lo que se refiere al manejo de las especificaciones institucionales por parte de algunos de los miembros del personal de cualquier gran institución constructora de vías terrestres. Existe una marcada tendencia a idealizar las especificaciones en uso, colocando sus afirmaciones por encima de toda crítica; lo afirmado por las especificaciones no puede discutirse y cualquier criterio que las modifique es acusado de enfrentarse a la técnica entronizada, en nombre de la improvisación, cuando no de la ignorancia.

El autor de este trabajo no desconoce lo fundamental que resulta disponer de un cuadro completo de especificaciones técnicas de trabajo en cualquier gran institución constructora. Proporciona seguramente la única forma de manejar de un modo claro y razonable todos los aspectos legales de la construcción, la contratación, la relación con las empresas contratistas, etc., a la vez que proporcionan un substracto fundamental que da unidad de estilo y calidad a la institución que las maneja. Pero también es un hecho cierto que la "santificación" de cualquier conjunto de especificaciones conduce a la rigidez mental y al anquilosamiento de las técnicas empleadas. Las instituciones que dan un carácter excesivamente sacramental a sus normas técnicas suelen sentir al poco tiempo grandes oposiciones internas a cualquier cambio en tales normas, con lo que su técnica se fosiliza.

Un conjunto de especificaciones no es más que el resultado del trabajo - en equipo de unos cuantos hombres señalados por sus conocimientos y experiencia. Es lógico pensar que este grupo humano realice un excelente trabajo, - produciendo normas razonables y ajustadas la impresión del momento. Pero sin duda está en la mente de cada uno de los hombres de ese grupo la idea de que su recomendación final ha de aplicarse a una obra cuyas características y circunstancias él no conoce; esta idea ha de forzarlo a ser prudente, por lo que no es raro que la obediencia ciega de normas técnicas preestablecidas a nivel internacional o nacional conduzca a trabajos conservadores y no óptimos, desde el punto de vista de la economía. El ingeniero que juzga pecaminoso apartarse, aunque sea en mínima parte de las normas y especificaciones de su institución está reconociendo implícitamente que un grupo de hombres distinguidos, reunidos años ha, es capaz de dar criterios de mayor validez a su propia obra, a la que se enfrenta hoy, de lo que es capaz de hacer el actual grupo de trabajo, que comparta las responsabilidades del momento. Esta actitud es, por lo menos, injusta para los colegas de un hombre de pensamiento tan rígido y evidentemente sacrifica mucha capacidad de selección y de decisión ajustada a las circunstancias de la obra concreta.

Es claro que cualquier institución puede manejar las aparentes contradicciones anteriores de un modo lógico. Las especificaciones institucionales deben manejarse, en primer lugar, como el marco legal de la actividad técnica y, en segundo, como la referencia última de la propia actividad técnica, válida en tanto no se le señalen limitaciones, variaciones o ajustes de detalle. Para todo esto último, cada proyecto importante deberá contener sus propias especificaciones complementarias, nacidas de sus características específicas; - no debe tenerse miedo en producir unas especificaciones complementarias audaces, novedosas y ajustadas a los últimos datos de la experiencia y el conocimiento de la institución de que se trate.

Un conjunto de especificaciones técnicas, rector último de cualquier programa de control de calidad, debe ser competente, en el sentido de garantizar las normas esenciales de la calidad de la obra; debe ser también muy ajustado a las necesidades sociales y económicas de la nación que lo utiliza y también a sus características topográficas, climáticas, de tránsito, etc. En este -- sentido, la transcripción ciega de normas técnicas producidas por instituciones de otros países, por avanzadas que parezcan en el campo estrictamente tecnológico, suele conducir sistemáticamente a políticas inadecuadas. Las especificaciones deben ser también muy realistas, ajustadas a lo que debe lograrse dadas las características de un proyecto determinado y a lo que puede lograrse, dado el nivel tecnológico (personal obrero especializado, idoneidad de laboratorios de obra, equipo de construcción, etc) del país que vaya a -- usarlas.

También deben ser capaces de garantizar que los materiales de calidad -- aceptable no sean rechazados. Este es uno de los aspectos importantes que hacen que el seguir en muchos países las normas producidas por otros conduzca a errores de política. Es común, que las naciones cuyas especificaciones institucionales se transcriben, sean no solo avanzadas en el terreno técnico, sino también en el económico; como consecuencia, sus caminos, ferrocarriles y aero-

pistas mueven volúmenes de tránsito que son excepcionales o desconocidos en el país que adopta las normas. Ello va a conducir a este último a rechazar muchos materiales y técnicas de uso económico, que sus vías con niveles de tránsito muy inferiores, podrían utilizar perfectamente. Lo que en realidad va a suceder, es que el país menos económicamente desarrollado va a descubrir muy pronto lo inapropiado, para su propio consumo, de las normas que está siguiendo, lo que lo conducirá a violarlas sistemáticamente, generándose la siguiente confusión. En rigor éste será el precio que siempre se pague por el uso de especificaciones no realistas.

Otra condición básica de un conjunto de especificaciones es contener tolerancias apropiadas, cuya fijación depende de un conocimiento completo de los factores que contribuyen a las variaciones de los diferentes conceptos. Debe existir una valuación de las consecuencias de exceder tales tolerancias. Puede ayudar el establecer una clasificación de lo críticos que pueden resultar las desviaciones y defectos que puedan presentarse; una clasificación de tales conceptos podría ser, por ejemplo, la que se menciona a continuación:

Crítico. El defecto que puede hacer al concepto muy peligroso, de no corregirse.

Importante. El defecto que puede afectar al comportamiento en forma seria.

Poco importante. El defecto que puede afectar al comportamiento en forma poco seria.

De contrato. La transgresión del contrato wue no tendrá consecuencias de importancia.

En el caso de productos que son mezcla de otros, las especificaciones deben permitir reconocer con facilidad cual es el componente responsable de las principales características que puede exhibir la muestra.

Otro aspecto importante de todo programa de control de calidad lo constituye el conjunto de pruebas de laboratorio, que proporciona lo que pudiera considerarse la base metodológica y técnica del programa. Las pruebas de laboratorio con fines de control deben cumplir algunas características, fáciles de comprender:

- Estar dirigidas a la comprobación de las características esenciales.
- Ser sencillas y rigurosamente estandarizadas.
- Ser rápidas en su realización.
- Ser de fácil interpretación.
- Requerir equipos económicos, fáciles de corregir y calibrar y de manejo simple.

Sólo así se podrán tener resultados confiables en los laboratorios de pie de obra, que son los que han de realizar el control, sin interferir o frenar-

los programas de construcción. En efecto, no suele ser posible disponer en los laboratorios de obra, de personal y equipo de calidad muy destacada, por lo que los requerimientos de laboratorio han de ser particularmente realistas en este concepto, so pena de verse envuelto en el manejo de mucha información dudosa; por otra parte, el requisito de rapidez es esencial y no precisa de ulterior discusión.

Otro constituyente de un programa de control de calidad es el criterio con el que habrán de manejarse los volúmenes de información que resulten de quienes las interpretan en primera instancia y observan día a día. Esta información deberá estar dispuesta para el uso futuro y ser difundida en todos los niveles institucionales interesados, pues es un elemento de excepcional valor para la formación de la experiencia institucional y para la planeación de futuros trabajos de mantenimiento o reconstrucción.

Los objetivos anteriores exigen el desarrollo de sistemas integrados de almacenamiento de información, disponibilidad de la misma, análisis periódicos y mecanismos de difusión. Sin la correcta operación de tales sistemas será realmente difícil hablar de "experiencia institucional", aún en organismos en que abunde el personal con experiencia individual adecuada. La implantación de un sistema de esta naturaleza será, sin duda, una de las más altas responsabilidades de quienes dirigen, desde la cima, una gran institución constructora de vías terrestres. Es inevitable que las decisiones de este grupo de alta dirección en lo referente a cualquier cuestión del área de control de calidad tienen que basarse en esquemas en que las relaciones costo-efectividad jueguen un papel de importancia.

Un defecto común en los programas de control de calidad, tal como se aplican algunas veces, es el de ejercer la actividad después de ejecutada la obra objeto del control. Este orden de realizaciones conduce al planteamiento de situaciones de hecho consumado, en las que el especialista de control no tiene ya más disyuntiva que la aceptación de la obra defectuosa o su rechazo, que siempre produce transtornos de tiempo y dinero y contra el cual suelen concitarse fuertes presiones, no todas mal intencionadas. Más bien conviene dividir el control en dos aspectos bien diferenciados.

- Control e inspección de materiales, para asegurar que su trabajo satisfará los requisitos del proyecto. En una situación ideal convendría que este trabajo lo realizara la empresa constructora, obligada por un contrato a garantizar ese trabajo satisfactorio.
- Aceptación, por parte del ingeniero que representa a la institucional contratante, de los materiales y de los aspectos parciales de la obra con ellos concluidos.

Obviamente, los criterios de control, inspección y aceptación estarán fijados por las especificaciones generales de la institución contratante y las complementarias del proyecto. Es realmente lógico y conveniente, aún cuando en muchos países no se desarrolle así el control de calidad, que desacance en el contratista el énfasis del control y verificación de calidad y en el contratante el de la aceptación; a despecho de lo anterior, es muy común que en muchos países la responsabilidad del control descansa por completo en el con-

tratante, lo que no es idóneo, pues conduce a una separación excesivamente aguda entre dos grupos que en principio tienen que ser colaboradores (contratista y contratante) y desinteresa al contratista de muchos aspectos técnicos importantes, tendiendo a convertirlo en un mero ejecutor.

Complementando este punto de vista, debe verse como deseable que el contratista posea sus propios laboratorios y métodos de control.

Es usual que el contratante no tenga ingerencia legal en el modo en como el contratista hace su trabajo, los equipos que usa o la administración que implanta. Por ello, la realización de todas las partes de control por parte del contratante conduce a muchas contradicciones de hecho, pues el resultado por el que se lucha y la aceptación o rechazo del logro final se gestan por toda la cadena de trabajos del contratista en la que el contratante no tiene ingerencia. No es posible ver, cuando se trabaja con los lineamientos generales que se comentan, como el contratante exige determinadas metas que el contratista está imposibilitado de lograr, dada su organización de trabajo y el equipo que usa. La alternativa lógica a estas situaciones es, obviamente, que el contratista se responsabilice de la calidad de su trabajo, quedando a cargo del contratante sólo la verificación y aceptación finales.

Es también norma aún frecuente en muchas partes que el control de calidad se desarrolle con base en lo que podrían llamarse "índices por conseguir". Por ejemplo, la calidad de una compactación se juzga con base en un índice fijo, frecuentemente el grado de compactación; el trabajo está bien hecho, si se ha logrado el 95% de compactación respecto a una determinada prueba, por decir algo. El control se hace obteniendo muestras por diferentes procedimientos, que también para esta labor existen varios criterios, como se verá. Al probar cada una de las muestras no debe aparecer ningún grado de compactación menor que 95%. Este sistema de medir la calidad de lo logrado adolece del defecto de no tomar en cuenta la realidad de los asuntos humanos. Toda actividad realizada por los hombres está sujeta a muy complejas leyes de variación, a veces imposibles de definir; otras excesivamente complejas para ser detalladas cuantitativamente. La variabilidad emana frecuentemente de factores de heterogeneidad de los materiales y de los métodos de su manipulación; otras de factores circunstanciales o de ambiente en que los trabajos se realizan, todas las cuales son de imposible detalle.

Las ideas anteriores conducen a que si ha de respetarse un valor determinado de un índice específico, tal como el 95% de compactación arriba ejemplificado, deberá intentarse sistemáticamente la obtención de un valor bastante mayor en la obra; sólo así se logrará tener sistemáticamente valores iguales o mayores que 95%, una vez que las realidades de la naturaleza impongan sus variaciones. Esta consideración lleva a pensar que para lograr sistemáticamente el 95% y no correr riesgo de rechazo en ningún caso, hay que buscar lograr en la obra un índice bastante mayor, lo que conducirá, por principio de cuentas, a gastos innecesarios, pues, por hipótesis, 95% es el grado de compactación supuestamente conveniente y previamente seleccionado; además, la búsqueda sistemática de un índice mayor que el seleccionado por el proyecto, simplemente para cumplir un requisito artificial, impuesto por el control, podría ser causa de serias deficiencias técnicas, tales como sobrecompactación, en el caso que se ejemplifica.

Si el ejecutor de la obra por no encarecerla o no perjudicarla busca el estricto valor de 95% como meta, podrá estar seguro de que, en términos generales, la mitad de las muestras de suelo que le analice el controlador de calidad, exhibirán grados de compactación por abajo del 95% especificado y de que tendrá problemas de control con quien establezca la calidad con base en índices por conseguir y los maneje rígidamente.

Las ideas anteriores, pese a ser comunes a todos los que tengan que ver con el proyecto y construcción de las vías terrestres, se han incluido con cierta insistencia, pues en ellas reside el fundamento de criterio que lleva a la necesidad de plantear el control de calidad sobre bases estadísticas.

Antes de terminar estos breves comentarios sobre la metodología del control de calidad conviene insistir en dos aspectos adicionales, pero importantes. El primero es que un programa de control de calidad debe ser concebido desde el proyecto de la obra, de manera que ésta y el programa de ejecución lo contemplen claramente y tengan presentes sus necesidades. Cuando las cosas no se hacen así ocurre que el control tropieza con muchos obstáculos al entrar en conflicto con la expeditividad del programa. De la misma manera, será preciso que las necesidades del control (presupuesto, personal, equipos, laboratorios, etc.) se prevean claramente en la administración de la obra.

Respecto a la autoridad de construcción y a la de proyecto. Aparentemente, sólo así se logrará la libertad de acción y la independencia de criterio que requiere la crítica objetiva que necesariamente va aplicada en la actividad del control. Si el control de calidad está subordinado jerárquica y administrativamente a la autoridad de construcción, se ve difícil que quien ha de dirigir desde la cumbre la política de cualquier gran institución constructora, pueda tener una información objetiva y desapasionada sobre la actividad constructiva, sus defectos y sobre los posibles modos de remediarlos. Si el control está ligado al proyecto por una relación de dependencia directa, llegará a dificultarse el establecer cuanto de los defectos de la construcción pueda ser atribuible a deficiencia en el proyecto.

Al contemplar las consideraciones anteriores deben tenerse en cuenta algunos hechos comunes, de los que difícilmente se descargará cualquier gran institución constructora. Parece inevitable un cierto enfrentamiento entre el personal de proyecto y el de construcción; aparentemente la actividad de ambos grupos tiene metas algo diversas en el fondo, pues mientras el grupo de proyecto busca calidad y puede caer en el perfeccionismo, el de construcción busca expeditividad, cumplimiento de programas y podrá caer en el apresuramiento. El grupo de conservación también tenderá a ser antagónico en algo a los otros dos, pues heredará los errores o deficiencias de ambos. Naturalmente que estos diversos puntos de vista no tienen por que derivar a conflictos personales; son simplemente énfasis de posición que resultan una consecuencia lógica, inevitable y probablemente no desfavorable de las respectivas responsabilidades de los diferentes grupos de trabajo. El control de calidad debe moverse en el medio de todos estos equipos de trabajo, sin ligarse a ninguna administrativa o jerárquicamente para conservar una posición que le permita ejercer un juicio independiente y, frecuentemente, un arbitraje de enorme utilidad para orientar los criterios de quienes han de dirigir toda la labor desde las posiciones más altas.

Desde los puntos de vista anteriores se comprende lo indispensable que resulta que el grupo de control sea capaz de ejercer una excelente actividad en el campo de las relaciones humanas. El peor error que el grupo de control podrá cometer será convertir su particular posición de intermediario, informador y valuator del éxito de todos, en una posición de crítico o, peor aún, en la de un grupo que busca preeminencia con base en su actividad peculiar. En este sentido ha de tenerse muy en cuenta que en muchas reuniones de trabajo, el constructor maneja sus opiniones, pero el hombre de control de calidad maneja las suyas, más un monto de datos provenientes del laboratorio, que muchas veces tienden a verse como irrefutables y seguros, aún cuando en rigor no tengan por que tener razón especial de preeminencia; de esta manera, no es raro que en tales reuniones, el hombre del control actúe con ventaja, que si es in convenientemente manejada puede ser causa de errores y conflictos.

Parece fuera de duda que la más segura norma de conducta de un grupo de control que aspire al éxito a largo plazo es el espíritu de equipo y la con ciencia del servicio común.

Como resumen de todas las consideraciones anteriores, parece que el conjunto de cualidades que puede exigirse al control de calidad son las siguientes:

1. Ser capaz de distinguir las desviaciones y deficiencias significativas, separando las características esenciales de la obra de las accesorias. Esto obligará a un control flexible y diversificado, adaptado a cada obra.

2. Ser capaz de diferenciar las desviaciones o deficiencias inherentes a problemas de obra, de las emanantes de particularidades del muestreo o de la ejecución de pruebas de laboratorio.

3. Ser capaz de ejercer oportuna vigilancia sobre los materiales que vayan a usarse, garantizando un comportamiento adecuado de los que se seleccionen para un cierto fin. En una situación idónea, parece conveniente que este aspecto del control sea cubierto por la empresa contratista a cargo de la obra. Además, ser capaz de establecer normas claras y seguras para la aceptación o el rechazo de trabajos parciales correspondientes a diferentes etapas de la obra, quedando el ejercicio de estas facultades a la parte contratante de la misma.

4. Estar basado en normas expeditas, concordantes con los aspectos legales y de contratación de la obra y rápidas, de manera que la tarea del control no interfiera, o lo haga en lo mínimo, con el ritmo normal de la construcción.

5. Estar basado en especificaciones competentes y realistas, adaptadas a las verdaderas posibilidades y necesidades de la obra y del ambiente técnico general.

6. Estar fundado en técnicas de muestreo y pruebas de laboratorio objetivas, rápidas y sencillas; a la vez, deben ser de fácil interpretación y parte de un esquema científico, que elimine hasta donde sea posible los juicios de decisión basados en apreciaciones estrictamente personales.

7. Estar previsto en el proyecto, de manera que sus interferencias y necesidades estén debidamente programadas y no sean causa de dilaciones inesperadas.

8. Representar un criterio independiente, respecto al proyectista y al constructor. Para ello será preciso que goce de independencia jerárquica y administrativa en relación con ambos.

9. Estar a cargo de personal capaz y penetrado del necesario espíritu de servicio.

II. FUNDAMENTOS DE LOS METODOS ESTADISTICOS DE CONTROL DE CALIDAD.

En este párrafo tratarán de darse los fundamentos teóricos del control estadístico de la calidad de la construcción, tal como puede utilizarse éste en las vías terrestres.

Todos los datos que se obtienen de observaciones repetidas o de pruebas de laboratorio o campo están sujetos, como ya se mencionó, a variaciones. La Tabla 1, que se refiere a resistencias a la compresión de especímenes de una roca, por ejemplificar de alguna manera una discusión que es en realidad general y podría hacerse en torno a cualquier acumulación numerosa de datos de observaciones de un cierto parámetro, obtenidas haciendo medidas repetidas de él, por cualquier método, muestra la forma típica en que tales variaciones -- pueden presentarse y disponerse.

La primera medida que se ocurre para tener un valor general, representativo, pero único, de tal conjunto de datos es un promedio de ellos, obtenido dividiendo la suma total de todos los valores de la resistencia, entre el número de especímenes probados (promedio aritmético). Sin embargo, una segunda mirada al problema hará ver que el simple promedio aritmético no basta, pues no indica nada sobre cuanto difieren los datos del promedio obtenido, ni de la frecuencia con la que se presenta cada dato.

Una representación muy común de una tabla de datos como la No. 1 es un histograma, como el que aparece en la Fig. 1.

El histograma se construye llevando a escala en el eje de ordenadas el número de datos comprendido en intervalos de variación iguales, los que se señalan en el eje de las abscisas. En la figura, los valores de la resistencia a la compresión de la roca se agruparon en intervalos de 20 kg/cm². Así, 23 especímenes tuvieron una resistencia comprendida entre 251 y 270 kg/cm². El promedio aritmético de todos los valores de la Tabla 1 es 247 kg/cm².

Tanto la experiencia como la teoría demuestran que si el número de datos que se maneja es suficientemente grande y el intervalo de variación que se escoge es lo suficientemente pequeño, el histograma se acercará a una curva continua de distribución de datos; casi todas las distribuciones de interés ingenieril y concretamente, casi todas las de interés para problemas de control de calidad son del tipo denominado distribución normal o de Gauss, que aparece dibujada en la misma Fig. 1, superpuesta al histograma. En lo que sigue se supondrá que todas las distribuciones de datos que se manejan resultan ser de la forma normal o Gaussiana.

T A B L A 1

Resistencia a la compresión simple obtenida en especímenes de una cierta roca.

| Espécimen | Resistencia kg/cm ² | Espécimen | Resistencia kg/cm ² |
|-----------|-----------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| 1 | 247 | 51 | 236 |
| 2 | 249 | 52 | 236 |
| 3 | 241 | 53 | 211 |
| 4 | 197 | 54 | 261 |
| 5 | 252 | 55 | 243 |
| 6 | 252 | 56 | 243 |
| 7 | 241 | 57 | 249 |
| 8 | 197 | 58 | 251 |
| 9 | 304 | 59 | 261 |
| 10 | 276 | 60 | 247 |
| 11 | 249 | 61 | 233 |
| 12 | 322 | 62 | 249 |
| 13 | 348 | 63 | 249 |
| 14 | 241 | 64 | 267 |
| 15 | 249 | 65 | 211 |
| 16 | 194 | 66 | 238 |
| 17 | 236 | 67 | 253 |
| 18 | 233 | 68 | 241 |
| 19 | 208 | 69 | 246 |
| 20 | 231 | 70 | 246 |
| 21 | 261 | 71 | 253 |
| 22 | 304 | 72 | 211 |
| 23 | 288 | 73 | 217 |
| 24 | 308 | 74 | 213 |
| 25 | 281 | 75 | 224 |
| 26 | 265 | 76 | 204 |
| 27 | 279 | 77 | 208 |
| 28 | 314 | 78 | 203 |
| 29 | 308 | 79 | 208 |
| 30 | 293 | 80 | 198 |
| 31 | 283 | 81 | 277 |
| 32 | 239 | 82 | 253 |
| 33 | 246 | 83 | 253 |
| 34 | 288 | 84 | 251 |
| 35 | 300 | 85 | 224 |
| 36 | 286 | 86 | 268 |
| 37 | 281 | 87 | 271 |
| 38 | 288 | 88 | 216 |
| 39 | 277 | 89 | 216 |
| 40 | 268 | 90 | 251 |
| 41 | 267 | 91 | 203 |
| 42 | 257 | 92 | 229 |
| 43 | 267 | 93 | 217 |
| 44 | 227 | 94 | 227 |
| 45 | 236 | 95 | 193 |
| 46 | 257 | 96 | 204 |
| 47 | 273 | 97 | 193 |
| 48 | 268 | 98 | 204 |
| 49 | 257 | 99 | 187 |
| 50 | 270 | 100 | 193 |

En la Fig. 2 se muestran dos distribuciones normales, una alta y delgada y la otra más baja y más desparramada. Si ambas se refieren al mismo número de datos, las áreas bajo ellas serán iguales; es obvio que en la curva alta los datos están más cerca del promedio, en tanto que en la curva más baja se tiene una mayor dispersión.

Si esas curvas se han obtenido midiendo una cierta magnitud por medio de pruebas de laboratorio, utilizando un método A (curva alta) y otro B (curva baja), podrá decirse sin más, que el método A conduce a resultados más consistentes que el método B.

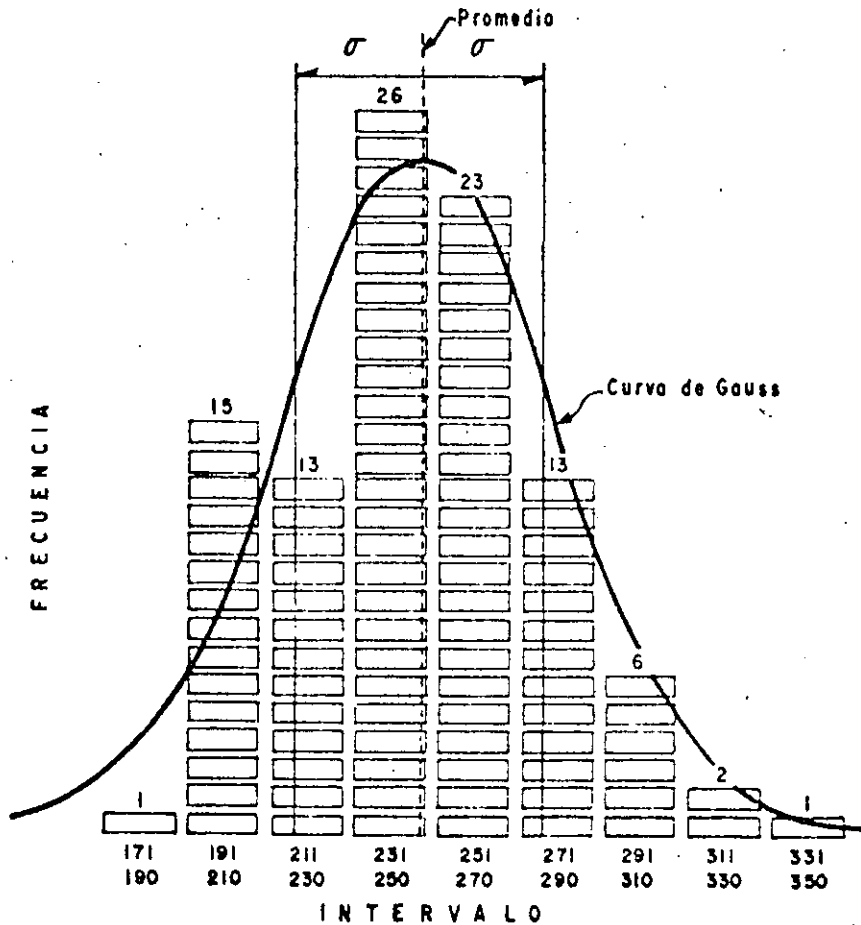


Figura 1. Histogramas de los datos de la Tabla 1.

Resulta fundamental en las aplicaciones poder valuar el grado de dispersión de los datos respecto al promedio. Una idea tosca de esta medida se tendría por la simple diferencia entre el dato más alto y el más bajo, pero

tal medida haría a un lado la idea de distribución, que es fundamental. Se define como desviación normal, a la expresión:

$$= \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}}$$

donde, x representa el valor de un dato cualquiera y, \bar{x} el promedio de todos los datos; $x - \bar{x}$ será entonces la desviación de un dato respecto a la media. En la expresión se considera el cuadrado de las desviaciones para eliminar la influencia del signo, pues unas pueden ser en más y otras en menos. Al dividir la suma de todas las desviaciones entre el número de ellas, se tiene lo que podría considerarse una media de las variaciones.

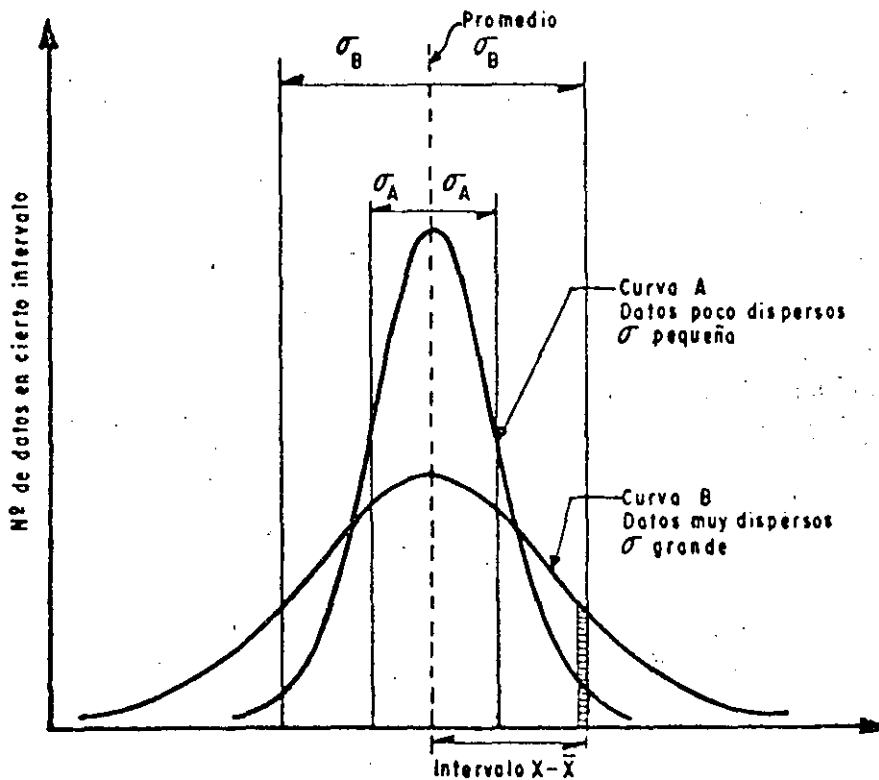


Figura 2. Formas de la curva de distribución normal.

El valor σ^2 recibe el nombre de variancia de la distribución.

Se ve que la desviación estándar tiene las mismas unidades que los datos originales.

En el caso de los datos de la Tabla 1, la desviación estándar es $\sigma = 32.7$ kg/cm².

Una propiedad importante de la curva de distribución normal es que, independientemente de su forma, si se lleva a ambos lados del promedio el valor de desviación estándar se obtiene un área parcial que representa un porcentaje fijo de los datos de la muestra en observación (68.2 %); análogamente, si a ambos lados del promedio se lleva el valor 2σ se obtiene un área parcial que representa al 95% de la población de la muestra en estudio, obteniéndose un valor de 99.7% de los datos de la muestra si se lleva 3σ a ambos lados del promedio. La Fig. 3 ilustra las afirmaciones anteriores.

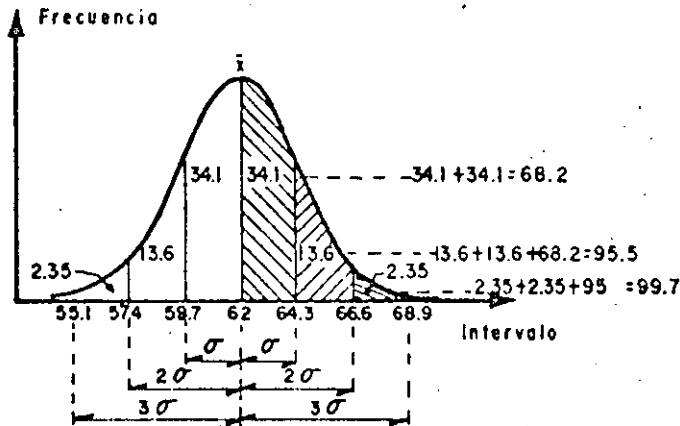


Figura 3. Porcentajes del área bajo la curva de distribución normal, correspondiente a distintos múltiplos de σ .

De nuevo con referencia a la Fig. 2, se ve que cuanto menor sea la desviación estándar se tiene un más bajo nivel de dispersión. Por ejemplo, para una curva como la A, un cierto intervalo $x - x$ puede quedar comprendido en la porción central de extensión $\pm 2\sigma$, respecto al promedio (\bar{x}); esto quiere decir que un 95% de los valores se desvían del promedio menos que la magnitud $x - \bar{x}$. Este mismo intervalo puede caer en la curva B dentro de la porción central de extensión únicamente $\pm \sigma$, lo que indica que en la distribución B sólo un 68.2% de los datos varían respecto al promedio menos que la diferencia $x - \bar{x}$. Así pues, a menor desviación estándar corresponde un menor nivel de dispersión en los datos.

Tomando en cuenta la propiedad anterior se ve claramente cómo la desviación estándar es una buena medida de la dispersión de los datos respecto al promedio; a mayor desviación estándar (σ) el intervalo que comprende el mismo porcentaje de datos es más grande. Por ejemplo, en la Fig. 2 la desviación estándar de la curva A es mucho menor que la de la curva B, de manera que si ambas se refieren a dos series de resultados, obtenidos en dos labora-

torios, al practicar una misma prueba, por concretar un caso, podría decirse que el laboratorio A es mucho más consistente que el laboratorio B (supuesto que en ambos se probó el mismo suelo).

Es muy usual en las aplicaciones prácticas de estas ideas comparar la desviación estándar con el valor promedio de todos los datos, pues, con referencia a la Tabla 1 y a la Fig. 1, no es lo mismo que una desviación estándar de 20 kg/cm² respecto a una resistencia promedio de la roca de 150 kg/cm², que respecto a otra de 400 kg/cm². Este orden de ideas conduce a la definición del concepto de coeficiente de variación:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$

donde las letras tienen el significado visto atrás. El coeficiente de variación es adicional y suele expresarse como porcentaje.

Finalmente, es usual hablar también de la variancia, σ^2 , de la distribución de datos; este concepto tiene la ventaja de la constancia de su signo, que permite siempre una suma aritmética, en tanto que la desviación estándar puede desarrollarse a un lado u otro del promedio y tiene que ser tratada algebraicamente.

Cuando se comparan distribuciones reales de datos con especificaciones - límites para dichos datos, lo cual es una situación muy frecuente en la práctica, pueden presentarse tres casos diferentes (Fig. 4).

a) Se produce una variación pequeña, con la mayoría de los datos dentro de los límites especificados. Esto indica que se está trabajando con especificaciones realistas y que los datos se están obteniendo con procesos bien controlados. Sin embargo, el hecho de que todos los datos queden dentro de los límites pudiera indicar que los sistemas de muestreo que se estén utilizando adolecen de un defecto consistente y no proporcionan todos los tipos de muestras.

b) Se produce una variación relativamente pequeña con su promedio muy cerca de uno de los límites de la especificación. Esto puede indicar o que la producción de datos es inadecuada, debiendo mejorarse o que la especificación es poco realista, respecto a la práctica razonable.

c) Se obtiene una variación grande que hace improbable que la mayor parte de los datos caigan dentro de los límites especificados la mayor parte del tiempo. Esta situación indica que debe afinarse el control de la calidad de la producción de datos, para reducir la variación obtenida o que las tolerancias de la especificación no son realistas. y deben ampliarse.

Las tres condiciones anteriores deben mantenerse siempre en mente en procesos constructivos (tales como compactación, por ejemplo). El esquema mental que de su análisis se obtiene puede utilizarse para formar criterio en dos aspectos fundamentales:

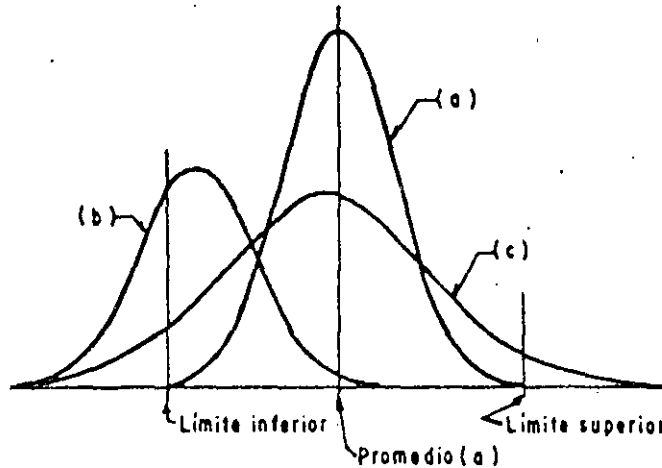


Figura 4. Posiciones de interés de una curva de distribución de datos respecto a límites de especificación.

1. Para establecer la confiabilidad de un material, proceso, método de prueba, etc., dados, con respecto a los requerimientos establecidos por las especificaciones.

2. Para comparar los requerimientos fijados por las especificaciones con la variabilidad de las operaciones reales típicas.

Este método de análisis permite visualizar las relaciones apropiadas entre las tolerancias de operación y los límites de las especificaciones y proporciona métodos lógicos para vislumbrar áreas que requieran estudio más detallado para determinar si hace falta mejorar el control o los métodos de administración o la necesidad de cambiar las especificaciones en uso.

Para asegurar la validez de un programa estadístico de control de calidad es preciso conocer y valuar de antemano, el error inherente al propio programa; para un cierto nivel de confianza, este error está dado por la expresión:

$$E_m = \frac{t\sigma}{\sqrt{n}}$$

donde, E_m es el error inherente al programa de control, σ y n tienen los sentidos ya discutidos y t es un factor que define el nivel de confianza con el que se desea trabajar la distribución de datos de que se disponga; con referencia a la Fig. 3, t valdría 1 si se desea garantizar un nivel de confianza de 68.2%, t valdría 2 si se desea garantizar un nivel de confianza de 95.5% ó, t valdría 3 si se desea garantizar un nivel de confianza en los resultados del análisis de 99.7%. Naturalmente podrían usarse valores intermedios, que

En la práctica el valor de t se fija a criterio de quien vaya a usar el programa de control.

Puede observarse que E_m disminuye cuando aumenta el número de datos de que se dispone (n). En realidad E_m es el error que inevitablemente debe esperarse en el manejo del problema que se estudia; no depende de lo humano, por así decirlo, sino que es debido al azar.

El valor de σ correspondiente a todo un programa de control se integra en realidad con los valores de σ correspondientes a cada operación de las que constituyen el programa. Habrá análisis de datos en lo que se refiere a materiales, muestreo, pruebas de laboratorio, compilaciones, etc. El valor de total puede obtenerse con una expresión del tipo:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2}$$

Si x es la variable que representa a los datos que se manejan y \bar{x} es la media de esos datos, tal como hasta ahora se ha considerado, conviene definir en muchas aplicaciones de la estadística al control de calidad un nuevo término.

$$z = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

De la ecuación anterior se deduce que:

$$x = \bar{x} + \sigma z$$

lo que hace ver que la recién definida z es simplemente una nueva variable -- introducida por un cambio de variable que sigue la ley (anterior). Sin embargo, el manejo de la ecuación de la variable normal estándar proporciona normas útiles. Supóngase que un conjunto de muestras de roca dieron una resistencia media de 240 kg/cm² en compresión simple y que los datos se distribuyeron de manera que su desviación estándar fuera de 24 kg/cm²; supóngase también que se deseara trabajar con resistencias de 210 kg/cm² como mínimo. Surge entonces la necesidad de saber que porcentaje de muestras debe esperarse que tengan una resistencia de 210 kg/cm² o menor. Aplicando la expresión de la variable estándar se ve que:

$$z = \frac{x - \bar{x}}{\sigma} = \frac{210 - 240}{24} = -1.2$$

Se ve que 210 kg/cm² corresponde a una desviación respecto a la media que está a 1.2 σ a la izquierda de dicha media. En las tablas de áreas bajo curvas de distribución normal correspondientes a distintas abscisas en función de σ , que existen en los tratados normales de estadística, puede verse que para $z = 1.2$, el 12% de los datos es el que queda fuera del intervalo $x - x$, o lo que es lo mismo, en el ejemplo que se ha venido manejando, sería de esperar que un 12% de los especímenes tuviesen un valor de resistencia menor que 210 kg/cm².

Las tablas de áreas bajo la curva normal a que se ha hecho referencia se desprenden de la propiedad de dichas curvas que se manejó en la Fig. 3 y figuran, generalmente en función de z y no de x (como podría ser) en los tratados de estadística.

Si el 12% de muestras con resistencia igual o menor que 210 kg/cm² se considerase excesivamente peligroso, cabrían dos posibilidades de acción. Se podría incrementar por algún procedimiento la resistencia o se podría reducir la desviación estándar de los datos. Esta última línea de acción no tiene mucho sentido en el ejemplo que se ha puesto, pero sí podría tenerlo pleno si los datos provinieron de un proceso de producción como un concreto o un proceso de compactación, en los que sí pueden tomarse medidas para reducir la dispersión de los resultados logrados.

Si se tiene una población cuyo valor promedio sea \bar{x}' y cuya desviación estándar sea σ' , si se toman muestras al azar de cualquier tamaño n , los promedios de las muestras (\bar{x}), cuya desviación estándar será σ , forman una distribución de frecuencias, que no coincide con la de la población. La dispersión de la distribución de frecuencias de los valores de \bar{x} parece depender no sólo de la dispersión de la población original, sino también del tamaño de la muestra n , de manera que cuanto mayor sea n , menor resulta la dispersión de los valores de \bar{x} .

A la larga, según crece n , número de elementos en cada muestra, el promedio de los valores \bar{x} tenderá a ser el mismo \bar{x}' y la desviación estándar de los valores \bar{x} ($\sigma_{\bar{x}}$) será σ'/\sqrt{n} siendo σ' la desviación estándar de la población original. Por ejemplo, si $n = 4$, la desviación estándar de la distribución de frecuencia de los valores \bar{x} tiende a ser la mitad de la desviación estándar de la población original, pero si $n = 16$, la desviación estándar de los valores \bar{x} será solamente una cuarta parte de la de la población original.

Muchas veces se llama a $\sigma_{\bar{x}}$ el error estándar de los promedios \bar{x} .

Independientemente de la forma de la distribución de la población original, sea normal o no, es verdadero que la $\sigma_{\bar{x}}$ esperada es σ'/\sqrt{n} y que la \bar{x} esperada es la \bar{x}' . Si el universo original es normal, la estadística permite demostrar que la distribución de frecuencias esperada para los valores \bar{x} también es normal. Pero aún a partir de universos originales de forma rectangular o triangular, la distribución de los valores \bar{x} de las muestras es también aproximadamente normal.

En realidad, las afirmaciones anteriores sólo son válidas si n es grande ($n > 30$, en la práctica). Si n es pequeña, la discusión anterior sólo es -- aproximadamente correcta, pero puede considerarse como tal, en vista de que -- el error cometido no es de gran significación práctica.

III. MUESTREO CON FINES DE ESTABLECER UN PROGRAMA ESTADISTICO DE CONTROL.

Una operación de muestreo lógica debe considerarse un requisito esencial para el planteamiento de un programa de control de calidad razonable. Este muestreo debe tomar en consideración tres factores esenciales. En primer lugar, debe ser suficiente para cubrir los requerimientos del programa del control, pero no más. Un muestreo que vaya más lejos costará más de lo necesario y, frecuentemente, mucho más. En segundo lugar el muestreo debe estar acorde con la homogeneidad de lo que se muestrea; los materiales u operaciones que -- tengan tendencia natural a la dispersión deberán muestrearse más que los homogéneos, de manera que el número de muestras que se obtenga, por ejemplo, en un material para subrasante deberá probablemente ser mayor que el que se obtenga en un material triturado en planta para base. En tercer lugar el muestreo debe adaptarse a la importancia relativa dentro del conjunto de la obra del factor muestreado y a la repercusión técnica y económica de su aceptación o rechazo.

En un programa de construcción, las operaciones de muestreo se conducen generalmente en dos niveles. Primero, el total del material debe ser dividido en un cierto número de lotes de tamaño parecido, cada uno de ellos representativo de todo el conjunto; en la Ingeniería de carreteras, muchas veces -- ésta primera división se hace considerando tramos similares, zonas parecidas de bancos, etc. Después, cada uno de estos lotes debe muestrearse, para obtener las muestras que serán objeto de análisis, generalmente en un laboratorio. El tamaño de los lotes originales depende mucho del valor de los materiales y su constitución depende del concepto que se desea medir. Por ejemplo, cuando se muestrean materiales térreos para la construcción, si son de bajo costo, -- pueden considerarse como primeras muestras los diferentes almacenamientos que se hagan, a veces miles de metros cúbicos cada uno; en materiales más costosos, como los suelos estabilizados con cemento, por citar uno, es frecuente -- que la primera muestra sea mucho menor. El tamaño de las primeras muestras -- también podrá ser más grande cuando el material muestreado sea homogéneo. Lo importante será que las muestras seleccionadas, sean individualmente representativas de todo el conjunto del material que se vaya a usar en la obra. Para el caso de trabajos de compactación, la primera muestra sería un tramo de -- muestreo dentro del conjunto del camino.

El establecimiento del número de muestras de cada muestra inicial que ha de tomarse ya para hacer pruebas, también depende de la homogeneidad de lo -- probado, del costo del muestreo y de la representatividad que se pueda atribuir a cada muestra. Es una práctica común en la aplicación de métodos estadísticos de control que el número de muestras que se seleccionan para ser probadas sea lo suficientemente grande como para reflejar un rango de resultados que difiera de la media $\pm 3\sigma$, siendo σ la desviación estándar de la distri-

bución de dichos resultados. Esto significa (ver Fig. 3) trabajar con un nivel de confianza de 99.7%. Obviamente, cuanto mayor sea el número de muestras mayor será el rango de resultados, pero la media describirá mejor la verdadera situación promedio de la población que se muestree.

Los métodos de muestreo que se utilizan en la actualidad no siempre son razonables y no es difícil ver como se cometen errores fundamentales en este concepto. Un sencillo ejemplo puede ilustrar la afirmación anterior. Imagínese un cierto producto que sale de una planta en camiones, cada uno de los cuales lleva 100 unidades; imagínese también que se sabe que de ellas 10 son defectuosas. Un criterio de muestreo que no sería difícil ver hoy en uso sería el siguiente. Un inspector detiene cada camión y toma al azar una muestra de él (una unidad). Si la inspección es favorable, el camión pasa, pero si la muestra es defectuosa, el camión es rechazado. La lógica dice que nueve camiones pasarán y el décimo será objetado y, sin embargo, es evidente que todos los camiones están en igual condición. Un criterio de muestreo como el anterior no cumple la condición fundamental de aprobar lo que debe ser aprobado y rechazar lo que debe rechazarse.

El ejemplo anterior es elemental y un poco extremo, pero los conceptos que involucra si son válidos. Al fin y al cabo, no se hace algo muy diferente cuando se muestrea un camión de agregado extrayendo una pequeña cantidad - en un recipiente, un camión de concreto, uno de asfalto, un volumen de material en un banco, juzgando cada n metros cúbicos, por un metro cúbico analizado sistemáticamente, etc.

Un criterio de muestreo comúnmente empleado y que puede ser razonable, si se usa bien, es el denominado muestreo de aceptación. En este criterio se define un artículo como defectuoso cuando no se ajusta a las especificaciones previamente convenidas en una o más características de calidad. Según este criterio de muestreo se establece un plan de función de tres números, N es el número de elementos que existía en el lote o muestra original, de los que se va a extraer la muestra de prueba; n es el número de elementos extraídos del lote, que constituirá la muestra de prueba y c es el denominado número de aceptación de la muestra, que es el número máximo de elementos defectuosos o por debajo de una especificación que se permiten. Así, según este criterio, el muestreo está automáticamente ligado al criterio de rechazo, pues más de c elementos defectuosos en la muestra originarán el rechazo del lote o muestra original. En la gran mayoría de los procesos de control de calidad, tal como hoy se llevan a cabo, se utilizan procedimientos de muestreo según este criterio. Cuando se muestrean elementos discretos es muy común fijar un lote de 50, 100, etc. elementos y extraer de él, procurando llegar a una extracción al azar, un 10% de los elementos (5, 10, etc.) y estudiar esta muestra fijando un número c a criterio; muchas veces este número es cero, expresando la ilusión de que si la muestra en estudio es perfecta, el lote será perfecto y la población total a que ambos se refieren, también lo será. En trabajos de compactación, la aplicación del criterio anterior no es tan evidente, pero se hace; suele fijarse una determinada sección de muestreo de un cierto número de metros de longitud, cada determinado número de kilómetros o de metros y se acepta que los resultados de dicha sección representan al lote o tramo completo. Usualmente se mide grado de compactación y es frecuente, pero no debido,

que c sea igual a cero; es decir, que no se acepte ningún grado de compactación por abajo del valor especificado.

Al seguir un criterio como el que arriba se ha bosquejado se encontrará siempre una relación entre el porcentaje de los lotes analizados que serán aceptados (a lo que suele llamarse probabilidad de aceptación, P) y el porcentaje de los elementos defectuosos que contenga cada lote (p). Se suponen lotes de N elementos, de los que se tomarán sólo n para su estudio, con un número de aceptación c . Imagínese que se trata de lotes de 50 elementos, de los que se analizarán 5 con un número de aceptación = 0; imagínese también que un 4% (en promedio) de los elementos de cada lote son defectuosos; es decir, en cada lote de 50 hay en promedio dos elementos malos. Lo que expresa la relación entre la probabilidad de aceptación (porcentaje de lotes aprobados) y el porcentaje de elementos defectuosos en cada lote es el hecho de que al muestrear 5 de los 50 elementos no necesariamente se obtendrá uno de los cuatro malos, de manera que hay cierta probabilidad de que el lote pase por perfecto. La relación anterior se denomina curva característica de operación del proceso y muestra en definitiva, para cada fracción defectuosa en el lote, (p), cual es la probabilidad de aceptación del lote (P) al seguir el plan de muestreo. La Fig. 5 muestra la curva de operación característica correspondiente a $N = 50$, $n = 5$, $c = 0$.

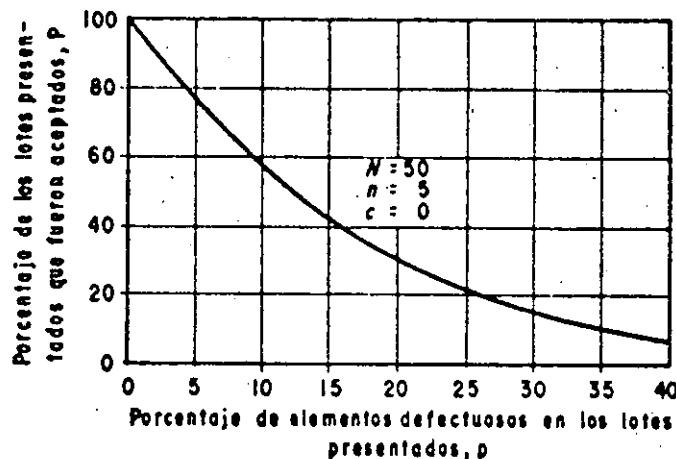


Figura 5. Curva de operación característica.

Es fácil ver como se obtienen los diferentes puntos que forman la curva. Supóngase por ejemplo que $p = 4\%$ es el porcentaje medio de elementos defectuosos en cada lote de 50 elementos ($N = 50$); supóngase también que de cada lote se toman 5 elementos para ser probados ($n = 5$) y, finalmente, supóngase que la población en estudio está formada por 1000 lotes de 50 elementos, es decir, por 50000 elementos. El estudio se hará con el criterio $c = 0$; es decir, basta que un elemento de la muestra de 5 sea defectuoso para que el lote correspondiente se rechace.

Si en el lote de 50 hay dos elementos malos (4%), habrá 48 buenos y la probabilidad de extraer un elemento bueno al formar la muestra de estudio será $48/50$. Esta operación deberá repetirse 5 veces para que el lote sea aceptado, luego la probabilidad de aceptación será $(48/50)^5$, o sea 80% en números redondos, para 1000 lotes, que es la ordenada que aproximadamente se lee en la abscisa 4%, en la Fig. 5.

Un plan de muestreo como el anterior es rara vez cuestionado en la metodología actual de control de calidad y, sin embargo, debe de serlo. En el uso del criterio expuesto está incluida la ilusión de que la muestra perfecta representa al lote perfecto y a la población perfecta, lo que evidentemente no es cierto puesto que cierto número de elementos defectuosos están aleatoriamente mezclados con los buenos, en los lotes. Se ha supuesto que el promedio de elementos malos es 4% por lote, pero esto quiere decir que un lote puede tener 0% de elementos malos y otro un 6%.

En el criterio en uso está incluida además otra hipótesis; la de que la protección dada por un sistema de muestreo es constante, si la relación del tamaño de la muestra al tamaño del lote lo es también.

La Fig. 6 ilustra lo inexacto de esta última idea. En ella se comparan cuatro curvas de operación correspondientes a lotes en que se ha dividido a una población de 50000 elementos, de 50, 100, 200 y 1000 unidades. En todos los casos la muestra para estudio es el 10% del lote ($n = 5, 10$ y 100 elemen-

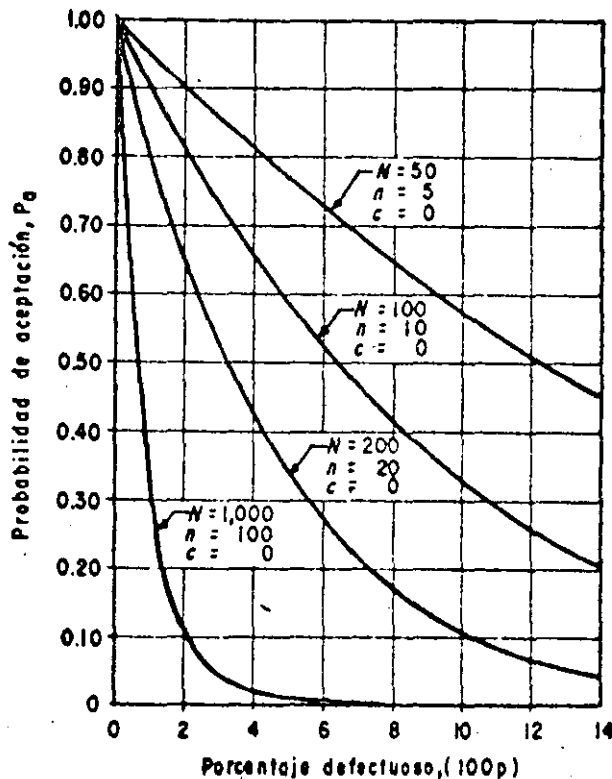


Figura 6. Comparación de curvas de operación característica de cuatro variantes de un plan de muestreo, con muestras de 10% del lote.

tos, supuestamente extraídos al azar).

Las diferencias en la protección de la calidad proporcionadas por este plan de muestreo son impresionantes. Se ve que los lotes que contienen un 4% de elementos defectuosos serán aceptados el 80% de las veces, cuando se usa una muestra de un 10% de un lote de 50; el 65% de veces cuando se use un lote de 100 elementos y menos del 2% de las veces cuando la muestra sea un 10% de 1000 elementos en cada lote. Se ve difícil confiar en un criterio de muestreo que conduce a tales variaciones simplemente por su tamaño, especialmente si se tiene en cuenta que las realidades de los procesos ingenieriles imponen constantemente cambios drásticos en los tamaños de las muestras, por problemas de disponibilidad o costo.

Otra manera interesante de interpretar las curvas de la Fig. 6 es la siguiente. Cabe preguntarse cuál será la calidad del lote que pasará un 50% de las veces en cada variante del plan de muestreo. Se ve en la figura que, con lotes de 50 elementos, un lote que contenga un 12% de elementos defectuosos será aceptado el 50% de las veces, pero si el lote es de 100 elementos ya sólo pasará la mitad de las veces un lote que contenga 6% de elementos defectuosos; este porcentaje pasa a 3 para lote de 200 y 0.65 para lotes de 1000. Nuevamente se pone de manifiesto la escasa consistencia del plan de muestreo.

En realidad, es mucho más importante el tamaño absoluto de la muestra tomada al azar que su valor relativo respecto al tamaño del lote. Este hecho, que se desprende fácilmente de la Fig. 6; se ve todavía con mayor claridad al considerar la información contenida en la Fig. 7. En ella se vuelven a presentar cuatro variantes del plan de muestreo que se comenta ($N = 50, 100, 200$ y 1000), pero extrayendo en todos los casos una muestra de $n = 20$ elementos.

Es de notar, en primer lugar, como las cuatro curvas se desarrollan ahora en forma similar, desapareciendo las grandes divergencias atrás analizadas.

Lo anterior lleva a conducir como criterio práctico que, un procedimiento de muestreo, como el que se ha venido discutiendo puede aplicarse en aquellos casos en que el número de elementos de la muestra por analizar sea constante en todos los casos, en tanto que conduce a una operación de control no protegida cuando se adopta el criterio de trabajar siempre con una fracción fija del número de elementos de los lotes muestreados. En vías terrestres hay casos en que es fácil trabajar con muestras de número fijo, como podría ocurrir en plantas de trituración, de asfalto o aun muchos trabajos de compactación, pero hay otros casos en que, por disponibilidad de elementos o por razones de costo, ha de trabajarse con muestra de diferente población. De todo lo anterior se sigue que, en el primer caso, el simple muestreo de aceptación puede conducir a condiciones de control razonables, pero en el segundo caso, la operación de muestreo ha de planearse con otras bases.

El número de aceptación (c) no necesita ser cero; si se observan las Figs. 6 y 7 se destacará el hecho de que una muestra perfecta no asegura un lote perfecto. Esta conclusión hace ver la falta de fundamento de las objeciones presnetadas al no permitir elementos defectuosos dentro de un lote.

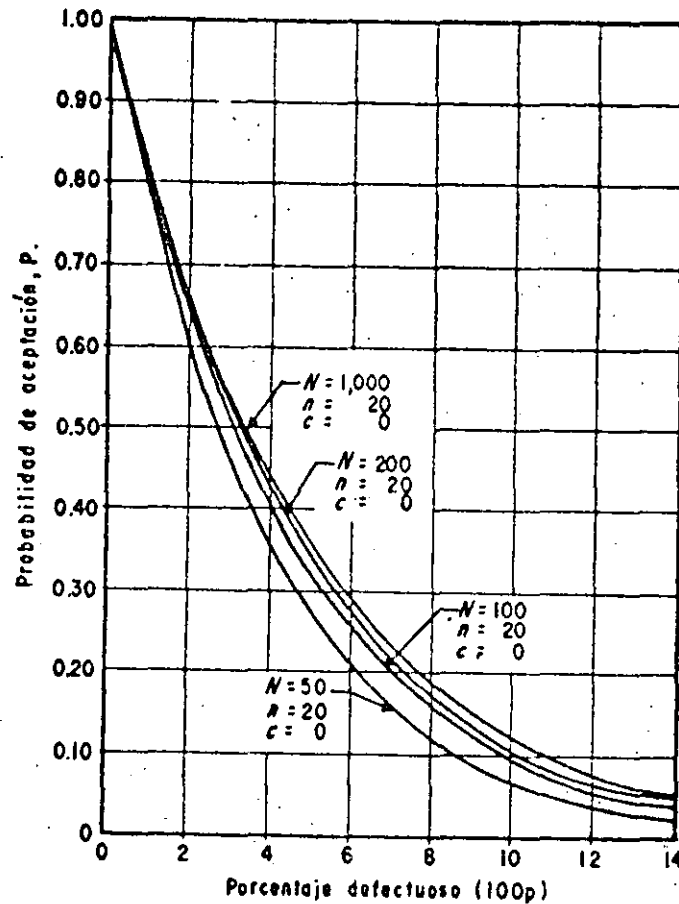


Figura 7. Comparación de curvas OC para cuatro variantes de un plan de muestreo con muestras de veinte elementos.

Lo anterior conduce a que la protección deseada, contra aceptación de lotes con elementos defectuosos, tomará en cuenta tamaños más grandes de muestras, ya que éstas tienen mayores posibilidades de discriminar entre lotes satisfactorios y no satisfactorios.

La Fig. 8 muestra tres variantes de muestreo; el primero para $N = 1000$, $n = 100$ y $c = 0$; el segundo para $N = 1000$, $n = 170$ y $c = 1$ y el tercero para $N = 100$, $n = 240$ y $c = 2$. Se notará de inmediato que las tres curvas consideradas, dan igual protección contra la aceptación de un lote con 2.2% de elementos defectuosos. Las variantes con $c = 1$ y $c = 2$, dan algo mejor protección contra el rechazo de lotes satisfactorios.

Los anteriores esquemas, se denominan de muestreo sencillo, puesto que el criterio para la aceptación o el rechazo de un lote representativo de una población se basa en el análisis de una muestra de dicho lote. No es frecuente, sobre todo en problemas de control de calidad industrial, el denominado muestreo doble, que implica la posibilidad de posponer la decisión de aceptación o rechazo del lote hasta haber analizado una segunda muestra. General-

mente el muestreo doble se implica aceptando de inmediato un lote cuya primera muestra haya sido muy buena y rechazándolo cuando haya sido muy mala. Si no ocurre ninguno de estos dos extremos, la decisión se basa en el análisis de la primera y la segunda muestra combinadas. Un plan de muestreo doble se esquematizaría por medio de los siguientes números, cuyo sentido se estima evidente. $N = 1000$, $n = 36$, $c_1 = 0$, $n_2 = 59$ y $c_2 = 3$. Puede interpretarse como sigue.

-Inspecciónese una primera muestra con 36 elementos de un lote que tiene una población de 1000.

-Acéptese el lote sobre la base de la primera muestra, si ésta tiene cero elementos defectuosos.

-Rechácese el lote, basado en la inspección de la primera muestra, si dicha muestra contiene más de 3 defectuosos.

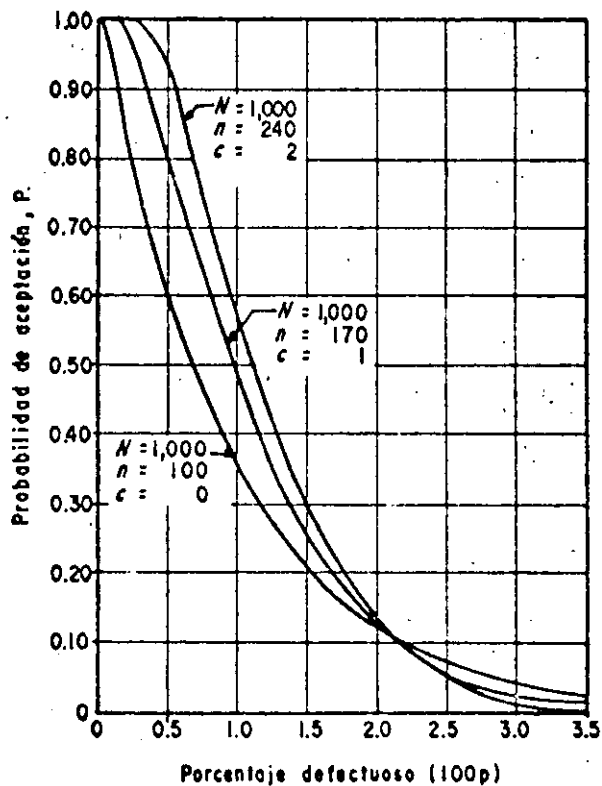


Figura 8. Curvas de operación para tres variantes de muestreo de aceptación con $P = 10\%$ de aceptar un lote con 22% de elementos defectuosos.

-Inspecciónese una segunda muestra, de 59 elementos, si la primera muestra contiene 1, 2 ó 3 defectuosos.

-Acéptese el lote sobre la base de la muestra combinada de 95 elementos (36 + 59), si la muestra combinada contiene 3 defectuosos o menos.

-Rechácese el lote sobre la base de la muestra combinada si dicha muestra contiene más de 3 elementos defectuosos.

En la Fig. 9 se muestran 3 curvas de operación característica relacionadas con el análisis del plan de muestreo señalado. El resultado del proceso de muestreo debe ser alguno de los siguientes:

-Aceptación del lote después de la primera muestra, si en ésta no se encontró ningún elemento defectuoso.

-Rechácese el lote, si la primera muestra obtenida contiene más de 3 elementos defectuosos.

-Aceptar el lote después de inspeccionar la segunda muestra, si se obtienen 3 elementos defectuosos o menos en el total de 95, contenidos en ambas muestras.

-Rechazar el lote, si en la muestra combinada se obtienen más de 3 elementos defectuosos.

La curva A ($N = 1000$, $n = 36$, $c = 0$) de la Fig. 9 corresponde a las probabilidades de aceptación del lote con base en la primera muestra, para diferentes porcentajes de elementos defectuosos. La curva C ($N = 1000$, $n = 36$, $c = 3$) representa la probabilidad de que el lote no sea rechazado después del análisis de la primera muestra, en cuyo caso deberá procederse a la obtención de una segunda muestra. Las dos curvas mencionadas pueden ser trazadas de la manera que se discutió para el caso de muestreo sencillo. Para cualquier valor dado de porcentaje de elementos defectuosos en el lote, la diferencia de ordenadas entre las curvas A y C corresponde a la probabilidad de que se requiera obtener una segunda muestra. La curva B exhibe el comportamiento del plan de muestreo doble. Para determinar las ordenadas de los puntos de esta curva (las abscisas están determinadas por el porcentaje de elementos defectuosos), se requiere calcular la probabilidad de que el lote sea aceptado al obtener una segunda muestra, que en el caso que se ejemplifica puede ocurrir en cualquiera de las siguientes formas:

-Cero defectuosos en la primera muestra.

-Un defectuoso en la primera muestra y cero, uno o dos defectuosos en la segunda muestra.

-Dos defectuosos en la primera muestra y cero o un defectuoso en la segunda muestra.

-Tres defectuosos en la primera muestra y ningún defectuoso en la segunda muestra.

La probabilidad de aceptar el lote resulta ser la suma de las probabilidades de que ocurran por separado cada uno de los cuatro eventos arriba señalados. Dicho cálculo pertenece ya al dominio del análisis probabilístico y sale por completo de los límites asignados a este capítulo, que debe quedar íntegramente en el terreno conceptual. No debe olvidarse que el control de calidad es, como ya se dijo, un campo especial dentro de la tecnología de carreteras, con metodología propia, por cierto muy compleja, la cual debe ser dominada por ingenieros que actúen específicamente dentro del campo del control, pero cuyos detalles quedan fuera de la atención del ingeniero que atiende los aspectos a que se refiere esta obra.

La curva B de la Fig. 9 es el resultado del cálculo arriba mencionado y divide al espacio comprendido entre las curvas A y C en la forma que en la propia figura se señala.

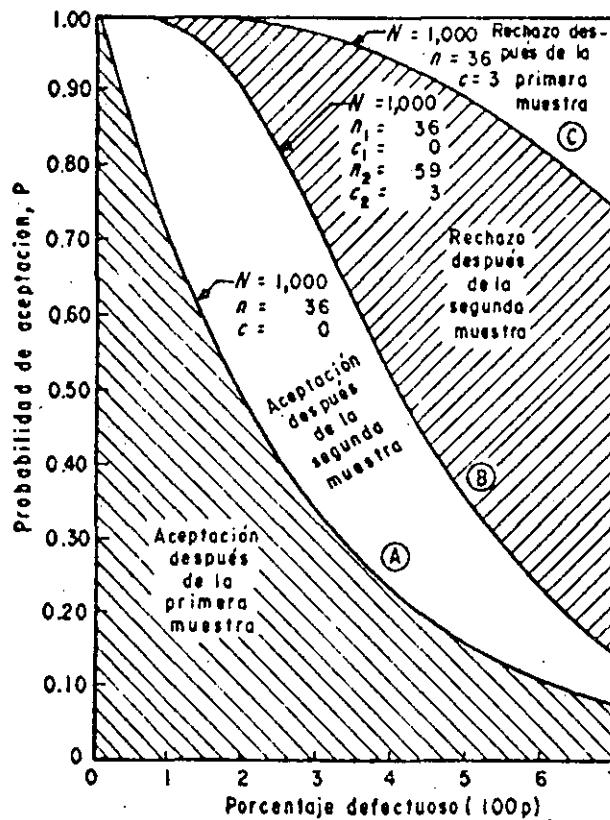


Figura 9. Curvas características de operación en un plan de muestreo doble.

Todavía existen planes de muestreo múltiple, en que la decisión de la aceptación o el rechazo se basa en el análisis de más de dos muestras.

Un hecho, sin embargo, parece no ser suficientemente reconocido por los métodos tradicionales de muestreo, aún por aquellos que van más allá de la to

ma simple de un porcentaje fijo de los elementos del lote muestreado y hacen uso de mejoras racionales, del estilo de las que más atrás se han discutido o de otras que existen. Este hecho es la variabilidad de los resultados de - - cualesquiera pruebas a que se sometan los elementos de las muestras individuales que se analizan. Esta variabilidad es debida, como se dijo, tanto a problemas derivados del procedimiento de prueba como a otros que amanan del material o de los propios procesos de muestreo. Todos estos factores son variables aleatorias y, por lo tanto, los valores que derivan de cualquier conjunto de pruebas lo son también, por lo que todo el proceso de muestreo ha de ser tratado, en sentido estricto, como un proceso estadístico. Esto requiere que la obtención de muestras se haga realmente al azar, siguiendo las reglas que la estadística científica ha desarrollado para el caso. Pruebas realizadas a partir de lo que, un inspector considere muestras buenas o malas o indicativas de la situación promedio, no pueden ser consideradas muestras al azar; sólo muestras obtenidas siguiendo las reglas estrictas de la estadística pueden dar una verdadera indicación de la calidad de los materiales o de los trabajos que se estén estudiando.

Es sabido que, en los trabajos conectados con el control de calidad de las vías terrestres, es muy común que la confrontación del resultado de una cierta actividad o de la calidad de un material con los límites previamente especificados haya de hacerse con base en unos cuantos valores probados. Generalmente, cuando no se usan métodos de control estadístico esto hace que se establezca un requerimiento de carácter absolutista, exigiendo que todos los valores encontrados satisfagan los límites especificados. Ya se comentaron algunos inconvenientes importantes de esta actitud. La alternativa es establecer criterios de aceptación que reconozcan que los valores de pruebas realizadas en muestras obtenidas al azar pueden variar. Un requerimiento absoluto puede necesitar, si ha de aspirar a tener algún sentido, un gran número de valores de control; por ejemplo, si se establece la norma de que el 95% de todos los valores probados satisfagan una cierta especificación y se toman 20 muestras de 100 elementos, lo cual es un número muy elevado, bastará que una prueba en las 20 falle para que se rechace todo el lote. El muestreo estadístico, en cambio puede proporcionar criterios razonables de aceptación en casos como el anterior con no más de 4 ó 5 pruebas.

Un plan de muestreo estadístico debe tener las siguientes características:

-Debe poseer un procedimiento objetivo para la selección de la muestra, fundado en el uso de una tabla de números aleatorios.

-Debe incluir un procedimiento claro para la estimación cuantitativa de las características de la muestra y del error estándar de dicha estimación. Si el resultado del análisis de la muestra se utiliza para un juicio de decisión, las reglas que rijan dicho juicio también deberán estar claramente incluidas. En muestreo para aceptación o rechazo, el plan deberá señalar muy claramente los niveles en que tales acciones se deberán ejercer.

III. MUESTREO CON BASE EN TABLAS DE NUMEROS ALEATORIOS.

Una tabla de números aleatorios es una disposición estrictamente al azar de números de un cierto número prefijado de cifras. La tabla 2 es una de ellas, en este caso números de dos cifras. Pueden formarse introduciendo en una urna los nueve dígitos y el cero, sacándolos al azar de uno en uno, reintegrando de inmediato el número extraído y anotando cada una de las parejas como un número en la tabla.

Una vez formada la tabla puede funcionar como de mayor número de cifras. Por ejemplo, la tabla 2 como de números de cuatro cifras simplemente considerando dos columnas adyacentes en cada lectura. En vías terrestres es común en muchos casos referir los muestreos al kilometraje de una línea de trazo, para señalar el lugar donde se extraerá una muestra (se dice, por ejemplo, km 105+286 para señalar una estación). Este orden de muestreo puede señalarse dentro de un cierto tramo recorriendo la tabla desde el principio y seleccionando todos los números aleatorios que vayan surgiendo y que estén comprendidos dentro del tramo. La selección de las estaciones del muestreo ha de hacerse después de seleccionar a criterio el número de muestras que se desea tomar dentro del tramo.

Imagínese que en el tramo comprendido entre los kms 125+250 y 142+300 se desea señalar cinco estaciones para muestreo de compactación, eligiéndolas aleatoriamente. Se usará la tabla con tres columnas, puesto que se manejan seis cifras. Viendo la tabla, las estaciones de muestreo serían; 128+079, 125+507, 140+620, 131+165 y 135+402. Naturalmente, en un muestreo aleatorio las ubicaciones de las estaciones de muestreo no resultan equidistantes, ni su ubicación sigue ninguna de las leyes que son usuales en otros tipos de plan.

El procedimiento está basado en la utilización de la Tabla 3 que es otro ejemplo, de una tabla de números aleatorios. Para la determinación de las estaciones de muestreo se requiere seguir los siguientes puntos.

- Determinar la distancia promedio a que se desea tomar las muestras para su análisis; así, si se tiene un tramo de 5500 m y se desea una distancia promedio de 500 m, el número de muestras requerido resultará igual al 11.

Para seleccionar la columna correspondiente de la tabla de números aleatorios se requerirá colocar en una urna tarjetas numeradas del número 1 al número 28 y extraer una de ellas al azar. Debe observarse que este número de tarjetas es en realidad arbitrario y siempre estará en función del número de columnas con que se cuente en la tabla de números aleatorios. Para este caso son 28 las columnas.

Una vez que se ha seleccionado, por el procedimiento del punto anterior, una de las columnas de la tabla, deberá localizarse en la subcolumna A correspondiente, todos los números menores o iguales en el número de muestras requerido determinado en el primer punto. Considérese por ejemplo que se ha elegido aleatoriamente la columna No. 20 y que el número de muestras requerido será de 11. En la subcolumna B se encontrará el factor por el cual debe multiplicarse la longitud del tramo para determinar la distancia al origen de todas las estaciones de muestreo. Para el caso que se ejemplifica se tendrá:

T A B L A 2

Tabla de números aleatorios para localización longitudinal y transversal de puntos de muestreo.

| Col. No. 1 | | | Col. No. 2 | | | Col. No. 3 | | | Col. No. 4 | | | Col. No. 5 | | | Col. No. 6 | | | Col. No. 7 | | |
|------------|------|------|------------|------|------|------------|------|------|------------|------|------|------------|------|------|------------|------|------|------------|------|------|
| A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| 15 | .033 | .576 | 05 | .048 | .879 | 21 | .013 | .220 | 18 | .089 | .716 | 17 | .024 | .863 | 30 | 0.30 | .901 | 12 | 0.29 | .386 |
| 21 | .101 | .300 | 17 | .074 | .156 | 30 | .036 | .853 | 10 | .102 | .330 | 24 | .060 | .032 | 21 | .096 | .198 | 18 | .112 | .284 |
| 23 | .129 | .916 | 18 | .102 | .191 | 10 | .052 | .746 | 14 | .111 | .925 | 26 | .074 | .639 | 10 | .100 | .161 | 20 | .114 | .843 |
| 30 | .163 | .434 | 06 | .105 | .257 | 25 | .061 | .954 | 28 | .127 | .840 | 07 | .167 | .512 | 29 | .133 | .388 | 03 | .121 | .656 |
| 24 | .177 | .397 | 28 | .179 | .447 | 29 | .062 | .507 | 24 | .132 | .271 | 28 | .194 | .776 | 24 | .138 | .062 | 13 | .178 | .640 |
| 11 | .202 | .271 | 26 | .179 | .844 | 13 | .037 | .887 | 19 | .285 | .899 | 03 | .219 | .166 | 20 | .168 | .564 | 22 | .209 | .421 |
| 16 | .204 | .012 | 04 | .183 | .482 | 24 | .105 | .849 | 01 | .326 | .037 | 29 | .264 | .284 | 22 | .232 | .953 | 16 | .221 | .311 |
| 08 | .208 | .418 | 02 | .208 | .577 | 07 | .139 | .159 | 30 | .334 | .938 | 11 | .282 | .262 | 14 | .259 | .217 | 29 | .235 | .356 |
| 19 | .211 | .798 | 03 | .214 | .402 | 01 | .175 | .641 | 22 | .405 | .295 | 14 | .379 | .994 | 01 | .275 | .195 | 28 | .264 | .941 |
| 29 | .233 | .070 | 07 | .245 | .080 | 33 | .196 | .873 | 05 | .421 | .282 | 13 | .394 | .405 | 06 | .277 | .475 | 11 | .287 | .199 |
| 07 | .260 | .073 | 15 | .248 | .831 | 26 | .240 | .981 | 13 | .451 | .212 | 06 | .410 | .157 | 02 | .296 | .497 | 02 | .336 | .992 |
| 17 | .262 | .308 | 29 | .261 | .087 | 14 | .255 | .374 | 02 | .461 | .023 | 15 | .438 | .700 | 26 | .311 | .144 | 15 | .393 | .488 |
| 25 | .271 | .180 | 30 | .302 | .883 | 06 | .310 | .043 | 06 | .487 | .539 | 22 | .453 | .635 | 05 | .351 | .141 | 19 | .437 | .655 |
| 06 | .302 | .672 | 21 | .318 | .088 | 11 | .316 | .653 | 08 | .497 | .396 | 21 | .472 | .824 | 17 | .370 | .811 | 24 | .466 | .773 |
| 01 | .409 | .406 | 11 | .376 | .936 | 13 | .324 | .585 | 25 | .503 | .893 | 05 | .488 | .118 | 09 | .388 | .484 | 14 | .531 | .014 |
| 13 | .507 | .693 | 14 | .430 | .814 | 12 | .351 | .275 | 15 | .594 | .603 | 01 | .525 | .222 | 04 | .410 | .073 | 09 | .562 | .678 |
| 02 | .575 | .654 | 27 | .438 | .676 | 20 | .371 | .535 | 27 | .620 | .894 | 12 | .561 | .980 | 25 | .471 | .530 | 06 | .601 | .675 |
| 13 | .591 | .318 | 03 | .467 | .205 | 08 | .409 | .495 | 21 | .629 | .841 | 08 | .652 | .508 | 13 | .486 | .779 | 10 | .612 | .859 |
| 20 | .610 | .321 | 09 | .474 | .138 | 16 | .445 | .740 | 17 | .691 | .580 | 18 | .668 | .271 | 15 | .515 | .867 | 26 | .673 | .112 |
| 12 | .631 | .597 | 10 | .492 | .474 | 03 | .494 | .929 | 09 | .708 | .689 | 30 | .736 | .634 | 23 | .567 | .798 | 23 | .738 | .770 |
| 27 | .651 | .281 | 13 | .499 | .892 | 27 | .543 | .387 | 07 | .709 | .012 | 02 | .763 | .253 | 11 | .618 | .502 | 21 | .753 | .614 |
| 04 | .661 | .953 | 19 | .511 | .520 | 17 | .625 | .171 | 11 | .714 | .049 | 23 | .804 | .140 | 28 | .636 | .148 | 30 | .758 | .851 |
| 22 | .692 | .089 | 23 | .591 | .770 | 02 | .699 | .073 | 23 | .720 | .695 | 25 | .828 | .425 | 27 | .650 | .741 | 27 | .765 | .563 |
| 05 | .779 | .346 | 20 | .604 | .730 | 19 | .702 | .934 | 03 | .748 | .413 | 10 | .843 | .627 | 16 | .711 | .508 | 07 | .780 | .534 |
| 09 | .787 | .173 | 24 | .654 | .330 | 22 | .816 | .802 | 20 | .781 | .603 | 16 | .858 | .849 | 19 | .778 | .812 | 04 | .818 | .187 |
| 10 | .818 | .837 | 12 | .728 | .523 | 04 | .838 | .166 | 26 | .830 | .384 | 04 | .903 | .327 | 07 | .804 | .675 | 17 | .837 | .353 |
| 14 | .895 | .631 | 16 | .753 | .344 | 15 | .904 | .116 | 04 | .843 | .002 | 09 | .912 | .382 | 08 | .806 | .952 | 05 | .854 | .818 |
| 26 | .912 | .376 | 01 | .806 | .134 | 28 | .969 | .742 | 12 | .884 | .582 | 27 | .935 | .162 | 18 | .841 | .414 | 01 | .867 | .133 |
| 28 | .920 | .163 | 22 | .878 | .884 | 09 | .974 | .046 | 29 | .926 | .700 | 20 | .970 | .582 | 12 | .918 | .114 | 08 | .915 | .538 |
| 03 | .945 | .140 | 25 | .939 | .162 | 05 | .977 | .494 | 16 | .951 | .601 | 19 | .975 | .327 | 03 | .992 | .399 | 25 | .975 | .584 |

| Col.No. 8 | | | Col.No. 9 | | | Col.No. 10 | | | Col. No.11 | | | Col.No. 12 | | | Col. No. 13 | | | Col.No. 14 | | |
|-----------|------|------|-----------|------|------|------------|------|------|------------|------|------|------------|------|------|-------------|------|------|------------|------|------|
| A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| 09 | .042 | .071 | 14 | .061 | .935 | 26 | .038 | .023 | 27 | .074 | .779 | 16 | .073 | .987 | 03 | .033 | .091 | 26 | .035 | .175 |
| 17 | .141 | .411 | 02 | .065 | .097 | 30 | .066 | .371 | 06 | .084 | .396 | 23 | .078 | .056 | 07 | .047 | .391 | 17 | .089 | .363 |
| 02 | .143 | .221 | 03 | .094 | .228 | 27 | .073 | .876 | 24 | .098 | .524 | 17 | .096 | .076 | 28 | .064 | .113 | 10 | .149 | .681 |
| 05 | .162 | .899 | 16 | .122 | .945 | 09 | .095 | .568 | 10 | .133 | .919 | 04 | .153 | .163 | 12 | .066 | .360 | 28 | .238 | .075 |
| 03 | .285 | .016 | 18 | .158 | .430 | 05 | .180 | .741 | 15 | .187 | .079 | 10 | .254 | .834 | 26 | .076 | .552 | 13 | .244 | .767 |
| 28 | .291 | 0.34 | 25 | .193 | .469 | 12 | .200 | .851 | 17 | .227 | .767 | 06 | .234 | .623 | 30 | .087 | .101 | 24 | .262 | .366 |
| 08 | .369 | .557 | 24 | .224 | .572 | 13 | .259 | .327 | 20 | .236 | .571 | 12 | .305 | .616 | 02 | .127 | .187 | 08 | .264 | .651 |
| 01 | .436 | .386 | 10 | .225 | .223 | 21 | .264 | .681 | 01 | .245 | .988 | 25 | .319 | .901 | 06 | .144 | .068 | 18 | .285 | .311 |
| 20 | .450 | .289 | 09 | .253 | .838 | 17 | .283 | .645 | 04 | .317 | .291 | 01 | .320 | .212 | 25 | .202 | .674 | 02 | .340 | .131 |
| 18 | .455 | .789 | 20 | .290 | .120 | 23 | .363 | .063 | 29 | .350 | .911 | 08 | .416 | .372 | 01 | .247 | .025 | 29 | .353 | .478 |
| 23 | .438 | .715 | 01 | .297 | .242 | 20 | .364 | .366 | 26 | .380 | .104 | 13 | .432 | .556 | 23 | .253 | .323 | 06 | .359 | .270 |
| 14 | .496 | .276 | 11 | .337 | .760 | 16 | .395 | .363 | 28 | .425 | .864 | 02 | .489 | .827 | 24 | .320 | .651 | 20 | .387 | .248 |
| 15 | .503 | .342 | 19 | .389 | .064 | 02 | .423 | .540 | 22 | .487 | .526 | 29 | .503 | .787 | 10 | .328 | .365 | 14 | .392 | .694 |
| 04 | .515 | .693 | 13 | .411 | .474 | 08 | .432 | .736 | 05 | .552 | .511 | 15 | .518 | .717 | 27 | .338 | .412 | 03 | .408 | .077 |
| 16 | .532 | .112 | 20 | .447 | .393 | 10 | .476 | .468 | 14 | .564 | .357 | 28 | .524 | .998 | 13 | .356 | .991 | 27 | .440 | .280 |
| 22 | .557 | .357 | 22 | .478 | .321 | 03 | .508 | .774 | 11 | .572 | .306 | 03 | .542 | .352 | 16 | .401 | .792 | 22 | .461 | .830 |
| 11 | .559 | .620 | 29 | .481 | .993 | 01 | .601 | .417 | 21 | .594 | .197 | 19 | .585 | .462 | 17 | .423 | .117 | 16 | .527 | .003 |
| 12 | .650 | .216 | 27 | .562 | .403 | 22 | .687 | .917 | 09 | .607 | .524 | 05 | .695 | .111 | 21 | .481 | .838 | 30 | .531 | .486 |
| 21 | .672 | .320 | 04 | .566 | .179 | 29 | .697 | .862 | 19 | .650 | .572 | 07 | .733 | .838 | 08 | .560 | .401 | 25 | .678 | .360 |
| 13 | .709 | .273 | 08 | .603 | .753 | 11 | .701 | .605 | 18 | .664 | .101 | 11 | .744 | .948 | 19 | .564 | .190 | 21 | .725 | .014 |
| 07 | .745 | .687 | 15 | .632 | .927 | 07 | .728 | .498 | 25 | .674 | .428 | 18 | .793 | .748 | 05 | .571 | .054 | 05 | .797 | .595 |
| 30 | .780 | .285 | 06 | .707 | .107 | 14 | .745 | .679 | 02 | .697 | .674 | 27 | .802 | .967 | 18 | .587 | .584 | 15 | .801 | .927 |
| 19 | .845 | .097 | 28 | .737 | .161 | 24 | .819 | .444 | 03 | .767 | .928 | 21 | .826 | .487 | 15 | .604 | .145 | 12 | .836 | .294 |
| 26 | .846 | .366 | 17 | .846 | .130 | 15 | .840 | .823 | 16 | .809 | .529 | 24 | .835 | .832 | 11 | .641 | .298 | 04 | .854 | .982 |
| 29 | .861 | .307 | 07 | .874 | .491 | 25 | .863 | .568 | 30 | .838 | .294 | 26 | .855 | .142 | 22 | .672 | .156 | 11 | .884 | .928 |
| 25 | .906 | .874 | 05 | .890 | .828 | 06 | .878 | .215 | 13 | .845 | .470 | 14 | .861 | .462 | 20 | .674 | .887 | 19 | .386 | .832 |
| 24 | .919 | .809 | 23 | .931 | .659 | 18 | .930 | .601 | 08 | .855 | .524 | 20 | .374 | .625 | 14 | .752 | .881 | 07 | .929 | .932 |
| 10 | .919 | .809 | 26 | .960 | .365 | 04 | .954 | .827 | 07 | .867 | .718 | 30 | .929 | .056 | 09 | .774 | .560 | 09 | .932 | .206 |
| 06 | .961 | .504 | 21 | .978 | .194 | 28 | .963 | .004 | 12 | .881 | .722 | 09 | .935 | .582 | 29 | .921 | .752 | 01 | .970 | .692 |
| 27 | .969 | .811 | 12 | .982 | .183 | 19 | .983 | .020 | 23 | .937 | .872 | 22 | .947 | .797 | 04 | .959 | .099 | 23 | .973 | .082 |

| Col. No. 15 | | | Col. No. 16 | | | Col. No. 17 | | | Col. No. 18 | | | Col. No. 19 | | | Col. No. 20 | | | Col. No. 21 | | |
|-------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|
| A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| 15 | .023 | .979 | 19 | .062 | .588 | 13 | .045 | .004 | 25 | .027 | .290 | 12 | .052 | .075 | 20 | .030 | .881 | 01 | .010 | .946 |
| 11 | .118 | .465 | 25 | .080 | .218 | 18 | .086 | .878 | 06 | .057 | .571 | 30 | .075 | .493 | 12 | .034 | .291 | 10 | .014 | .939 |
| 07 | .134 | .172 | 09 | .131 | .295 | 26 | .126 | .990 | 26 | .059 | .026 | 28 | .120 | .341 | 22 | .043 | .823 | 07 | .032 | .346 |
| 01 | .139 | .230 | 18 | .136 | .381 | 12 | .128 | .661 | 07 | .105 | .176 | 27 | .145 | .689 | 28 | .143 | .073 | 06 | .093 | .180 |
| 16 | .145 | .122 | 05 | .147 | .864 | 30 | .146 | .337 | 18 | .107 | .358 | 02 | .209 | .957 | 03 | .150 | .937 | 15 | .151 | .012 |
| 20 | .165 | .520 | 12 | .158 | .365 | 05 | .169 | .470 | 22 | .128 | .827 | 26 | .272 | .818 | 04 | .154 | .867 | 16 | .185 | .455 |
| 06 | .185 | .481 | 28 | .214 | .184 | 21 | .244 | .433 | 23 | .156 | .440 | 22 | .299 | .317 | 19 | .158 | .359 | 07 | .227 | .277 |
| 09 | .211 | .316 | 14 | .215 | .757 | 23 | .270 | .849 | 15 | .171 | .157 | 18 | .306 | .475 | 29 | .304 | .615 | 02 | .304 | .400 |
| 14 | .248 | .348 | 13 | .224 | .846 | 25 | .274 | .407 | 08 | .220 | .097 | 20 | .311 | .653 | 06 | .369 | .633 | 30 | .316 | .074 |
| 25 | .249 | .890 | 15 | .227 | .809 | 10 | .290 | .925 | 20 | .252 | .066 | 15 | .348 | .156 | 18 | .390 | .536 | 18 | .328 | .799 |
| 13 | .252 | .577 | 11 | .280 | .890 | 01 | .323 | .490 | 04 | .268 | .576 | 16 | .381 | .710 | 17 | .403 | .392 | 20 | .352 | .288 |
| 30 | .273 | .088 | 01 | .331 | .925 | 24 | .352 | .291 | 14 | .275 | .302 | 01 | .411 | .607 | 23 | .404 | .182 | 26 | .371 | .216 |
| 18 | .277 | .689 | 10 | .399 | .992 | 15 | .361 | .155 | 11 | .297 | .589 | 13 | .417 | .715 | 01 | .415 | .457 | 19 | .448 | .754 |
| 22 | .372 | .958 | 30 | .417 | .787 | 29 | .374 | .882 | 01 | .358 | .305 | 21 | .472 | .484 | 07 | .437 | .696 | 13 | .487 | .598 |
| 10 | .461 | .075 | 08 | .439 | .921 | 08 | .432 | .139 | 09 | .412 | .089 | 04 | .478 | .885 | 24 | .446 | .546 | 12 | .546 | .640 |
| 28 | .519 | .536 | 20 | .472 | .484 | 04 | .467 | .266 | 16 | .429 | .834 | 25 | .479 | .080 | 26 | .435 | .768 | 24 | .550 | .038 |
| 17 | .520 | .090 | 24 | .498 | .712 | 22 | .508 | .880 | 10 | .491 | .200 | 11 | .566 | .104 | 15 | .511 | .313 | 03 | .604 | .780 |
| 03 | .523 | .519 | 04 | .516 | .396 | 27 | .632 | .191 | 28 | .542 | .306 | 10 | .576 | .659 | 10 | .517 | .290 | 22 | .621 | .930 |
| 26 | .573 | .502 | 03 | .548 | .688 | 16 | .661 | .836 | 12 | .563 | .091 | 29 | .665 | .397 | 30 | .556 | .853 | 21 | .629 | .154 |
| 19 | .634 | .206 | 23 | .597 | .508 | 19 | .675 | .629 | 02 | .593 | .321 | 19 | .739 | .298 | 25 | .561 | .837 | 11 | .634 | .906 |
| 24 | .635 | .810 | 21 | .641 | .114 | 14 | .680 | .890 | 30 | .692 | .198 | 14 | .749 | .759 | 09 | .574 | .599 | 05 | .696 | .459 |
| 21 | .679 | .841 | 02 | .739 | .298 | 28 | .714 | .508 | 19 | .705 | .445 | 08 | .756 | .919 | 13 | .613 | .762 | 23 | .710 | .078 |
| 27 | .712 | .366 | 29 | .792 | .038 | 06 | .719 | .441 | 24 | .709 | .717 | 07 | .793 | .183 | 11 | .698 | .783 | 29 | .726 | .585 |
| 05 | .780 | .497 | 22 | .829 | .324 | 09 | .735 | .040 | 13 | .820 | .739 | 23 | .834 | .647 | 14 | .715 | .179 | 17 | .749 | .916 |
| 23 | .861 | .106 | 17 | .834 | .647 | 17 | .741 | .906 | 05 | .848 | .866 | 06 | .837 | .978 | 16 | .770 | .128 | 04 | .802 | .186 |
| 12 | .865 | .377 | 16 | .909 | .608 | 11 | .747 | .205 | 27 | .867 | .633 | 03 | .849 | .964 | 08 | .815 | .385 | 14 | .835 | .319 |
| 29 | .882 | .635 | 06 | .914 | .420 | 20 | .850 | .047 | 03 | .883 | .333 | 24 | .851 | .109 | 05 | .872 | .490 | 08 | .870 | .546 |
| 08 | .902 | .020 | 27 | .958 | .856 | 02 | .859 | .356 | 17 | .900 | .443 | 05 | .859 | .935 | 21 | .885 | .999 | 28 | .871 | .539 |
| 04 | .951 | .482 | 26 | .981 | .976 | 07 | .870 | .612 | 21 | .914 | .483 | 17 | .863 | .220 | 02 | .958 | .177 | 25 | .971 | .369 |
| 02 | .977 | .172 | 07 | .983 | .624 | 08 | .916 | .463 | 29 | .950 | .750 | 09 | .863 | .147 | 27 | .961 | .980 | 27 | .984 | .252 |

| Col. No. 22 | | | Col. No. 23 | | | Col. No. 24 | | | Col. No. 25 | | | Col. No. 26 | | | Col. No. 27 | | | Col. No. 28 | | |
|-------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|
| A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| 12 | .051 | .032 | 26 | .051 | .187 | 08 | .015 | .521 | 02 | .039 | .006 | 16 | .026 | .102 | 21 | .050 | .952 | 29 | .042 | .039 |
| 11 | .068 | .980 | 03 | .053 | .256 | 16 | .068 | .994 | 16 | .061 | .599 | 01 | .033 | .886 | 17 | .085 | .403 | 07 | .105 | .293 |
| 17 | .089 | .309 | 29 | .100 | .159 | 11 | .118 | .400 | 26 | .068 | .054 | 04 | .088 | .686 | 10 | .141 | .624 | 25 | .115 | .420 |
| 01 | .091 | .371 | 13 | .102 | .465 | 21 | .124 | .565 | 11 | .073 | .812 | 22 | .090 | .602 | 05 | .154 | .157 | 09 | .126 | .612 |
| 10 | .100 | .709 | 24 | .110 | .316 | 18 | .153 | .158 | 07 | .123 | .649 | 13 | .114 | .614 | 06 | .164 | .841 | 10 | .205 | .144 |
| 30 | .121 | .744 | 18 | .114 | .300 | 17 | .190 | .159 | 05 | .126 | .658 | 20 | .136 | .576 | 07 | .197 | .013 | 03 | .210 | .054 |
| 02 | .166 | .056 | 11 | .123 | .208 | 26 | .192 | .676 | 14 | .161 | .189 | 05 | .138 | .228 | 16 | .215 | .363 | 23 | .234 | .533 |
| 23 | .179 | .529 | 09 | .138 | .182 | 01 | .237 | .030 | 18 | .166 | .040 | 10 | .216 | .565 | 08 | .222 | .520 | 13 | .266 | .799 |
| 21 | .187 | .051 | 06 | .194 | .115 | 12 | .283 | .077 | 28 | .243 | .171 | 02 | .233 | .610 | 13 | .269 | .477 | 20 | .305 | .603 |
| 22 | .205 | .543 | 22 | .234 | .480 | 03 | .236 | .318 | 06 | .255 | .117 | 07 | .278 | .357 | 02 | .288 | .012 | 05 | .372 | .223 |
| 28 | .230 | .688 | 20 | .274 | .107 | 10 | .317 | .734 | 15 | .261 | .928 | 30 | .405 | .273 | 25 | .333 | .633 | 26 | .385 | .111 |
| 19 | .243 | .001 | 21 | .331 | .292 | 05 | .337 | .844 | 10 | .301 | .811 | 06 | .421 | .807 | 28 | .348 | .710 | 30 | .422 | .315 |
| 27 | .267 | .990 | 08 | .346 | .085 | 25 | .441 | .336 | 24 | .363 | .025 | 12 | .426 | .583 | 20 | .362 | .961 | 17 | .453 | .783 |
| 15 | .283 | .440 | 27 | .382 | .979 | 27 | .469 | .786 | 22 | .378 | .792 | 08 | .471 | .708 | 14 | .511 | .989 | 02 | .460 | .916 |
| 16 | .352 | .089 | 07 | .387 | .865 | 27 | .469 | .786 | 27 | .379 | .959 | 18 | .473 | .738 | 26 | .540 | .903 | 27 | .461 | .841 |
| 03 | .377 | .648 | 28 | .411 | .776 | 20 | .475 | .761 | 19 | .420 | .557 | 19 | .510 | .207 | 27 | .587 | .643 | 14 | .483 | .095 |
| 06 | .397 | .769 | 16 | .444 | .999 | 06 | .557 | .001 | 21 | .467 | .943 | 03 | .512 | .329 | 12 | .603 | .745 | 12 | .507 | .375 |
| 09 | .409 | .428 | 04 | .515 | .993 | 07 | .610 | .238 | 17 | .494 | .225 | 15 | .640 | .329 | 29 | .619 | .895 | 28 | .509 | .748 |
| 14 | .465 | .406 | 17 | .518 | .827 | 09 | .617 | .041 | 09 | .620 | .081 | 09 | .665 | .354 | 23 | .623 | .333 | 21 | .583 | .804 |
| 13 | .499 | .651 | 05 | .539 | .620 | 13 | .641 | .648 | 30 | .623 | .106 | 14 | .680 | .884 | 22 | .624 | .076 | 22 | .587 | .993 |
| 04 | .539 | .972 | 02 | .623 | .272 | 22 | .664 | .291 | 03 | .625 | .777 | 26 | .703 | .622 | 18 | .670 | .904 | 16 | .689 | .339 |
| 18 | .560 | .747 | 30 | .637 | .374 | 19 | .717 | .232 | 08 | .651 | .790 | 29 | .739 | .394 | 11 | .711 | .253 | 06 | .727 | .298 |
| 26 | .575 | .892 | 14 | .714 | .364 | 02 | .776 | .504 | 12 | .715 | .599 | 25 | .759 | .386 | 01 | .790 | .392 | 04 | .731 | .814 |
| 29 | .756 | .712 | 15 | .730 | .107 | 02 | .775 | .504 | 23 | .782 | .093 | 24 | .803 | .602 | 04 | .813 | .611 | 08 | .807 | .983 |
| 20 | .760 | .920 | 19 | .771 | .552 | 29 | .777 | .548 | 20 | .810 | .371 | 27 | .842 | .491 | 19 | .843 | .732 | 15 | .833 | .757 |
| 05 | .847 | .925 | 23 | .780 | .662 | 14 | .823 | .223 | 01 | .841 | .726 | 21 | .870 | .435 | 03 | .844 | .511 | 19 | .896 | .464 |
| 25 | .872 | .891 | 10 | .924 | .888 | 23 | .848 | .264 | 29 | .862 | .009 | 28 | .906 | .367 | 30 | .858 | .299 | 18 | .916 | .384 |
| 24 | .874 | .135 | 12 | .929 | .204 | 30 | .892 | .817 | 25 | .891 | .873 | 23 | .948 | .367 | 09 | .929 | .199 | 01 | .948 | .610 |
| 08 | .911 | .215 | 01 | .937 | .714 | 28 | .943 | .190 | 04 | .917 | .264 | 11 | .956 | .142 | 24 | .931 | .263 | 11 | .976 | .799 |
| 07 | .946 | .065 | 25 | .974 | .398 | 15 | .975 | .962 | 13 | .958 | .990 | 17 | .993 | .989 | 15 | .939 | .947 | 24 | .978 | .633 |

Para determinar la localización en el sentido del eje transversal del camino será necesario multiplicar el ancho total de la sección, por el coeficiente decimal de la subcolumna C del renglón correspondiente al número de cada una de las muestras; a este producto deberá restarse el semi-ancho de la sección; si esta diferencia resulta positiva, el punto de muestreo deberá situarse a la derecha del centro de línea del camino y si resulta negativa, este punto se situará a la izquierda. En el caso que se ejemplifica se considerará un ancho de la sección de 12 cm. (TABLA No. 4).

TABLA 3

Determinación de la posición de las estaciones y de muestreo en la sección transversal.

| Número de Muestra | Factor | Distancia de Origen |
|-------------------|--------|---------------------------------|
| 01 | 0.415 | $5500 \times 0.415 = 2 + 282.5$ |
| 02 | 0.958 | $5500 \times 0.958 = 5 + 169.0$ |
| 03 | 0.150 | $5500 \times 0.150 = 0 + 825.0$ |
| 04 | 0.154 | $5500 \times 0.154 = 0 + 847.0$ |
| 05 | 0.872 | $5500 \times 0.872 = 4 + 796.0$ |
| 06 | 0.369 | $5500 \times 0.369 = 2 + 029.5$ |
| 07 | 0.437 | $5500 \times 0.437 = 2 + 403.5$ |
| 08 | 0.815 | $5500 \times 0.815 = 4 + 482.5$ |
| 09 | 0.574 | $5500 \times 0.574 = 3 + 157.0$ |
| 10 | 0.517 | $5500 \times 0.517 = 2 + 843.5$ |
| 11 | 0.698 | $5500 \times 0.698 = 3 + 839.0$ |

En la figura 10 se ilustra el plan de muestreo para el ejemplo que se ha descrito.

El procedimiento que se ha presentado podría ser utilizado en el caso muy frecuente de determinación de un valor representativo de los parámetros de resistencia de subrasantes para el diseño de pavimentos; otra aplicación, podría encontrarse en la elaboración de un plan de muestreo para el control de compactación de las diferentes capas de suelo que constituyen la sección estructural de una vía terrestre.

Puede verse que la gran ventaja del muestreo aleatorio estriba en que todos los elementos de la población tienen la misma oportunidad de ser extraídos y probados. Cualquier otro procedimiento de muestreo tiene el riesgo de caer en algún "criterio" ejercido por el inspector, que haga diferente la oportunidad de los elementos de la población para ser probados. Por lo demás, al - -

TABLA 4

Determinación de la posición de las estaciones de muestreo según el eje longitudinal.

| Número de muestra | Factor | Producto | Distancia del centro de línea |
|-------------------|--------|-------------------|-------------------------------|
| 01 | 0.457 | 12 x 0.457 = 5.5 | 0.5 Izquierda |
| 02 | 0.177 | 12 x 0.177 = 2.1 | 3.9 Izquierda |
| 03 | 0.937 | 12 x 0.937 = 11.2 | 5.2 Derecha |
| 04 | 0.867 | 12 x 0.867 = 10.4 | 4.4 Derecha |
| 05 | 0.490 | 12 x 0.490 = 5.9 | 0.1 Izquierda |
| 06 | 0.633 | 12 x 0.633 = 7.6 | 1.6 Derecha |
| 07 | 0.696 | 12 x 0.696 = 8.4 | 2.4 Derecha |
| 08 | 0.385 | 12 x 0.385 = 4.6 | 1.4 Izquierda |
| 09 | 0.599 | 12 x 0.599 = 7.2 | 1.2 Derecha |
| 10 | 0.290 | 12 x 0.290 = 3.5 | 2.5 Izquierda |
| 11 | 0.783 | 12 x 0.783 = 9.4 | 3.4 Derecha |

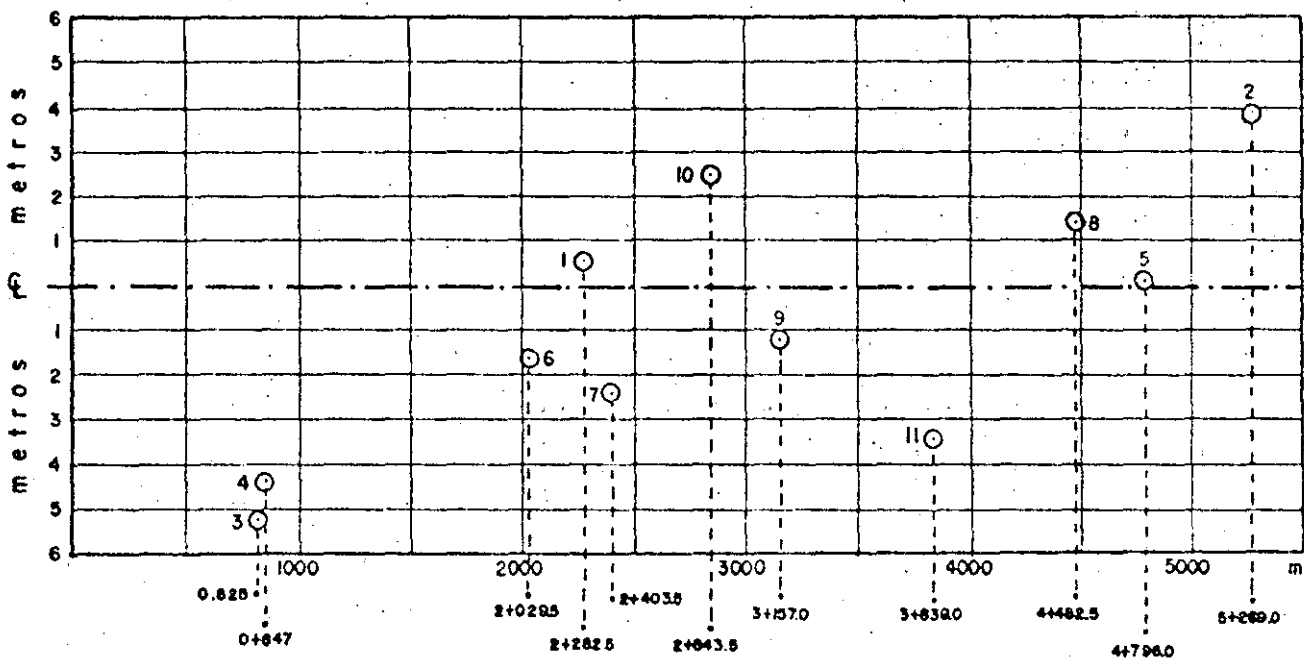


Figura 10. Localización de los puntos de muestreo obtenidos con la tabla 2 de números aleatorios.

muestreo aleatorio le son aplicables los principios básicos discutidos en - - otras partes de este párrafo, de manera que, por ejemplo, cuanto mayor sea el tamaño de la muestra que se pruebe a fin de cuentas, mayor será la probabilidad de que se detecte lo que debe ser rechazado o lo que es defectuoso.

IV. METODOS ESTADISTICOS DE CONTROL DE CALIDAD.

A) Métodos basados en el uso de gráficas de control.

A-1) Gráficas de control.

Imagínese que se tienen 20 estaciones con muestreo de compactación (peso volumétrico seco máximo) en un tramo de un camino, contando cada una de las - estaciones de 5 puntos distribuidos transversalmente. Supóngase que la tabla 5 resume los resultados de todas las medidas efectuadas.

Con los datos de la tabla 5 podría ocurrirse dibujar las dos gráficas - que se muestran en la Fig. 11. En la parte (a) de dicha figura aparecen las mediciones individuales graficadas para cada muestra; también se señala el va - lor nominal o pretendido para el peso volumétrico seco máximo y los límites - de tolerancias superior e inferior que se suponen aceptables para el problema en estudio (en realidad, como se verá, estos límites no son arbitrarios, sino que quedan dados por las leyes de la estadística para un proceso de produc - ción dado. Es muy común que en prácticas viciosas se fijen arbitrariamente - por un criterio experimental o por cualquier otro, pero al hacer eso se vio - lan leyes de la estadística y el proceso de control deja de ser un proceso - realmente estadístico).

En la parte b de la figura 11 se han dibujado los promedios de las 5 me - didas en cada una de las 20 muestras.

Ambas gráficas pueden mostrar ciertas tendencias en los resultados obte - nidos y si éstos se salen o no de las tolerancias especificadas; sin embargo, como se verá, distan de ser gráficas útiles en un verdadero control de cali - dad.

La Fig. 12 muestra dos gráficas de control que es posible realizar a par - tir de los datos de la tabla 5. En la parte a de la figura se han dibujado - los promedios \bar{x} ; se trata de la misma gráfica 11b, pero con los límites supe - rior e inferior de aceptación y sin dibujar la línea quebrada que une los pun - tos anotados. En un proceso sujeto a control estadístico la posición de los - límites superior e inferior en la gráfica de las \bar{x} no es arbitraria; es decir, dada la población de los límites superior e inferior correspondientes a dicha población puede ser calculada por los propios métodos estadísticos o, lo que es lo mismo, a un cierto proceso de producción de datos o de medidas le corres - ponden unos límites superior e inferior de aceptación y rechazo, en lo que se refiere a las variaciones resultado del azar o inherentes al propio proceso - de producción, de manera que si ciertos datos de los graficados en las cartas de control se salen de unos límites estadísticamente seleccionados puede afir - marse que su variación es debida a razones externas a aquellas que son inheren

T A B L A 5

Medidas del peso volumétrico seco máximo en 20
estaciones de verificación de compactación
(kg/m³)

| Muestra No. | Valor en cada punto sobre la sección transversal | | | | | Promedio (\bar{x}) | | Amplitud R |
|-------------|--|------|------|------|------|------------------------|-------|------------|
| 1 | 1800 | 1750 | 1700 | 1650 | 1600 | 1700 | 70.7 | 200 |
| 2 | 1550 | 1550 | 1700 | 1600 | 1500 | 1580 | 67.8 | 200 |
| 3 | 1500 | 1500 | 1600 | 1500 | 1600 | 1540 | 49.0 | 100 |
| 4 | 1600 | 1650 | 1650 | 1600 | 1750 | 1650 | 54.8 | 150 |
| 5 | 1600 | 1700 | 1850 | 1850 | 1750 | 1750 | 94.9 | 250 |
| 6 | 1600 | 1600 | 1550 | 1650 | 1650 | 1610 | 37.4 | 100 |
| 7 | 1650 | 1650 | 1800 | 1600 | 1550 | 1650 | 83.7 | 250 |
| 8 | 1150 | 1650 | 1800 | 1750 | 1800 | 1630 | 243.5 | 650 |
| 9 | 2150 | 1800 | 1750 | 1200 | 1550 | 1690 | 312.1 | 950 |
| 10 | 1800 | 1750 | 1800 | 2050 | 2050 | 1890 | 131.9 | 300 |
| 11 | 1700 | 1900 | 1750 | 1700 | 1900 | 1790 | 91.7 | 200 |
| 12 | 1800 | 1900 | 1950 | 1950 | 2000 | 1920 | 67.8 | 200 |
| 13 | 1800 | 2000 | 1750 | 1300 | 1650 | 1700 | 230.2 | 700 |
| 14 | 1800 | 1750 | 1850 | 1700 | 1650 | 1750 | 70.07 | 200 |
| 15 | 1500 | 1850 | 1650 | 1700 | 1750 | 1690 | 115.7 | 350 |
| 16 | 1400 | 1550 | 1650 | 1650 | 1650 | 1580 | 124.9 | 250 |
| 17 | 1650 | 1700 | 1700 | 1650 | 1750 | 1650 | 83.7 | 250 |
| 18 | 1350 | 1400 | 1450 | 1350 | 1500 | 1410 | 58.3 | 150 |
| 19 | 1750 | 1800 | 1450 | 1350 | 1600 | 1590 | 171.5 | 450 |
| 20 | 1650 | 1750 | 1750 | 1950 | 1800 | 1780 | 69.3 | 300 |

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = 1677.5 \text{ kg/m}^3$$

$$\bar{R} = 111.48 \text{ kg/m}^3$$

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{n} = 312.5 \text{ kg/m}^3$$

$$\sigma_{\bar{x}} = 115.15 \text{ kg/m}^3$$

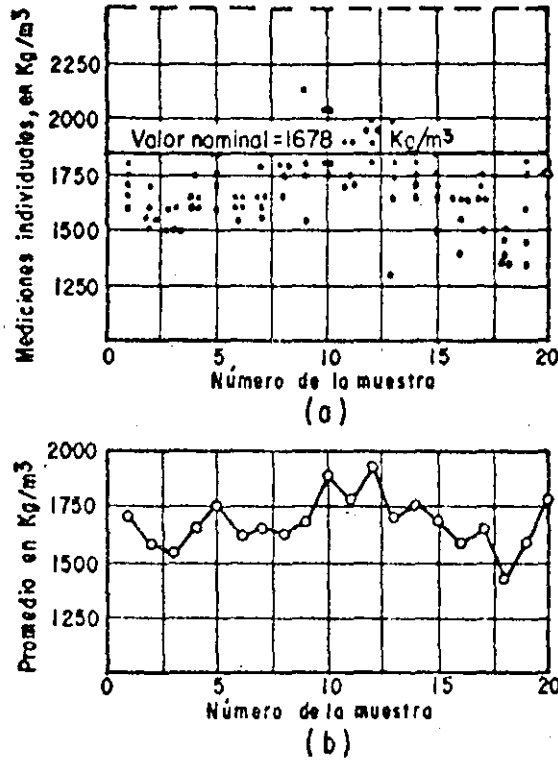


Figura 11. Gráficas de resultados de pruebas individuales y sus promedios de un proceso.

tes al proceso y, por ende, inevitables; estas segundas razones, debidas a -- causas ajenas al desarrollo del proceso pueden y deben ser corregidas. Este señalamiento es la información fundamental que una gráfica de control puede proporcionar y podría enunciarse diciendo que una gráfica de control estadísticamente construida permite diferenciar las variaciones inevitables de un proceso cualquiera de producción de medidas y datos, de aquellas que, por el contrario, podrían evitarse. Se señala así, por la simple presencia de estas últimas variaciones, en qué momento el proceso en estudio se sale de control y há de ser modificado o ajustado; además, las gráficas de control señalan cuántas y qué muestras presentan variaciones que deben ser objeto de corrección.

La parte (b) de la figura 12 muestra la gráfica de control construida con base en las amplitudes de cada muestra.

A-1.1 Gráficas de control de medias (\bar{x}).

Los límites de control pueden calcularse con base en diferentes parámetros.

A-1.1-a Con base en el promedio de las amplitudes.

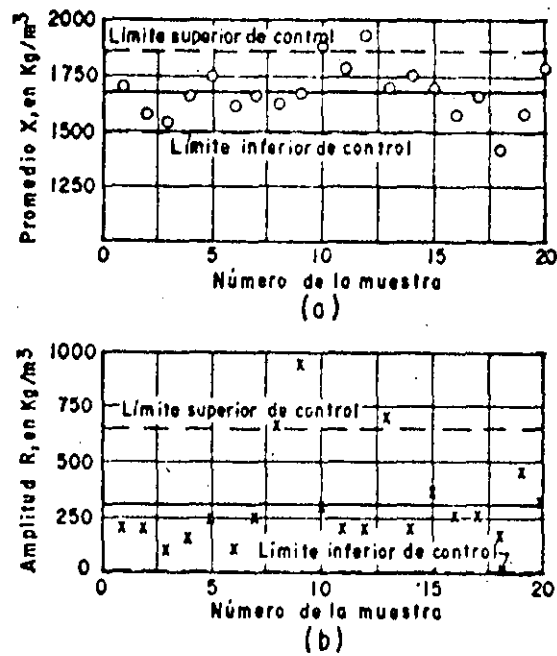


Figura 12. Gráficas de control de un proceso de compactación.
 a.- Gráfica de promedios.
 b.- Gráfica de amplitudes.

Las fórmulas a aplicar son las siguientes:

$$LS = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R}$$

$$LI = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R}$$

Donde LS y LI son los límites superior e inferior de control, \bar{R} es el promedio de las amplitudes que se tengan en cada muestra analizada \bar{x} es el promedio de las medias de las muestras analizadas y A_2 es un coeficiente que puede calcularse en la tabla 6.

Con referencia al ejemplo presentado en la Tabla 5, $\bar{\bar{x}}$ sería el promedio de todas las \bar{x} , obtenido dividiendo entre 20 la suma de todas ellas y \bar{R} sería el promedio de todas las R, calculado de la misma manera. En este caso:

$$\bar{\bar{x}} = 1677.5$$

$$\bar{R} = 312.5$$

Para $n = 5$, la Tabla 6 proporciona un valor $A_2 = 0.58$. Con todos estos datos resulta:

$$LS = 1858.9$$

$$LI = 1496.25$$

TABLA 6
Factores para determinar los límites de control a partir de R para gráficas \bar{x} y R

| Número de observaciones en el subgrupo n | Factor para la gráfica \bar{x} A_2 | Factores para la gráfica R | |
|---|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | | Límite inferior de control D_3 | Límite superior de control D_4 |
| 2 | 1.88 | 0 | 3.27 |
| 3 | 1.02 | 0 | 2.57 |
| 4 | 0.73 | 0 | 2.28 |
| 5 | 0.58 | 0 | 2.11 |
| 6 | 0.48 | 0 | 2.00 |
| 7 | 0.42 | 0.08 | 1.92 |
| 8 | 0.37 | 0.14 | 1.86 |
| 9 | 0.34 | 0.18 | 1.82 |
| 10 | 0.31 | 0.22 | 1.78 |
| 11 | 0.29 | 0.26 | 1.74 |
| 12 | 0.27 | 0.28 | 1.72 |
| 13 | 0.25 | 0.31 | 1.69 |
| 14 | 0.24 | 0.33 | 1.67 |
| 15 | 0.22 | 0.35 | 1.65 |
| 16 | 0.21 | 0.36 | 1.64 |
| 17 | 0.20 | 0.38 | 1.62 |
| 18 | 0.19 | 0.39 | 1.61 |
| 19 | 0.19 | 0.40 | 1.60 |
| 20 | 0.18 | 0.41 | 1.59 |

Resultan los dos límites equidistantes de la media, uno por arriba y otro por abajo, y a una distancia de 181.3 de dicha media.

Estos límites están obtenidos supuesto que sea cual sea la distribución del universo original, todas las demás distribuciones que se manejan son normales (lo cual es sólo aproximadamente cierto, como se mencionó, a no ser que la distribución original del universo sea también normal). Además se han considerado en todas las distribuciones normales de niveles de aceptación de $\bar{x} \pm 3$, lo que corresponde a 99.7% del área bajo la curva de Gauss (Fig. 3).

A-1.1.b Con base en el promedio de desviaciones estándar.

Con esta técnica, se proponen las siguientes fórmulas.

$$LS = \bar{x} + A_1 \bar{\sigma}$$

$$LI = \bar{x} - A_1 \bar{\sigma}$$

Donde todas las letras tienen los sentidos ya señalados, \bar{x} es el promedio de las desviaciones estándar de las muestras que se manejan y A_1 es un factor que puede obtenerse de la Tabla 7 para diferentes tamaños de la muestra (n).

En el caso del ejemplo que se viene manejando (Tabla 5), $n = 5$ y $A_1 = 1.6$. El promedio de las resulta ser 111.48, por lo que:

$$LS = 1855.9$$

Los límites resultan en el cálculo arriba y abajo de la media (\bar{x}) y a una distancia 178.4 de ella.

A-1.1-c Con base en la media (\bar{x}') y la desviación estándar (σ') del universo original.

Las fórmulas en este caso son:

$$LS = \bar{x}' + A \sigma'$$

$$LI = \bar{x}' - A \sigma'$$

La aplicación de las fórmulas anteriores exige la estimación de \bar{x}' y de σ' , pero ya se vió que si la muestra es suficientemente grande:

$$\bar{x} = \bar{x}'$$

$$\bar{\sigma} = \sigma' / \sqrt{n}$$

En la práctica frecuentemente n es pequeña, por lo que conviene afinar -- algo los cálculos anteriores. Resulta suficiente considerar $\bar{x} = \bar{x}'$ y:

$$\sigma' = \frac{\sigma}{c_2}$$

T A B L A 7

Factores para determinar los límites de control para gráficas de \bar{x} y σ a partir de $\bar{\sigma}$

| Número de Observaciones en el subgrupo n | Factor para la gráfica \bar{x} A_1 | Factor para la gráfica | |
|---|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | | Límite inferior de control B_3 | Límite superior de control B_4 |
| 2 | 3.76 | 0 | 3.27 |
| 3 | 2.39 | 0 | 2.57 |
| 4 | 1.88 | 0 | 2.27 |
| 5 | 1.60 | 0 | 2.09 |
| 6 | 1.41 | 0.03 | 1.97 |
| 7 | 1.28 | 0.12 | 1.88 |
| 8 | 1.17 | 0.19 | 1.81 |
| 9 | 1.09 | 0.24 | 1.76 |
| 10 | 1.03 | 0.28 | 1.72 |
| 11 | 0.97 | 0.32 | 1.68 |
| 12 | 0.93 | 0.35 | 1.65 |
| 13 | 0.88 | 0.38 | 1.62 |
| 14 | 0.85 | 0.41 | 1.59 |
| 15 | 0.82 | 0.43 | 1.57 |
| 16 | 0.79 | 0.45 | 1.55 |
| 17 | 0.76 | 0.47 | 1.53 |
| 18 | 0.74 | 0.48 | 1.52 |
| 19 | 0.72 | 0.50 | 1.50 |
| 20 | 0.70 | 0.51 | 1.49 |
| 21 | 0.68 | 0.52 | 1.48 |
| 22 | 0.66 | 0.53 | 1.47 |
| 23 | 0.65 | 0.54 | 1.46 |
| 24 | 0.63 | 0.55 | 1.45 |
| 25 | 0.62 | 0.56 | 1.44 |
| 30 | 0.56 | 0.60 | 1.40 |
| 35 | 0.52 | 0.63 | 1.37 |
| 40 | 0.48 | 0.66 | 1.34 |
| 45 | 0.45 | 0.68 | 1.32 |
| 50 | 0.43 | 0.70 | 1.30 |
| 55 | 0.41 | 0.71 | 1.29 |
| 60 | 0.39 | 0.72 | 1.28 |
| 65 | 0.38 | 0.73 | 1.27 |
| 70 | 0.36 | 0.74 | 1.26 |
| 75 | 0.35 | 0.75 | 1.25 |
| 80 | 0.34 | 0.76 | 1.24 |
| 85 | 0.33 | 0.77 | 1.23 |
| 90 | 0.32 | 0.77 | 1.23 |
| 95 | 0.31 | 0.78 | 1.22 |
| 100 | 0.30 | 0.79 | 1.21 |

T A B L A 8

Factores para estimar σ^2 a partir
de \bar{R} o \bar{F}

| Número de observaciones en el subgrupo. | Factore para estimar a partir de R | Factor para estimar a partir de |
|--|---------------------------------------|------------------------------------|
| n | $d_2 = R/$ | $c_2 = /$ |
| 2 | 1.128 | 0.5642 |
| 3 | 1.693 | 0.7236 |
| 4 | 2.059 | 0.7979 |
| 5 | 2.326 | 0.8407 |
| 6 | 2.534 | 0.8686 |
| 7 | 2.704 | 0.8882 |
| 8 | 2.847 | 0.9027 |
| 9 | 2.970 | 0.9139 |
| 10 | 3.078 | 0.9227 |
| 11 | 3.173 | 0.9300 |
| 12 | 3.258 | 0.9359 |
| 13 | 3.336 | 0.9410 |
| 14 | 3.407 | 0.9453 |
| 15 | 3.472 | 0.9490 |
| 16 | 3.532 | 0.9523 |
| 17 | 3.588 | 0.9551 |
| 18 | 3.640 | 0.9576 |
| 19 | 3.689 | 0.9599 |
| 20 | 3.735 | 0.9619 |
| 21 | 3.778 | 0.9638 |
| 22 | 3.819 | 0.9655 |
| 23 | 3.858 | 0.9670 |
| 24 | 3.895 | 0.9684 |
| 25 | 3.931 | 0.9696 |
| 30 | 4.086 | 0.9748 |
| 35 | 4.213 | 0.9784 |
| 40 | 4.322 | 0.9811 |
| 45 | 4.415 | 0.9832 |
| 50 | 4.498 | 0.9849 |
| 55 | 4.572 | 0.9863 |
| 60 | 4.639 | 0.9874 |
| 65 | 4.699 | 0.9884 |
| 70 | 4.755 | 0.9892 |
| 75 | 4.806 | 0.9900 |
| 80 | 4.854 | 0.9906 |
| 85 | 4.898 | 0.9912 |
| 90 | 4.939 | 0.9916 |
| 95 | 4.978 | 0.9921 |
| 100 | 5.015 | 0.9925 |

$$\sigma' = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

El coeficiente c_2 permite valuar σ' en función de $\bar{\sigma}$, que es un dato más fácil de obtener que $\sigma_{\bar{x}}$

Los factores c_2 y d_2 pueden obtenerse de la Tabla 8.

El coeficiente A de las fórmulas del párrafo A-1.1-c puede obtenerse de la Tabla 9. Se deja al lector la aplicación de las mismas fórmulas al ejemplo que se ha venido considerando.

La utilización de las fórmulas anteriores conduce a resultados similares y su uso es cuestión de preferencia o de comodidad.

A-1.2 Gráficas de control de amplitud (R).

En este caso los límites de control, quedan dados por las expresiones:

$$LS = D_4 \bar{R}$$

$$LI = D_3 \bar{R}$$

Los valores de los factores D_3 y D_4 pueden obtenerse de la Tabla 6.

En el caso del ejemplo contenido en la Tabla 5, se recordará que:

$$\bar{R} = 312.5$$

En la Tabla 6 se ve que para $n = 5$ resulta $D_3 = 0$ y $D_4 = 2.11$, por lo que aplicando las fórmulas del párrafo A-1.2 se llega a los límites:

$$LS = 659.38$$

$$LI = 0$$

Estos límites son los que se han dibujado en la parte b de la Fig. 12. Las amplitudes que queden dentro de los límites de control arriba obtenidos y marcados en dicha figura corresponden a variaciones inevitables, inherentes al proceso que se esté efectuando; si tales variaciones exceden los límites de tolerancia impuestos al proceso o éstos no son realistas, deben ser cambiados o el proceso en sí debe ajustarse o substituirse por otro que esté en po-

sibilidad de producir las desviaciones deseadas. Las desviaciones que se salgan de los límites de control obtenidos no son inevitables y el ingeniero puede emprender la tarea de intentar mejorar la aplicación de su proceso, para disminuirlas hasta los límites señalados por la gráfica de control.

Se da otra alternativa de cálculo de los límites de control en la gráfica de amplitudes, en función de la media y la desviación estándar del universo original (\bar{x} , σ); para ello deberán usarse las fórmulas:

$$LS = D_2 \sigma'$$

$$LI = D_1 \sigma'$$

En donde σ' se obtiene como ya se indicó y D_1 y D_2 pueden obtenerse de la Tabla 9.

A-1.3 Gráficas de control de desviación estándar

En este caso, los límites de control, quedan dados por las expresiones:

$$LS = B_4 \bar{\sigma}$$

$$LI = B_3 \bar{\sigma}$$

Donde $\bar{\sigma}$ se obtiene como ya se ha indicado, a partir de los datos de la Tabla 5 ($\bar{\sigma} = \sum \sigma/n$) y los factores B_3 y B_4 salen de la Tabla 7.

En la Fig. 12 no se ha dibujado la gráfica de control para las desviaciones estándar de los datos de la Tabla 5; el lector podrá realizar esta tarea. Los límites de control a obtener son, considerando que, $\sigma = 111.48$ en este caso:

$$LS = 2.09 \times 111.48 = 232.99$$

$$LI = 0$$

También se proporcionan fórmulas para el cálculo de estos límites de control en términos de los valores \bar{x} y σ , que son:

$$LS = B_1 \sigma'$$

$$LI = B_2 \sigma'$$

T A B L A 9

Factores para determinar límites de control de 3
para gráficas \bar{x} , R y σ a partir de σ'

| Número de observaciones en el subgrupo n | Factor para la gráfica \bar{x} A | Factores para la gráfica R | | Factores para la gráfica σ | |
|--|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| | | Límite inferior de control D_1 | Límite superior de control D_2 | Límite inferior de control B_1 | Límite superior de control B_2 |
| 2 | 2.12 | 0 | 3.69 | 0 | 1.84 |
| 3 | 1.73 | 0 | 4.36 | 0 | 1.86 |
| 4 | 1.50 | 0 | 4.70 | 0 | 1.81 |
| 5 | 1.34 | 0 | 4.92 | 0 | 1.76 |
| 6 | 1.22 | 0 | 5.08 | 0.03 | 1.71 |
| 7 | 1.13 | 0.20 | 5.20 | 0.10 | 1.67 |
| 8 | 1.06 | 0.39 | 5.31 | 0.17 | 1.64 |
| 9 | 1.00 | 0.55 | 5.39 | 0.22 | 1.61 |
| 10 | 0.95 | 0.69 | 5.47 | 0.26 | 1.58 |
| 11 | 0.90 | 0.81 | 5.53 | 0.30 | 1.56 |
| 12 | 0.87 | 0.92 | 5.59 | 0.33 | 1.54 |
| 13 | 0.83 | 1.03 | 5.65 | 0.36 | 1.52 |
| 14 | 0.80 | 1.12 | 5.69 | 0.38 | 1.51 |
| 15 | 0.77 | 1.21 | 5.69 | 0.38 | 1.51 |
| 16 | 0.75 | 1.28 | 5.78 | 0.43 | 1.48 |
| 17 | 0.73 | 1.36 | 5.82 | 0.44 | 1.47 |
| 18 | 0.71 | 1.43 | 5.85 | 0.46 | 1.45 |
| 19 | 0.69 | 1.49 | 5.89 | 0.48 | 1.44 |
| 20 | 0.67 | 1.55 | 5.92 | 0.49 | 1.43 |
| 21 | 0.65 | | | 0.50 | 1.42 |
| 22 | 0.64 | | | 0.52 | 1.41 |
| 23 | 0.63 | | | 0.53 | 1.41 |
| 24 | 0.61 | | | 0.54 | 1.40 |
| 25 | 0.60 | | | 0.55 | 1.39 |
| 30 | 0.55 | | | 0.59 | 1.36 |
| 35 | 0.51 | | | 0.62 | 1.33 |
| 40 | 0.47 | | | 0.65 | 1.31 |
| 45 | 0.45 | | | 0.67 | 1.30 |
| 50 | 0.42 | | | 0.68 | 1.28 |
| 55 | 0.40 | | | 0.70 | 1.27 |
| 60 | 0.39 | | | 0.71 | 1.26 |
| 65 | 0.37 | | | 0.72 | 1.25 |
| 70 | 0.36 | | | 0.74 | 1.24 |
| 75 | 0.35 | | | 0.75 | 1.23 |
| 80 | 0.34 | | | 0.75 | 1.23 |
| 85 | 0.33 | | | 0.76 | 1.22 |
| 90 | 0.32 | | | 0.77 | 1.22 |
| 95 | 0.31 | | | 0.77 | 1.21 |
| 100 | 0.30 | | | 0.78 | 1.20 |

Los coeficientes B_1 y B_2 se obtienen de la Tabla 9.

Las fórmulas anteriores para los límites de control en las diferentes gráficas, no se han deducido detalladamente, por considerar que éste no es el lugar apropiado para ello; pueden consultarse en muchos tratados de estadística matemática que incluyan aplicaciones de control de calidad. Por otra parte, la deducción en cuestión resultaría muy sencilla con base en los conceptos -- que se han presentado en el párrafo 2 de este trabajo. Haciéndola se vería -- que los factores que se han manejado y que se obtienen de tablas no son sino la interrelación entre parámetros estadísticos ya mencionados, simple de plantear y comprender.

A-2 Comentarios en torno al uso de las gráficas de control.

Cuando se maneja un cierto proceso constructivo o se investiga la dispersión, con que un laboratorio o un conjunto de ellos realizan una cierta prueba, siempre es posible y fácil en la práctica llegar a plantear una tabla de valores como la 5. Igualmente fácil será calcular los promedios, las desviaciones estándar y las amplitudes de dichos valores. Como requisito previo, -- estos últimos deberán proceder de una operación de muestreo adecuado, bien -- sea con base en el uso de curvas características de operación o bien con base en plan aleatorio.

Una vez obtenida una tabla como la 5, resultará igualmente práctico y sencillo dibujar las gráficas de control de las medias, de las amplitudes y de -- las desviaciones estándar de los datos, así como calcular los límites de control de dichas gráficas. De esta manera, el ingeniero estará en una posibilidad definitivamente práctica de saber si los valores que está manejando tienen variaciones o dispersiones razonables (o inevitables) o sí, por el contrario, se le presentan algunas susceptibles de ser eliminadas.

La comparación de las tolerancias que el ingeniero considere deseables -- en su trabajo y los límites de control orientará su criterio acerca de lo realistas que sean dichas tolerancias o de lo apropiados que sean sus métodos de trabajo, en el sentido de que si las tolerancias resultan más estrechas que -- los límites de control, el recurso será ejecutar la tarea con un método de mayor precisión, a no ser que como probablemente sucedería en muchos casos de -- la tecnología usual de las vías terrestres, el ingeniero llegara a comprender que sin perjuicio para la obra, sus tolerancias, probablemente fijadas al arbitrio o a la experiencia, pudieran ampliarse hasta los límites de control del -- proceso.

También debe notarse que la metodología que se ha dado para el cálculo de los límites de control incluye un nivel de aceptación $\bar{x} \pm 3\sigma$, lo que -- presenta un criterio muy rígido. En un control de calidad debidamente planeado, no debe ejercerse la misma exigencia en todos los tipos de vías terrestres o en todas las operaciones involucradas en la construcción de una de ellas. -- Resultaría muy simple para cualquier conocedor de estadística elemental -- transcribir todas las fórmulas anteriores a un nivel de aceptación menos exigente, por ejemplo, $\bar{x} \pm 2\sigma$ (95%) o aún $\bar{x} \pm \sigma$ (68%). La selección de un criterio --

particular está ligada no sólo a la importancia de la obra, sino también al riesgo de falla al costo de la operación que se estudie y a consideraciones de otra índole; por ejemplo, si en una carretera modesta se ha sido muy poco exigente en el uso de materiales, para evitar acarreos, seguramente habrá que ser mucho más exigentes en problemas relativos al drenaje. El balance de todos estos criterios define un buen control de calidad a base de gráficas de control y, en última instancia, un buen trabajo de equipo humano.

Podría decirse que un uso rutinario de las gráficas de control en cualquier proceso ingenieril indicaría en todo momento al ingeniero si su proceso se mantiene "bajo control"; esto ocurriría en tanto los valores auscultados se mantuvieran dentro de los límites de control. Una salida fuera de dichos límites indicaría un proceso que "se ha salido de control", señalando el momento en que el ingeniero ha de actuar sobre el proceso en estudio, para ajustarlo, mejorarlo o cambiarlo.

Las gráficas de control dicen pues cuando conviene revisar el proceso, pero no dicen donde. Aclaran que algo anda mal, pero no dicen que, aun cuando sea cierto que los ingenieros muy familiarizados con su uso lleguen a desarrollar una cierta sensibilidad para detectar las causas de los problemas que provocan las salidas de control.

Por otra parte, la estricta función del control de calidad quizá, no tenga que ir mucho más lejos de lo que las cartas de control van; señalada una falta en la calidad que se está obteniendo, corresponderá a los diferentes miembros del equipo de trabajo investigar el origen de la deficiencia y establecer las medidas para corregirlo.

B) Métodos basados en estimación estadística.

B-1) Métodos para la estimación de la media de una población.

Un procedimiento racional de afrontar los problemas de control de calidad, que podría conducir a resultados útiles sería el siguiente:

Se tiene una población original, constituida por los diferentes valores del concepto que se desea controlar. Esta población tendrá una media (\bar{x}) y una desviación estándar σ . En la práctica pueden presentarse dos casos, que conviene distinguir: en el primero, se conoce el valor de σ y en el segundo, no. Por un procedimiento de los ya analizados, por ejemplo el aleatorio, se extrae una muestra de la población original. La media y la desviación estándar de la muestra (\bar{x} y σ) pueden fácilmente calcularse con los métodos visto repetidamente en este trabajo.

La estimación inicial consistiría en establecer el intervalo de confianza para la media de la población, una vez fijado el nivel de confianza en que se desea trabajar. El enunciado anterior amerita una explicación que lo haga más inteligible. Ya se vio en el párrafo 2 de este trabajo, lo que representa el nivel de confianza en una estimación estadística; también se dijo que su valor (que define al factor t) se fija a criterio de quien ejerza el control. Obviamente, cuanto más alta sea t se tendrá una mayor probabilidad de

que la media de la población quede en cualquier intervalo prefijado, por lo que podría decirse que a menores valores de t se tienen controles más estrictos; cabe comentar que cuando t disminuye, también lo hace el error inherente a la operación estadística. El intervalo de confianza es la abertura en torno al valor "exacto" de la media de la población, en la que se tolera su fluctuación.

Así, la estimación inicial estadística a la que se está haciendo referencia se enunciaría en un caso concreto con una expresión tal como la que sigue: ¿Cuál es la probabilidad de que la media de la población se encuentre siempre entre los límites dados, escogidos simétricamente respecto a la media, bajo la curva de distribución de frecuencia? O bien, ¿Cuánto valen los límites de variación, simétricos respecto a la media, para que ésta se encuentre entre ellos con una probabilidad prefijada? Debe notarse que ambas preguntas son, en el fondo, equivalentes.

En lo que sigue se analizarán los métodos para responder las dos preguntas, o sea, para realizar lo que se ha llamado la estimación estadística inicial de la media de la población, distinguiendo el caso en que la desviación estándar de la población original es conocida, del que no lo es.

B-1.1 La desviación estándar de la población original es conocida.

En los problemas conectados con las vías terrestres seguramente este caso puede ser relativamente común, pues el valor de \bar{x} frecuentemente podrá estimarse de un modo suficientemente seguro, aún cuando no se conozca con exactitud.

Ya se vio que si se tiene un conjunto de muestras representativas de la población (tal como puede ser el caso de la Tabla 5) puede decirse que la media de las medias de cada muestra es igual a \bar{x} .

$$\bar{\bar{x}} = 1677.5 = \bar{x}'$$

Se vio también que:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma'}{N}$$

Donde N es el número de elementos en cada muestra y $\sigma_{\bar{x}}$ es la desviación estándar de las medias de las muestras, que en el caso de la Tabla 5 resulta ser:

$$\sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - \bar{x}')^2}{n}} = 115.15$$

Nótese que la n se refiere al número de renglones de la Tabla 5, o sea al número de muestras que se están manejando, en tanto que N es el número de elementos en cada una de esas muestras; en el caso de la Tabla 5, $N = 5$. Esta distinción debe tenerse siempre en mente para no caer en confusión en párrafos anteriores y subsiguientes.

En estas condiciones se permite demostrar que el intervalo de confianza para la media de la población original puede expresarse como:

$$\bar{x} \pm t \frac{\sigma'}{n}$$

Donde, \bar{x} es la media de cada muestra (renglones de la Tabla 5); t es el factor que define el nivel de confianza que se desee adoptar; σ' es la desviación estándar de la población original, que se supone conocida y N es el número de elementos de cada muestra manejada.

Teniendo en cuenta la expresión anterior, se deduce que el intervalo de confianza para la media de la población original también puede expresarse como:

$$\bar{x} \pm t \frac{\sigma'}{n} = 150$$

El valor de t , como ya se dijo puede tabularse de una vez por todas, bajo el supuesto de que la distribución de \bar{x} es normal; la Tabla 10 es una de este estilo.

T A B L A 10

Valores de t para distintos niveles de confianza.

| Nivel de confianza (%) | t |
|------------------------|------|
| 99.7 | 3 |
| 99.0 | 2.58 |
| 98.0 | 2.33 |
| 96.0 | 2.05 |
| 95.5 | 2.00 |
| 95.0 | 1.96 |
| 90.0 | 1.64 |
| 80.0 | 1.28 |
| 68.2 | 1.00 |
| 50.0 | 0.67 |

Como ejemplo pueden calcularse los límites en que debe esperarse que se mantenga la media de la población a partir de los datos obtenidos de la muestra No. 5 de la Tabla 5 (5o. renglón); se desea un nivel de confianza de 95%. El intervalo de confianza sería, utilizando la expresión anterior:

$$1750 \pm 1.96 \times 115.15 = \\ 1750 \pm 225.96$$

Lo anterior quiere decir que, a partir de los datos de la muestra No. 5 de la Tabla 5, puede afirmarse que existe un 95% de probabilidades de que la media de la población original esté comprendida en el intervalo anterior. La fluctuación en ese intervalo es inherente a las cualidades aleatorias del proceso.

Otra utilización que podría hacerse de las ideas anteriores sería, como ya se vio, plantearse el siguiente problema:

A partir de los datos de la muestra No. 5 de la Tabla 5, estímesese la probabilidad de que la media de la población esté comprendida en el intervalo:

$$1750 \pm 150 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Para resolver este problema se procederá como sigue:

De la expresión anterior se deduce que:

$$t \frac{\sigma}{\bar{x}} = 150$$

De donde, siendo $\frac{\sigma}{\bar{x}}$ igual a 115.15, como ya se calculó:

$$t = \frac{150}{115.15} = 1.3$$

Los valores de t correspondientes a todos los niveles de confianza figuran en la Tabla 11. En realidad esta tabla comprende a la 10 y es más completa que ella, yendo más allá de los valores más usuales en los cálculos prácticos. Se refiere a las áreas que ocurren bajo la curva de distribución normal entre el valor de la media y cualquier t ; el duplo de este valor dará, según ha quedado establecido (discusión en torno a la figura 3) la probabilidad de que un elemento de la distribución quede comprendido en el intervalo $0 \pm t$.

En la Tabla 11 se ve que para $t = 1.3$, la probabilidad resulta de 80.64%, menor que el 95% del ejemplo anterior por ser menor el intervalo de fluctuación que ahora se seleccionó.

La Fig. 13 muestra los intervalos de fluctuación de la media de la población original en los dos ejemplos anteriores.

Cuando la desviación estándar de la población original σ' no es conocida puede entonces estimarse con bastante seguridad a partir de la desviación estándar de la distribución de las medias de las muestras ($\sigma_{\bar{x}}$) la cual si podrá conocerse, de manera que la mayor parte de los problemas de orden práctico caen dentro de la categoría de aquellos en que se dispone de σ' . No es, sin embargo, imposible encontrar algún problema práctico en que no se conozca el multicitado valor σ' , debiéndose manejar entonces el problema como se ilustra en el siguiente párrafo.

B-1.2 La desviación estándar de la población original es desconocida.

En algunos problemas prácticos la desviación estándar de la población original no se conoce y la mejor aproximación que puede tenerse para su valor es σ , la desviación estándar de la muestra. En este caso, el procedimiento para establecer el intervalo de confianza para la media de la población original, una vez fijado el nivel de confianza en que se desea trabajar, es similar al del caso anterior, pero la distribución de las muestras ya no es normal, sino del tipo denominado de Student en las ciencias estadísticas, por lo que el problema ha de resolverse manejando una tabla de tal distribución. La fórmula que proporciona el intervalo de confianza es:

$$\bar{x} \pm t \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

Donde, \bar{x} es la media de la muestra, N el tamaño de dicha muestra y t el factor correspondiente al nivel de confianza adoptado, calculado para $N - 1$, tal como de muestra en los tratados de estadística que se han señalado previamente como referencia. Finalmente, σ es la desviación estándar de la muestra.

Intuitivamente se ve que si la estimación de σ' está basada en una muestra pequeña se tendrá un resultado menos confiable que si se usa una muestra grande.

La Tabla 12 proporciona la distribución de Student.

Como ejemplo de aplicación imagínese una muestra tomada de entre las infinitas resistencias a la compresión simple, que podrían ser determinadas para un cierto suelo en un laboratorio. Los valores se dan en Ton/m².

T A B L A 12

Valores de t en la distribución de Student.

| N-1 | t .995 | t .99 | t .975 | t .95 | t .90 | t .80 | t .75 | t .70 | t .60 | t .55 |
|-----|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 63.66 | 31.82 | 12.71 | 6.31 | 3.07 | 1.376 | 1.000 | .727 | .325 | 1.58 |
| 2 | 9.92 | 6.96 | 4.30 | 2.92 | 1.89 | 1.061 | .816 | .617 | .289 | .142 |
| 3 | 5.84 | 4.54 | 3.18 | 2.35 | 1.64 | .978 | .765 | .584 | .275 | .138 |
| 4 | 4.60 | 3.75 | 2.78 | 2.13 | 1.53 | .941 | .741 | .569 | .271 | .134 |
| 5 | 4.04 | 3.36 | 2.58 | 2.02 | 1.48 | .920 | .727 | .560 | .267 | .132 |
| 6 | 3.71 | 3.14 | 2.45 | 1.94 | 1.44 | .906 | .718 | .553 | .265 | .131 |
| 7 | 3.50 | 3.00 | 2.36 | 1.91 | 1.43 | .896 | .711 | .549 | .263 | .130 |
| 8 | 3.36 | 2.90 | 2.31 | 1.86 | 1.40 | .889 | .706 | .546 | .262 | .130 |
| 9 | 3.25 | 2.82 | 2.62 | 1.83 | 1.38 | .883 | .703 | .543 | .261 | .129 |
| 10 | 3.17 | 2.76 | 2.23 | 1.81 | 1.37 | .879 | .700 | .542 | .260 | .129 |
| 11 | 3.11 | 2.72 | 2.20 | 1.80 | 1.36 | .876 | .697 | .540 | .260 | .129 |
| 12 | 3.06 | 2.68 | 2.18 | 1.78 | 1.36 | .873 | .695 | .539 | .259 | .128 |
| 13 | 3.01 | 2.65 | 2.16 | 1.77 | 1.36 | .871 | .694 | .538 | .259 | .128 |
| 14 | 2.98 | 2.62 | 2.14 | 1.76 | 1.34 | .868 | .693 | .537 | .258 | .128 |
| 15 | 2.95 | 2.61 | 2.13 | 1.75 | 1.34 | .866 | .691 | .536 | .258 | .128 |
| 16 | 2.92 | 2.58 | 2.12 | 1.75 | 1.34 | .865 | .690 | .535 | .258 | .128 |
| 17 | 2.90 | 2.57 | 2.11 | 1.74 | 1.33 | .863 | .689 | .534 | .257 | .128 |
| 18 | 2.88 | 2.55 | 2.10 | 1.73 | 1.33 | .862 | .688 | .534 | .257 | .128 |
| 19 | 2.87 | 2.54 | 2.09 | 1.73 | 1.33 | .861 | .688 | .533 | .257 | .127 |
| 20 | 2.84 | 1.53 | 2.09 | 1.72 | 1.32 | .860 | .687 | .533 | .257 | .127 |
| 21 | 2.83 | 2.52 | 2.08 | 1.72 | 1.32 | .859 | .686 | .532 | .256 | .127 |
| 22 | 2.82 | 2.51 | 2.07 | 1.72 | 1.32 | .858 | .686 | .532 | .256 | .127 |
| 23 | 2.81 | 2.50 | 2.07 | 1.71 | 1.32 | .858 | .685 | .532 | .256 | .127 |
| 24 | 2.80 | 2.49 | 2.06 | 1.71 | 1.32 | .857 | .685 | .531 | .256 | .127 |
| 25 | 2.79 | 2.248 | 2.06 | 1.71 | 1.32 | .856 | .684 | .531 | .256 | .127 |
| 26 | 2.78 | 2.248 | 2.05 | 1.71 | 1.32 | .856 | .684 | .531 | .256 | .127 |
| 27 | 2.77 | 2.47 | 2.05 | 1.71 | 1.31 | .855 | .683 | .531 | .256 | .127 |
| 28 | 2.76 | 2.47 | 2.05 | 1.70 | 1.31 | .855 | .683 | .530 | .256 | .127 |
| 29 | 2.76 | 2.46 | 2.04 | 1.70 | 1.31 | .854 | .683 | .530 | .256 | .127 |
| 30 | 2.75 | 2.46 | 2.04 | 1.70 | 1.30 | .853 | .683 | .530 | .256 | .127 |
| 40 | 2.70 | 2.43 | 2.02 | 1.68 | 1.30 | .853 | .683 | .530 | .256 | .126 |
| 60 | 2.66 | 2.39 | 2.00 | 1.67 | 1.30 | .848 | .679 | .528 | .254 | .126 |
| 120 | 2.62 | 2.36 | 1.98 | 1.66 | 1.29 | .845 | .677 | .526 | .254 | .126 |
| | 2.58 | 2.33 | 1.96 | 1.645 | 1.28 | .842 | .674 | .524 | .253 | .126 |

T A B L A 13
Valores de q_u de un suelo, (Ton/m²).

| | | |
|-------|-------|-------|
| 15.96 | 12.32 | 17.28 |
| 15.63 | 12.40 | 16.96 |
| 17.60 | 17.64 | 14.56 |

cuya media es $\bar{x} = 15.53 \text{ Ton/m}^2$ y cuya desviación estándar es $\sigma = 1.98 \text{ Ton/m}^2$.

Se aceptará un nivel de confianza de 95% y se desea saber el intervalo de confianza de la media de la población original, para dicho nivel de confianza. Dicho intervalo será:

$$\bar{x} \pm t \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

substituyendo:

$$15.53 \pm 2.31 \frac{1.98}{\sqrt{9}} = 15.53 \pm 1.53$$

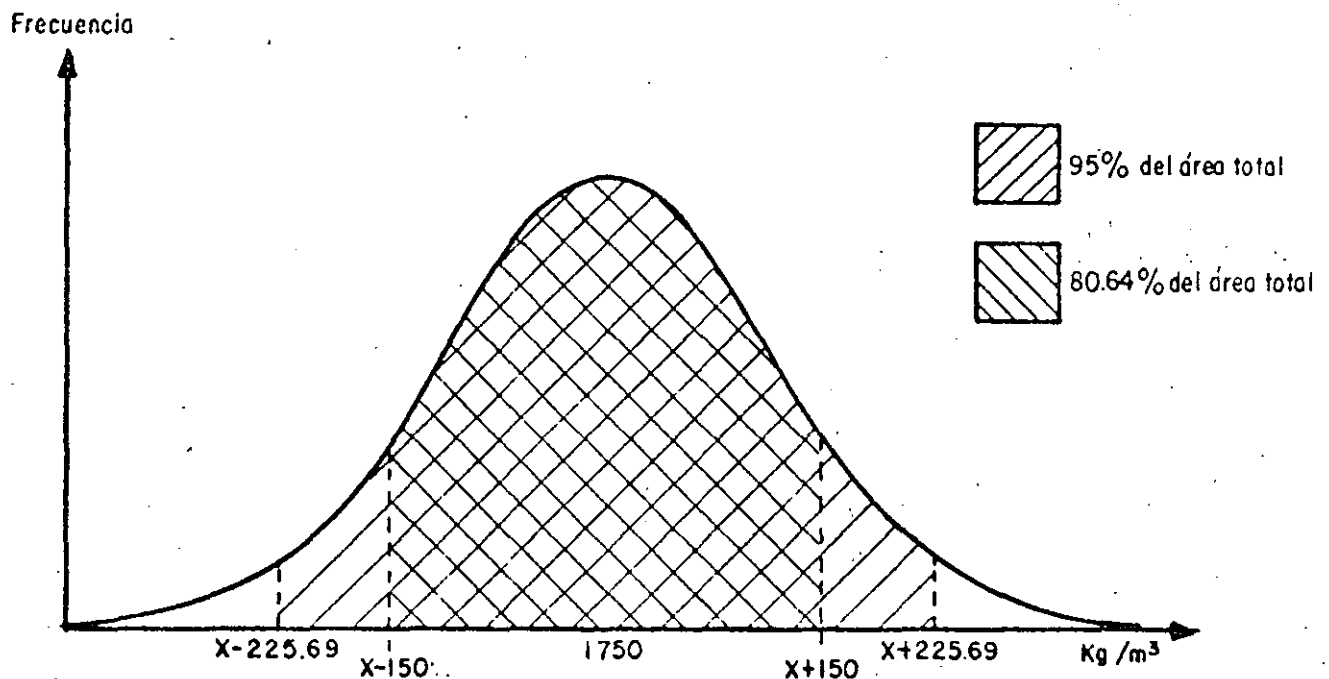


Figura 13. Representación gráfica de intervalos de confianza para la media de una población.

O lo que es lo mismo, hay en la población sujeta a muestreo, un 95% de probabilidades de que la media esté en el intervalo ± 1.53 en torno a la media de la muestra.

El valor 2.31 en los cálculos anteriores se obtuvo de la tabla 12 en el renglón 8 (correspondiente a $N - 1$, en este caso, por ser $N = 9$ y bajo la columna $t_{0.975}$; la razón es que para $t_{0.975}$ quedaría a la derecha una cola bajo la distribución de Student es simétrica, quedará otra cola del lado izquierdo, también de 0.025, con un total fuera del intervalo $\pm t_{0.975}$ de 0.05, de manera que al factor $t_{0.975}$ corresponde un área bajo la curva de 95%, como se desea. Es fácil ver que el valor de t con el que se sitúa la columna de la Tabla 12 que debe leerse, queda dado por la expresión:

$$\frac{100 + \text{nivel de confianza}}{2}$$

Otro cálculo que podría hacerse es el siguiente. Para la misma muestra utilizada ¿qué probabilidad hay de que la media de la población original quede comprendida en el intervalo:

$$15.53 \pm 0.92?$$

Ahora habría que plantear el intervalo de confianza como sigue:

$$15.53 \pm t \frac{1.98}{3}$$

Se tiene:

$$t \frac{1.98}{3} = 0.92$$

De donde:

$$t = \frac{3 \times 0.92}{1.98} = 1.39$$

En la Tabla 12 se ve que, para $N - 1 = 8$, que es el caso, resulta $t_{90} = 1.40$, suficientemente próximo a 1.39. t_{90} deja una cola de 10% de cada lado bajo la curva, o sea que corresponde a un nivel de confianza de 80%, que es la respuesta a la pregunta realizada.

B - 2 Pruebas de hipótesis para la media de una población.

B - 2.1 Pruebas de hipótesis para el caso en que la desviación estándar de la población original (σ) es conocida.

Como se vio, cuando se tiene un número de muestras grande (como podría -

ser el caso de la Tabla 5) se puede trabajar sobre la hipótesis de que la desviación estándar de la población original (σ'), es conocida, puesto que puede estimarse a partir de $\frac{\sigma}{\sqrt{2}}$, que siempre podrá valuarse.

En rigor, un resultado análogo se tiene cuando se trabaja con una sola muestra, pero muy grande. Si la muestra tuviera tantos elementos como la población original, obviamente $\sigma = \sigma'$; si la muestra es grande, σ puede ser una buena aproximación, a σ' y puede trabajarse sobre la hipótesis σ' conocida, estimándola a partir de σ . En la práctica suele aceptarse esta segunda posibilidad de conocer σ' con tal de que $N \gg 30$.

Para convertir una simple estimación estadística en un programa de control de calidad se hace preciso introducir el concepto de pruebas de hipótesis, también llamadas reglas de decisión.

Lo anterior establece una distinción entre el concepto de estimación estadística y el de existencia de un control con base en tal estimación. Ya se dijo que una estimación estadística permite simplemente establecer cual es la probabilidad de que en un cierto proceso, un cierto concepto (en los anteriores análisis, la media) se encuentre entre unos límites dados. Al dar respuesta a esta pregunta, los métodos estadísticos toman en cuenta automáticamente la naturaleza y variabilidad del proceso en estudio. Cuando un proceso está sujeto a control se va un poco más lejos y no sólo se indican los límites en que inevitablemente varía un cierto concepto, bajo un cierto nivel de confianza, sino que se dice también que significa dicha variación dentro del proceso en estudio, señalándose se la variación que se observe en un momento dado queda dentro del error inherente al proceso (inevitable de acuerdo con las leyes de la estadística) o se sale de él, con una desviación que, de acuerdo con dichas leyes puede evitarse (por lo menos parcialmente) y que debe corregirse, buscando su causa, lo que, en principio, ya no es un problema de control de calidad.

Las reglas de decisión constituyen el ingrediente necesario para convertir una estimación estadística en una regla de control.

Una prueba de hipótesis o regla de decisión es cualquier procedimiento que permita fundar la decisión que se haga con base en estudios estadísticos sobre muestras de un proceso cualquiera. La manera de establecer la validez de una decisión es estudiar dos cursos de acción posibles; el primero denominado hipótesis bajo prueba o hipótesis nula consiste en establecer, por ejemplo, la igualdad de dos conceptos ($c_1 = c_2$); el segundo, denominado hipótesis alterna, consiste necesariamente en una de las siguientes posibilidades:

$$c_1 > c_2$$

$$c_1 < c_2$$

$$c_1 \neq c_2$$

Se dice que se comete un error de juicio del tipo I cuando se rechaza una

hipótesis que debió haber sido aceptada. Cuando se acepta una hipótesis que debió haber sido rechazada, se dice que se comete un error del tipo II.

Al probar una cierta hipótesis existe siempre un cierto riesgo de cometer un error del tipo I. Se denomina nivel de significancia de la prueba que se haga, la máxima probabilidad que se acepta de cometer un error de tipo I. -- Así, si al realizar una prueba de hipótesis se escoge un nivel de significancia de 5%, se está expresando que se aceptan 5 posibilidades en cada 100 de rechazar la hipótesis, deviendo aceptarla. El complemento a 100 del nivel de significancia se denomina nivel de confianza. En el ejemplo anterior se tendría un 95% de confianza de aceptar la hipótesis que debió ser aceptada. En rigor, el concepto de nivel de confianza que se acaba de definir coincide exactamente con el nivel de confianza que se ha venido manejando en páginas anteriores.

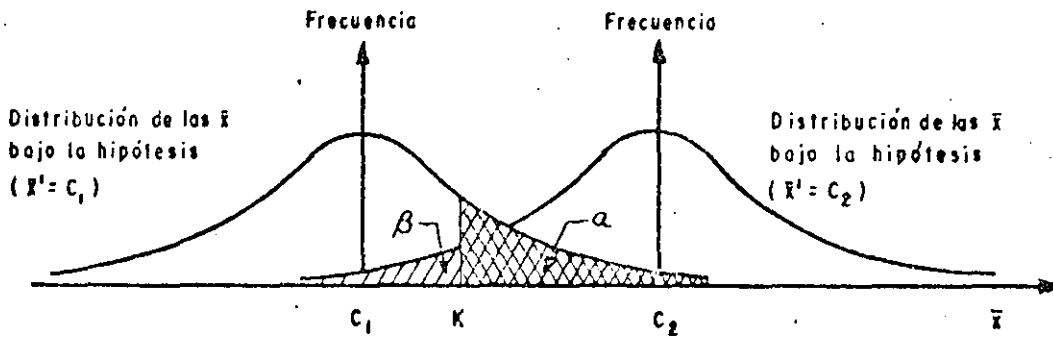


Figura 14. Probabilidad de los errores tipos I y II en pruebas de hipótesis.

Supóngase que se trata ahora de probar la hipótesis de que la media de una población (\bar{X}') es igual al valor c_1 , contra la hipótesis alterna de que dicha media sea igual al valor c_2 , donde $c_2 > c_1$; si se supone que \bar{X} (la media de las muestras de que se disponga) tiene una distribución normal, la Fig. 13 muestra en forma gráfica la relación entre los errores de juicio tipo I y Tipo II correspondientes al caso. La Figura muestra dos curvas de Gauss que se tendrían para el caso en que la distribución de las \bar{X} fuera normal y su media ($\bar{X} = \bar{X}'$, según ya se vio) fuese c_1 y para el caso análogo, en que valiera c_2 . Obviamente ambas curvas deben de ser iguales, pues representan la misma distribución, por hipótesis; únicamente estarán desplazadas el segmento $c_2 - c_1$.

La regla de decisión para aceptar o rechazar la hipótesis bajo prueba propuesta sería la siguiente:

Si la hipótesis $\bar{x}' = c_1$ es aceptable, la curva de la izquierda de la Fig. 14 representaría la verdadera distribución de las \bar{x} ; obviamente esa curva se extiende desde el $-\infty$ a $+\infty$ del eje de las \bar{x} , por lo que en principio cualquier \bar{x} que se obtuviera de una muestra real podría ser abscisa de un punto de dicha curva y no se podría tener ningún criterio discriminativo para saber si la hipótesis bajo prueba se está cumpliendo o no; por así decirlo; cualquier \bar{x} que se obtuviera de una muestra podría asignarse a cualquier distribución.

Imagínese que se adopta un parámetro k , sobre el eje de las \bar{x} (Fig. 14), comprendido entre c_1 y c_2 . Podría establecerse el siguiente criterio como razonable. Si \bar{X} procedente de una muestra de la población es menor que k podría considerarse aceptable la hipótesis de que c_1 es la media de la distribución; por el contrario, si la media de la muestra resultara mayor que k , podría decirse que la hipótesis es rechazable. Al hacer esto se cometería un error del tipo I en todos los casos en que \bar{x} fuese mayor que k , pues se estaría rechazando la hipótesis de prueba ($\bar{x}' = c_1$), a pesar de que la media de la muestra se sigue moviendo bajo puntos sobre la curva normal de la izquierda. De acuerdo con ideas ya expuestas con anterioridad, el área de la Fig. 14 está señalando automáticamente la probabilidad de cometer un error del tipo I si se sigue el criterio de decisión que se ha señalado.

Si $\bar{x} > k$, la hipótesis bajo prueba debe rechazarse y, dentro de las reglas de juego de este método, la hipótesis alterna ($\bar{x}' = c_2$) debe aceptarse. En este caso la curva normal de la derecha en la Fig. 14 se tomaría como la que realmente representa la distribución de las \bar{x} . Este hipótesis alterna se aceptará en tanto $\bar{x} > k$, pero si $\bar{x} < k$ se habrá aceptado una hipótesis que en realidad debió haberse rechazado, o lo que es lo mismo, se habrá cometido un error del tipo II. Luego el área β de la Fig. 14 representa la probabilidad de cometer un error del tipo II cuando se sigue la secuela de decisión arriba descrita.

Puede observarse en la Fig. 14 que al aumentar el valor de k se reduce el área α y, como consecuencia disminuye la probabilidad de cometer un error del tipo I, pero se incrementa el área β , aumentando la probabilidad de cometer un error del tipo II. En muchos tratados se establece como principio de toda prueba de hipótesis que se aplique al control de calidad, que entre todas las pruebas que posean la misma probabilidad de cometer un error del tipo I, debe elegirse aquella que tenga más pequeña la probabilidad de cometer un error del tipo II.

A continuación se detallan los pasos con los que se aplicaría en un caso dado una prueba de hipótesis, de acuerdo con la secuela propuesta.

1. Establézcanse la hipótesis bajo prueba y la alterna. El criterio para ello deberá de salir de un manejo razonable de la información previa de que se disponga para el problema de que se trate.

2. Selecciónese el nivel de significancia α en que se desea trabajar.

3. Selecciónese el tipo de distribución que se considerará para las medias de las muestras (\bar{x}) en el problema. Siendo conocida σ como es el caso que ahora se estudia, será razonable pensar que la distribución de las \bar{x} es normal.

4. Encuéntrese la región crítica, fijando el valor del parámetro k . Esto ha de hacerse en términos del problema específico que se tenga entre manos.

5. Determinérese la región de aceptación y la de rechazo. La región de rechazo es el área α de la Fig. 14.

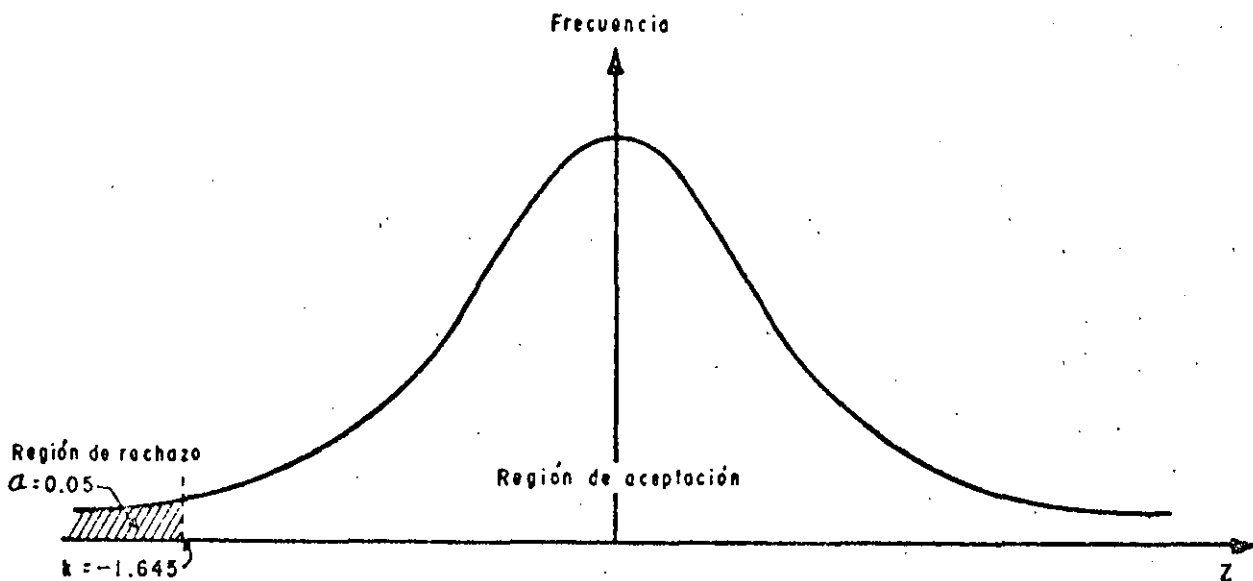


Figura 15. Determinación de la región crítica por medio del valor de k en una prueba de hipótesis a un extremo.

6. Selecciónese una muestra aleatoria de N elementos. Determinérese el parámetro k_0 , con base en la distribución supuesta en el punto 3, que servirá de base de compactación con el valor de k previamente elegido, para aceptar o rechazar la hipótesis bajo prueba.

Como ejemplo de ilustración, considérese la muestra constituida por el quinto renglón de la Tabla 5. La media de esa muestra es de 1750 kg/m³ (\bar{x}). Se supondrá conocida la desviación estándar de la población original (σ'), igual a σ/\sqrt{N} . La hipótesis bajo prueba consistirá en la siguiente aseveración: La media de la población original (\bar{x}'), vale 1677.5 kg/m³.

Como hipótesis alterna se adoptará la siguiente:

La media de la población original (\bar{x}') es menor que 1677.5 kg/m³.

Se desea trabajar con un nivel de confianza de 95%. Por lo tanto el nivel de significación de la prueba de hipótesis será $0.05 = \alpha$.

Los enunciados anteriores cubren los puntos 1 y 2 de la secuela de aplicación que más arriba se ha escrito.

3. Se considerará normal la distribución de la media de la muestra (\bar{x}).

4. Para elegir k se razonará como sigue, con base en la Fig. 15. Puesto que la distribución de \bar{x} es normal, podrá dibujarse la curva de Gauss correspondiente. El valor de α es 0.05, lo que quiere decir que el área α debe incluir al 5% de las posibilidades de \bar{x} .

En la fórmula anterior se vio un mecanismo de cambio de variable frecuente en cálculos estadísticos y al cual es conveniente recurrir, entre otras cosas por que las tablas de áreas bajo la curva normal disponibles en la literatura suelen estar en términos de la nueva variable z :

$$z = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

En la fórmula anterior se deseaba el cambio de la variable x , con media \bar{x} y desviación estándar σ a z . Correspondientemente, ahora se cambiará la variable \bar{x} , con media \bar{x}' y con desviación estándar σ' / \sqrt{N} , tal como se vio, a z , resultando esta última:

$$z = \frac{\bar{x} - \bar{x}'}{\sigma' / \sqrt{N}}$$

Con base en la variable "normalizada" puede verse en la Tabla 11, para el nivel de confianza de 95% (nivel de significación 0.05), cual es el valor de la abscisa z tal que un área 0.05 de la total quede a la izquierda. Se debe reflexionar como sigue. En este caso, la prueba de hipótesis consiste sólo en juzgar si la media de la población original es igual o menor que 1677.5 kg/m³; es decir, interesa analizar sólo un área α a la izquierda de la curva normal e igual al nivel de significación. La semi-área de la derecha de la curva normal vale 0.5, pero a la izquierda sólo se tendrá un área igual a 0.45 del total, siendo α el 0.05 restante. En la Tabla 11 se ve que para un área 0.45 el valor de $z = t$ resulta ser -1.645 (el signo negativo se debe a que está a la izquierda de la media), el cual se obtiene interpolando entre las áreas 0.4495 y 0.4505, que si están en la Tabla. Así, en el caso que se analiza, resulta $z = -1.645$. Ese es el valor de k que debe elegirse en el caso.

5. La región de aceptación será toda el área bajo la curva normal a la derecha de k y la de rechazo será el área bajo la curva normal a la izquierda de k .

6. El valor de k_0 será el valor particular de z correspondiente a los datos de la muestra obtenida; es decir, se obtendrá con la aplicación de la fórmula anterior.

$$z = k_0 = \frac{\bar{x} - \bar{x}}{\sigma' / \sqrt{N}} = \frac{1750.0 - 1677.5}{115.15}$$

Debe recordarse (Tabla 5) que:

$$\frac{\sigma'}{\sqrt{N}} = \sigma_{\bar{x}} = 115.15$$

De lo anterior resulta:

$$z = k_0 = \frac{72.50}{115.15} = 0.63$$

Simplemente al ver que el resultado dio con signo positivo, ya se puede afirmar que k_0 resultó en la región de aceptación de la Fig. 15; es decir, puede afirmarse, con 95% de confianza que la media de la población original correspondiente a la muestra estudiada es igual a 1677.5 kg/m³.

La potencia de un cálculo como el anterior en un problema práctico de control de calidad es evidente. Imagínese que se tiene que controlar la compactación de un gran tramo de camino y que en un subtramo del mismo se toman las medidas de control que forman la Tabla 5. Con estos valores podrá conocerse la $\sigma_{\bar{x}}$ y con este dato, más el cálculo anterior, podrá estimarse la media de la compactación obtenida en todos los demás subtramos del camino, con base en un muestreo mucho más sencillo, rápido y económico y al nivel de confianza que se desee. Naturalmente que para extender a los demás subtramos el análisis estadístico hecho en uno sólo deberán conservarse las mismas características de materiales, equipo de compactación, etc. Si en estas condiciones, en un subtramo se encontrara que, bajo una prueba de hipótesis con el mismo nivel de confianza, la media de la población se dispara, saliéndose de la región de aceptación, podrá afirmarse que en ese subtramo el proceso de compactación se fue de control por alguna causa ajena al proceso mismo, que deberá ser investigada por la metodología normal.

El ejemplo anterior se denomina en estadística prueba de un extremo y se tiene cuando la hipótesis alterna expresa únicamente una condición de "mayor que". Pueden, sin embargo, plantearse otras pruebas de hipótesis, tal como podría ser la del ejemplo siguiente, representativo de una prueba de dos extremos:

Como hipótesis bajo prueba se aceptará el siguiente enunciado: la media de la población original (Tabla 5) vale 1677.5 kg/m³.

La hipótesis alterna será: la media de la población original es diferente que 1677.5 kg/m³.

El nivel de confianza en que se desea trabajar es 95% (nivel de significación, $\alpha = 0.05$). Se considerará como muestra de la población al vigésimo renglón de la Tabla 5, cuya media es 1780 kg/m³.

Otra vez, los enunciados anteriores cubren los pasos 1 y 2 de la secuela de la prueba de hipótesis, por lo que se comenzará a partir del paso 3.

3. Se aceptará una distribución normal para la media de la muestra (\bar{x}).

4. El valor de k resultará de la Tabla 11, considerando que ahora el valor de z se puede apartar de la media por la derecha o por la izquierda. Como la probabilidad de que la media de la población original se vaya a un lado u otro del valor prefijado es la misma, el nivel de significación se dividirá en dos áreas simétricamente situadas respecto a la media de la distribución normal (Fig. 16); habría dos áreas de 0.025, una a cada lado. En la Tabla 11 se ve que para un área de la mitad de la curva normal de 0.475 (que es $0.5 - 0.025$) se obtiene $t = k = + 1.96$.

5. La región de aceptación de la hipótesis será toda el área bajo la curva normal entre las dos áreas rayadas de la Fig. 16 y, correspondientemente, la región de rechazo estará formada por las dos áreas aludidas.

6. El valor de k_0 será:

$$z = k_0 = \frac{\bar{x} - \bar{x}}{\sigma' / \sqrt{N}} = \frac{1780.0 - 1677.5}{115.15} = \frac{102.5}{115.15} = 0.89$$

Como se ve, la hipótesis propuesta debe aceptarse; es decir, con 95% de confianza la hipótesis es aceptable, de modo que de cada 100 veces, el aceptarla no conducirá a errores en 95 ocasiones, teniéndose un error del tipo I en 5.

Caben los mismos comentarios de aplicación práctica hechos anteriormente.

B - 2.2. Pruebas de hipótesis para el caso en que la desviación estándar de la población original (σ) sea desconocida.

En este caso, la media de la población debe ser estimada a partir de la media de la muestra, pero por lo demás, tal como se vio en el apartado B 1.2 de este mismo párrafo, los métodos estadísticos de trabajo son similares al caso anterior. Desde luego, la distribución de las medias de las muestras ya no es normal, sino del tipo Student (Tabla 12).

La variable normalizada, equivalente a la z anterior es:

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{x}'}{\sigma / \sqrt{N}}$$

Con base en esa variable normalizada t y usando la Tabla 12 es posible encontrar el valor concreto de t que corresponda al nivel de significación -- con el que se haga la prueba de hipótesis (este es el valor de k antes mencionado, que define la región de rechazo). El valor de k a comparar para efectuar la prueba será dado por la misma fórmula anterior, introduciendo en ella los valores correspondientes a la muestra de que se disponga.

A modo de ejemplo y considerando como muestra los valores de q_u dados en la Tabla 13 ($\bar{x} = 15.53 \text{ Ton/m}^2$; $\sigma = 1.98 \text{ Ton/m}^2$), se efectuará una prueba de hipótesis con la siguiente hipótesis bajo prueba: "la media de la población original vale 16 Ton/m²" y la siguiente hipótesis alterna: "la media de la población original es menor que 16 Ton/m²".

Se desea un nivel de significación de 0.05, equivalente a un nivel de confianza de 95%.

En la Tabla 12 se ve que para una prueba de un solo extremo, como es la propuesta y en el renglón $N - 1 = 8$, se obtiene $t_{0.95} = \pm 1.86$.

El valor de k_0 resultará:

$$t = k_0 = \frac{15.53 - 16.00}{1.98 / \sqrt{9}} = - \frac{3 \times 0.47}{1.98} = - 0.71$$

- 0.71 es menor que - 1.86 (como se trató de una prueba "menor que" se toma el valor de k a la izquierda de la media, o sea - 1.86). De lo anterior se deduce que la hipótesis debe ser aceptada o, lo que es lo mismo, la media de la población original es 16.0 Ton/m² con 95% de probabilidades de no cometer un error de tipo I.

El anterior es un ejemplo de una prueba de un extremo y también ahora cabe hacer una prueba a dos extremos, tal como podría ser la que sigue.

Hipótesis bajo prueba: la media de la población de la cual los valores de la Tabla 13 son una muestra, vale 25.5 Ton/m².

La hipótesis alterna será que la media de la población es diferente que 25.5 Ton/m².

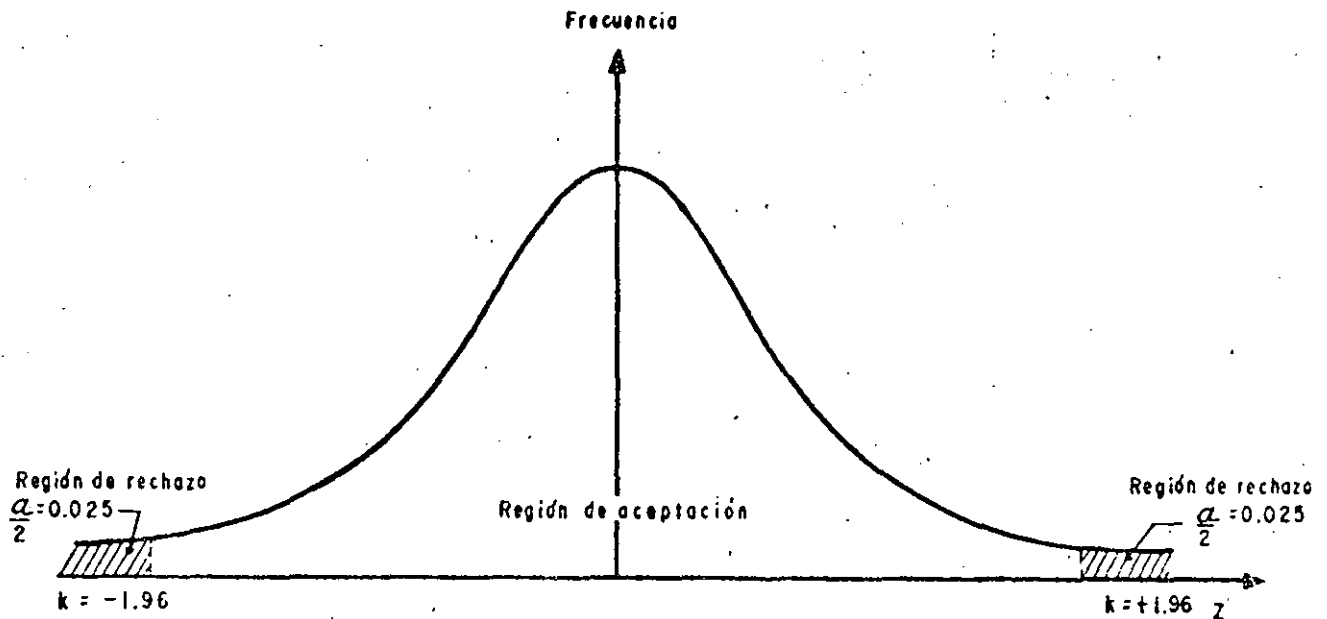


Figura 16. Determinación de la región crítica por medio de en una prueba de hipótesis a dos extremos.

Se desea trabajar con un nivel de significación de 0.1 (nivel de confianza, 90%).

En la búsqueda en la Tabla 12 debe tenerse ahora en cuenta que en una prueba de dos extremos, con nivel de confianza de 90% debe quedar un área de 0.05 a cada lado de la distribución de Student, pero como la Tabla da valores de t correspondientes a áreas de un sólo lado, deberá buscarse el coeficiente bajo la columna $t_{0.95}$; opcionalmente podrá usarse la regla anterior para conocer el índice de t bajo el cual ha de buscarse el coeficiente, en el renglón $N - 1$. En este caso para $N - 1 = 8$ y $t_{0.95}$ se tiene $k = 1.86$.

El valor k_0 resultará ahora de la expresión:

$$k_0 = \frac{15.53 - 25.50}{1.98 / \sqrt{9}} = - \frac{3 \times 9.97}{1.98} = - 15.1$$

Valores de χ^2 la distribución del mismo nombre

| N-1 | $\chi^2_{.995}$ | $\chi^2_{.99}$ | $\chi^2_{.975}$ | $\chi^2_{.95}$ | $\chi^2_{.90}$ | $\chi^2_{.75}$ | $\chi^2_{.50}$ | $\chi^2_{.25}$ | $\chi^2_{.10}$ | $\chi^2_{.05}$ | $\chi^2_{.025}$ | $\chi^2_{.01}$ | $\chi^2_{.005}$ |
|-----|-----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 1 | 7.88 | 6.63 | 5.02 | 3.84 | 2.71 | 1.32 | .455 | .102 | .016 | .0039 | .0010 | .0002 | .0000 |
| 2 | 10.6 | 9.21 | 7.38 | 5.99 | 4.61 | 2.77 | 1.39 | .575 | .211 | .103 | .0506 | .0201 | .0100 |
| 3 | 12.8 | 11.3 | 9.35 | 7.81 | 6.25 | 4.11 | 2.37 | 1.21 | .584 | .352 | .216 | .115 | .072 |
| 4 | 14.9 | 13.3 | 11.1 | 9.49 | 7.76 | 5.39 | 3.36 | 1.92 | 1.06 | .711 | .483 | .297 | .207 |
| 5 | 16.7 | 15.2 | 12.8 | 11.15 | 9.2 | 6.63 | 4.35 | 2.67 | 1.61 | 1.15 | .831 | .554 | .413 |
| 6 | 18.5 | 16.8 | 14.4 | 12.6 | 10.6 | 7.84 | 5.35 | 3.45 | 2.20 | 1.64 | 1.24 | .872 | .676 |
| 7 | 20.3 | 18.5 | 16.0 | 14.1 | 12.0 | 9.04 | 6.35 | 4.25 | 2.83 | 2.18 | 1.69 | 1.24 | .989 |
| 8 | 22.0 | 20.1 | 17.5 | 15.5 | 13.4 | 10.2 | 7.34 | 5.07 | 3.49 | 2.73 | 2.18 | 1.65 | 1.34 |
| 9 | 23.6 | 21.7 | 19.0 | 16.9 | 14.7 | 11.4 | 8.34 | 5.90 | 4.17 | 3.33 | 2.70 | 2.09 | 1.73 |
| 10 | 25.2 | 23.2 | 20.5 | 18.3 | 16.0 | 12.5 | 9.34 | 6.74 | 4.87 | 3.94 | 3.25 | 2.56 | 2.16 |
| 11 | 26.8 | 24.7 | 21.9 | 19.7 | 17.3 | 13.7 | 10.35 | 7.57 | 5.58 | 4.57 | 3.82 | 3.05 | 2.60 |
| 12 | 28.3 | 26.2 | 23.2 | 21.0 | 18.5 | 14.8 | 11.3 | 8.44 | 6.30 | 5.23 | 4.40 | 3.57 | 3.07 |
| 13 | 29.8 | 27.7 | 24.7 | 22.4 | 19.8 | 16.0 | 12.3 | 9.30 | 7.04 | 5.89 | 5.01 | 4.11 | 3.57 |
| 14 | 31.3 | 29.1 | 26.1 | 23.7 | 21.1 | 17.2 | 13.3 | 10.2 | 7.79 | 6.57 | 5.63 | 4.66 | 4.07 |
| 15 | 32.7 | 30.6 | 27.5 | 25.1 | 22.3 | 18.2 | 14.3 | 11.0 | 8.55 | 7.26 | 6.25 | 5.22 | 4.60 |
| 16 | 34.3 | 32.0 | 28.8 | 26.3 | 23.5 | 19.4 | 15.3 | 11.9 | 9.31 | 7.96 | 6.91 | 5.81 | 5.14 |
| 17 | 35.7 | 33.4 | 30.2 | 27.6 | 24.8 | 20.5 | 16.3 | 12.8 | 10.1 | 8.67 | 7.56 | 6.41 | 5.70 |
| 18 | 37.2 | 34.8 | 31.5 | 28.9 | 26.0 | 21.6 | 17.3 | 13.7 | 10.9 | 9.39 | 8.23 | 7.01 | 6.26 |
| 19 | 38.6 | 36.2 | 32.9 | 30.1 | 27.2 | 22.7 | 18.3 | 14.6 | 11.73 | 10.1 | 8.91 | 7.63 | 6.84 |
| 20 | 40.0 | 37.6 | 34.2 | 31.4 | 28.45 | 23.8 | 19.3 | 15.5 | 12.4 | 10.9 | 9.59 | 8.29 | 7.43 |
| 21 | 41.4 | 38.8 | 35.6 | 32.7 | 29.6 | 24.9 | 20.3 | 16.3 | 13.2 | 11.6 | 10.3 | 8.90 | 8.02 |
| 22 | 42.8 | 40.3 | 36.8 | 33.9 | 30.8 | 26.0 | 21.3 | 17.2 | 14.0 | 12.3 | 11.0 | 9.54 | 8.64 |
| 23 | 44.2 | 41.6 | 38.1 | 35.2 | 32.0 | 27.1 | 22.3 | 18.1 | 14.8 | 13.1 | 11.7 | 10.2 | 9.26 |
| 24 | 45.6 | 43.0 | 39.4 | 36.4 | 33.2 | 28.2 | 23.2 | 19.0 | 15.7 | 13.8 | 12.4 | 10.9 | 9.89 |
| 25 | 46.9 | 44.3 | 40.6 | 37.7 | 34.4 | 29.03 | 24.3 | 19.9 | 16.5 | 14.5 | 13.15 | 11.5 | 10.5 |
| 26 | 48.3 | 45.6 | 41.9 | 38.9 | 35.6 | 30.4 | 25.3 | 20.8 | 17.3 | 15.4 | 13.8 | 12.2 | 11.2 |
| 27 | 49.6 | 47.0 | 43.2 | 40.1 | 36.7 | 31.5 | 26.3 | 21.7 | 18.1 | 16.2 | 14.6 | 12.9 | 11.8 |
| 28 | 51.0 | 48.3 | 44.5 | 41.3 | 37.9 | 32.6 | 27.3 | 22.7 | 18.9 | 16.9 | 15.3 | 13.6 | 12.5 |
| 29 | 52.3 | 49.6 | 45.7 | 42.5 | 39.1 | 33.7 | 28.3 | 23.6 | 19.8 | 17.7 | 16.0 | 14.3 | 13.1 |
| 30 | 53.7 | 50.9 | 47.0 | 43.8 | 40.3 | 34.8 | 29.3 | 24.5 | 20.6 | 18.5 | 16.8 | 15.0 | 13.8 |
| 40 | 66.8 | 63.7 | 59.3 | 55.8 | 51.8 | 45.7 | 39.3 | 33.7 | 29.1 | 26.5 | 24.4 | 22.2 | 20.7 |
| 50 | 79.5 | 76.2 | 71.4 | 67.5 | 63.2 | 56.3 | 49.3 | 43.0 | 37.7 | 34.8 | 32.4 | 29.7 | 28.0 |
| 60 | 92.0 | 88.4 | 83.3 | 79.1 | 74.4 | 67.0 | 59.3 | 52.3 | 46.5 | 43.2 | 40.5 | 37.5 | 35.5 |
| 70 | 104.2 | 100.4 | 95.0 | 90.5 | 85.5 | 77.6 | 69.3 | 61.7 | 55.3 | 51.7 | 48.8 | 45.4 | 43.3 |
| 80 | 116.3 | 112.3 | 106.6 | 101.9 | 96.6 | 88.1 | 79.3 | 71.1 | 64.3 | 60.4 | 57.2 | 53.5 | 51.2 |
| 90 | 128.3 | 124.1 | 118.1 | 113.1 | 107.6 | 98.6 | 89.3 | 80.6 | 73.3 | 69.1 | 65.6 | 61.8 | 59.2 |
| 100 | 140.2 | 135.8 | 129.6 | 124.3 | 118.5 | 109.1 | 99.3 | 90.12 | 82.4 | 77.9 | 74.2 | 70.1 | 67.3 |

Obviamente - 15.1 se sale del intervalo de aceptación, limitado por los valores ± 1.86 , de manera que la hipótesis bajo prueba debe ser rechazada y - 25.5 no representa a la media de la población en el nivel de confianza establecido.

Una prueba como la anterior, independientemente de que se han usado valores muy disparados, cuya significación se ve a simple vista, podría servir para calibración de un equipo de laboratorio o para saber cuando se sale de control un proceso que implique la determinación continua de la resistencia a la compresión simple de un mismo material durante un cierto lapso de tiempo. En cualquier caso se tendría una serie de datos previos que podrían tomarse muy apropiadamente como la media y la desviación estándar de la muestra. Un día determinado la máquina de prueba da para el mismo material una serie de valores cuyo promedio se aparta sospechosamente de la media usual. Una prueba de hipótesis como la anterior podría indicar a un ingeniero si esa desviación es inherente al proceso o representa un efecto fuera de control, porque la máquina haya perdido calibración o por que haya habido error de prueba, por ejemplo por influencia de un nuevo operador (desde luego, se considera que no hay cambio de material).

B - 3 Métodos para la estimación de la desviación estándar de una población.

La estimación estadística consiste, al igual que en el caso de la media (apartado B - 1), en establecer el intervalo de confianza para la desviación estándar de la población, después de fijar el nivel de confianza de trabajo.

En los textos de estadística, el intervalo de confianza de la desviación estándar se establece más bien a través del concepto de variancia (σ^2), que fue mencionado en el párrafo 2 de este trabajo. También se demuestra en aquellas fuentes que la distribución de la variancia de una distribución normal no es normal, sino del tipo conocido con el nombre de distribución χ^2 (Tabla 14).

La fórmula que limita el intervalo de confianza de la variancia en este caso es como sigue:

$$\frac{N \sigma^2}{\chi_c^2} < \sigma'^2 < \frac{N \sigma^2}{\chi_c^2}$$

Donde:

N, es el número de elementos de la muestra representativa de la población.

σ , es la desviación estándar de dicha muestra. El cuadrado de ese valor es la variancia correspondiente.

σ' , es la desviación estándar de la población original, cuyo valor se está estimando.

χ^2_{α} y $\chi^2_{1-\alpha}$, son los límites de la variable de distribución ahora en uso. Si se trabaja con nivel de confianza cualquiera, por ejemplo, 90%, en la Tabla 14 pueden obtenerse ambos valores. El área bajo la curva es como siempre igual a la unidad. Los límites χ^2_{α} y $\chi^2_{1-\alpha}$, deben ser tales que dividan el área con tres porciones, una central de valor igual al nivel de confianza elegida y dos laterales, respectivamente iguales a la mitad del complemento a uno del nivel de confianza. Se éste vale 90% como se dijo, los valores deberán buscarse en las columnas $\chi^2_{0.05}$ y $\chi^2_{0.95}$ en el renglón N-1.

A modo de ejemplo supóngase la muestra dada por los valores de la Tabla 13, cuya media es 15.53 Ton/m² y cuya desviación estándar es de 1.98 Ton/m².

La pregunta que podría hacerse es en que intervalo de valores se encontrará la desviación estándar de la población, con un 90% de probabilidad (nivel de confianza), a partir de la desviación estándar de la muestra.

Para el caso N = 9, $\sigma^2 = 1.98^2 = 3.92$ $\chi^2_{\alpha} = 15.5$ $\chi^2_{1-\alpha} = 2.73$; por consiguiente:

$$\frac{9 \times 3.92}{15.5} < \sigma^2 < \frac{9 \times 3.92}{2.73}$$

Obteniéndose el intervalo:

$$2.28 < \sigma^2 < 12.92$$

Por lo tanto la desviación estándar de la población estará comprendida en el intervalo.

$$1.51 < \sigma < 3.59$$

Lo anterior quiere decir que, con base en los datos de la muestra manejada puede decirse con un 90% de confianza, que la desviación estándar de la población a la que la muestra pertenece está comprendida entre los límites señalados.

Si se hace crecer el nivel de confianza, crecerá correspondientemente el intervalo obtenido.

La fórmula anterior se presta también para resolver otra variante del problema, que consistiría en conocer cual es la probabilidad de que la desvia

ción estándar de la población original se encuentre entre unos límites prefijados. A modo de ejemplo, se calculará la probabilidad de que la desviación estándar en cuestión quede comprendida entre los límites 2.0 y 3.0. La expresión anterior podrá escribirse ahora como:

$$4.0 = \frac{N \sigma^2}{\chi_c^2} < \sigma^2 < \frac{N \sigma^2}{\chi_c^2}$$

De donde:

$$\chi_c^2 = \frac{9 \times 3.92}{4} = 8.82 \text{ y } \chi_c^2 = \frac{9 \times 3.92}{9.0} = 3.92$$

En la Tabla 14 se ve que dichos límites corresponden a $(N - 1 = 8) \chi_{0.65}^2$ y a $\chi_{0.15}^2$. Lo anterior quiere decir que a un lado de la distribución χ^2 queda un área de 0.35 y al otro, otra de 0.15, por lo que en total, el intervalo de confianza queda correspondiendo a un área de $1.0 - (0.35 + 0.15) = 0.50$. - Así pues, existe un 50% de probabilidades de que la desviación estándar de la población original se encuentre entre los límites prefijados, de 2.0 y 3.0. - La situación se representa en la Fig. 17 en la que además puede apreciarse la forma típica de la distribución χ^2 .

Cabe el comentario de que una distribución χ^2 se va pareciendo más y más a una normal, a medida que N crece.

B - 4 Prueba de hipótesis para la desviación estándar de una población.

El mecanismo de estas pruebas de hipótesis es enteramente igual al comentado para el caso de la media de la población. La distribución a aplicar ahora es sistemáticamente la χ^2 , que es la distribución teórica de la variancia.

En el caso que se analiza puede haber también pruebas de uno o dos extremos.

$$\chi^2 = \frac{N \sigma^2}{\sigma_0^2}$$

que será la fórmula a considerar en este caso para establecer el valor de k_0 .

A modo de ilustración y con base en los datos de la Tabla 5, se hará la siguiente hipótesis bajo prueba; la desviación estándar de la población original vale 258 kg/m³. La hipótesis alterna será: la desviación estándar de la

población original es menor que 258 kg/m^3 .

Se considera como muestra bajo estudio al renglón No. 13 de la Tabla 5.- Se desea trabajar con un nivel de confianza de 95% (nivel de significación igual a 0.05).

El valor de k se establece con la Tabla 14. Puesto que la prueba es a un sólo extremo y se desea separar los valores de la desviación menores que el propuesto, el área α quedará ahora a la izquierda de la distribución χ^2 , limitada por el valor $\chi^2_{0.05}$, que en la tabla resulta ($N - 1 = 4$) 0.711.

El valor de k_0 se obtendrá aplicando la fórmula:

$$\chi^2 = k_0 = \frac{5 \times 230^2}{258}$$

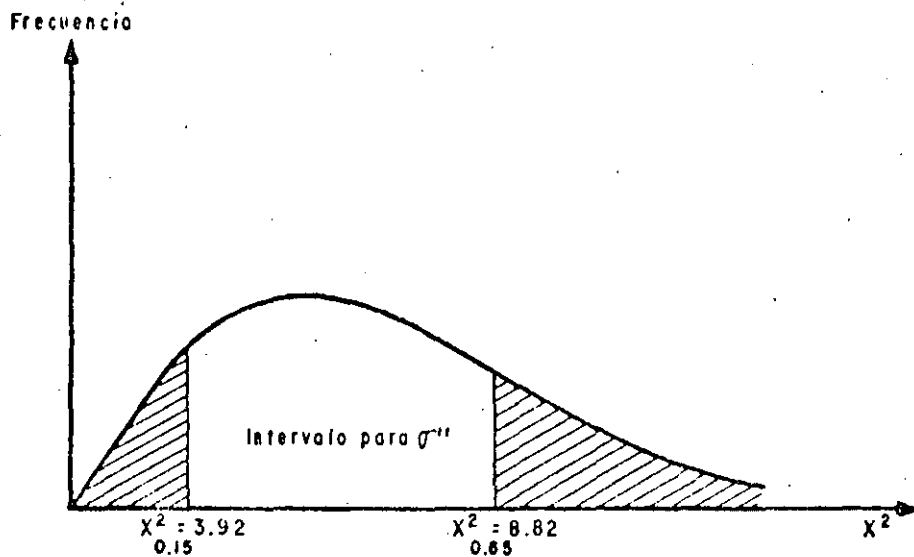


Figura 17. Cálculo de la probabilidad de que esté en un intervalo prefijado.

En la Tabla 5 (Décimo tercer renglón) se ve que la desviación estándar de la muestra σ es 230.2 kg/m^3 . El valor $\sigma' = 258 \text{ kg/m}^3$ es la hipótesis bajo prueba.

Resulta:

$$k_0 = 3.98$$

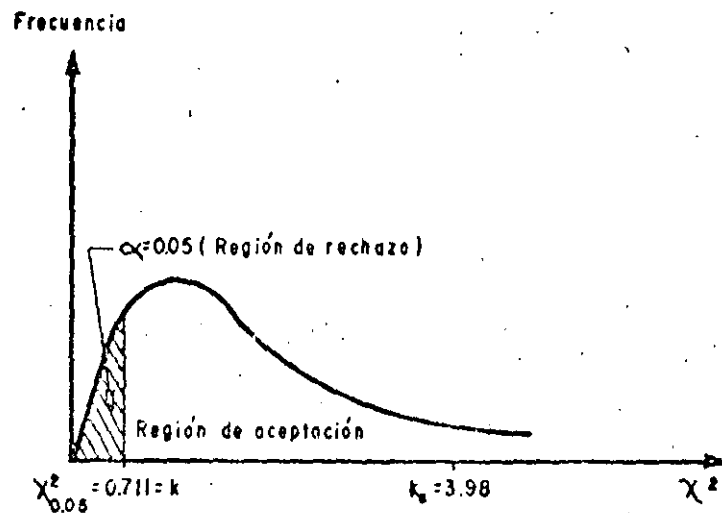


Figura 18. Prueba de hipótesis a un solo extremo, para la variancia.

3.98 > 0.711, por lo que cae en la región de aceptación, lo que indica que la hipótesis debe ser aceptada con 95% de confianza y con 5% de probabilidad de cometer un error del tipo I. La Fig. 18 muestra la situación a que se ha llegado.

Un ejemplo de una prueba de hipótesis con los extremos sería el siguiente:

Hipótesis bajo prueba: la desviación estándar de la población original es igual a 258 kg/m³. La hipótesis alterna: la desviación estándar de la población original es diferente de 258 kg/m³.

Ahora, si se trabaja con el mismo nivel de significación que antes se usó, deberá quedar bajo la distribución χ^2 un área de rechazo a la izquierda igual a 0.025 y un área de rechazo a la derecha, del mismo valor.

Los correspondientes valores de k se obtienen de la Tabla 14 y son:

$$\chi^2_{0.025} = 0.483$$

$$\chi^2_{0.975} = 11.1$$

El valor de k_0 sería el mismo calculado en el ejemplo anterior, igual a 3.98.

Se observa que 3.98 queda dentro del intervalo de aceptación, por lo que la hipótesis bajo prueba es aceptable con 95% de probabilidades. La Fig.19 ilustra este ejemplo.

Las pruebas de hipótesis para la variancia o para la desviación estándar, que automáticamente queda también involucrada, tienen aplicación práctica en los problemas en que se controle la variabilidad de un proceso sujeto a control. Si se viene midiendo un cierto concepto, se conoce su desviación estándar durante el lapso de medición; si por cualquier razón, en una nueva muestra aparece un valor de la desviación estándar diferente del usual, una prueba como las anteriores puede hacer ver si el cambio corresponde a características propias de la aleatoriedad del proceso y, por ende, inevitables o si, por el contrario, se debe a factores extraños al proceso que pueden y deben corregirse.

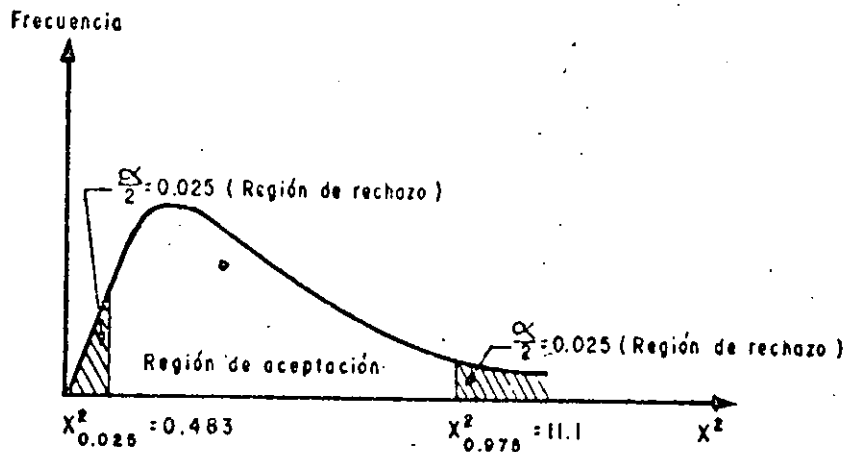


Figura 19. Prueba de hipótesis a dos extremos, para la variancia.

B - 5 Comparación de dos medias.

En muchas ocasiones surge la conveniencia de establecer si existen o no diferencias significativas entre las medias de dos muestras de un mismo concepto bajo control. Generalmente las dos muestras corresponden a la misma población, pero en principio, los métodos que ahora se establecen podrían servir para comparar las medias de dos poblaciones diferentes. También, con frecuencia, el objeto de estos análisis es determinar si las dos muestras pueden considerarse de la misma población, quizá para decidir si el proceso que produjo una de ellas es o no superior al que produjo la otra. Por ejemplo, podría querer dilucidarse si un laboratorio trabaja mejor que otro al hacer una cierta prueba o si dentro del mismo laboratorio un cierto detalle, añadido a la metodología de una prueba, es o no significativo.

La técnica de la comparación incluye la realización de una prueba de hipótesis, en la que la hipótesis bajo prueba es:

$$\bar{x}_A = \bar{x}_B$$

Es decir, se establece la igualdad de las medias de las poblaciones A y B.

La hipótesis alterna puede tener una de las tres formas siguientes:

$$- x'_a \neq x'_b$$

$$- x'_a > x'_b$$

$$- x'_a < x'_b$$

La prueba en sí se realiza exactamente igual que otras ya estudiadas, rechazándose la hipótesis bajo prueba cuando el valor estadístico de la prueba caiga fuera de la región de aceptación. La primera de las tres hipótesis alternas conduce a una prueba en dos extremos, en tanto que las dos siguientes dan lugar a pruebas en un extremo.

Puesto que la distribución de las muestras está afectada por la desviación estándar de la población original es necesario para efectuar las pruebas de hipótesis conocer este último valor o determinarlo por algún procedimiento. En este caso caben tres posibilidades en torno a este problema.

σ'_A y σ'_B son conocidas

- Las magnitudes de σ'_A y σ'_B no son conocidas, pero se sabe o se supone que son iguales.

- Las magnitudes de σ'_A y σ'_B no se conocen y no se sabe si son iguales o diferentes.

De las posibilidades anteriores, la primera es poco frecuente en la práctica, en tanto que la segunda es, con mucho, la que más se presenta; la tercera posibilidad no es rara y debe acogerse a ella el análisis cuando exista motivo fehaciente para pensar que efectivamente σ'_A y σ'_B son distintas.

Existen pruebas que pueden ayudar a dilucidar si las desviaciones estándar σ'_A y σ'_B son en realidad iguales o distintas.

A continuación se analizarán por separado los procedimientos para la realización de las pruebas de hipótesis en cada uno de los tres casos arriba mencionados.

B - 5.1 σ_A y σ_B son conocidas.

En este caso el proceso estadístico puede tratarse como un proceso compuesto, con la variable $x_A - x_B$ jugando el papel que usualmente se asigna a x . La variable normalizada puede obtenerse siguiendo la regla dada por la fórmula anterior, si bien expresada en la fórmula que aparece en la hoja 69, puesto que el interés del análisis se centra en la comparación de los valores medios de la variable y no en ésta misma.

La desviación estándar del proceso compuesto deberá calcularse con la expresión que aparece en primer término en la hoja 17. Tomando en cuenta todo lo anterior, la variable normalizada será:

$$z = \frac{(\bar{x}_A - \bar{x}_B) - (\bar{x}'_A - \bar{x}'_B)}{\sqrt{\frac{\sigma_A^2}{N_A} + \frac{\sigma_B^2}{N_B}}}$$

Esta variable tendrá una distribución normal.

Habrà ahora que establecer el nivel de confianza en el que se desea trabajar, obteniéndose de la Tabla 11 el valor de z correspondiente a dicho nivel k ; este valor deberá compararse con el obtenido de la misma ecuación anterior, calculando particularizándolo para las condiciones del problema (k_0).

A modo de ejemplo imagínese que se tienen muestreados dos tramos de un cierto camino, en lo que se refiere a trabajos de compactación. Ambas muestras podrían ser similares a la Tabla 5.

Supóngase también que los valores muestrales resultaron ser:

$$\bar{x}_A = 1722.3 \text{ kg/m}^3 \quad \bar{x}_B = 1689.5 \text{ kg/m}^3$$

$$N_A = 100 \quad N_B = 81$$

$$\sigma_A = 110.4 \text{ kg/m}^3 \quad \sigma_B = 112.6 \text{ kg/m}^3$$

Se desea saber si, estadísticamente hablando, hay o no diferencias significativas entre ambas poblaciones, en referencia a sus valores medios. Se desea establecer la conclusión con un nivel de confianza de 95%. En otras palabras, se desea saber con 95% de confianza, si el trabajo de compactación en los dos tramos es equivalente, supuesto que se han utilizado "aparentemente" los mismos materiales.

Se planteará la siguiente prueba de hipótesis:

Hipótesis bajo prueba:

$$\bar{x}'_A = \bar{x}'_B$$

Como hipótesis alterna se adoptará la de que

$$\bar{x}'_A \neq \bar{x}'_B$$

El valor de k podrá obtenerse de la Tabla 11. Puesto que es una prueba en dos extremos, habrá que buscar el valor del área igual a 0.0475, obteniéndose $t = \pm 1.96$.

Nótese que también hubiera podido utilizarse la Tabla 10, por estar 95% incluido en ella.

El valor de k_0 puede obtenerse de la expresión anotada en primer lugar en la hoja 74:

$$\begin{aligned} z = k_0 &= \frac{1722.3 - 1689.5}{\sqrt{\frac{110.4^2}{100} + \frac{112.6^2}{81}}} \\ &= \frac{32.8}{\sqrt{121.88 + 156.53}} \\ &= \frac{32.8}{16.7} = 1.96 \end{aligned}$$

Por casualidad el valor de k_0 resultó igual al límite superior de aceptación (1.96), por lo que podría adoptarse el criterio de aceptar la hipótesis y considerar que el trabajo de compactación hecho en los dos tramos es equivalente.

Lo anterior amerita algunas reflexiones. En primer lugar el método propuesto parece una forma muy racional de establecer una base de decisión para muchas disyuntivas de las que usualmente se presentan en trabajos de residencia y construcción, conectados con las obras viales. Sería muy útil normar la decisión en la disyuntiva con un criterio como el arriba expuesto, sin duda mejor que el simple sentimiento personal.

En segundo lugar, destaca en el ejemplo la superioridad de los métodos estadísticos de control, respecto a los meramente observacionales. Podría imaginarse que la población A tuviese el grado de compactación de 100%; es decir, que 1722.3 kg/m³ fuese el peso volumétrico seco máximo obtenido en la prueba de control en uso. En tal caso, el valor de 1689.5 kg/m³, obtenido como media de la muestra B representaría el 98% de grado de compactación. Si se tratase de una obra con grado de compactación especificado de 100%, el tramo B sería rechazado por un inspector rigorista (o, mejor dicho, justo); sin embargo, el tramo no merece el rechazo. Naturalmente que en el ejemplo anterior los valores resultaron muy próximos y la discusión que se hace podría resultar un poco académica, pero frecuentemente se plantean situaciones conceptualmente similares con valores bastante más desviados. Lo importante es que el juicio por sentimiento, por mejor respaldado que esté en una sólida experiencia precedente, no puede aspirar a diversificar a ojo los errores inherentes a un proceso aleatorio, de aquellos que emanan de una manipulación defectuosa y que pueden corregirse.

La Fig. 20 muestra en croquis gráfico la situación del ejemplo.

B - 5.2 σ'_A y σ'_B no son conocidas, pero se sabe o se supone que son iguales.

El proceso estadístico debe tratarse en este caso también como un proceso compuesto, teniendo en cuenta, además, que la distribución de las medias de las muestras no es normal, sino del tipo de Student, que ya ha sido mencionado. La variable normalizada tiene la expresión correspondiente a la fórmula anterior y, para el caso presente, puede escribirse:

$$t = \frac{(\bar{x}_A - \bar{x}_B) - (\bar{x}'_A - \bar{x}'_B)}{s (1/N_A + 1/N_B)^{1/2}}$$

Una discusión de los casos en que el uso de la distribución de Student conduce a soluciones matemáticamente exactas o a soluciones únicamente aproximadas y del grado de aproximación en estas soluciones.

En la expresión anterior:

$$s = \left(\frac{N_A \sigma_A^2 + N_B \sigma_B^2}{N_A + N_B - 2} \right)^{1/2}$$

El mecanismo de la prueba de hipótesis es, por otra parte, similar a todas las demás que se han descrito. Habrá que fijar un nivel de confianza α - criterio γ , con base en él, obtener en la Tabla 12 los valores de t que correspondan, tomando en cuenta si la prueba es de uno o dos extremos y calculándolo en el renglón correspondiente a $N_A + N_B - 2$.

Después habrá de calcular un valor de k , con base en la expresión anterior y compararlo con el de k , para definir si cae en la región de aceptación o en la de rechazo.

Como ejemplo imagínese que un cierto laboratorio rinde los resultados proporcionados por la Tabla 13 ($N_A = 9$, $\sigma_A = 1.98$ Ton/m² y $\bar{x}_A = 15.53$ Ton/m²). Por su parte, otro laboratorio rinde resultados por una muestra análoga, cuya medida es $\bar{x}_B = 17.0$ Ton/m², cuya desviación estándar es $\sigma_B = 1.82$ Ton/m² y constituida por 12 elementos ($N_B = 12$).

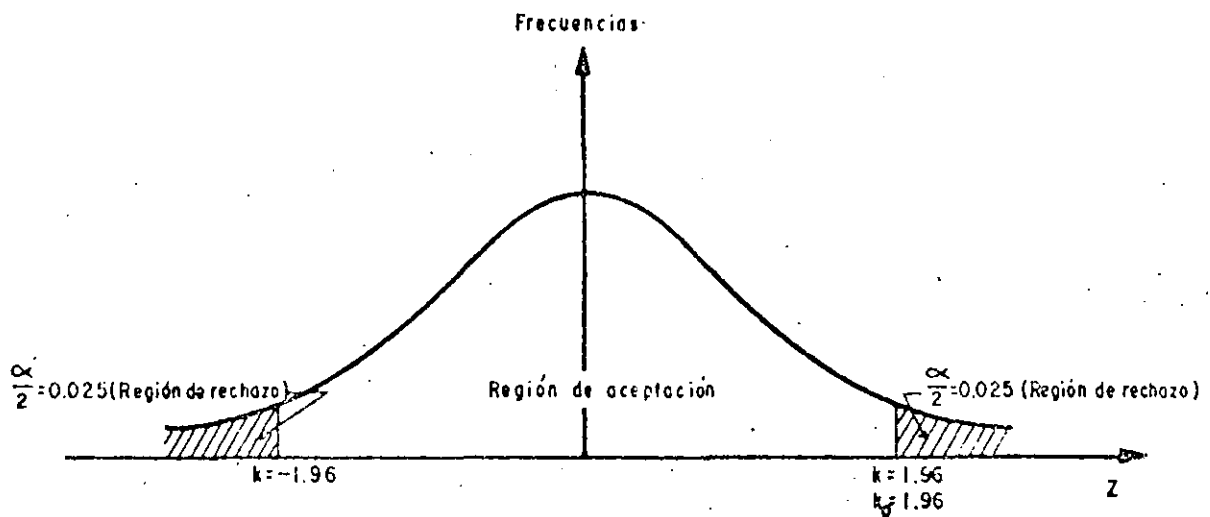


Figura 20. Determinación de la región de aceptación y rechazo para prueba de hipótesis de comparación de medias de dos poblaciones.

Se desea saber si los resultados de ambos laboratorios son estadísticamente concordantes o si entre ellos hay alguna diferencia significativa. Se desea trabajar con un nivel de confianza de 90%.

Como hipótesis bajo prueba se adoptará la de que $\bar{x}_A = \bar{x}_B$ y como hipótesis alterna $\bar{x}_A < \bar{x}_B$, con lo que definirá una prueba en un solo extremo.

En la Tabla 12 puede verse que el valor de $k = t_{90} = -1.33$ (calculado en el renglón $N_A + N_B - 2 = 19$).

El valor de k_0 resulta ser:

$$s = \left(\frac{15.53 \times 1.98^2 + 17.0 \times 1.82^2}{19} \right)^{1/2} = \\ = \left(\frac{60.88 + 56.27}{19} \right)^{1/2} = (6.16)^{1/2} = 2.48$$

Con el valor de s se aplicará la fórmula que aparece en primer término - en la página 76.:

$$t = k_0 = \frac{15.53 - 17.00}{2.48 \left(\frac{1}{9} + \frac{1}{12} \right)^{1/2}} = - \frac{1.47}{\frac{2.65}{6} \cdot 2.48} \\ = - \frac{8.82}{6.57} = -1.34$$

Como quiera que -1.34 es menor que -1.33 la hipótesis bajo prueba debe rechazarse, concluyéndose que las variaciones obtenidas entre ambos laboratorios obedecen a causas que rebasan el error inherente a la prueba efectuada y que deben ser revisadas.

La figura 21 es un croquis de la situación.

B - 5.3 σ'_A y σ'_B no se conocen y no se sabe si son iguales o diferentes.

De nuevo el procedimiento para este caso es análogo a los anteriores, -- empleándose la distribución de Student para las medias de las muestras y las siguientes expresiones:

$$t = \frac{(x_A - x_B) - (x'_A - x'_B)}{\left(\frac{\sigma_A^2}{N_A} + \frac{\sigma_B^2}{N_B} \right)^{1/2}}$$

El renglón de la Tabla 12 con el que ha de entrarse para encontrar el valor de k , queda dado por la expresión:

$$r = \frac{1}{\frac{c^2}{N_A - 1} + \frac{(1 - c)^2}{N_B - 1}}$$

donde:

$$c = \frac{\frac{\sigma_A^2}{N_A}}{\frac{\sigma_A^2}{N_A} + \frac{\sigma_B^2}{N_B}}$$

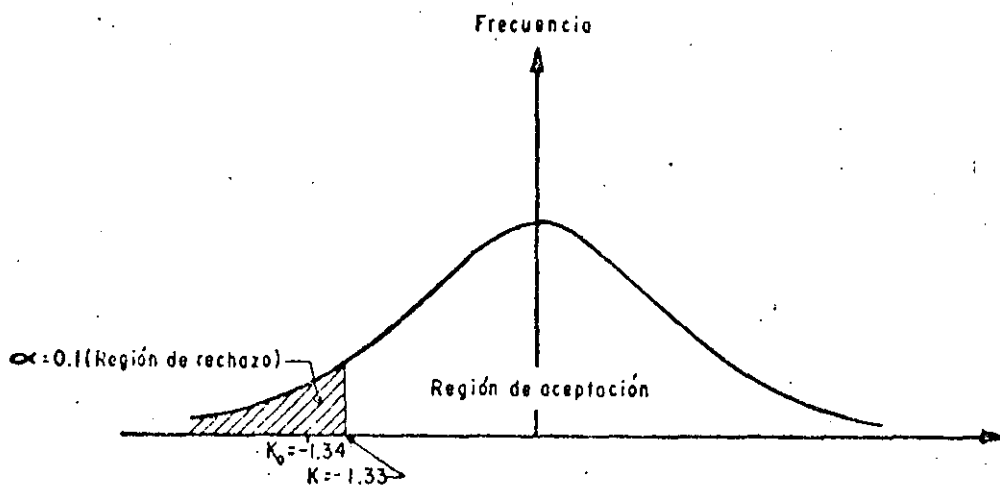


Figura 21. Determinación de la región de aceptación y de rechazo para una prueba de hipótesis de comparación entre dos medias de población, utilizando la distribución de Student.

C - Uso de los métodos estadísticos de control.

En la Ingeniería Civil no se han usado los métodos estadísticos de control en forma intensa y sistemática que empieza a ser común en otras muchas operaciones industriales. Esta es sin duda, una grave limitación de las técnicas de construcción de obra pesada. En el caso particular de las vías te -

restres es menor aún la utilización que se hace de los conceptos estadísticos en problemas de control de calidad o de valuación de riesgos, un aspecto importante y poco utilizado de aquella actividad.

Es un lugar común decir que los métodos estadísticos de control de calidad resultan en una metodología un tanto idealista, fuera de las posibilidades reales de un ingeniero común. La afirmación anterior merece ser rebatida desde más de un punto de vista. En primer lugar es un hecho que podrá comprobarse fácilmente que el control estadístico de calidad es más económico que métodos más tradicionales, en el sentido de que requiere menos muestreo y menos trabajo de laboratorio; además la interpretación del trabajo de control es limpia e inmediata, en tanto que métodos más tradicionales, en los que se llega a conclusiones a base de acumulación de pruebas, presentan el inconveniente adicional de que nadie encuentra el tiempo suficiente para interpretar racionalmente tanta información difusa.

En segundo lugar, tal como el autor de este trabajo espera que el lector haya concluido a partir de lo hasta aquí leído, los métodos estadísticos de control ofrecen una garantía lógica, a la que será muy difícil llegar por la simple acumulación de observaciones. También se espera que haya surgido la conclusión de que, por lo menos en su esquema general, los métodos son prácticos, económicos y fácilmente aplicables, sobre todo teniendo en cuenta que los trabajos de control están a cargo de equipos especializados.

Las cartas de control pudieran ser quizá el enfoque más prometedor de los problemas de control en lo que respecta a trabajo de rutina, completándolas con análisis de inferencia y planteamiento de pruebas de hipótesis, para análisis de disyuntivas. De cualquier manera, no cabe duda de que existe una amplia gama en el espectro de las posibles organizaciones convenientes de los trabajos, lo que hace a estos métodos muy apropiados para las vías terrestres, pues pueden adaptarse muy fácilmente a las diversas jerarquías de obra.

Un excelente complemento de un estudio estadístico para control de calidad es la posibilidad de analizar el riesgo de falla en diferentes etapas y aspectos de la obra, así como la oportunidad que proporcionan para adquirir una idea objetiva de cual debe ser el intervalo de tolerancia a permitir en diferentes aspectos de los trabajos.

En la Fig. 22 se muestran dos distribuciones de lo que a fin de cuentas podría considerarse un mismo evento, si bien contemplado desde dos puntos de vista bien diferentes. La curva llena podría denominarse el evento resistente y representa la respuesta del sistema estructural a una causa o sollicitación externa; la distribución punteada es la del evento motor, o sea la del factor que actúa sobre la estructura y que puede producir su falla. Es natural que la respuesta estructural esté desplazada hacia la derecha, puesto que el ingeniero siempre buscará que la respuesta de la estructura en un concepto cualquiera, susceptible de producir falla, tenga valores más grandes que aquellos con los que el concepto amaga a la estructura. La distancia horizontal entre ambas distribuciones estadísticas proporcionaría un enfoque estadístico del concepto factor de seguridad.

En la Fig. 22 se reconoce que cualquier concepto susceptible de producir falla se va a presentar a lo largo del tiempo como una variable con distribución aleatoria y que la respuesta estructural a dicho concepto presentará también esas mismas características aleatorias. Por ejemplo, el momento motor que compromete la estabilidad de un talud no es una constante fija y predeterminada, como tampoco lo es el resistente que protege a la estructura; ambos dependen de una serie de factores de clima, flujo de agua, desarrollo de vegetación, trabajos de conservación, etc., que los hacen aleatoriamente variables.

Para un determinado nivel de confianza, previamente elegido, aparece el riesgo de falla cuando la distribución estadística del momento motor invade la distribución que se anticipe para la respuesta de la estructura. El punto donde ambas distribuciones se cruzan representa el equilibrio de ocurrencia de los estados crítico y no crítico. El área extrema bajo la zona de cruce (rayada) representa el límite superior de la probabilidad de falla por causa del concepto bajo análisis. En este caso, "falla" representa la deficiencia de respuesta de la estructura para alcanzar el nivel de confianza que se haya fijado; desde luego, "falla" no quiere decir colapso estructural ahora y si la probabilidad de falla bajo los dos sistemas (o sea, bajo las dos curvas de distribución) se mantiene menor que la probabilidad de falla contemplada en el proyecto, el estado crítico no desembocará en ningún problema de obra; en caso contrario, si podrá decirse que la respuesta estructural a la acción bajo análisis no es adecuada para soportarla, dentro del nivel de confianza propuesto.

Si este último es el caso, deberán tomarse providencias para reducir el área bajo ambas distribuciones (parte b de la Fig. 22), lo que podrá lograrse aumentando la media de la distribución de respuesta, reduciendo el coeficiente de variación de ésta o haciendo ambas cosas; se supone como es usual, que el ingeniero tiene poca esperanza de poder influir en como se le presente el evento motor y en su distribución.

Las acciones anteriores elevan los costos y aumentan el trabajo de inspección, todo lo cual deberá compararse con un trabajo constructivo menos cuidadoso, pero con base en un proyecto más conservador, que automáticamente trasladará la distribución de la respuesta hacia la derecha, para escoger aquella línea operativa que produzca menor costo y mayor flexibilidad programática.

Evidentemente las ideas anteriores pocas veces podrán llevarse a una cuantificación precisa en un trabajo real conectado con la construcción de vías terrestres y ello quizá por razones de disidia o tradición negativa, que por las verdaderas dificultades del problema, pero de todas formas la discusión anterior parece útil para el señalamiento de líneas de acción y la formulación de criterios adecuados.

Otro aspecto importante que pondrá de manifiesto la formulación de un programa de control de calidad con bases estadísticas es la verdadera rela-

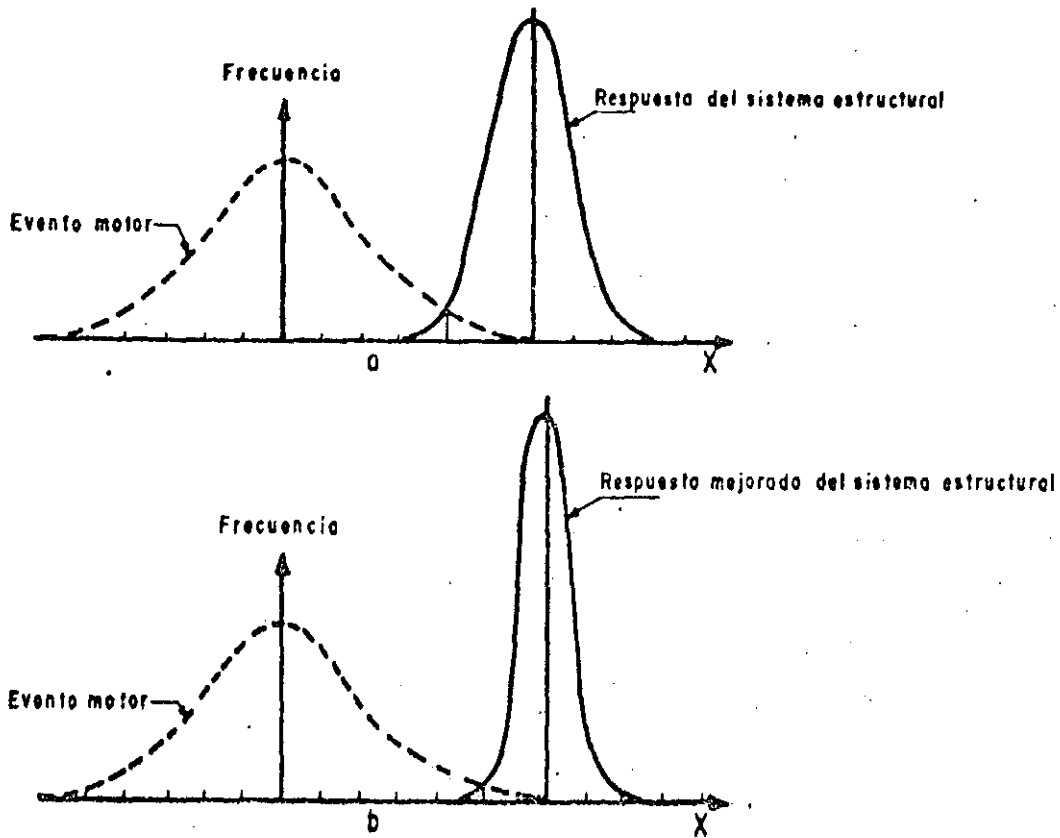


Figura 22. Interacción estadística de un evento mayor y la respuesta estructural.

ción que puede existir entre los coeficientes de variación de los diferentes materiales involucrados. A modo de ejemplo del tipo de la información que puede obtenerse en estos aspectos se presenta la Fig. 23, que expresa la correlación de las variaciones del grado de compactación y de la resistencia a la compresión simple de una subrasante, en un caso real, por cierto bastante representativo de lo que suele ser una situación general.

Debe observarse que cambios proporcionalmente pequeños en el grado de compactación implican cambios muy importantes en la resistencia de la subrasante.

La conclusión a extraer no es, por supuesto, que convenga la compactación a ultranza de dicha capa del pavimento, pues como se sabe una capa no debe compactarse más allá de lo que sea permanente en el tiempo, en vista de la acción del agua, o de lo que toleren las características de expansibilidad,

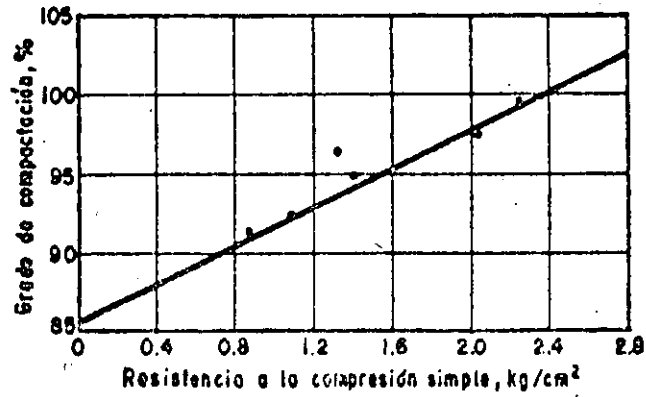


Figura 23. Correlación entre las variaciones estadísticas de un proyecto real del grado de compactación y la resistencia a la compresión simple de una subrasante.

resiliencia, etc. de los suelos o, simplemente de la demanda de resistencia que se presente el proyecto. Lo que sí hace ver la figura es el tipo de relación entre ambos conceptos y lo que la variación de uno de ellos representa respecto al otro, para extraer de tales hechos los criterios particulares de cada caso.



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

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION", ORGANIZADO EN COLABORACION
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA, DEL 15 AL 19 DE OCTUBRE
DE 1984.

CONCRETO LANZADO

A N E X O

Veracruz, Ver.

CONCRETO
LANZADO

CONCRETO LANZADO

I. GENERALIDADES

1-1. DESARROLLO

El concreto lanzado ha venido a revolucionar las técnicas de excavación y soporte de obras subterráneas. Su aplicación en todo tipo de obras de ingeniería civil y minería se extiende cada día más. A continuación se explican sus notables características, que son la base de sus magníficos resultados.

El concreto lanzado se define (ACI-506-66) como "mortero o concreto conducido a través de una manguera y proyectado neumáticamente a alta velocidad contra una determinada superficie".

La Allentown Cement Company patentó, en 1909, el mortero lanzado, al que llamó "gunité", y una máquina lanzadora, "cement gun". Su empleo por primera vez, en una obra subterránea, se estima que fue en 1914, en la mina experimental de Brucetown, de la Oficina de Minas de Pittsburgh. Posteriormente se ha aplicado como protección de superficies de roca, contra el deterioro por intemperismo y, en ocasiones, como medida de soporte temporal.

Sin embargo, esta última función la ha cumplido en forma limitada, ya que tiene tendencia a desprenderse ante presión de roca, por mínima que ésta sea. Puede aplicarse sólo en capas relativamente delgadas, ± 25 mm. (1"), las cuales en promedio pueden ser aún de menor espesor si se tienen en cuenta las irregularidades de la superficie de la roca, que agravan el problema de adherencia entre las capas.

Además, lleva aparejadas contracciones excesivas y agrietamientos consiguientes debido al alto contenido de cemento que suele tener.

En la postguerra, los países del centro de Europa (Austria, Suiza y el Norte de Italia) desarrollaron multitud de trabajos subterráneos en relación con obras hidroeléctricas y viales. En 1952, se usó con buenos resultados el mortero lanzado como único medio de soporte y revestimiento de los túneles de presión y de otros túneles en el desarrollo hidroeléctrico suizo de Maggia.

En los años siguientes, surgió el empleo del concreto lanzado como resultado de la aparición de máquinas lanzadoras capaces de mover agregados de hasta 25 mm. (1") de grueso y de mezclar, en forma controlada, los inertes y el cemento, y a raíz de la introducción de aditivos poderosos, endurecedores y aceleradores del fraguado del cemento, que permitieron aplicar el nuevo concreto en superficies húmedas y aún en presencia de flujos de agua fuertes.

Entre 1953 y 1967 se demostró su bondad en numerosos proyectos subterráneos austriacos, suizos e italianos, en condiciones tan variadas como la prevención de aflojamiento de rocas química y estructuralmente inestables; la estabilización de material heterogéneo de deslizamientos antiguos y de materiales blandos y húmedos; el soporte, combinado con anclas inyectadas, de excavaciones en terreno milonitizado de esquistos sercíticos muy húmedos que producen altas presiones de roca; y la excavación (del metropolitano milanés) en gravas no cementadas. Sólo en algunos de estos casos se usó soporte adicional de marcos de acero (o de celosía de acero y concreto lanzado) y malla.

La experiencia sueca, en rocas más competentes que las alpinas, ha promovido el uso de concreto lanzado sin refuerzo, muchas veces aplicado sólo en las grietas y juntas de las masas de roca.

En 1960-62, Aliva, una firma suiza fabricante de equipo lanzado, llevó sus máquinas y la técnica de su uso a Sudamérica, primero a Venezuela y después a Chile y Perú.

Para 1955, Japón ya se había incorporado al desarrollo de la nueva técnica.

En Norteamérica empieza a aplicarse hasta 1967, cuando la firma canadiense Mason, Dolmage y Stewart lo pone en práctica en un túnel ferroviario en Vancouver, Canadá. Este retraso de Norteamérica en aceptar el concreto lanzado parece obedecer, por una parte, a que, no teniendo restricciones de acero, no se vió la necesidad de buscar un sistema de ademe más económico que los marcos de acero

convencionales y, por la otra, que las experiencias con el mortero lanzado como soporte de excavaciones subterráneas habían sido, las más de las veces, negativas.

En suma, el concreto lanzado ha probado su efectividad en la prevención del aflojamiento de la roca en una gran variedad de condiciones geológicas. Su uso es particularmente útil en rocas blandas. Ha sustituido a los métodos convencionales alpinos de ataque en galerías múltiples, al permitir, con igual seguridad, el avance a sección completa o a media sección y banquete. En varios casos es viable y más expedito que el tablestacado llevado adelante del frente, en excavaciones subterráneas, donde este sistema hubiera sido indispensable de no contarse con el concreto lanzado.

1-2 FUNCIONES

Se ha formulado una gran variedad de ideas acerca de la manera en que el concreto lanzado cumple su función como soporte y protección en una excavación subterránea. Los cuatro factores mencionados por C. Alberts (1963-1965), representante de la técnica succa, quizá sean los más generalmente aceptados como componentes de dicha función:

1.- El concreto lanzado se introduce con fuerza en las juntas abiertas, las fisuras y las irregularidades de la superficie de la roca, cumpliendo, en esta forma, la misma función de liga que la del mortero en un muro de mampostería.

2.- El concreto lanzado impide la filtración del agua a través de las juntas y de las fisuras en la roca y, por lo tanto, evita la socavación o erosión de los materiales de relleno de las juntas, así como el deterioro de la roca por el aire y el agua.

3.- La adhesión del concreto lanzado a la superficie de la roca, y su propia resistencia al esfuerzo cortante, impiden, en una gran medida, la caída de bloques sueltos de roca, desde el techo del túnel.

4.- Una capa continua de concreto lanzado (15 a 20 cm.), constituye un soporte estructural, ya sea en forma de un anillo cerrado o de un elemento fijo en forma de arco.

Estos conceptos hacen referencia a la cualidad de soporte de presiones de aflojamiento. La técnica succa tiene la desventaja de que reside mucho en el juicio o criterio del responsable del frente.

He aquí algunos comentarios de A.A. Mathews de E.E.U.U. (1973):

"¿Qué es lo que permite que una capa relativamente delgada de concreto lanzado haga las veces de un ademe pesado de marcos de acero o de un revestimiento de concreto?"

"Desde luego, el hecho de que el aditivo produce un fraguado muy rápido y una alta resistencia temprana. También la aplicación inmediata del concreto lanzado ayuda a prevenir el aflojamiento de la roca después de la tronada. Si no se deja que se desprenda ningún fragmento de roca de la superficie excavada, el túnel, obviamente, permanecerá estable. Pero hay algo más que eso.

"Desde hace tiempo, se admite que algún desplazamiento o flujo plástico debe permitirse si se quiere disminuir lo más posible la carga de roca sobre los ademes. Por otra parte, a menos que este desplazamiento sea controlado, se manifiestan con frecuencia movimientos intolerables de la masa. Una capa de concreto lanzado aplicada de inmediato a la superficie de roca recién expuesta, parece tener la flexibilidad suficiente para fluir plásticamente junto con la roca vecina y, a la vez, contar con la capacidad estructural necesaria para mantener la estabilidad. Pero el cumplimiento de estos objetivos requiere la aplicación, la coordinación y el control de muchos elementos.

"El proyectista debe aplicar, con propiedad, los principios de la mecánica de rocas o de suelos al proyecto que se esté estudiando. Además, debe dimensionar y programar el concreto lanzado y seleccionar sus complementos, tales como anclas, soportes adicionales o refuerzo. Debe contarse con materiales y equipo adecuados. Los obreros deben ser calificados o deben prepararse para una aplicación correcta del concreto lanzado; y, finalmente, debe mantenerse un control de calidad".

E.E. Mason y R.E. Mason de Canadá (1972) basándose en la experiencia europea y, concretamente, en las investigaciones y aplicaciones hechas por el grupo austriaco (el más activo en estas lides, encabezado por Rabcewicz) proponen una función de colaboración, del concreto lanzado con la roca, más completa que la simple función de soporte de las presiones de aflojamiento.

Así citan que, de los conceptos de mecánica de rocas de Muller, se sabe que los factores principales que influyen en la integridad de una excavación subterránea son:

La dependencia de la resistencia de la masa de roca en el grado de aflojamiento (a mayor aflojamiento o dilatación menor resistencia).

La influencia del esfuerzo principal menor (lateral) en la resistencia de la masa. (Experimentos de Muller, Pacher y John muestran que aún esfuerzos transversales muy pequeños, σ_2 y σ_3 , son suficientes para prevenir, en gran medida, las deformaciones unitarias transversales y, por lo tanto, el aflojamiento).

La influencia muy principal del tiempo en su comportamiento, (Rabcewicz ha repetido numerosas veces que la absorción de esfuerzos y su redistribución no es un estado estático, sino un proceso dinámico y viene acompañado por una deformación progresiva que no es más que cambio de posición en el tiempo).

La conclusión de Muller -citan los Mason-, es que la estabilidad de un túnel se garantiza cumpliendo estos requisitos:

Evítese lo más posible el aflojamiento.

Aprovéchese lo más posible el tiempo que la roca requiere para deformarse.

Provéase de soporte lateral a la roca, mediante fuerzas aplicadas oportunamente, para evitar esfuerzos uniaxiales.

El objetivo es la estabilización de una excavación para volver al equilibrio la masa de roca que la rodea, más que proveer un soporte a las presiones de aflojamiento; principio este último en el que se basan en gran medida los sistemas de soporte convencionales. Un revestimiento continuo (estructural) de concreto lanzado, puede cumplir con todos los requisitos arriba dichos: Puede aplicarse inmediatamente después de la voladura, para evitar aflojamiento posterior, incluyendo las pequeñas fisuras que inician la desintegración de la roca. Puede aplicarse por áreas en cualquier parte de la sección completa, donde se requiera (un caso extremo fue el avance de pequeñas áreas en el arco y las paredes del túnel del metro en Milán en arenas y gravas no cementadas). No requiere reposición o sustitución por otro elemento de soporte alternativo. Proporciona soporte lateral a la superficie de la roca, para que se eviten estados de esfuerzos uniaxiales. Hace posible un drenaje efectivo de la roca.

Los esfuerzos en un sistema estructural de concreto lanzado son el resultado de un flujo plástico de la roca, desarrollado a medida que la roca, y el concreto adherido a ella; se ajustan a un estado de equilibrio, y no del peso y las deformaciones de una roca en estado de aflojamiento.

Sin embargo, los espesores convencionales de concreto lanzado pueden resistir sólo temporalmente cargas potenciales. El incremento de espesor más allá de los 20

ó 30 cm. (8 ó 10") puede destruir la flexibilidad requerida para ajustarse al flujo de la roca. Las rocas muy quebradas y frágiles, las brechas, los aglomerados y los conglomerados sueltos, y los materiales plásticos blandos, pueden formar grandes o extensas zonas de tensión antes de que el concreto lanzado se aplique. En estos casos, el anclaje sistemático ha demostrado incrementar la cohesión y preservar la integridad de estos materiales contra la relajación o desintegración y el deterioro. En ésto se basa el Nuevo Método Austríaco de tunelco, una de las técnicas aplicadas en los más asombrosos proyectos de los últimos tiempos.

Para que el revstimento de concreto lanzado dé buenos resultados, su interacción con la roca debe ser tal que se impida el movimiento continuo de ésta. Su verdadera función es más bien de colaboración con ella. En otras palabras, el objeto del concreto lanzado es el de mantener el equilibrio de la roca alrededor del túnel, reforzado su capacidad de autosoporte, más bien que tratar de reemplazar o reproducir las propiedades de soporte de la roca que se removi6 del túnel al excavar.

La gran ventaja del concreto lanzado es que se puede aplicar muy rápidamente para soportar toda la periferia de una excavación subterránea, ya sea perforada con máquina o excavada con explosivos. Tiene, además, una gran flexibilidad para aplicarse en cualquier momento y para traslaparse con otras actividades del proceso de excavación, con lo cual se logran importantes ahorros de tiempo en el ciclo de trabajo.

1-3. METODO

Existen dos procedimientos para aplicar el concreto lanzado: el de mezcla húmeda y el de mezcla seca.

El primero consiste en mezclar cantidades medidas de agregados, cemento y agua, introducir la mezcla resultante en un recipiente para de ahí conducirla neumáticamente a través de una manguera y expulsarla finalmente por una boquilla. Tiene la ventaja de que se lleva un control rígido de la relación agua-cemento de la mezcla. Pero el equipo disponible maneja agregado máximo de sólo 9.5 mm. (3/8"). Por otra parte, como los aditivos, por su acción rápida, no es posible añadirlos antes de la boquilla, es imposible lograr un mezclado completo de los mismos, ya sea que vengan en forma de polvo o en forma de líquido; por ello el producto no llega a adherirse bien del todo a superficies húmedas. Al tener una relación agua-cemento predeterminada, se presta menos a la flexibilidad de aplicación que se requiere, sobre todo en trabajos subterráneos, cuando las condiciones del terreno son cambiantes y

| NUMERO | ECOLOGIA | DIMENSIONES DEL TUNEL | TIPO DEL TUNEL | TIPO DE DISEÑO DE CEMENTO LASTRAS Y CIMENTACION DE TUNEL | REFERENCIA |
|---|--|-----------------------|------------------|---|--|
| 16. Vancouver BC Canada | Sutiso, granitos quejomegades | 20-22' x 10' x 9' | 150-100' 40-92 m | 4 a 6" aplicadas inmediatamente despues de la trizada en un sistema que se afloja | Moore & Moore (1961) |
| 17. Canal de abastecimiento de agua - Barcelona | Fallas llenas de montmorillonita | 12x2 | 150' | falla del concreto lanzado por arillas expansivas | Rebec & Palmer Olson (1965) |
| 18. Canal de drenaje de agua - Suecia | perdida de rocas alteradas, espaldas de arcilla, fuertes alteraciones de cenizas y montmorillonita | 140x2 | 50-100' | concreto lanzado con FRCM aplicado inmediatamente despues de la trizada, 4-12" en una zona predefinida, 20-30" para zonas sin definir previamente, fuerte hincharse | Parison & Fejt (1961) Vattenbyggnadsbyra (1968) |
| 19. Canal de drenaje de agua - Suecia | granito alterado en zona de montmorillonita | 100-1' x 12' | 70' | falla debida al hincharse de la montmorillonita. | Cecil (1967) |
| 20. Construcción de drenaje - Suecia | espaldas de arcilla con arena que se hincha. | 40x2 | - | 22 cm de concreto lanzado con 2% de arena, arcilla que se hincha, algunas fallas. | Bakke (1968) |
| 21. Canal de drenaje de agua - Suecia | espaldas con montmorillonita, zona fallida | 44x2 9x7.6x | 170' | 30 cm de concreto lanzado inmediatamente despues de la trizada, durante de 420-1 en arcilla expansiva en zona de falla | Cecil (1967) |
| 22. Instalación de drenaje | arcilla, montmorillonita | 60-90x2 | 50-100' | fuertes flujos de agua - 11000 gal/dia, presiones de la tierra que tratada con concreto lanzado en un gran canal. | Rasmussen (1967) Allister (1967) |
| 23. Canal de drenaje - Suecia | zonas de montmorillonita y arenas | 30-50x2 | 100' | fallas locales por la poca adherencia del concreto lanzado con la arcilla, fuerte hinchamiento con concreto lanzado. | Cecil (1967) |
| 24. B. y J. J. J. J. J. | granito fallido, zona de arena | - | - | reconstrucción de concreto lanzado en forma de arillas, inyección con arena flujos de agua a presiones elevadas. | Thorpe (1967) |
| 25. Canal de drenaje - Suecia | zonas de arcilla | - | - | concreto lanzado inmediatamente despues de la trizada | Lundgren & Karlsson (1967) |
| 26. Canal de drenaje - Suecia | arcilla, arena y arena | - | - | quita para impedir el flujo de agua, inyección de cemento en zona de arcilla | Jeffery (1961) |
| 27. Instalación de drenaje | granito, arena y arena | 12x2 | 30-100' | lanzado de concreto en zona de arena | Sordell (1968) |
| 28. Instalación de drenaje | placa de arcilla con arena y arena | 40x2 12x2 | 20-90' | concreto lanzado aplicado inmediatamente despues de la trizada con agua, inyección de cemento en zona de arcilla | Rasmussen (1967) |

obligan a variar rápidamente la cantidad de agua. Lleva, además, los riesgos de taponamiento inherentes a todo concreto bombeado cuando por alguna causa se interrumpe el suministro o la expulsión.

Este método se considera adecuado para emplearse con operadores poco capacitados y, en particular, en los accesos de pequeñas dimensiones a minas, los cuales en su mayor parte están secos.

El procedimiento de mezcla seca consiste en una revoltura de agregados, algo húmedos, y cemento, que es alimentada a una máquina lanzadora, de la cual se envía en un chorro de aire a presión a través de una manguera hasta la boquilla de expulsión. El agua de hidratación se añade en la boquilla misma, inmediatamente antes de la expulsión. La cantidad de agua la regula manualmente el lanzador. Los aditivos en polvo se añaden en la mezcla seca cuando ésta se alimenta a la máquina lanzadora; si se usan aditivos líquidos, éstos se mezclan con el agua de hidratación antes de llegar a la boquilla.

El procedimiento de mezcla seca es el más extensamente empleado para aplicar concreto lanzado de agregado grueso, particularmente en obras subterráneas.

1-4 MEZCLAS

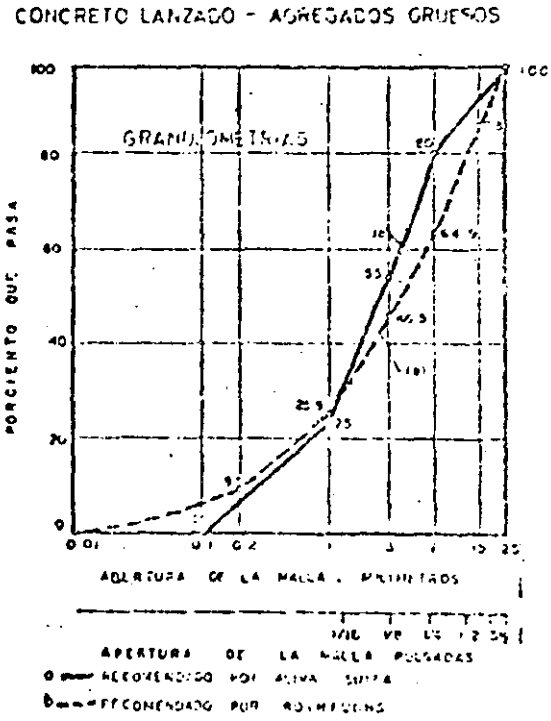
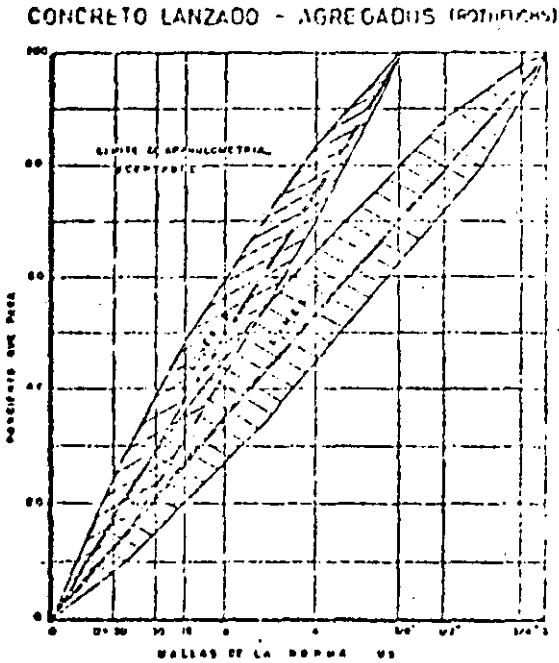
La cantidad del concreto lanzado depende de la calidad de los materiales que lo componen, de la granulometría de los agregados, de la relación agua/cemento y del grado de compactación.

La densidad de sólidos de los agregados debe ser 2.55 a 2.65 y el módulo de finura de la arena debe estar comprendido entre 2.5 y 3.0. Para agregados fuera de estos límites el contenido de cemento requiere ajuste.

El agregado debe cumplir con las normas ASTM y estar bien graduado. Así puede obtenerse compactación óptima, máxima densidad, impermeabilidad y resistencia a la compresión y mínimo rebote. El agregado compuesto por partículas alargadas y aplanadas o el que contiene partículas asillables no da buena compactación y requiere corrección de las mezclas en los contenidos de agua y cemento.

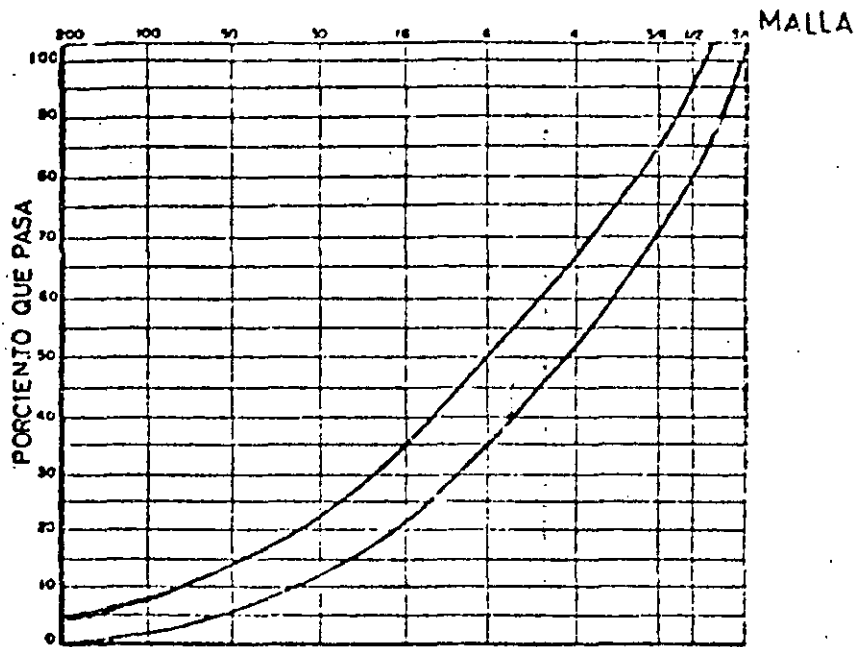
Es el agregado grueso el que da estructura a la mezcla y el que la compacta al martillarla con presiones de 3 a 5 Kg/cm².

LIMITES DE GRANULOMETRIA RECOMENDABLES CON TAMAÑOS MAXIMOS DE AGREGADO DE 9.5 y 19mm. (3/8" y 3/4").



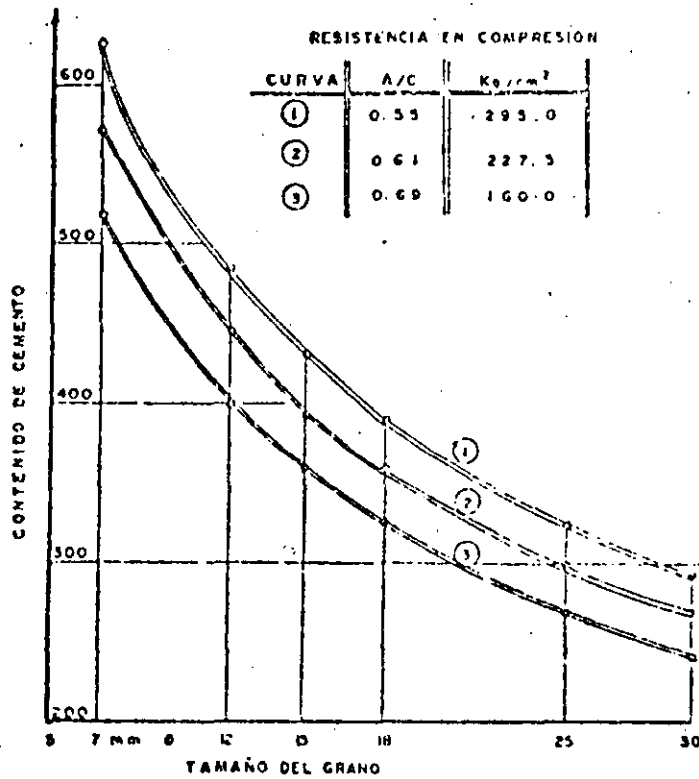
El segundo es por todos conceptos más recomendable que el primero para trabajo estructural. El primero se usa más bien para recubrimientos o para protección de superficies de acero. Las arenas (menor de la malla 4) deben constituir menos del 60% de la mezcla de agregados.

CONCRETO LANZADO - LIMITES GRANULOMETRICOS



RELACION CEMENTO-TAMAÑO DE GRANO - CALIDAD (DRUGS)ER)

Kg/m³



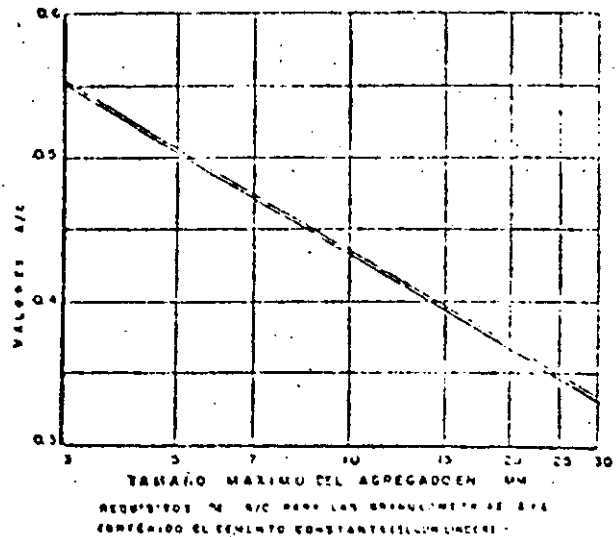
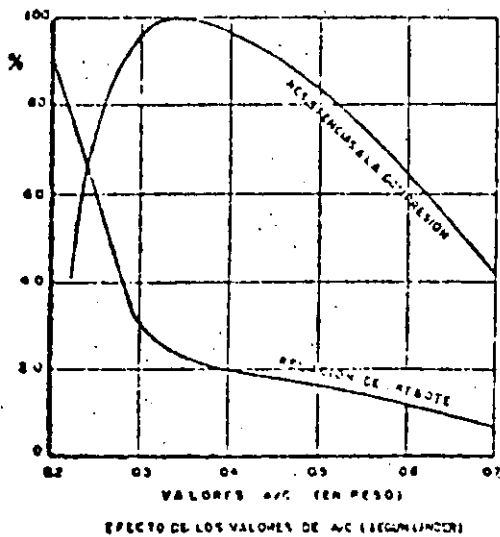
El contenido de cemento viene determinado por los requisitos de resistencia y por el tamaño máximo del agregado. Requisitos exagerados de resistencia implican un contenido de cemento excesivo, lo que da lugar a contracciones y agrietamientos también excesivos. En el túnel de Vancouver, la mezcla tenía 400 kg. de cemento por m^3 , cuando alcanzó 480 kg/m^3 se presentaron agrietamientos importantes por contracción.

En el Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se especificó una relación de cemento a agregados de 1 a 4 en promedio, ($450 kg/m^3$). Y no se presentaron agrietamientos importantes.

Es interesante anotar que la pasta ya aplicada suele tener un mayor contenido relativo de cemento que la mezcla seca y una relación agua/cemento algo más baja que el concreto normal, debido al rebote o desperdicio, el cual está formado principalmente por grava y en menor grado por arena y lechada que se desprenden de la pasta por el impacto del chorro.

El agua debe cumplir los requisitos que se exigen para el concreto común, es decir, debe ser limpia y estar libre de limo y materia orgánica, álcalis y otras sales minerales disueltas. La relación agua/cemento óptima para lograr máxima resistencia, se presenta en el punto de máxima densidad. El objetivo debe ser entonces colocar el material en la consistencia estable más húmeda posible, o sea, en el punto de abolsamiento o cedencia incipiente. El operador o lanzador, puede darse cuenta que se ha alcanzado ese punto cuando aparece en la superficie del concreto fresco un lustre de humedecimiento ligero.

RELACION AGUA/CEMENTO EN FUNCION DE OTRAS CARACTERISTICAS.



Los aditivos energicos, endurecedores y acelerantes del fraguado, producidos en la Europa Alpina, y cuyo uso se ha extendido despues al resto del mundo, dan al concreto lanzado algunas de sus caracteristicas más apreciadas, a saber, el poder aplicarse en terreno húmedo o mojado y el poder controlar fuertes filtraciones de agua.

Los principales ingredientes activos son: aluminato de sodio e hidróxido de sodio, con carbonatos de sodio, potasio y calcio e hidróxido de calcio como catalizadores. Debe verificarse la compatibilidad del acelerante con el cemento empleado; sus ingredientes pueden variarse (en sus proporciones relativas) para adaptarlos a los cuatro componentes principales del cemento Portland.

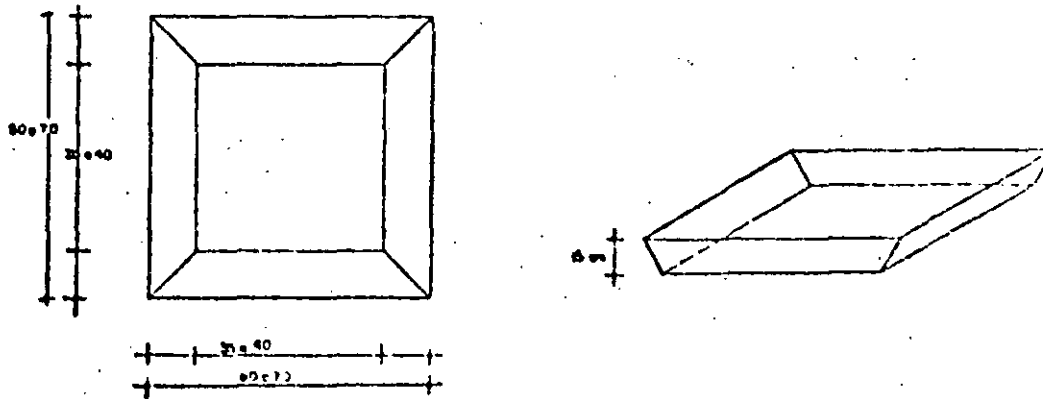
Las dosificaciones de aditivo varían normalmente entre 2 y 6% del peso del cemento.

El aditivo permite aumentar el espesor de las capas de concreto lanzado; el fraguado rápido y endurecimiento que provoca, le da al revestimiento resistencia para soportar tronadas a las pocas horas de aplicado (dos horas en Vancouver); reduce además el rebote.

En las primeras aplicaciones, cuando el espesor es muy delgado, se suele emplear más cantidad de aditivo para lograr una alta adhesividad aún a costa de una resistencia a la compresión más baja (hasta 30% menor que el concreto no acelerado): Las capas posteriores pueden llevar menos aditivo y su detrimento en la resistencia a la compresión será insignificante.

Un fraguado inicial máximo de 1 1/2 horas y uno final de 12 horas son los que se especifican normalmente, pero estos tiempos son demasiado largos, sólo útiles para trabajos de recubrimiento. Si se quieren dominar las filtraciones de agua y soportar el terreno de poca cohesión, se requieren tiempos de fraguado inicial y final muy cortos. Para el túnel de Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se ensayaron pastas de mortero con distintos aditivos y cementos y se lograron tiempos de 30 a 120 segundos.

ARTESA DE MADERA SOBRE LA CUE SE LANZA
PARA OBTENER LAS MUESTRAS DE C. L.



OBJETO DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO

Se requirió determinar el tiempo de fraguado de pasta de cemento conteniendo cuatro diferentes productos acelerantes, propuestos para aplicarse en la elaboración de concreto lanzado neumáticamente, alternando el uso de dos cementos distintos.

MUESTRAS

Se dispuso de muestras de los siguientes productos acelerantes:

Sigunite (polvo)

Rapidur (polvo)

Pozlig 2% (polvo)

Stabilator (líquido)

y de los siguientes cementos:

Cruz Azul, tipo II

Tolteca, tipo I

DOSIFICACIONES

Los tres productos en polvo se dosificaron a razón de 3%, en peso, respecto al contenido de cemento.

El producto líquido se dosificó substituyendo 25% del volumen del agua de mezcla.

DETERMINACIONES

Se ensayaron ocho pastas diferentes, empujando los cuatro productos con cada cemento. A cada pasta se le determinó tiempo de fraguado con aguja de Vicat y resistencia a compresión a 4, 8 y 24 horas de edad, usando especímenes cilíndricos de 5 cm de diámetro.

CONDICIONES DE PRUEBA

Teniéndose presente la posibilidad que ocurrieran tiempos de fraguado del orden de 20 segundos, se estableció un procedimiento de prueba que permitiera efectuar la primera observación en ese tiempo, bajo circunstancias comparativas. Las principales condiciones establecidas fueron como sigue:

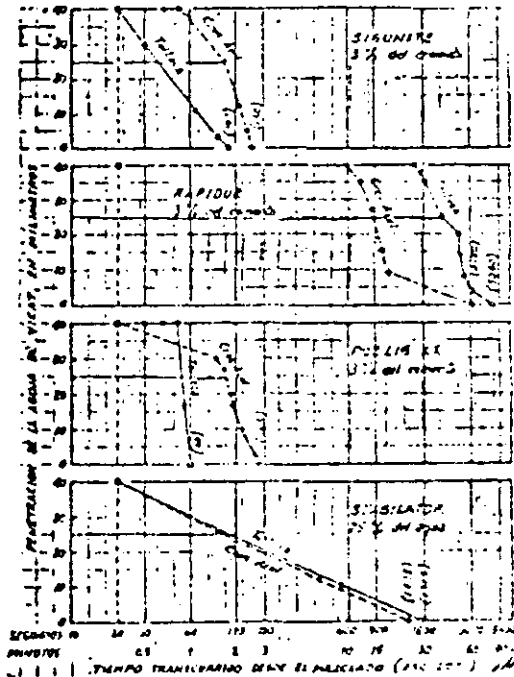
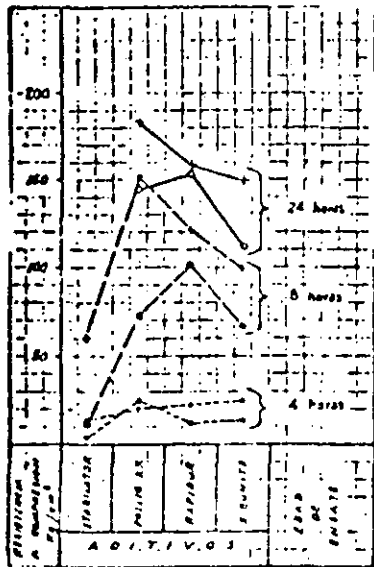
- Se usó una relación agua/cemento constante e igual a 0.35, para producir pastas de consistencia ligeramente menos seca de la normal, como es definida en el método ASTM C 117 (1).
- El mezclado de cemento, agua y aditivo se hizo mecánicamente durante 10 seg, empujando la velocidad media de la batidora para pasta de cemento, especificada en el método ASTM C 306 (2).
- La determinación del tiempo de fraguado se realizó con el aparato de Vicat, como se describe en el método ASTM C 151 (3). La primera penetración de esta aguja se efectuó invariablemente a los 20 segundos de haberse iniciado el mezclado. Se consideró como tiempo de fraguado final, para fines comparativos, cuando la aguja (1 cm diám.) ya no penetró en la pasta.
- Para la elaboración de los especímenes de resistencia a compresión, se usaron moldes cilíndricos desechables, de lámina, con diámetro de 5 cm., y relación de esbeltez aproximadamente igual a dos. Para conservar invariables las condiciones de ejecución, se hizo una pasta individual para cada espécimen. Se elaboraron seis especímenes de cada mezcla diferente, para ensayar dos en cada edad de prueba.

R E S U L T A D O S

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA CONCRETO LANZADO

| MEZCLA | TIPO FRAGUADO (DÍAS) | RESISTENCIA A COMPRESION / | | | CLAVE DE LAS MEZCLAS: |
|--------|----------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|---|
| | | 4 hr. kg/cm ² | 8 hr. kg/cm ² | 24 hr. kg/cm ² | |
| O-C | 100 | 25 | 80 | 130 | C- Cemento Cive Azul Tipo II. |
| C-R | 2750 | 23 | 121 | 136 | R- Aditivo Rapidur; 3% en peso de cemento. |
| C-P | 100 | 30 | 152 | 164 | P- Aditivo Pol-Liq; 3% en peso de cemento. |
| C-E | 1442 | 13 | 60 | 111 | E- Aditivo Estabilizor; Sustituyendo 20% de contenido de Agua |
| T-C | 107 | 24 | 67 | 111 | Relación agua cemento en todos los casos A/c = 0.35 |
| T-R | 4040 | 13 | 102 | 134 | |
| T-P | 63 | 23 | 71 | 146 | |
| T-E | 2700 | 4 | 12 | — | |

Resistencia cilíndrica (L/d=2) corregida por efectos de los agujeros y altura del prisma de 2 cilindros comparados



R E F E R E N C I A S

1. Método Estándar de Prueba para Consistencia Normal de Cemento Hidráulico.
ASTM, Designación C 187
2. Método Estándar para Mezclado Técnico de Pastas y Morteros de Cemento Hidráulico de Consistencia Plástica.
ASTM, Designación C 305
3. Método Estándar de Prueba para tiempo de Fraguado de Cemento Hidráulico con la Aguja de Vicat.
ASTM, Designación C 191

DESCRIPCION DE LAS PRUEBAS DE CAMPO

El día 30 de julio, en un sitio próximo a la Lumbera Núm. 10 del Emisor Central, se llevaron a cabo pruebas de lanzamiento de diversas mezclas de concreto.

El propósito fue ensayar varios aditivos acelerantes, con objeto de calificar su influencia sobre el tiempo de fraguado, la proporción de material rebotado y la resistencia a compresión del concreto colocado.

MEZCLAS ENSAYADAS

Se elaboraron y lanzaron seis mezclas, empleando cemento marca Tolteca tipo I (Nixcoac) en todos los casos. Las principales características distintivas de estas mezclas fueron:

- Núm. 1 : Sin Aditivo.
- Núm. 2 : SIGURITE en polvo (3% del cemento)*
- Núm. 3 : POZLIG XX en polvo (3% del cemento)
- Núm. 4 : FESTERLITH Super A en polvo (3% del cemento).
- Núm. 5 : Substitución de 25% del cemento por Puzolana**, en peso y POZLIG XX en polvo (3% del cemento).
- Núm. 6 : SIGURITE en polvo (3% del cemento)*

* En el lanzamiento de la mezcla Núm. 2 se observó baja de presión, por lo cual se repitió usando la presión correcta. (mezcla Núm. 6).

** Material puzolánico de Puzolanas Activadas, S. A."

TIEMPO DE FRAGUADO

No se dispuso de equipo de campo para medir el tiempo de fraguado del concreto recién aplicado en los tableros de prueba. De tal suerte, la determinación de este tiempo se hizo en forma puramente apreciativa, estimándose que las mezclas ensayadas alcanzaron un grado comparable de endurecimiento al cabo de los siguientes lapsos:

- Núm. 1 : (No se determinó por no contener aditivo).
- Núm. 2 : 2.0 minutos.
- Núm. 3 : 1.0 minutos.
- Núm. 4 : 3.0 minutos.
- Núm. 5 : 5.0 minutos.
- Núm. 6 : 1.0 minutos.

* El tiempo se consideró a partir de la terminación del lanzamiento sobre los tableros de prueba. El tiempo de llenado de los tableros fue de 15 a 20 segundos.

MATERIAL REBOTADO

Se determinó en cada caso el peso de concreto colocado en los moldes y la cantidad aproximada de material rebotado, recuperándolo y pesándolo, con los siguientes resultados:

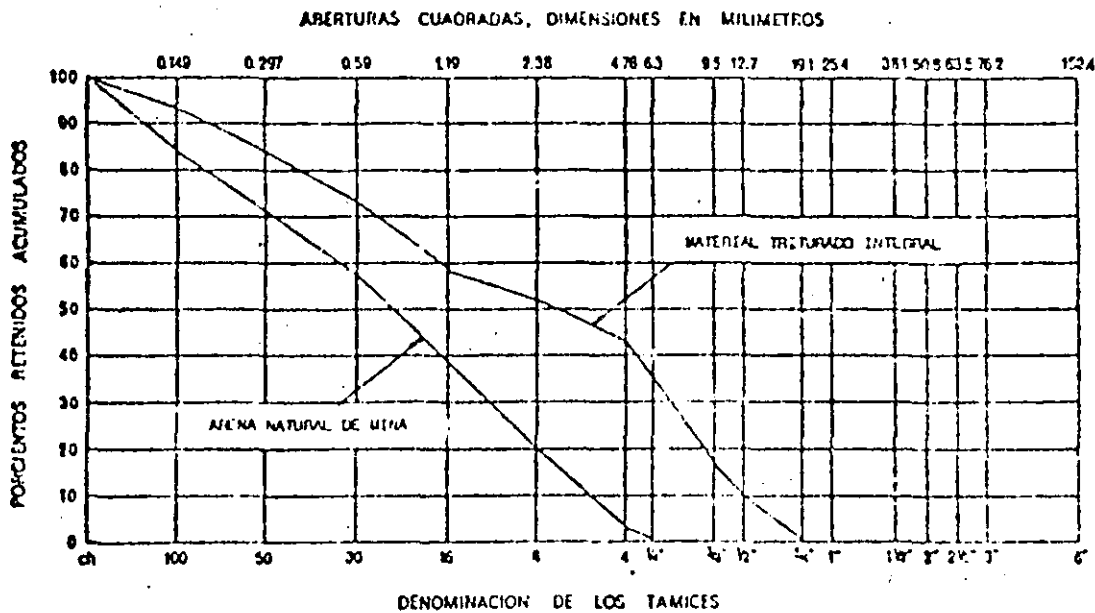
| Mazda N ^o | Concreto colocado (kg) | Material rebotado Peso (kg) | | Contenido de grava en el rebote(%) |
|----------------------|------------------------|-----------------------------|-------|------------------------------------|
| 1 | 51.2 | 20.5 | 35.0% | 53 % |
| 2 | 52.5 | 22.1 | 25.0% | 57 % |
| 3 | 61.2 | 10.0 | 22.7% | 47 % |
| 4 | 64.0 | 13.2 | 15.0% | 47 % |
| 5 | 55.3 | 10.5 | 15.9% | 47 % |
| 6 | 55.7 | 10.0 | 23.4% | 51 % |

AGREGADOS EMPLEADOS

Se obtuvieron muestras de los agregados. Su contenido de humedad fue 10.0% para la arena natural de mina y 0.2% para el material triturado integral (arena y grava). La composición granulométrica de estas muestras se incluye en gráfica adjunta

CURVAS GRANULOMETRICAS DE AGREGADOS

TABLE, B. A.
PRUEBAS DE CAMPO DE CONCRETO LANZADO RELATIVAMENTE. — JUNIO 30 DE 1971

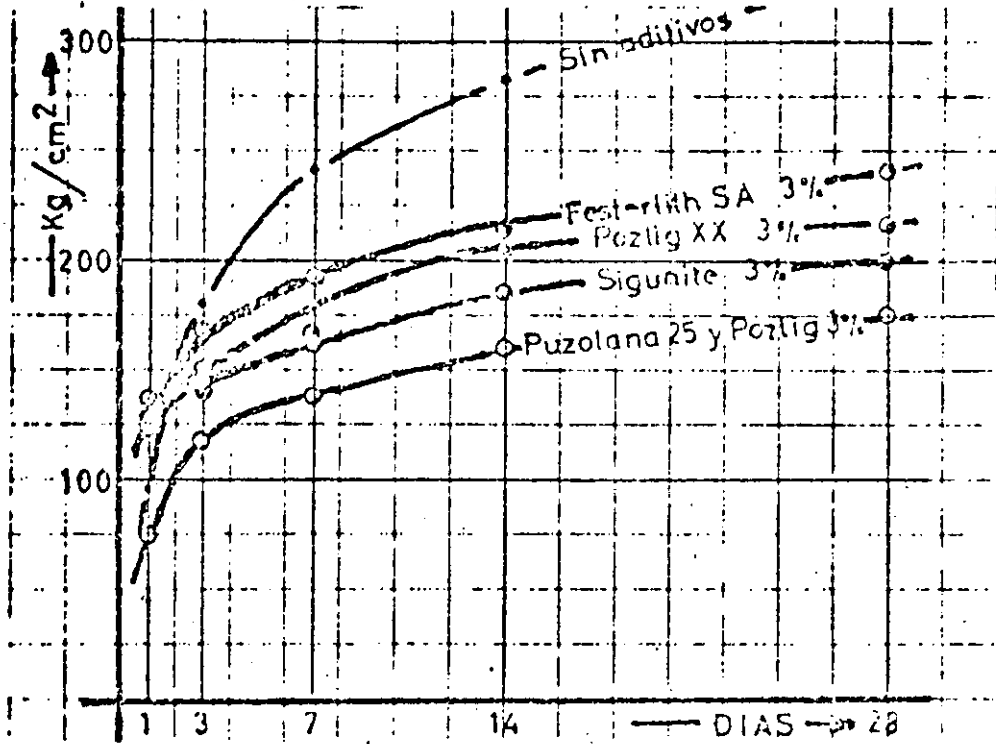


1-5; RESISTENCIA

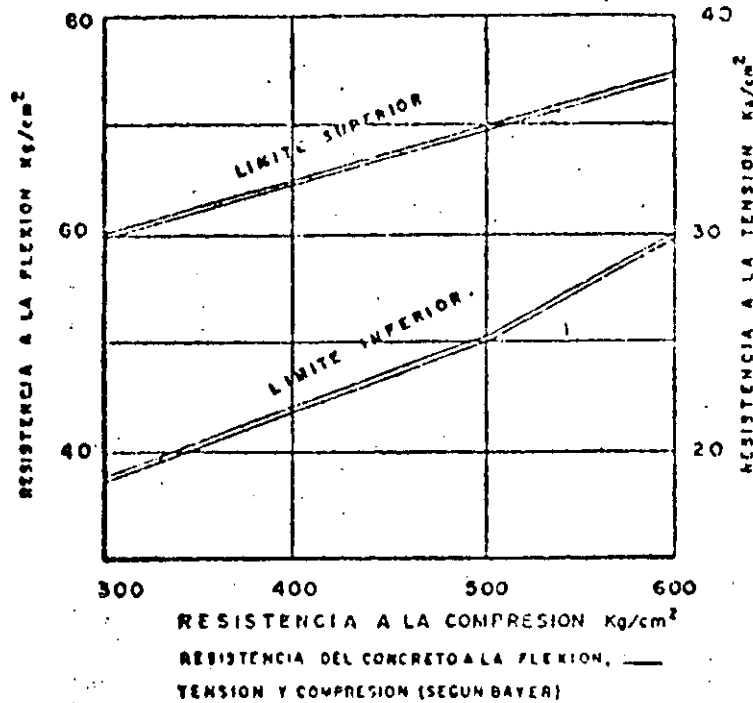
Aunque en la literatura sueca se habla de resistencias de 300 a 700 kg/cm² para la compresión a los 28 días, es más real hablar de valores entre 150 y 300 kg/cm², que, para fines estructurales, son suficientes. Las resistencias al corte y a la flexión-tensión dependen de la resistencia a la compresión.

RESISTENCIAS A COMPRESION

De cada muestra de prueba se obtuvieron núcleos de 7.1 cm (2 3/4") de diámetro para determinar la resistencia a compresión del concreto colocado, a edades de 1, 3 y 14 días. Los resultados actualmente disponibles, son:

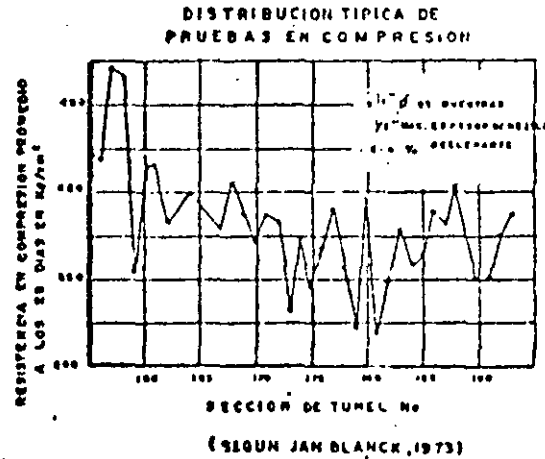


* Las resistencias a compresión que se reportan, corresponden - al promedio de 2 especímenes cilíndricos de 7.1 cm de diámetro - por aproximadamente 13 cm de altura. Estas resistencias han sido corregidas tomando en cuenta la esbeltez de los especímenes y están referidas a un valor de $h/d = 2$.



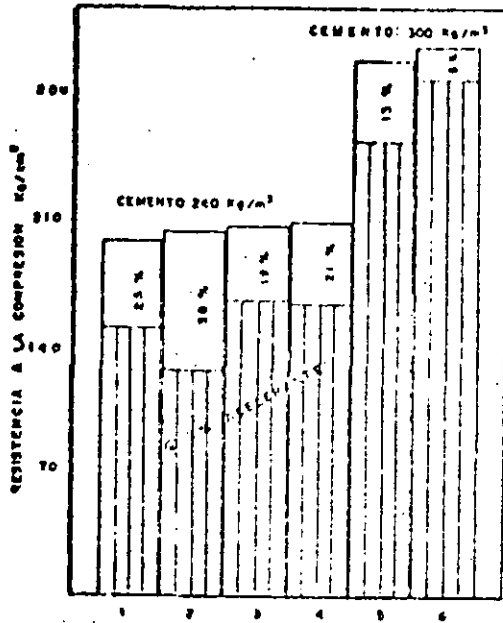
La adhesividad o adherencia del concreto es de primordial importancia en combinación con las resistencias al corte y a la flexión-tensión. Rabcewicz menciona que la resistencia al corte es 1.3 veces la resistencia a la flexión y el Instituto Suco del Concreto (CBI) fija el valor de la adhesión en 10 a 15 kg/cm².

Es menos uniforme el valor de resistencia con mezclas secas de agregado grueso que con morteros de arena y cemento.



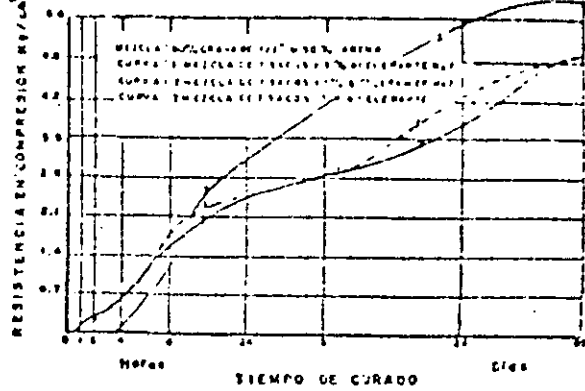
Se requiere mayor atención para asegurar la uniformidad de la granulometría y el mezclado y en el paso de la mezcla hacia la máquina lanzadora y a través de ésta. El producto final es muy sensible a variaciones en las mezclas por segregación, irregularidades en la alimentación y el agua y descuidos en la dirección y orientación del lanzado y en la distancia de la boquilla a la superficie de aplicación.

El aditivo también reduce los valores de resistencia. Reducciones de no más de 20% deben considerarse normales; reducciones mayores pueden obedecer a incompatibilidad de los ingredientes del aditivo con el cemento y deben hacerse estudios para confirmarlo.

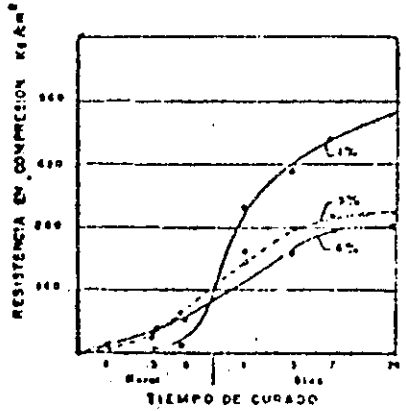


DECREMENTO EN LA RESISTENCIA A COMPRESION CON EL USO DE ACELERANTES (DE 240 PRUEBAS EN CONCRETOS CON UN CONTENIDO DE 300 Kg/m³ DE CEMENTOS DIFERENTES CON Y SIN ACELERANTE) (SEGUN LITIDEN)

EFFECTOS DE LOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA EN COMPRESION TEMPRANA Y ULTIMA



(SEGUN JAN BLANCH, 1973)

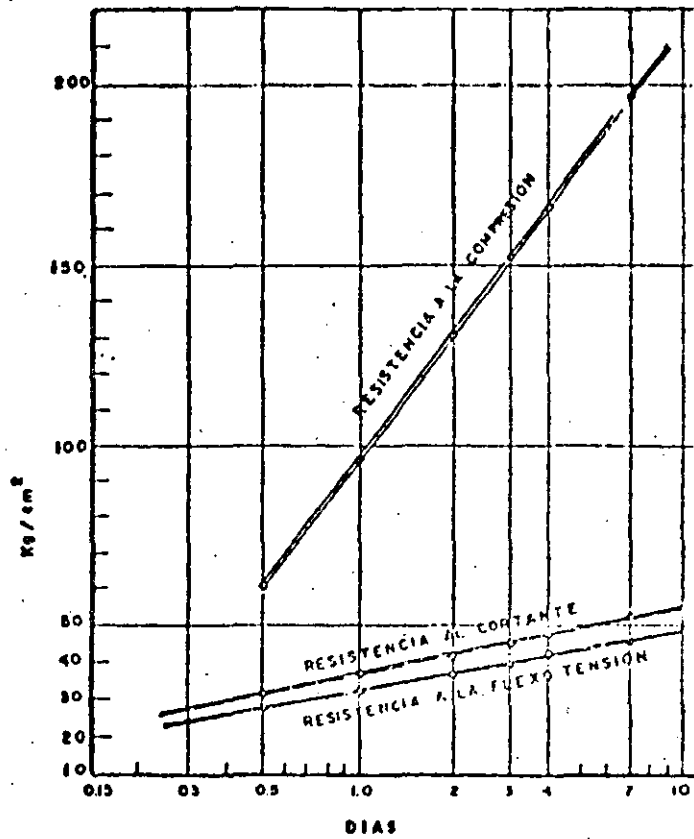


Resistencia en compresion Mezcla de 9% agua, acelerante TRIGONAL (SEGUN ANDERSON Y FORD, 1973)

Las especificaciones más generalizadas establecen las siguientes resistencias a la compresión tempranas para un concreto de 280 kg/cm² con 3 a 4% de acelerante en peso del cemento.

| Tiempo de Fraguado | Resistencia a la compresión | |
|--------------------|-----------------------------|----|
| Horas | Kg/cm ² | |
| 2 | 14 | 18 |
| 12 | 56 | 60 |

Rabcewicz muestra que la resistencia a la flexión alcanza el 50% de la correspondiente a la compresión a las 12 horas y el 30% después de dos días.



(SEGUN RABCEWICZ)

RESISTENCIA TEMPRANA RELATIVA

Se presenta un resumen de las resistencias a la compresión medidas en muestras del concreto lanzado en la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CARACTERÍSTICAS DE CONCRETO
 LANZADO
 TRAMO: DE LUMBRERA 4 A LUMBRERA 3 EMISOR CENTRAL
 PERÍODO: NOVIEMBRE 1971 A DICIEMBRE 1972

U N E L, S.A. DE C.V.
 GERENCIA DE CONCRETO
 LANZADO

| | Número de datos (n) | Promedio | Desviación Estándar | Valor Máximo | Valor Mínimo |
|---------------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Resistencia 3 días | 23 | 116 kg/cm ² | 28.5 kg/cm ² | 176 kg/cm ² | 70 kg/cm ² |
| Resistencia 14 días | 32 | 156 kg/cm ² | 35.5 kg/cm ² | 276 kg/cm ² | 92 kg/cm ² |
| X Grava | 27 | 34.9 % | 12.3 % | 59.4 % | 9.7 % |
| Pasa malla Núm. 100 (Lavado) | 28 | 11.2 % | 2.1 % | 16.6 % | 7.5 % |
| Contenido de cemento | 27 | 23.1 % | 7.9 % | 40.4 % | 11.0 % |
| Peso volúmetrico | 31 | 2181 kg/m ³ | 20.5 kg/m ³ | 2214 kg/m ³ | 2140 kg/m ³ |

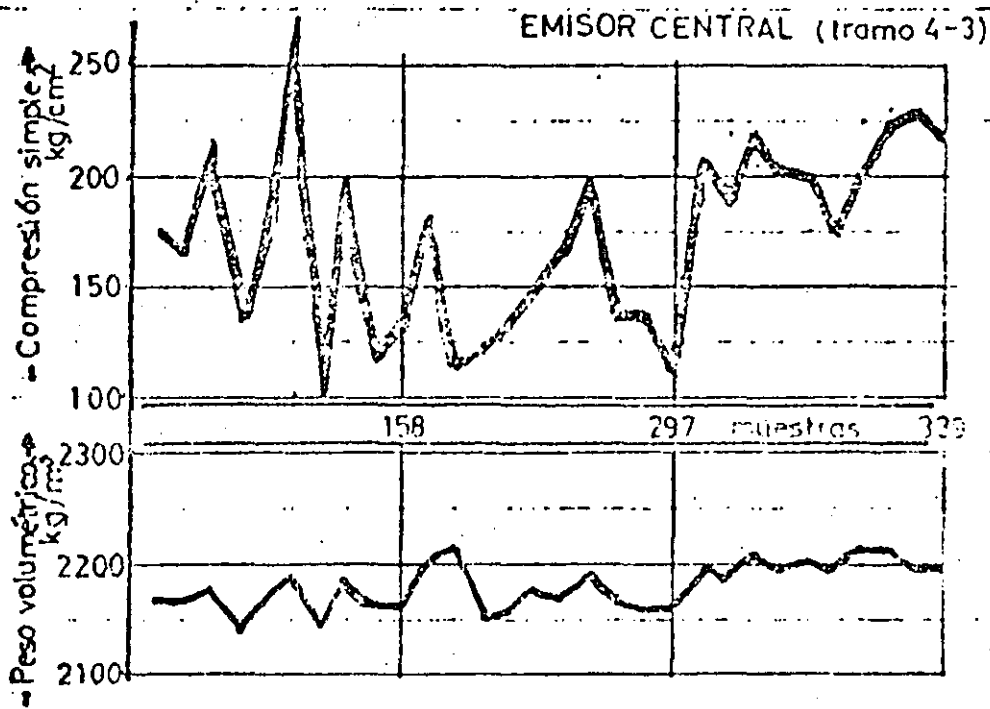
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CARACTERÍSTICAS DE CONCRETO LANZADO (TODO EL EMISOR).

TUMEL, S.A. DE C.V.

PERIODO: DE NOVIEMBRE 1971 A ENERO 1973.

GERENCIA DE CONCRETO
LIMITADO

| | Número de datos (n) | Promedio | Desviación Estándar | Valor Máximo | Valor Mínimo |
|----------------------|---------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Resistencia 3 días | 227 | 116.9 kg/cm ² | 35.7 kg/cm ² | 310 kg/cm ² | 27 kg/cm ² |
| Resistencia 14 días | 316 | 155.7 kg/cm ² | 42.3 kg/cm ² | 334 kg/cm ² | 63 kg/cm ² |
| % Grava | 267 | 34.3 % | 12.9 % | 74.9 % | 4.2 % |
| Pasa #100 (lavado) | 271 | 10.5 % | 2.3 % | 20.1 % | 1.4 % |
| Contenido de cemento | 263 | 20.5 % | 7.2 % | 50.5 % | 5.4 % |
| Peso Volumétrico | 316 | 2179 kg/m ³ | 27.6 kg/m ³ | 2202 kg/m ³ | 2070 kg/m ³ |



1-6 DOSIFICACION Y MEZCLADO

Se acostumbra agrupar los agregados en tres fracciones para ser mezclados; de 19 a 9.5 mm (3/4" a 3/8"), de 9.5 mm. (3/8") a menor de la malla No. 4 y arena. La humedad de los agregados ya dosificados antes de mezclarse con el cemento debe estar comprendida entre 3 y 6%. La dosificación de agregados y cemento debe

hacerse por peso en una mezcladora o revolvedora adecuada. El tiempo de mezclado debe ser de dos minutos.

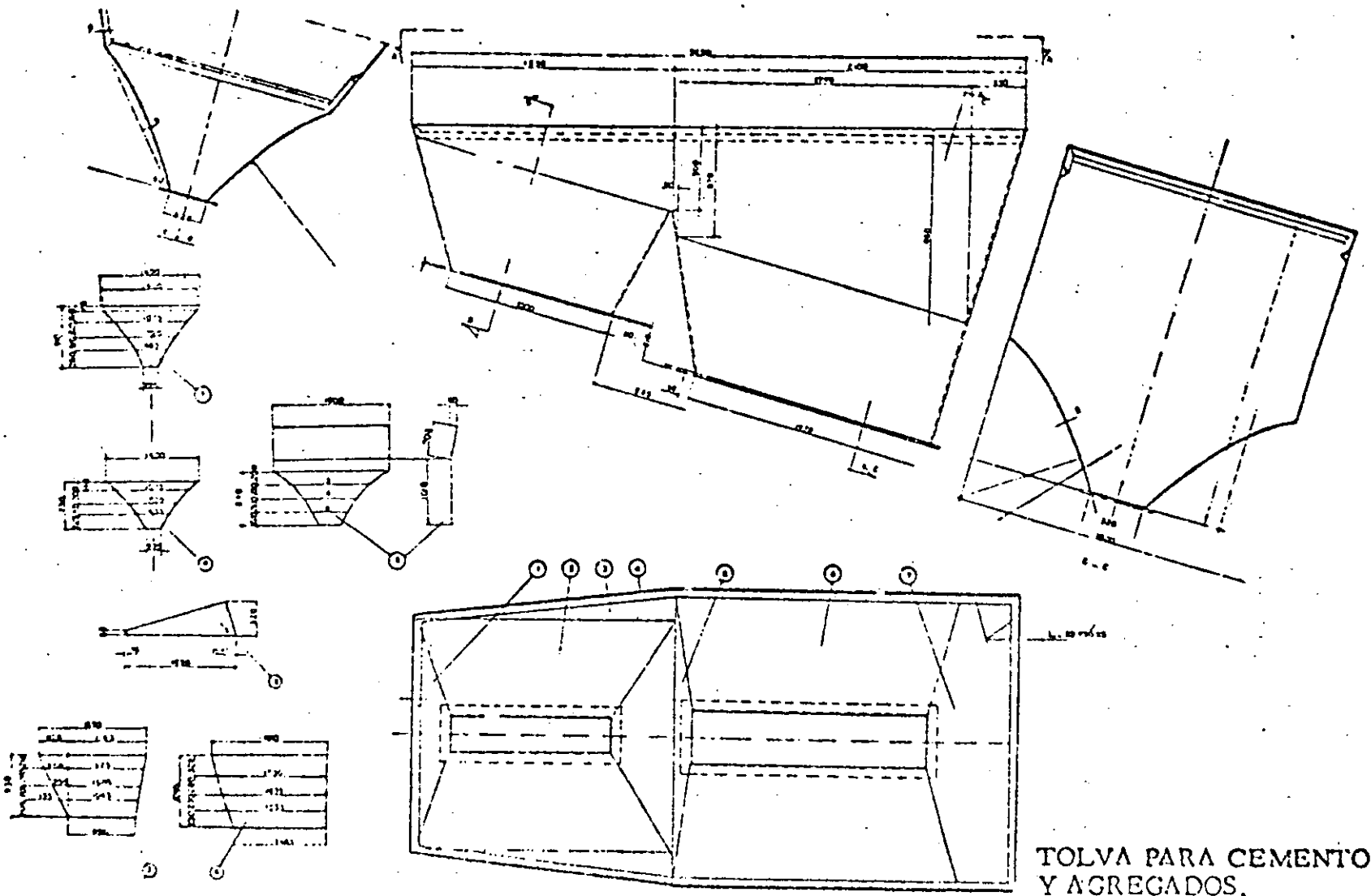
Hay que aprovechar la tendencia natural del agregado a drenar, por ser granular y permeable, para mantener su humedad dentro de los límites antes dichos. El drenaje es siempre más difícil en la arena que en la grava. Ello se evidenció en los agregados empleados para el Drenaje Profundo de la Ciudad de México, en los que fue difícil, en épocas de lluvias, bajar el contenido de humedad a menos de 8%, a pesar de que la arena se almacenaba en grandes pilas con facilidades de drenaje en la parte inferior; esto ocasionó frecuentes taponaduras de las tuberías de 30 cm. (12") de diámetro por donde se descargaba el agregado de la superficie hasta el nivel del túnel. En algo pudo mejorarse esta condición almacenando el agregado cerca de las bocas de descarga y esparciéndolo y creándolo antes de usarlo. En el Alto Anchicayá, en Colombia, donde la precipitación anual es superior a los 500 cm., sí se logró mantener una humedad del agregado de 6%, descargando la arena de río en tolvas de las que escurría toda el agua posible y almacenándola después en pilas durante 24 horas.

Mezclas muy húmedas de agregados y cemento producen taponamientos de las mangueras o tuberías de conducción y aumentan las velocidades de hidratación a niveles inaceptables. Mezclas muy secas dan problemas de no uniformidad del humedecimiento en la boquilla, lo que aumenta el polvo durante el lanzado y reduce la compactación.

El agregado utilizado en el Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se surtió a las diferentes lumbreras, donde se iba a emplear, en forma dosificada, es decir, hecha ya la mezcla de agregado grueso (40%) y arena (60%). La mezcla se hizo en una mezcladora de turbina en la misma planta donde se trituraba el agregado grueso: éste fué producto de andesitas de un banco próximo a la planta. La arena fue, de una tercera parte a la mitad, producto de la trituración del agregado grueso, y el resto fue arena de mina de uno de los bancos del poniente de la Ciudad.

Hay diversos sistemas, en el procedimiento de mezcla seca, de transportación y de mezcla de agregados y cemento a pie de obra. Los más conocidos son los de la National Concrete Machinery de Lancaster, Penn., de la Card Corporation de Denver, Col., y de la Stabilator AB de Suecia.

Los carros tolva y mezcladores de gusano de esta última casa, se usaron en número de 45 en la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México, con muy buenos resultados.



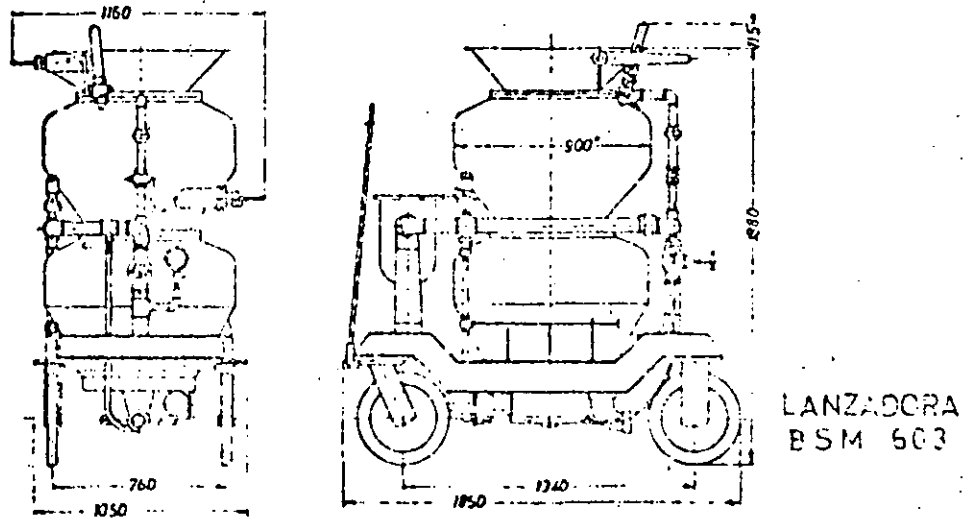
TOLVA PARA CEMENTO Y AGREGADOS.

El paso de los gusanos está diseñado para suministrar mezclas de 1 a 3, a 1 a 4 de cemento agregados y es posible variar su velocidad de revolución para ajustar las mezclas; a las tolvas van adosados vibradores eléctricos para facilitar el vaciado de los materiales hacia los gusanos. A través de unas puertas se puede tener libre acceso a los gusanos para limpiarlos cada vez que se vacían las tolvas y evitar así atascamientos y alteraciones de la dosificación.

El aditivo acelerante en polvo se debe añadir a la mezcla seca cuando entra ésta a la máquina lanzadora; es recomendable el uso de alimentadores mecánicos, de preferencia los de tornillo, ya que los de vibrador se atascan fácilmente. Si el aditivo es líquido se debe mezclar con el agua antes de descargarla en la boquilla lanzadora. En la obra de la Ciudad de México, el aditivo en polvo se alimentó con escudilla a mano directamente sobre el gusano y el aditivo líquido se mezcló con el agua y se alimentó a la boquilla mediante bombas dosificadoras de diseño especial también Stabilator A.B.

1.7. EQUIPO DE COLOCACION

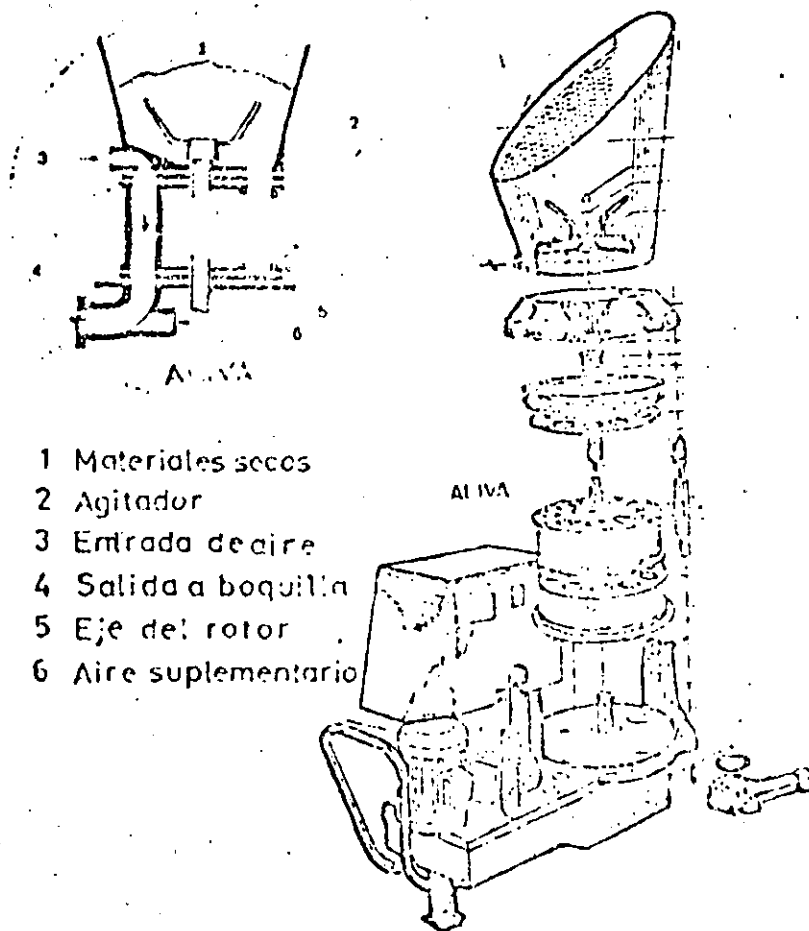
Se fabrican dos tipos de máquinas lanzadoras de concreto para el proceso de mezcla seca.



1.- La de doble cámara de presión con válvula de campana intermedia de acción neumática. La mezcla seca se introduce en la cámara superior, se cierra ésta y se levanta la presión que abre la válvula de campana intermedia y deja pasar la mezcla a la cámara inferior; en ésta se levanta a su vez la presión que cierra la válvula intermedia y la mezcla seca va alimentándose bajo presión a la tubería de descarga, mediante una rueda de cavidades. Mientras se efectúa la operación de descarga se está alimentando mezcla seca a la cámara superior para empezar un

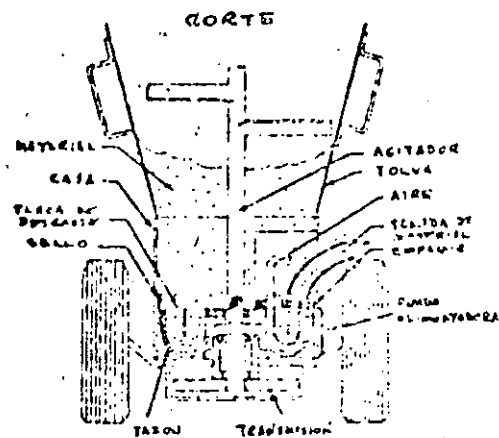
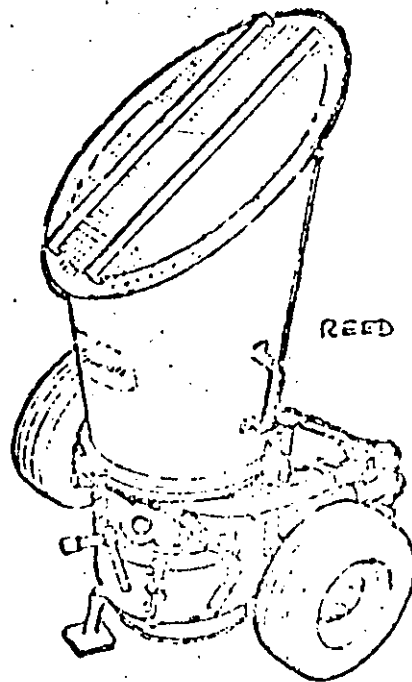
nuevo ciclo. Un buen operador puede lograr, con la ayuda de las dos cámaras, una descarga descargada prácticamente continua. Requiere entonces una continua atención del operador, el cual debe desenvolverse con destreza. Son cualidades de este tipo de máquinas su robustez y el poco número de piezas delicadas o móviles que se desgastan o requieren frecuente mantenimiento.

2.- El tipo revólver. La mezcla seca se alimenta continuamente a la tolva que corona la parte superior de la máquina, de ahí cae al cilindro rotatorio tipo revólver que consta de nueve o más compartimentos cilíndricos, donde se deposita la mezcla. Cada carga de mezcla en cada compartimento cae a través de una escotadura y al pasar sobre el cuello de salida una corriente de aire a presión la impulsa hacia las mangueras. Este tipo de máquinas no requiere una atención tan continua del operador; además pueden manejar agregado más grueso más fácilmente que las del otro tipo. Tienen, por otra parte, más piezas de desgaste y suelen producir más polvo.



Las primeras tienen motor neumático, las segundas pueden venir con motor neumático o con motor eléctrico; por lo general el rendimiento es mayor con el motor neumático aunque el consumo de aire es considerable. Las del primer tipo consumen 600 p.c.m., en tanto que algunos tipos de las segundas, de muy altas revoluciones, consumen cerca de 900 p.c.m.

Los rendimientos varían entre 6 y 9 m³/h. La distancia de envío varía mucho en cada marca y tipo, pero puede llegar a 275 m. horizontales y 92 m. verticales. Para grandes distancias conviene usar, en los tramos intermedios, tubería de acero, en lugar de mangueras, para reducir la fricción. También pueden conectarse en serie dos máquinas, para ganar distancia.



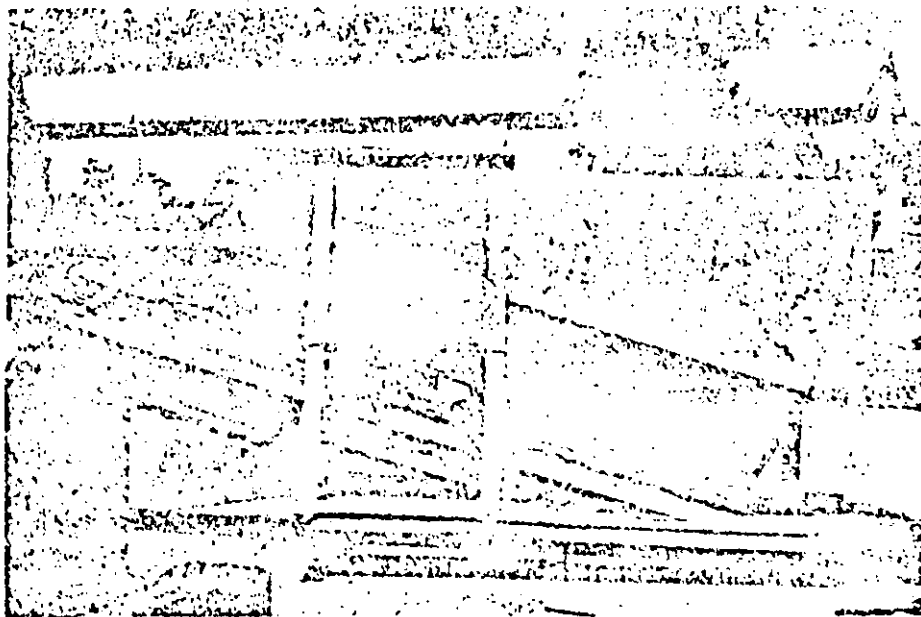
En la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se usaron los dos tipos de máquinas. Las de doble cámara fueron en emanas, de la marca BSM (Beton Spritz Maschinen) y las de revólver fueron suizas de marca Aliva y norteamericanas de la marca Reed. Estas últimas, con motor neumático, son de alta velocidad de rotación y alto rendimiento, pero resultaron ser muy delicadas de manejar, requirieron frecuentemente mantenimiento y altos consumos de aire y sus distancias de envío eficiente fueron más cortas que las de las otras máquinas. Las BSM y las Aliva tuvieron un desempeño muy satisfactorio. Las Aliva se usaron, unas unidades - la mayoría - con motores eléctricos y otras con motores neumáticos.

1-8. TRANSPORTACION Y CONDUCCION

La transportación de los ingredientes o de la mezcla seca hasta la máquina lanzadora, se hace por diferentes medios, los que resulten más eficientes en cada caso. En camiones silo o en carros sobre ruedas neumáticas o en plataformas sobre vía. Algunos sistemas llevan los silos y las máquinas lanzadoras en la misma unidad de transporte, otros tienen silos y máquinas montadas sobre los jumbos de barrenación, algunos más llevan, además, un brazo telescópico con una plataforma para el lanzador, el cual opera la boquilla directamente o a control remoto a través de un brazo robot semi-automatizado.

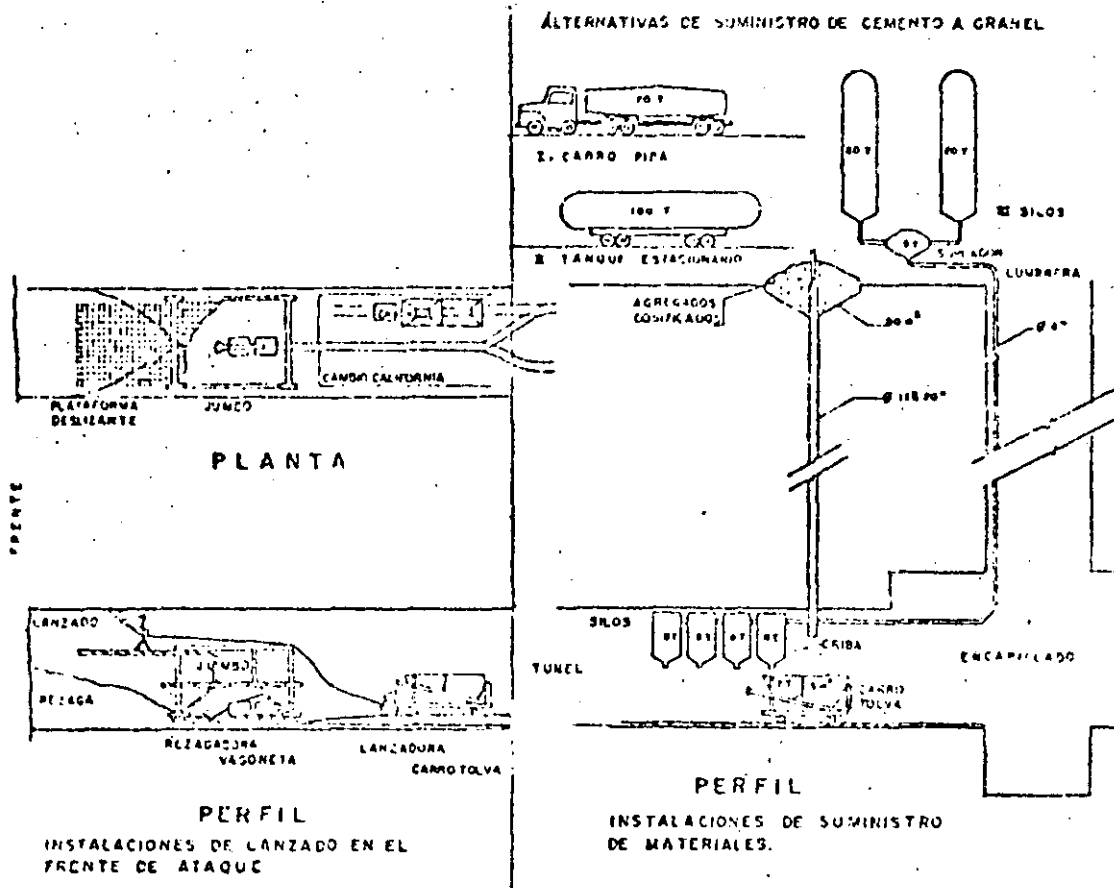
En la obra citada de la Ciudad de México, el sistema típico consistió en el almacenaje del cemento en silos, para cubrir el consumo de uno o dos días según el rendimiento de avance de la excavación (30 a 40 ton.). Se usaron silos de 8 ton. en el interior del túnel, ajustados a las dimensiones de los espacios libres del mismo y, en algunos casos, silos de 15 y 20 ton. en superficie. En una lumbrera se dejó estacionada una "salchicha" de 100 ton. El cemento a granel, que fue del tipo I Tolteca, y del tipo II Cruz Azul, se surtió en pipas de 20 ton. La descarga a los silos del túnel se hacía a través de tubería de 10 cm. (4") de diámetro, de acero, directamente de las pipas o desde los silos de superficie por intermedio de un silo pequeño de 5 ton., con un sistema de inyección neumática.

Los agregados venían ya dosificados de planta y se almacenaban en pilas cerca de la boca de la lumbrera, de donde se descargaban por tuberías verticales de acero de 30 cm. (12") de diámetro (en temporadas de lluvias se producían taponamientos con cierta frecuencia porque la humedad apelmazaba el agregado, por lo que se prefirió usar tubería de mayor diámetro, 51 cm. (20") directamente a los carros tolva o "trixers" que lo transportaban al frente.



La descarga se hacía palcando a mano, con bandas transportadoras o a través de tolvas y de válvulas tipo "pimentero" en la extremidad superior de las tuberías. Para eliminar los sobretamaños, había malla en las extremidades de las tuberías.

Los carros tolva o "trixers", como ya se dijo, fueron de diseño sueco (Stabilator AB) y se fabricaron en México. Constan de tolva de agregados (5m³), tolva de cemento (2 ton.), gusano alimentador que en su mitad inferior transporta el agregado y, en su mitad superior recibe, además, el cemento, para descargar, al final, directamente a la máquina lanzadora, vibrador eléctrico adosado a las tolvas y plataforma o "truck" y lanza para ser transportada en vía con una locomotora.



Las máquinas lanzadoras se colocaban en espuelas de vía, adelante del cambio California, y por lo general, a distancia del frente no mayor de 50 m. Las Aliva iban montadas por parejas en su "truck", mientras una lanzaba la otra se limpiaba. En los

frentes donde el terreno se autosoportaba por poco tiempo, inmediatamente antes de detonar se procuraba tener un carro tolva lleno, cerca del frente, dispuesto a alimentar las lanzadoras para empezar la aplicación del concreto tan pronto se terminara de ventilar y amacizar, poco después de la voladura.

1-9 LANZADO



De primordial importancia es la constancia del aire, el agua y el flujo de materiales hacia la máquina lanzadora y a través de la boquilla de expulsión. No puede lograrse un buen concreto lanzado cuando el chorro varía en composición o tiene intermitencias.

El aire y el agua deben mantenerse a presiones constantes, unos 3.5 a 4 kg/cm² la del primero y 1 kg/cm² más la de la segunda. Debe haber trampas de agua en la línea de aire para mantener reducida su humedad. No deben aceptarse pulsaciones en la línea de agua, si las hay debe contarse con un suministro independiente con una bomba y un tanque de presión.

La presión del aire debe aumentarse 0.3 kg/cm² por cada 15 m. de manguera que se añada a los primeros 30 m.

El lanzador siempre debe estar ubicado en una posición desde la que pueda lanzar en dirección normal a la superficie de la roca y a una distancia de ella de 1 a 1.2m para garantizar una buena compactación y calidad del concreto, con un mínimo de rebote. Es para ello necesario contar con andamios portátiles o equivalentes. En la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se usaron andamios portátiles, tarangos y unas plataformas deslizantes, accionadas hidráulicamente e integradas al piso superior de los jumbos de barrenación.

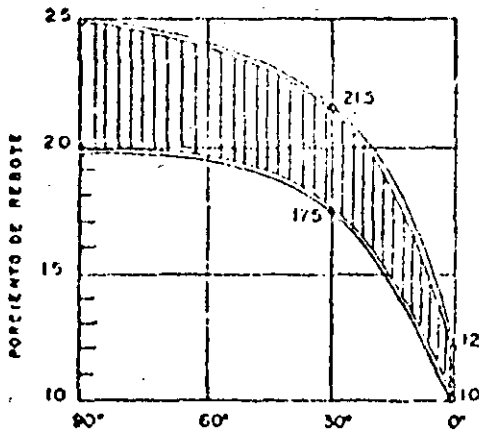
1-10 PREPARACION DE LA SUPERFICIE

La adhesión es probablemente el requisito más importante si el concreto lanzado ha de usarse como elemento estructural. La superficie donde se va a aplicar debe quedar limpia de polvo, de rebote o de otras materias extrañas, y debe quedar húmeda. No es recomendable usar el aire y el agua de la boquilla de lanzado para dicha limpieza, es preferible usar un soplador con un niple tobera de 13mm. (1/2") conectado a las líneas de aire y agua a presión. La presión puede regularse con las válvulas de las líneas.

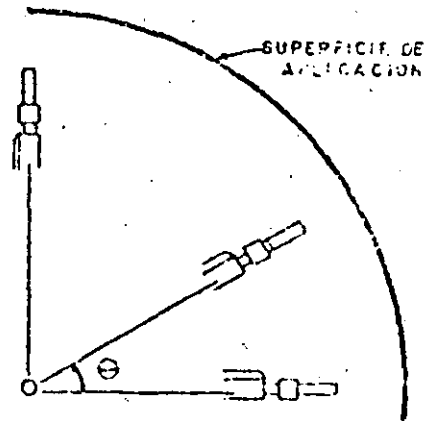
1-11 REBOTE

Las superficies húmedas o las infiltraciones de agua aumentan el rebote. Este es mayor además, cuando la calidad del lanzado es pobre.

INFLUENCIA QUE TIENEN EN LA CANTIDAD DE REBOTE EL ANGULO Y LA DISTANCIA DEL LANZADO.

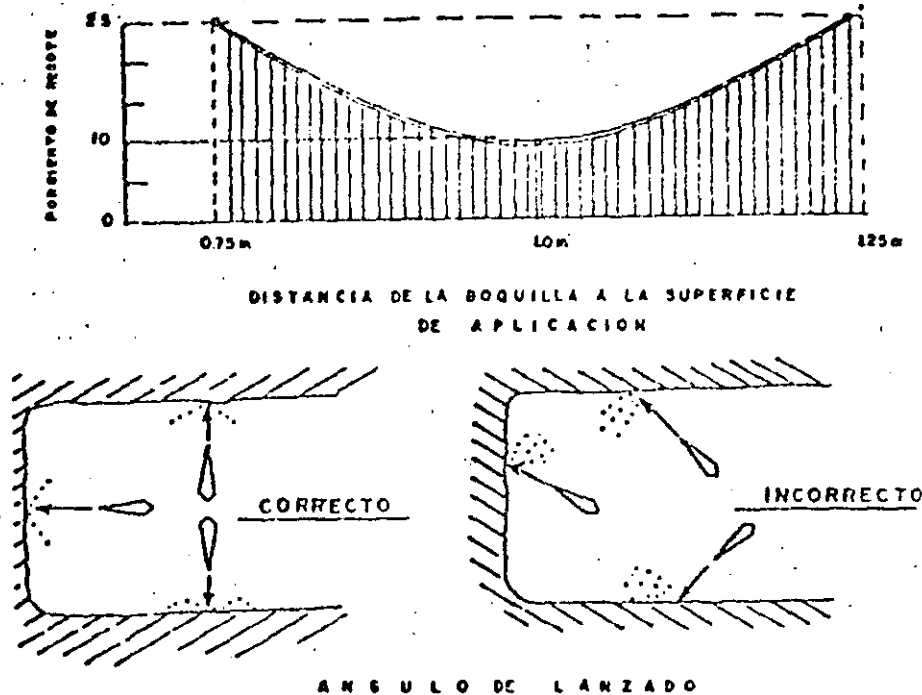


ANGULO ϕ DE LA BOQUILLA
CON LA HORIZONTAL EN GRADOS



EFFECTO DE LA DIRECCION DEL LANZADO EN EL PORCIENTO —
DE REBOTE NOTE SE QUE LA BOQUILLA SE MANTIENE ORTOGONAL
A LA SUPERFICIE MIENTRAS QUE EL ANGULO CON LA HORIZONTAL VARIA.
(SEGUN DROGSLER)

El rebote aumenta, también, con la mala graduación del agregado, con la segregación en la alimentación, velocidades de descarga excesivas o insuficientes, presiones de agua insuficientes o pulsantes, descarga irregular de los ingredientes o el acelerante a la máquina y mala operación de ésta. Si no se presta atención a estos detalles, el rebote puede ser un 20% más alto que el que se indica.



En el lanzado hacia abajo es difícil no atrapar el rebote, por lo que es preferible, en estos casos, (cubetas por ejemplo), colar el concreto en lugar de lanzarlo.

1-12 SUCESION DE LAS OPERACIONES

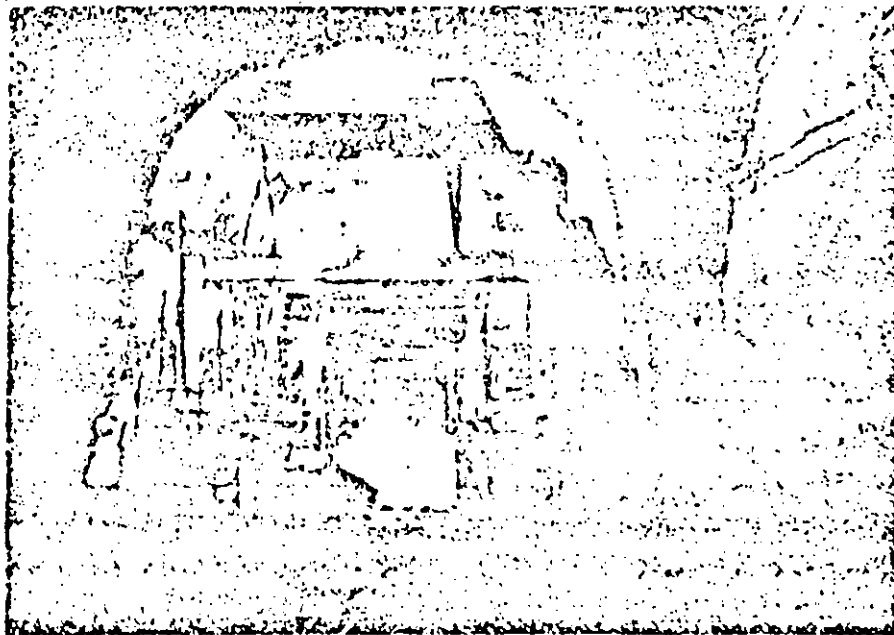
El concreto lanzado debe aplicarse lo antes posible después de la detonación para frenar el aflojamiento de la roca expuesta o afectada por la explosión. Debe aplicarse antes de que transcurran dos horas. Claro está que ello depende del tiempo que la roca es capaz de autosoportarse.

El arco o bóveda requiere la primera aplicación, a veces inclusive lanzado desde la pila de rezaga, aunque esta práctica debe evitarse siempre que sea posible porque la pila no constituye un buen apoyo y no se pueden mantener las distancias

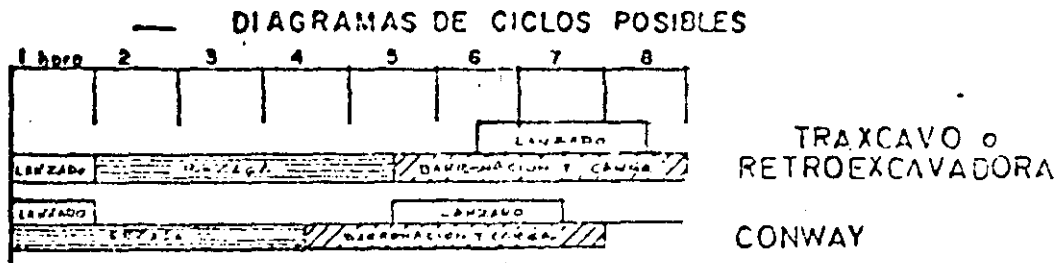
adecuadas. Lo mejor en túneles de más de 6m. de altura es lanzar desde una plataforma deslizante adaptada al jumbo de barrenación, en su piso superior, de manera que libre la parte alta de la pila de rezaga, para ello conviene que ésta sea ni excesivamente alta ni excesivamente extendida, así el jumbo puede arrimarse lo más posible a la frente recién tronada.



Hay jumbos especialmente diseñados para que se pueda estar rezagando mientras desde la plataforma superior se está lanzando; esto acorta notablemente los ciclos de trabajo al poder traslapar parcial o enteramente las actividades de ademe y de rezaga.



En varios frentes de la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se emplearon jumbos diseñados para poder obtener dicho traslape; con las rezagadoras Conway (Goodman 100), el traslape de ademe y rezaga fue mayor que donde se emplearon traxcavos o palas.



La aplicación en el arco debe empezar pegada a la frente, que es donde más interesa impedir el aflojamiento. Este concreto lanzado debe ser capaz de soportar la detonación siguiente sin desprenderse, cuando apenas tenga unas dos horas de edad. El espesor final puede completarse después, desde el mismo jumbo, mientras se está barrenando para el siguiente ciclo, y antes de que trascurren 24 horas de la tronada. A menos de que tengan problemas de estabilidad particulares, las paredes pueden lanzarse de una sola vez, durante la barrenación siguiente, desde las plataformas laterales del jumbo y desde el piso. Una zona de atención especial es el arranque del arco, donde se presenta la junta del concreto de la bóveda con el de las tablas o paredes; el lanzado ahí debe ser de particular alta calidad para garantizar el apoyo del arco y la continuidad estructural. Esto es difícil de lograr en el procedimiento de ataque a media sección y banqueo, cuando no se cuenta con jumbo o con andamios portátiles, y se lanzan todas las tablas desde el piso.

1-13 CONTROL DE CALIDAD

Dado que el concreto lanzado es una operación pesada, requiere una vigilancia constante para evitar que el lanzador, al buscar comodidad, deje lugares mal lanzados o con poco espesor de concreto que pueden acarrear fatales consecuencias.

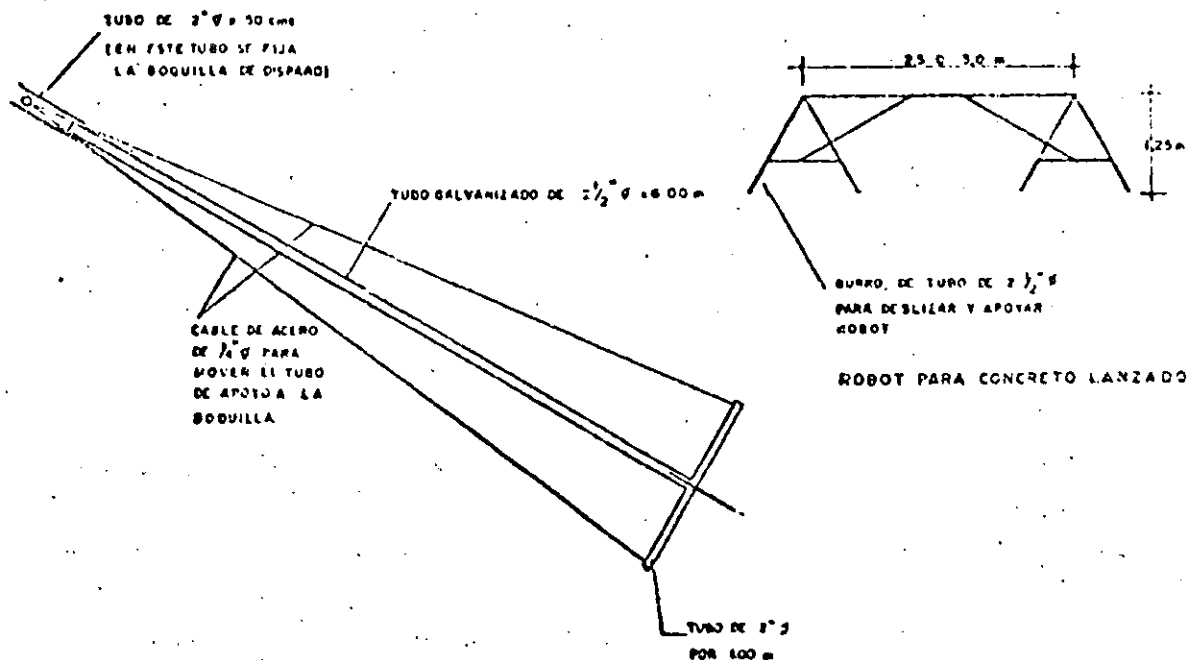
Se deben colocar maestras a espaciamientos de 1.5 a 2 m. para controlar el espesor del concreto en forma aproximada. Para certificar el espesor deben perforarse unos tres barrenos de 64mm. (2 1/2") por ciclo, en puntos elegidos al azar y en zonas críticas.

A su vez, deben realizarse pruebas de resistencia y de control de agregados (calidad y granulometría), periódicamente.

La instrumentación con celdas de presión, extensómetros y puntos de referencia es, en ciertos casos, de primordial importancia para seguir paso a paso el comportamiento del sistema de concreto lanzado en roca.

1-14. LANZADO MECANIZADO

En ciertas aplicaciones se ha mecanizado el lanzamiento de concreto. Stabilator AB de Suecia, aprovechando la regularidad de la excavación con máquina tuneladora en el túnel carretero de Heitersberg, en Suiza, (11 m. de diámetro), diseñó y puso a funcionar una estación automatizada de lanzamiento con brazos robots dirigidos desde un tablero de control. De este mismo tipo es el diseño de los brazos robots que han tenido gran aceptación en Europa, sobre todo en Suecia, ya que permiten al lanzador estar operando la boquilla a distancia, fuera de la zona de peligro de desprendimientos, y alejado del polvo y el impacto directo del rebote. La casa EIMCO también fabrica otro tipo similar de "robots". En la obra ya mencionada de la Ciudad de México, se construyeron unos "robots" elementales, no tan elaborados como los originales, que resultaron muy útiles en el lanzamiento de zonas que granaban o estaban en proceso de desprendimiento.



1-15. SOPORTES COMPLEMENTARIOS

Cuando la masa de roca es competente, pero está formada por bloques relativamente grandes que pueden desprenderse en piezas individuales, es aconsejable utilizar anclas o pernos de tensión, para evitar el desprendimiento. Estos pueden usarse en combinación con el concreto lanzado, el cual sella las juntas entre bloques e impide o retrasa el aflojamiento.

En rocas poco competentes, donde cabe esperar movimientos importantes por relajación de esfuerzos al abrir la excavación, y donde las anclas de tensión no encuentran buen apoyo del expansor, es recomendable usar anclas de adherencia. Estas pueden ser del tipo PERFO, o simplemente varillas de refuerzo introducidas en barrenos inyectados con un mortero plástico, de consistencia de pasta de dientes, con un acelerador de fraguado y estabilizador de volumen.

Salvo las anclas que se aplican para sostener bloques individuales, el resto debe utilizarse en forma sistemática, en las condiciones dichas, con un patrón de distribución previamente elegido. Es común usar varillas de 16mm. (5/8") a 25mm. (1") de diámetro de longitudes variables entre 1.20 y 3.0m. y a separaciones de 1.50 a 2.50 m. En ocasiones se utilizan anclas de expansor huecas, para inyectar a través de ellas; el expansor en estos casos no es para levantar tensión, sino para mantener en posición el ancla, en tanto se inyecta, en aplicaciones sobre cabeza.

La malla de acero se acostumbra utilizarla como refuerzo del concreto lanzado, un poco pensando en que éste funciona como el concreto convencional que sin refuerzo de acero soporta poca tensión. En realidad, el concreto lanzado tiene una resistencia a la tensión que es del orden del 20% de la resistencia a la compresión y puede fluir y flexionarse como una membrana estructural para adaptarse a los movimientos de la roca. Por ello, en una gran cantidad de casos puede trabajar como soporte sin refuerzo alguno. En la técnica sueca generalmente se prescinde de la malla; en la técnica austríaca sólo se utiliza ocasionalmente, ya que se prefiere el trabajo combinado de anclas y concreto lanzado.

En lo posible debe evitarse el empleo de la malla porque presenta estos inconvenientes:

- Liga grandes tramos de concreto lanzado; si una porción tiende a fallar y desprenderse, por presiones o deficiencias locales, tiende a arrastrar todo el resto

provocando una falla general o de gran magnitud, que de otra forma hubiese sido reducida.

- La malla no se adapta a la geometría quebrada de la excavación y deja espacios donde se entrapa el rebote y no permite pasar el concreto lanzado posteriormente, por lo que el producto final queda de calidad muy irregular.

- La malla vibra al recibir el impacto del lanzado, y despega o desprende el concreto tierno recién colocado.

La malla se usa a veces para formar columnas o trabes de concreto lanzado en combinación con anclas, varillas de refuerzo o, en algunos casos, armaduras simples de celosía. Estos elementos se utilizan como refuerzo en grandes vanos o huecos dejados por la detonación en zonas de debilidad o para recibir cavidades formadas por caídos o desprendimientos.

Los marcos metálicos se usan también con frecuencia en combinación con el concreto lanzado; éste suele actuar en estos casos como revestimiento de protección contra intemperismo y como liga estructural, pero el resultado suele ser un ademe excesivamente rígido y muy sobrado.

2. APLICACION DEL CONCRETO LANZADO EN LAS EXCAVACIONES DEL SISTEMA DE DRENAJE PROFUNDO DE LA CIUDAD DE MEXICO.

2-1. ANTECEDENTES.

Antes de 1962 no se había utilizado concreto lanzado en obras de ingeniería civil en México; pero sí se había usado en algunos casos la "gunita". Por esas fechas se repararon los túneles de Tequisquiac, que tenían revestimiento de mampostería ya muy deteriorado; el revestimiento nuevo se formó con concreto lanzado con agregado grueso de tamaño máximo de 9.5 mm. (3/8"). El procedimiento fue el de mezcla seca y se emplearon máquinas BSM de doble cámara a presión.

En 1968 se empezó a aplicar concreto lanzado en los frentes de excavación 0-1 del Emisor y 0-13 de los Interceptores desde el entronque de los mismos con el Emisor. El primer frente mencionado contaba con un jumbo de barrenación con plataforma deslizante en el piso superior, diseñado para poder traslapar la actividad de lanzado con las actividades de rezaga y de barrenación. En 1969 se abrieron dos frentes más de concreto lanzado en los tramos 2-3 y 2-1 del Emisor. A partir de 1970 se extendió la aplicación de este sistema a varios otros frentes, hasta llegar a tener en 1971-1972, veinte frentes simultáneos de concreto lanzado (en el período de mayor actividad de excavación) y treinta y seis frentes en total donde se aplicó el sistema.

El volumen lanzado supera los 225,000m³ de mezcla seca pasada por la máquina, (que fue la unidad de medida utilizada para estimar la obra ejecutada). La mayor parte de este volumen se lanzó en los años 1971, 1972 y 1973, por lo que fue necesario contar con una organización del trabajo a la medida de las necesidades de producción.

Hasta la fecha ha sido la aplicación subterránea de concreto lanzado de mayor volumen y con mayor concentración de equipo en el mundo.

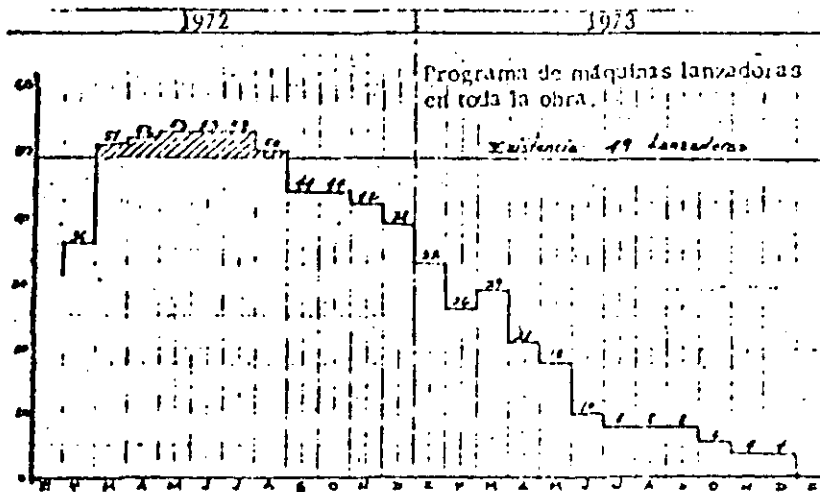
2-2 ORGANIZACION

Se contó para el control de calidad y para el diseño con la asesoría de la firma Mason, Stewart y Dolmage de Canadá, que fue la introductora de la técnica del concreto lanzado en norteamérica y la que asesoró las primeras aplicaciones en los frentes de la lumbrera O del Emisor.

En la capacitación del personal y en el aspecto operativo de la producción del concreto lanzado se contó con el auxilio de la firma sueca Stabilator AB que también había participado en las primeras aplicaciones antes dichas. Durante el período de mayor producción, Mason mantuvo a un ingeniero de planta en la obra, y Stabilator a un ingeniero y a seis sobrestantes. Con esta combinación de asesorías, se aplicaron, en donde más convino a la obra, principios de los métodos austriaco y sueco, con los ajustes locales.

La obra se organizó, para el empleo del concreto lanzado, en grupos de producción y en un grupo de diseño, control de calidad y coordinación. Los grupos de producción eran brigadas de lanzado adscritas a los frentes de excavación, formadas, para cada turno, por un cabo, dos lanzadores y sus ayudantes, un operador de lanzadora y su ayudante, dos tolveros en superficie y dos tolveros en el túnel. Se procuró tener dos carros tolva alimentadores y dos lanzadoras por frente de lanzado.

| | LANZADORAS | CARROS DE AGREGADOS |
|-------------|-------------------------------|-----------------------|
| L-11 Cie. | 1 BSM | 2 |
| L-0 0-13 C. | 1 ALIVAS | 1 |
| L-2 2-4 | 2 REED | 3 |
| L-4, 4-3 | 2 ALIVAS | 2 |
| 4-5 | 2 ALIVAS | 3 |
| L-5, 5-4 | 2 REED | 2 |
| 5-6 | 2 REED | 3 |
| L-6, 6-5 | 2 ALIVAS | 2 |
| 6-7 | 2 ALIVAS | 3 |
| L-10 10-9 | 2 BSM | 3 |
| 10-11 | 1 BSM | 2 |
| L-11, 11-10 | 2 REED | 2 |
| 11-12 | 2 REED | 3 |
| L-12, 12-11 | 2 ALIVAS | 3 |
| L-14, 14-15 | 2 BSM | 3 |
| L-15, 15-14 | 2 BSM | 2 |
| 15-17 | 1 BSM | 3 |
| L-17, 17-15 | 2 BSM | 2 |
| 17-18 | 1 BSM | 3 |
| L-18, 18-17 | 2 REED | 2 |
| 18-19 | 1 REED | 1 |
| L-19, 19-18 | 2 REED | 1 |
| 19-20 | 1 REED | 1 |
| L-10, 20-19 | 2 REED | 1 |
| 20-P | 1 REED | 1 |
| PORTAL | 1 REED | - |
| T.M.C. | 1 REED, 2 ALIVAS | - |
| TOTALES | 22 REED, 12 ALIVAS 13 BSM. | 54 (existencia 45) |



1.- El plan propuesto de distribución de maquinaria se hizo con el criterio siguiente: una BSM por frente, más una extra por fondo para dos frentes por frente para asegurar una siempre operativa y ALIVAS por frente para dar la producción adecuada; cinco tolvas por lanzadora de producción (dos por frente y una extra), y una como mínimo en frentes de protección.

El grupo de control, llamado Gerencia de Concreto Lanzado, estaba formada por un Gerente, los asesores, un laboratorio de control de calidad, un auxiliar técnico, un auxiliar de maquinaria, tres inspectores de tramo y diez inspectores de frente. Este grupo formuló las especificaciones generales, los diseños del concreto lanzado en cada tramo, los instructivos de operación, catálogos de partes y máximos de refacciones de cada máquina, las normas de calidad y los controles; coordinó la

VI.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO REALIZADO.
(Complementaria con la hoja de Descripción Geológica).

a) Condiciones del terreno: Tipo de roca, localización y espacio
ciamiento de fracturas, cantidad de agua, descripción del ---
perímetro tronado y del perfil del tramo avanzado. V.gr. rejill

lar, irregular o rugoso, etc. La roca encontrada en la frente
y en paredes es del tipo andesita, es roca fracturada, lo cual no
ofrece ninguna dificultad para poner trabajos con seguridad
se aplican pequeños accesorios y superficies, en el caso
de serlo, el perfil tronado es de forma irregular

b) Cantidad de subexcavación, (en el perímetro y en el perfil --
longitudinal), promedio 35 cm.

c) Condiciones del lanzado. Buenas

1.- Indicar desde donde se hizo el lanzado, la clava: De boquilla y
jumbo y las paredes? de jumbo y piso natural

2.- Presión del aire 4 $\frac{kg}{cm^2}$ distancia de boquilla 2 Mt.
ángulo del lanzado 90° y 75°, tiempo del traguado: 60 Seg.

3.- Observaciones de la calidad Buena

4.- Condiciones de maquinaria y equipo de lanzado y consumo de ---
refacciones y accesorios (incluir equipo en operación, en repara -
ción y en espera u ocioso) Trabajo en buenas condiciones

el equipo y maquinaria, a los ha indicado a los operarios
desde las 14:30 hs. se trabajó en condiciones de
trabajo en buenas condiciones, a las 15:30 hs. se terminó
el día con un buen rendimiento y se terminó el día
con un buen rendimiento preventivo.

5.- Interrupciones y tiempos perdidos (lanzado) _____

VII.- DESCRIPCIÓN DEL CICLO.

a) Actividades y tiempos (anotar los traslapes) _____

- 1.- BARRENACIÓN: De 1300-1430 hs. De 2005-2140 hs.
- 2.- CARGA: 1435-1450 hs. 2145-2230 hs. 2.- TRAMO: 1520 hs.
- 2250 hs. 1525-1600 hs.
- 5.- LANZADO: 1700-1950

b) Equipo y personal del concreto lanzado en túnel y superficie--

(Número de gontes y puestos. Dar una relación detallada la primera vez y cada vez que haya cambios).

EQUIPO EN TUNEL: 3 OLIVAS
2 en el frente 1 en confluencia de interceptores, 2 Tolvas
317-7001 y 317-2002. OPERACIONAL 1 caja de herramientas 2
Botas de 1442. 1 op. de oliva 2 Aytes. de op. de oliva

c) Descripción del sistema de adere y del procedimiento de instalación.

Se continúa colocando nodos longitudinales
a base de barnes de 1/4" recibiendo el marco de concreto
en esta ocasión se colocaron marcos de concreto esp.
cada 2.00 mts.

d). Trabajo de lanzado en otras localizaciones aparte de los frentes: (indicar cadenerio, características del trabajo y tolvas lanzadas).

VIII.- INVENTARIO DE MATERIALES, REFACCIONES Y ACCESORIOS PARA EL CONCRETO LANZADO DESCRIPCIONES Y CANTIDADES. (movimientos de

almacén y de bodegas o depósitos de materiales)

No hubo movimientos de almacén.

IX.- OBSERVACIONES:

de 5 a 17h Durante el turno del día no se lanzó se estuvo
barrando para solidos de agua y terminando de
recibir el marco. Se barnó la media sección de
arriba de 12 a 15 y trajo 15.15 hasta las 16.45
no se lanzó el concreto.

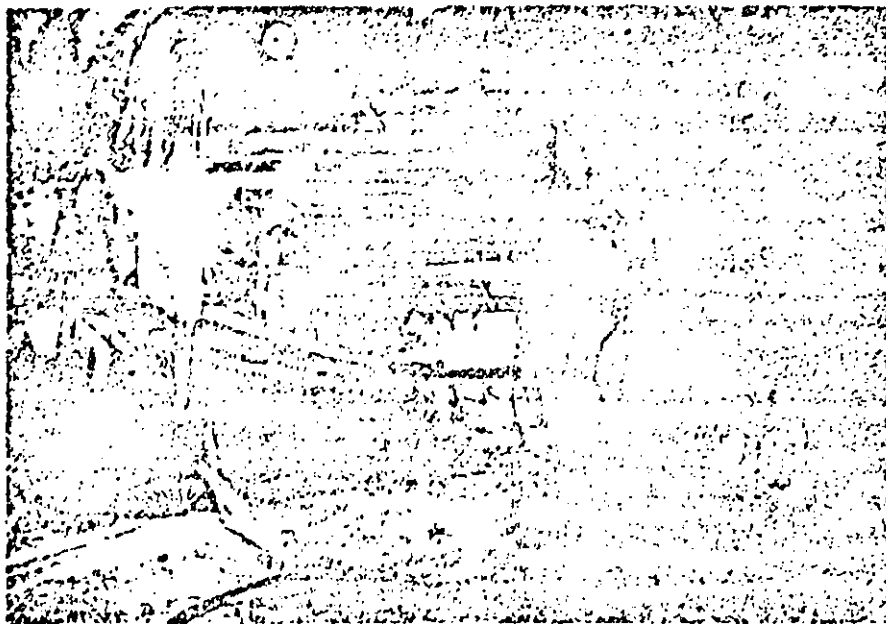
REVISOR:

[Signature]

SUPERVISOR:

[Signature]
Ing. Alfonso Rojas Alar.

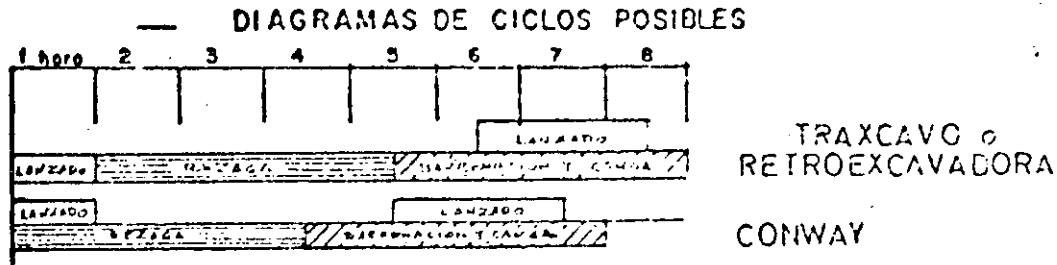
adecuadas. Lo mejor en túneles de más de 6m. de altura es lanzar desde una plataforma deslizante adaptada al jumbo de barrenación, en su piso superior, de manera que libere la parte alta de la pila de rezaga, para ello conviene que ésta sea ni excesivamente alta ni excesivamente extendida, así el jumbo puede arrimarse lo más posible a la frente recién tronada.



Hay jumbos especialmente diseñados para que se pueda estar rezagando mientras desde la plataforma superior se está lanzando; esto acorta notablemente los ciclos de trabajo al poder traslapar parcial o enteramente las actividades de ademe y de rezaga.



En varios frentes de la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se emplearon jumbos diseñados pra poder obtener dicho traslape; con las rezagadoras Conway (Goodman 100), el traslape de ademe y rezaga fue mayor que donde se emplearon traxcavos o palas.



La aplicación en el arco debe empezar pegada a la frente, que es donde más interesa impedir el alojamiento. Este concreto lanzado debe ser capaz de soportar la detonación siguiente sin desprenderse, cuando apenas tenga unas dos horas de edad. El espesor final puede completarse después, desde el mismo jumbo, mientras se está barrenando para el siguiente ciclo, y antes de que trascurren 24 horas de la tronada. A menos de que tengan problemas de estabilidad particulares, las paredes pueden lanzarse de una sola vez, durante la barrenación siguiente, desde las plataformas laterales del jumbo y desde el piso. Una zona de atención especial es el arranque del arco, donde se presenta la junta del concreto de la bóveda con el de las tablas o paredes; el lanzado ahí debe ser de particular alta calidad para garantizar el apoyo del arco y la continuidad estructural. Esto es difícil de lograr en el procedimiento de ataque a media sección y banqueo, cuando no se cuenta con jumbo o con andamios portátiles, y se lanzan todas las tablas desde el piso.

1-13 CONTROL DE CALIDAD

Dado que el concreto lanzado es una operación pesada, requiere una vigilancia constante para evitar que el lanzador, al buscar comodidad, deje lugares mal lanzados o con poco espesor de concreto que pueden acarrear fatales consecuencias.

Se deben colocar maestras a espaciamientos de 1.5 a 2 m. para controlar el espesor del concreto en forma aproximada. Para certificar el espesor deben perforarse unos tres barrenos de 64mm. (2 1/2") por ciclo, en puntos elegidos al azar y en zonas críticas.

A su vez, deben realizarse pruebas de resistencia y de control de agregados (calidad y granulometría), periódicamente.

colocadas en barrenos de 2 ó 3 m. de profundidad rellenos de un mortero espeso inyectado con bomba; la separación varió entre 1.50 y 2.50 m. En algunos tramos se usaron anclas de expansor huecas, ya comentadas antes; el expansor servía no para dar tensión sino para detener el ancla en posiciones difíciles. La efectividad de las anclas fue demostrada tanto por la estabilidad del túnel como por los resultados de numerosas pruebas de extracción.

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE COMPRESIÓN SIMPLE A QUE SE SOMETIERON LAS MUESTRAS DE LECHADA DE INYECCIÓN DE LAS ANCLAS DE FRICCIÓN TIPO GS-F INSTALADAS ENTRE LAS LUMBRERAS 15 Y 17 DEL EMISOR CENTRAL.

| Localización de la lechada muestreada | Fecha de muestreo | Resistencia a la compresión simple en kg/cm^2 a la edad de: | | | Observaciones |
|---------------------------------------|-------------------|--|--------|--------|---------------|
| | | 1 día | 3 días | 7 días | |
| L15 + 700 | 3-V-73 | - | - | 97 | |
| L15 + 700 | 3-V-73 | 20 | 60 | 142 | |
| L15 + 700 | 25-IV-73 | - | - | 223 | |
| L15 + 565 | 25-IV-73 | - | - | 145 | |
| L15 + 565 | 25-IV-73 | 30 | 75 | 232 | |
| L17 - 2340 | 16-V-73 | 57 | 127 | 70 | Nota 1 |

Nota 1.- Aparentemente la lechada no se mezcló uniformemente.

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE COMPRESIÓN SIMPLE A QUE SE SOMETIERON LAS MUESTRAS DE LECHADA DE INYECCIÓN EN LAS ANCLAS DE FRICCIÓN TIPO GS-F

LAPSO DE PRUEBAS DEL 3 DE OCTUBRE AL 7 DE NOVIEMBRE DE 1972

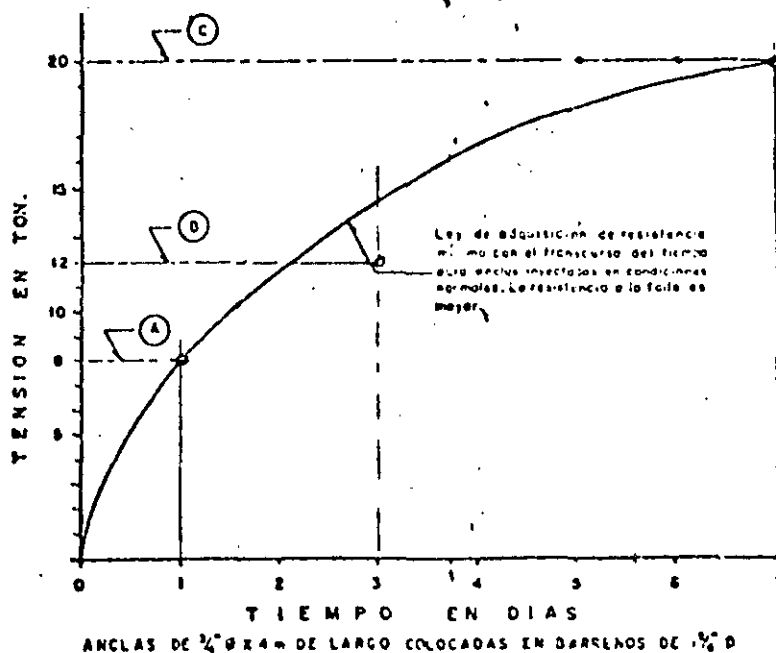
| Localización de la lechada muestreada | | | Fecha de muestreo | Resistencia a la compresión simple en Kg/cm^2 a la edad de: | | |
|---------------------------------------|--------|--------------|-------------------|--|--------|--------|
| Lumbrera | Frente | Codenomiento | | 1 día | 3 días | 7 días |
| 5 | 56 | 04725 | 3-X-72 | 31 | 60 | 216 |
| 6 | 65 | 04180 (muro) | 3-X-72 | 48 | 163 | 226 |
| 5 | 54 | 04500 | 10-X-72 | 58 | 129 | 207 |
| 5 | 56 | 04750 | 10-X-72 | 42 | 102 | 183 |
| 5 | 54 | 04595 | 24-X-72 | 23 | 67 | 115 |
| 6 | 65 | 04240 | 24-X-72 | 20 | 53 | 113 |
| 5 | 54 | 04630 | 31-X-72 | 106* | 106* | 88* |
| 5 | 56 | 04810 | 31-X-72 | 60 | 106* | 117* |
| 5 | 54 | 04660 | 7-XI-72 | 118 | 130 | 178 |

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE EXTRACCION EFECTUADAS EN LAS ANCLAS DE FRICCIÓN TIPO G.F. COLOCADAS ENTRE LAS LUNERAS 15 y 17 DEL EMISOR CENTRAL. TODAS LAS ANCLAS REPORTADAS SON DE $3/4"$ ϕ x 4.0m DE LARGO COLOCADAS EN BARRIDOS DE $1.5/U"$.

| Localización del ancla probada | Fecha de prueba | Tiempo de inyección (días) | Tensión Máxima aplicada al ancla (ton) | Observaciones |
|--------------------------------|-----------------|----------------------------|--|---------------|
| Caido L15 + 700 | 17-IV-73 | 5 | 17 | Nota 1 |
| Muro Este | " | 5 | 20 | Nota 2 |
| Caido L15 + 700 | 24-IV-73 | 7 | 20 | Nota 2 |
| Muro Este | " | 7 | 20 | Nota 2 |
| L15 + 573 | 9-V-73 | 6 | 20 | Nota 2 |
| Muro Este | " | 6 | 20 | Nota 2 |
| " | " | 6 | 20 | Nota 2 |
| L15 + 573 | 16-V-73 | 7 | 12 | Nota 2 |
| Muro Este | " | 7 | 20 | Nota 2 |
| L17 -1367 | 18-V-73 | 1 | 8 | Nota 2 |
| Muro Este | " | 1 | 8 | Nota 2 |
| L17 -1524 | 6-VI-73 | 5 | 20 | Nota 2 |
| Muro Oeste | " | 5 | 20 | Nota 2 |
| L17 -1526 | 6-VI-73 | 5 | 20 | Nota 2 |
| Muro Este | " | 5 | 20 | Nota 2 |
| L17 - 436 | 15-VI-73 | 1 | 8 | Nota 2 |
| Muro Este | " | 1 | 8 | Nota 2 |
| " | " | 1 | 8 | Nota 2 |

Nota 1.- La prueba se suspendió, ya que aparentemente el ancla estaba fallando y dado que se había superado la tensión mínima requerida, no tenía ca jeto fallarla.

Nota 2.- La prueba se suspendió sin que el ancla fallara.



RESULTADOS OBTENIDOS EN PRUEBAS DE EXTRACCION DE ANCLAS

| Localización de las anclas probadas | Tiempo de Inyectadas (días) | Longitud del ancla (m) | Tensión máxima aplicada al ancla (ton) | Observaciones |
|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------|--|---------------------------------|
| 15 Fte. 54 04520 (Oct. 17, 72) | 7 | 1.0 | 11.5 | Falló en la cuerda de sujeción. |
| 16 Fte. 65 04260 (Nov. 14, 72) | 7 | 1.0 | 16.0 | Falló en la cuerda de sujeción |

RESULTADOS OBTENIDOS EN PRUEBAS DE EXTRACCION DE ANCLAS

| Localización de las anclas probadas | Tiempo de Inyectadas (días) | Longitud del ancla (m) | Tensión máxima aplicada al ancla (ton) | Observaciones |
|---|-----------------------------|------------------------|--|---|
| 16 Fte. 67 Cod. 04510 Muro oriente | 47 | 2.7 | 5 | Zona en que el material es muy arenoso y está fracturado. |
| 15 Fte. 56 Cod. 04350 | 47 | 2.7 | 20 | Nota 1 |
| 04332 Muro oriente | 47 | 2.7 | 4 | Aparentemente estaba mal inyectada. |
| Cod. 04580 Muro poniente | 47 | 2.7 | 15 | Falló entre la lechada y la varilla. |
| 15 Fte. 54 Cod. 04620 | 47 | 2.7 | 0 | No estaba inyectada. |
| 04700 Muro poniente | 47 | 2.7 | 20 | Nota 1 |
| Cod. 04500 Muro oriente | 47 | 2.7 | 20 | Nota 1 |
| 16 Fte. 65 Cod. 04135 Muro oriente | 47 | 2.7 | 20 | Nota 1 |
| Cod. 04150 Muro poniente | 47 | 2.7 | 20 | Nota 1 |
| 15 Fte. 56 Cod. 04920 Muro poniente | 47 | 2.7 | 13 | Presentan inyección deficiente. |
| Cod. 04910 Muro oriente | 47 | 2.7 | 0 | |

Nota (1) Prueba suspendida a las 20 Ton. capacidad máxima del equipo de prueba.

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE COMPRESION SIMPLE A QUE SE
SOMETIERON LAS MUESTRAS DE LECHADA DE INYECCION DE LAS ANCLAS DE FRICCION TIPO GS-F

LAPSO DE PRUEBAS DEL 13 DE NOV. DE 1972 AL 12 DE ENERO DE 1973

| Localización de la lechada muestreada | | | Fecha de muestreo | Resistencia a la compresión simple en Kg/cm ² a la edad de: | | |
|---------------------------------------|--------|--------------|-------------------|--|--------|--------|
| Lumbrera | Fronte | Cadenamiento | | 1 día | 3 días | 7 días |
| 5 | 54 | 04674 | 13-XI-72 | 17 | 81 | 122 |
| 5 | 54 | 04674 | 13-XI-72 | 12 | 53 | 106 |
| 5 | 54 | 04840 | 4-I-73 | 20 | 121 | 149 |
| 5 | 56 | 04980 | 4-I-73 | 20 | 82 | 128 |
| 6 | 65 | 04461 | 5-I-73 | 93* | 108* | 124 |

Entré las lumbreras 9A y 11 (serie Tepetzotlán), el concreto lanzado se usó junto con marcos metálicos y tornapuntas (viguetas H de 15 cm. (6") a separaciones de 1 a 1.5 m.), para resistir empujes del terreno. Estos empujes fueron causados por expansión de minerales montmoriloníticos presentes en el material excavado, que era un producto de descomposición y devitrificación de tobas riolíticas e ignimbritas. El concreto se colocaba primero, después los marcos y tornapuntas, que se castigaban con madera y, en algunos tramos se volvía a lanzar para ligar los marcos formando bóvedas de concreto entre ellos. Aunque la opinión de los asesores fue la de usar solamente concreto lanzado y anclas en este tramo, se prefirió el sistema dicho por las dificultades prácticas encontradas. Cuando se usaron los marcos metálicos sin concreto lanzado o cuando éste era de un espesor delgado, se presentaron desplazamientos de los marcos y fracturamiento del concreto. Hubo tramos que se tuvieron que reademar dos y tres veces.

En las series Huchuetoca y Sincoque, entre las lumbreras 14 y 18, la roca fue, en general, de buena calidad (andesitas y basaltos), salvo pequeños tramos problema en que aparecía una arcilla muy compacta menos competente que la roca, por lo que fue posible emplear la técnica sucia de colocar un pequeño espesor de concreto lanzado en toda la superficie y rellenar las esquinas y fracturas con espesores de 10 a 30 cm. (4" a 12"), para evitar el aflojamiento y deslizamiento de bloques. El método dió buenos resultados, en general, aunque el constructor cambiaba al ademe convencional de marcos metálicos y madera cuando encontraba agua o mal terreno con el objeto de mejorar el factor de seguridad.

En el tramo del túnel entre la lumbrera 18 y el Portal (margas calcáreas) se lanzó concreto sobre el ademe convencional de marcos metálicos con tornapuntas. Los frentes se avanzaron a media sección y banqueo, y el concreto se aplicó sólo para proteger al terreno del intemperismo; los asesores habían recomendado el uso de concreto lanzado y anclas en este tramo. En un gran caído que se produjo al estar rehabilitando el túnel, en un tramo donde no se habían puesto tornapuntas, se pudo emplear el sistema propuesto por los asesores para recuperar el tramo con muy buenos resultados, como se describe más adelante.

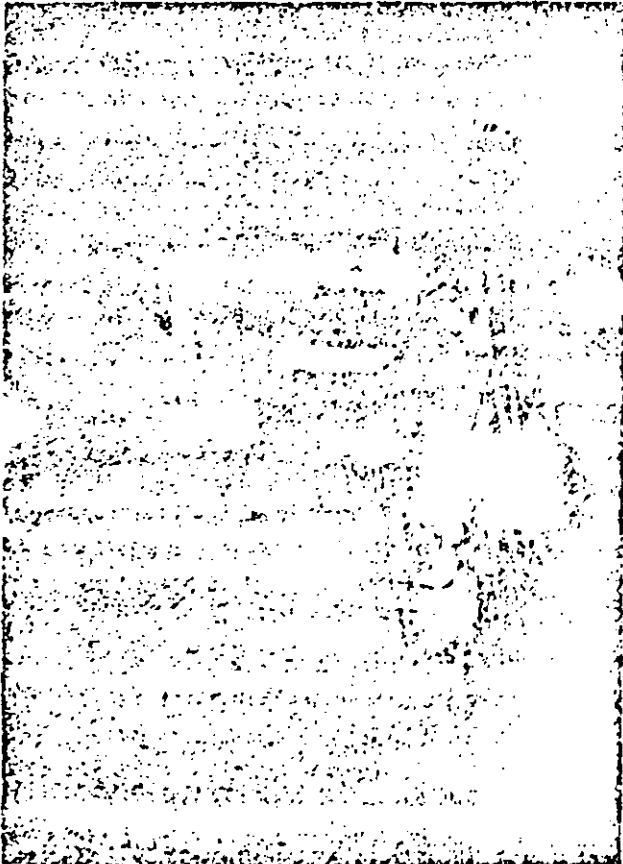
2.4. COMPONENTES Y TECNICAS

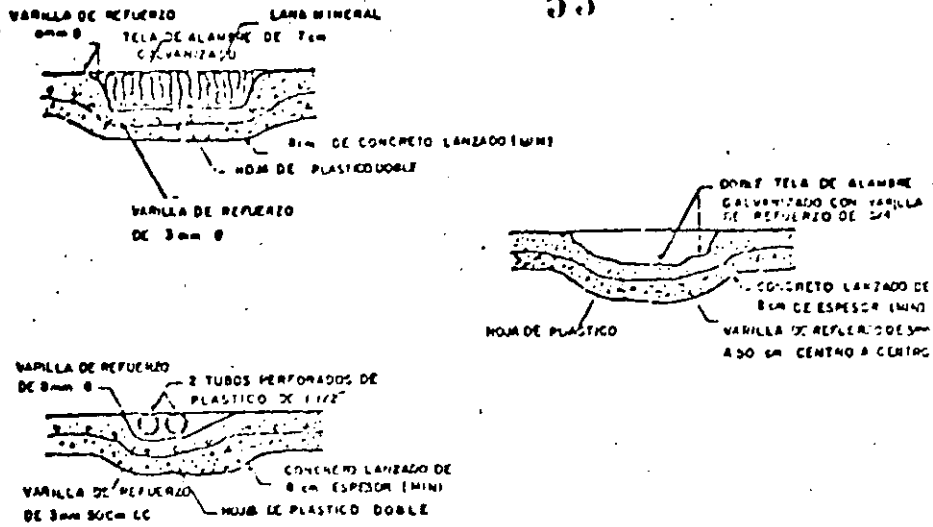
Aunque algo se ha mencionado al respecto en el inciso de Generalidades, conviene insistir sobre ciertos aspectos relevantes.

La cantidad de cemento por m^3 de mezcla seca fue de unos 450 kg/m^3 , que es alta pero plenamente justificada dada la baja densidad de los agregados y su calidad media (en la zona es imposible conseguir agregados de alta calidad). Los aditivos acelerantes fueron de muy alta calidad. Dieron tiempos muy cortos de fraguado inicial (inferiores al minuto) necesarios en las aplicaciones en terrenos con filtraciones o con material desgranable o deleznable de corto tiempo de autosoporte. La pérdida de resistencia por el empleo de acelerantes fue aceptable (no mayor de 20%).

Bajo condiciones difíciles se usaba primero un concreto muy acelerado, aunque no fuese de alta calidad, para proveer de un soporte inmediato, sellando las juntas y fisuras de las rocas y asegurando los bloques menos estables y canalizando y drenando el agua. Después se completaba el espesor de concreto lanzado en capas de 5 a 15 cm. (2" a 6") con menos acelerante. Se lograba así el efecto de prolongar el tiempo puente o de autosoporte de la roca.

Las filtraciones de agua se controlaban con la instalación de tubos de drenaje que eran simples niples y tubos de PVC, algunos precedidos por pequeños barrenos colectores. Se controló más fácilmente el agua proveniente de grietas o fracturas que el agua que trasminaba de formaciones porosas. En este último caso se recurrió a todo tipo de artimañas con tubos de drenaje, láminas, mallas y grandes cantidades de acelerante.





DISTINTOS METODOS DE DRENAJE PARA LANZADO DE CONCRETO EN TERRENO HUMEDO

2-5. EJEMPLOS SOBRESALIENTES

LUMBRERA - 0

En la transición de Interceptores al Emisor en la lumbrera 0, se excavó en la zona intermedia entre la serie Guadalupe y la llamada zona de Transición del subsuelo de la Ciudad de México en formaciones más parecidas a las de esta zona que las de aquella, ya que eran tobas muy blandas (de 2 a 5 kg/cm² de resistencia en compresión simple), y limos arenosos y arcillosos compactos con intercalaciones de arena limpia acuifera (20 a 30 lt/seg.), de hasta 60 cm. de espesor que es arrastrada por el flujo de agua. La excavación llega a alcanzar un ancho de 17 m. y una altura de 10 m. en el entronque. La excavación se hizo con paletas neumáticas en sección superior y banqueo (15 m. de largo). El ademe fue de 20 cm. (8") de concreto lanzado cubriendo toda la sección y anclas de adherencia de 2.5 m. de longitud separadas 3 x 3 m. en el arco y en las paredes. Esta sección se mantuvo sin refuerzo adicional hasta que se revistió cuatro años después. Adentrándose en los Interceptores se siguió excavando con este procedimiento en limos, cuya calidad empeoraba a medida que se penetraba en la zona de Transición del subsuelo antes mencionada. Por falta de control de las filtraciones, el piso fue siempre un problema porque a causa de la sobre-saturación era poco estable. El concreto lanzado del arco y las paredes no tenía una buena base de apoyo y hubo desprendimientos en las paredes y

algunos caídos. Sin embargo, estos tramos permanecieron también por algo más de tres años sin otro refuerzo que el concreto lanzado y anclas de adherencia, hasta que fueron revestidos. Las excavaciones con este procedimiento se suspendieron en estos tramos al presentarse caídos importantes en el frente en zonas de arenas acuíferas con arrastre por filtraciones no controladas. De haberse controlado el drenaje por bombeo, como se hizo en el ataque posterior con escudo, seguramente se podría haber avanzado más con concreto lanzado y refuerzo adicional de anclas como ademe.

En la excavación del tramo 0-2, en la serie Guadalupe, hubo algunos caídos en zonas de fallas y brechas, que fueron recibidos con concreto lanzado, anclas y marcos y trabes de concreto lanzado para poder recuperar el túnel en una o dos semanas en lugar de uno, dos o más meses que se habría tardado de no haber contado con este sistema.

En el frente 4-5 del Emisor Central, se excavó en andesitas muy fracturadas relativamente sanas y estables pero con algunas zonas de falla. A través de las fracturas y en fallas se infiltraba una gran cantidad de agua (hasta 4 lt/seg/m) que dificultaba considerablemente el avance y que amenazaba con inundar el túnel al rebasar la capacidad de bombeo instalada. Se decidió entonces efectuar un tratamiento de impermeabilización tal, que el gasto de filtración se mantuviera siempre en un 30 % abajo de la capacidad de bombeo instalada. El tratamiento se efectuó desde un túnel piloto sin ademar, localizado al centro de la sección y adelantado 15 a 20 m. del frente de sección completa, y consistió en barrenos de exploración y de inyección distribuidos en aureolas al frente y radiales. Después de la inyección a alta presión, las infiltraciones se reducían lo suficiente para permitir el ataque a sección completa sin aumentar la capacidad de bombeo. El ataque a sección completa se llevaba con concreto lanzado como único ademe y con tubos de drenaje para localizar y canalizar los flujos de agua. El tratamiento se completaba en la excavación a sección plena con inyecciones de "piel" en las áreas donde todavía había flujos concentrados. El empleo del concreto lanzado como único soporte facilitó notablemente la inyección de "piel", ya que proporcionaba una cubierta continua de la roca y canalizaba el agua hacia los tubos de drenaje previamente instalados.



2-6. EFECTIVIDAD DEL CONCRETO LANZADO EN EL CONTROL DE CAIDOS.

En varias ocasiones el concreto lanzado se empleó no sólo para soportar una cavidad de derrumbe, una vez estabilizada naturalmente, sino para frenar de hecho el proceso del "caído". Esta cualidad fue tan ampliamente reconocida que aun frentes que no llevaban concreto lanzado como ademe principal estaban provistos de instalaciones y equipo de concreto lanzado para hacer frente a cualquier amenaza de caído.

El proceso de estabilización era el siguiente:

Se elegía una área segura detrás del caído que se reforzaba con un marco de concreto lanzado y malla. Desde esta zona protegida se introducía la boquilla al interior de la cavidad mediante un "robot" formado por un tubo de unos 7 m. de largo con un maneral en el extremo del lanzador que accionaba unos cables sujetos en el otro extremo a un soporte de pivote donde estaba sujeta la boquilla; el robot se apoyaba en una barra transversal con pasadores. El lanzado se empezaba en las áreas que más granaban, concentrándolo en las grietas y en las esquinas. Se iba formando el ademe de concreto de la boca de la cavidad hacia arriba, confinando poco a poco la zona que se caía hasta que cesaba de caer; entonces se terminaba de

lanzar y de reforzar, generalmente con marcos de concreto lanzado y anclas. De esta manera fue posible recobrar frentes caídos en una o dos semanas que de otra forma habrían causado mayor demora.

El caído que se produjo al rehabilitar el túnel entre las lumbreras 20 y 21, en margas calcáreas, abarcó una longitud de 20 m., ancho de 10 m. y una altura de 14 m. Inmediatamente después de terminar de caer, se lanzó concreto en espesores de 15 y 20 cm. (6" y 8") seguido por refuerzo adicional de marcos de concreto lanzado, formando arcos y trabes, y de anclas de adherencia de 4 y 7 m. de longitud. El material desprendido se retiró cuidadosamente y se fue completando el concreto lanzado hasta la cubeta. No se requirió rellenar el hueco o adicionarle más soporte antes de dejarlo definitivamente revestido, varios meses después.

3.- CONCLUSION

El concreto lanzado demostró ser una herramienta primordial y utilísima en la excavación del Sistema de Drenaje Profundo de la Ciudad de México. Probablemente por primera vez en América, su aplicación abarcó una gran diversidad de condiciones difíciles de tuncleo, y aun en circunstancias de caídos, en terrenos blandos, en rocas muy fracturadas, en formaciones expansivas y plásticas y en presencia de grandes filtraciones de agua.

Ello se logró gracias a una muy efectiva combinación de cemento y acelerante para alcanzar tiempos de fraguado extremadamente cortos, y a una oportuna y eficaz coordinación de la producción y del control de calidad.

REFERENCIAS

- Spray Concrete (Shotcrete)
Section 12 Rock Mechanics
Por E.E. Mason y R.E. Mason a publicarse por Van Nostrand, Reinhold & Company.
- Support Shotcrete in the Mexico City Drainage Tunnels, por R.E. Mason, artículo no publicado.
- Use of Shotcrete for Underground Structural Support. Publication SP-45, ASCE 1973.
- Capítulo 8, "Shotcrete" de la publicación "Desing of Tunnel Liners and Support Systems". Final Report 1969. Clearinghouse por D.U. Deere y al.
- Shotcrete Manual. Recopilación de varias publicaciones, hecha por A.A. Mathews.
- Especificaciones, instructivos y controles elaborados bajo el título de "Concreto Lanzado", Túnel, S.A. de C.V.



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

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION", ORGANIZADO EN COLABORACION DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA, DEL 15 AL 19 DE OCTUBRE DE 1984.

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR
UNA INSTALACION ELECTRICA

Veracruz, Ver.

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR UNA INSTALACION ELECTRICA.

UNA INSTALACION ELECTRICA PUEDE SER TAN COMPLICADA COMO LA ANTERIOR, O TAN SIMPLE QUE CONSISTA EN UNA SOLA CARGA, PERO ES IMPORTANTE QUE SIEMPRE SEA "ADECUADA". LOS FACTORES QUE HAY QUE CONSIDERAR PARA QUE UNA INSTALACION ELECTPICA SEA ADECUADA SON:

CONVENIENCIA

CAPACIDAD

REGULACION

ACCESIBILIDAD

FLEXIBILIDAD

SEGURIDAD

CONVENIENCIA.

SUS CARACTERISTICAS DEBEN DE SER CONGRUENTES CON EL SISTEMA DE SUMINISTRO DE LA CIA. ABASTECEDORA, Y SUS NORMAS O CON EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO. EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PUEDE SER URBANO O PROPIO, CON LA CONSIDERACION DE QUE SALVO CASOS ESPECIALES, EL SISTEMA PROPIO SOLO ES POSIBLE PARA CASOS DE EMERGENCIA.

ADEMAS, SUS CARACTERISTICAS DEBEN SER CONGRUENTES CON EL EQUIPO STANDARD EN EL MERCADO Y DEBE DE TENDER A LA MAXIMA STANDARIZACION.

CAPACIDAD.

DEBEN SER CAPACES TODAS SUS PARTES DE CONducIR LAS CORRIENTES DE REGIMEN ESTABLECIDOS POR EL USO Y DEBEN DE PREVEERSE RESERVAS LOGICAS EN TODAS SUS PARTES.

REGULACION.

DEBE DE PROVEER LA MAXIMA ESTABILIDAD DEL VOLTAJE, O SEA PROPORCIONAR LA CANTIDAD DE ENERGIA NECESARIA EN CADA PUNTO AL VOLTAJE REQUERIDO.

DEBEN POR LO TANTO CONSIDERARSE LA LONGITUD DE LOS CONDUCTORES EN RELACION CON LA LOCALIZACION DE LAS CARGAS PARA DEFINIR CAIDAS DE VOLTAJE ACEPTABLES.

DEBEN ESTUDIARSE LAS VARIACIONES DE LAS DIFERENTES CARGAS EN FUNCION CON SU CONCENTRACION EN ALIMENTADORES INDIVIDUALES.

ACCESIBILIDAD.

DEBE SER ACCESIBLE PARA:

INSTALACION
OPERACION
MANTENIMIENTO
AMPLIACIONES FUTURAS

FLEXIBILIDAD.

DEBERA EN LO POSIBLE CONSIDERAR LA POSIBILIDAD DE CAMBIOS EN OPERACION O POR LOCALIZACION.

SEGURIDAD.

SE DEBE DE CONSIDERAR LA SEGURIDAD DE:

EQUIPO
PERSONAL EN OPERACION
PERSONAL EN MANTENIMIENTO
FALLAS DE OPERACION

LA CONDICION BASICA MINIMA DE SEGURIDAD, LA ESTABLECE EL CUMPLIMIENTO DE LA REGLAMENTACION. LA REGLAMENTACION EN NUESTRO PAIS LA PODEMOS CONSIDERAR FORMADA POR LOS SIGUIENTES CONCEPTOS:

SOBRE METODOS Y SISTEMAS.

MEDIANTE EL REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS, EL CUAL FUE PUBLICADO EL 22 DE JUNIO DE 1981 Y LAS "NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS" DE LA D.G.M. DE SEPAFIN (NTIE-1981)

SUS ANTECEDENTES SON: EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS (1950) Y EL CODIGO NACIONAL ELECTRICO (1926) BASADO EN EL NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC) DE LOS ESTADOS UNIDOS.

EL NATIONAL ELECTRICAL CODE ESTA PATROCINADO POR "NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION" ASOCIACION PRIVADA. ES NORMA OFICIAL EN LOS EE. UU.

EL PRIMER CODIGO (O LA PRIMERA EDICION) FUE PUBLICADO EN 1897 Y HA SUFRIDO MULTIPLES REVISIONES.

SE REvisa DE TIEMPO EN TIEMPO, PERO NO A INTERVALOS FIJOS. FUNCIONA UN COMITE PERMANENTE PARA SU REVISION, ACTUALMENTE ESTA EN VIGOR EL DE 1981.

SOBRE LAS PERSONAS.

MEDIANTE EL CAPITULO XIX DEL REGLAMENTO DE LA LEY DE LA INDUSTRIA ELECTRICA.

SOBRE MATERIALES.

MEDIANTE EL REGISTRO "SEPAFIN", EXPEDIDO POR LA DIRECCION GENERAL DE NORMAS DE LA SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, DE TODOS LOS MA-

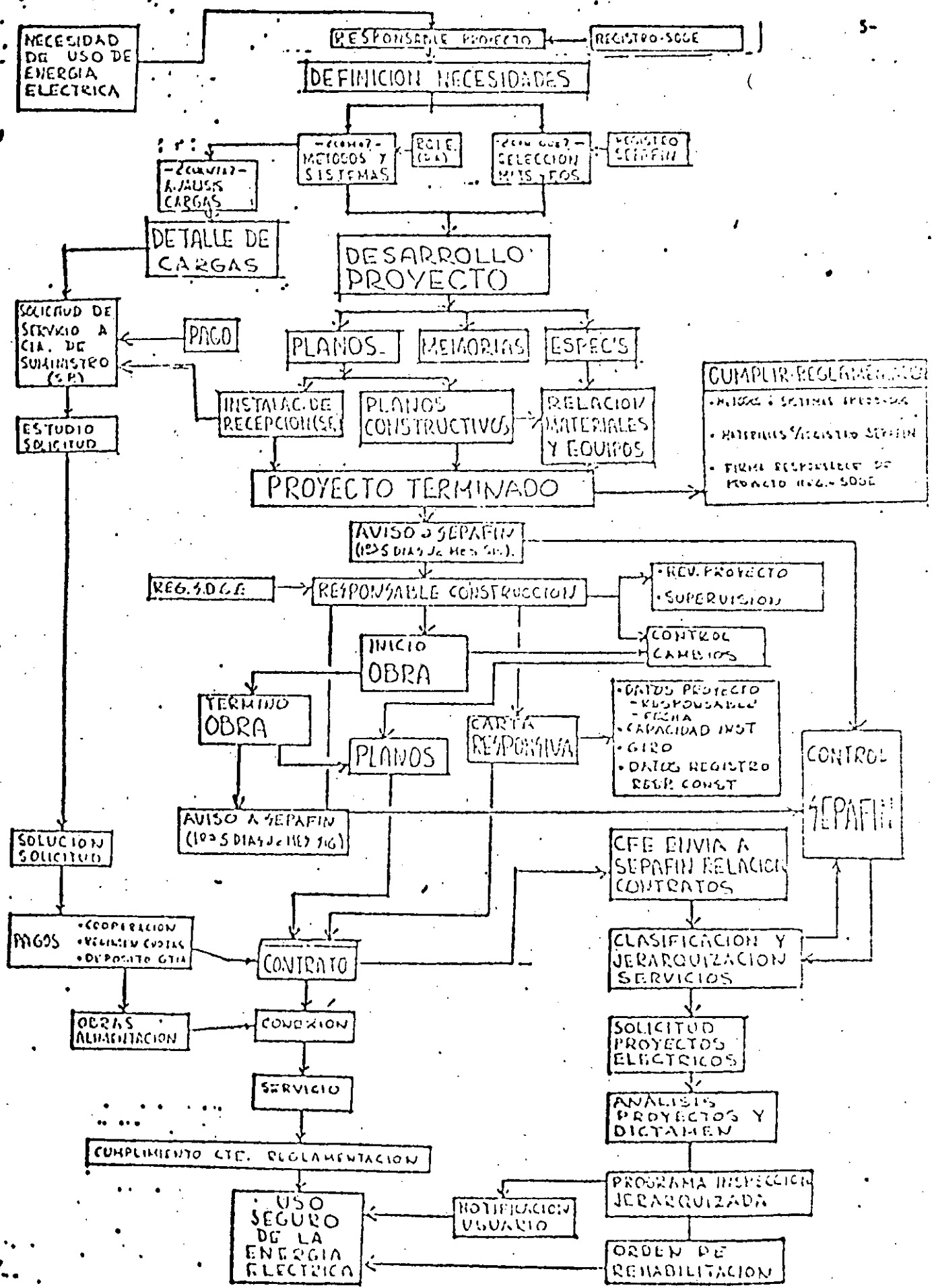
TERIALES Y EQUIPOS USADOS. (ES EL ANTIGUO REGISTRO "SC-DGE" QUE HASTA FEBRERO DE 1979 EXPEDIA LA SECOM.

TODAS ESTAS DISPOSICIONES, FORMAN PARTE DE LA LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA, PUBLICADA EN EL DIARIO OFICIAL EL 22 DE DICIEMBRE DE 1975.

CONTROL ESTABLECIDO POR LA REGLAMENTACION.

LA AUTORIDAD QUE VIGILA EL CONTROL DE LA REGLAMENTACION EN MEXICO, ES LA SECRETARIA DEL PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, A TRAVES DE LA SUBDIRECCION GENERAL DE ELCTRICIDAD, DE LA DIRECCION GENERAL DE ENERGIA.

EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE PROYECTO, CONSTRUCCION Y TRAMITE, EL CONTROL DEL CUMPLIMIENTO DE NUESTRA REGLAMENTACION SE ESTABLECE SEGUN SE OBSERVA EN LA FIGURA SIGUIENTE.



166/2



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

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION", ORGANIZADO EN COLABORACION
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA, DEL 15 AL 19 DE OCTUBRE
DE 1984.

CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA
INSTALACION ELECTRICA

Veracruz, Ver.

CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA INSTALACION ELECTRICA

ING. IGNACIO O. GONZALEZ CASTILLO

EL TERMINO "INSTALACION ELECTRICA" COMPRENDE EL CONJUNTO DE APARATOS, CONDUCTORES Y ACCESORIOS DESTINADOS A LA PRODUCCION, DISTRIBUCION Y UTILIZACION DE LA ENERGIA ELECTRICA.

ESTE CONJUNTO LO PODEMOS CONSIDERAR DESDE DOS PUNTOS DE VISTA:

EXTERNO E INTERNO

DESDE EL PUNTO DE VISTA EXTERNO, SE DEBEN CONSIDERAR LOS SIGUIENTES ELEMENTOS, GENERALMENTE FORMADOS POR INSTALACIONES DE LAS COMPANIAS SUMINISTRADORAS DEL SERVICIO DE ENERGIA (CIA. DE LUZ, CFE):

FUENTE DE ENERGIA
EQUIPO DE GENERACION
SISTEMA DE TRANSMISION
SISTEMA DE DISTRIBUCION

LOS ELEMENTOS INTEGRANTES DE UNA INSTALACION ELECTRICA DESDE ESTE PUNTO DE VISTA, PARA EL CASO DEL SISTEMA CENTRAL DE LA RED DE LA CFE PUEDEN OBSERVARSE EN LAS FIGURAS 1, 2, 3 Y 4

DESDE EL PUNTO DE VISTA INTERNO, EL CONCEPTO "INSTALACION ELECTRICA", RESTRINGE, DE TODOS LOS ELEMENTOS MENCIONADOS, ES DECIR, CONDUCTORES, APARATOS Y ACCESORIOS NECESARIOS, AQUELLAS INSTALACIONES DE LA CIA. SUMINISTRADORA, Y ABARCA SOLAMENTE LAS INSTALACIONES DEL USUARIO, Y ESTA INTEGRADO POR LOS ELEMENTOS GENERALES QUE SE DETALLAN EN LA FIG. 5.

Localización geográfica de Plantas, Subestaciones y Líneas de Transmisión que dan servicio al Sistema Central

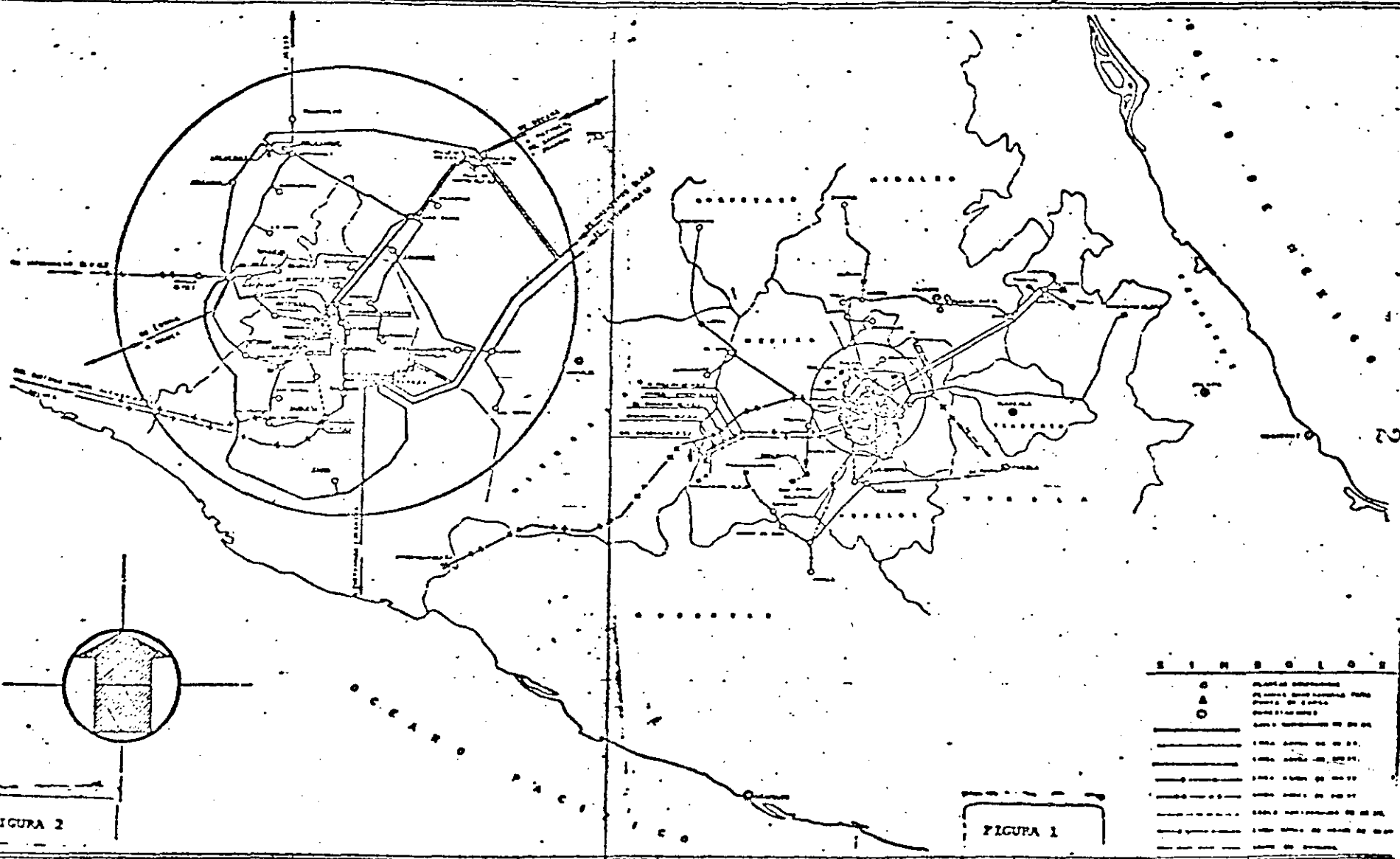
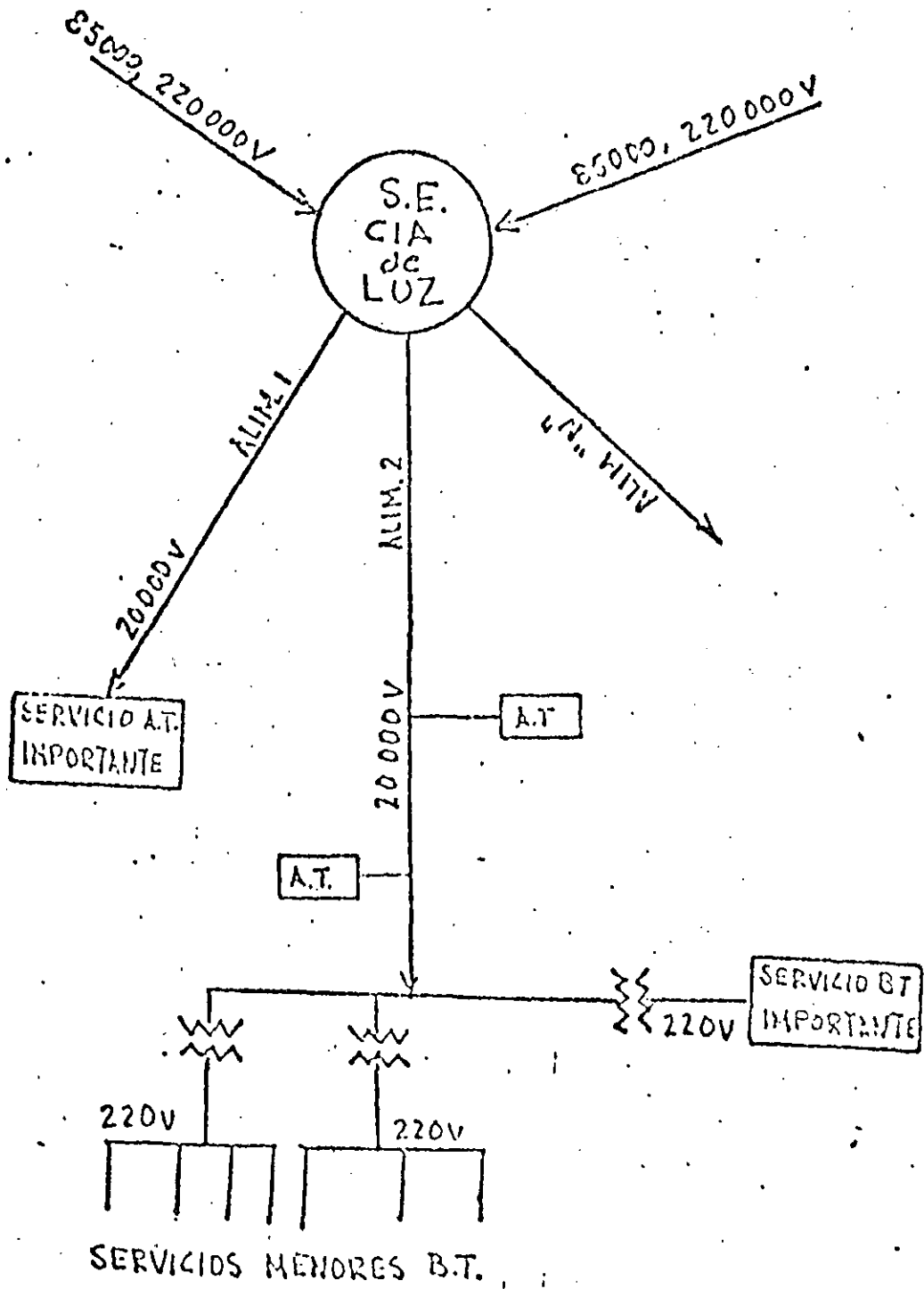
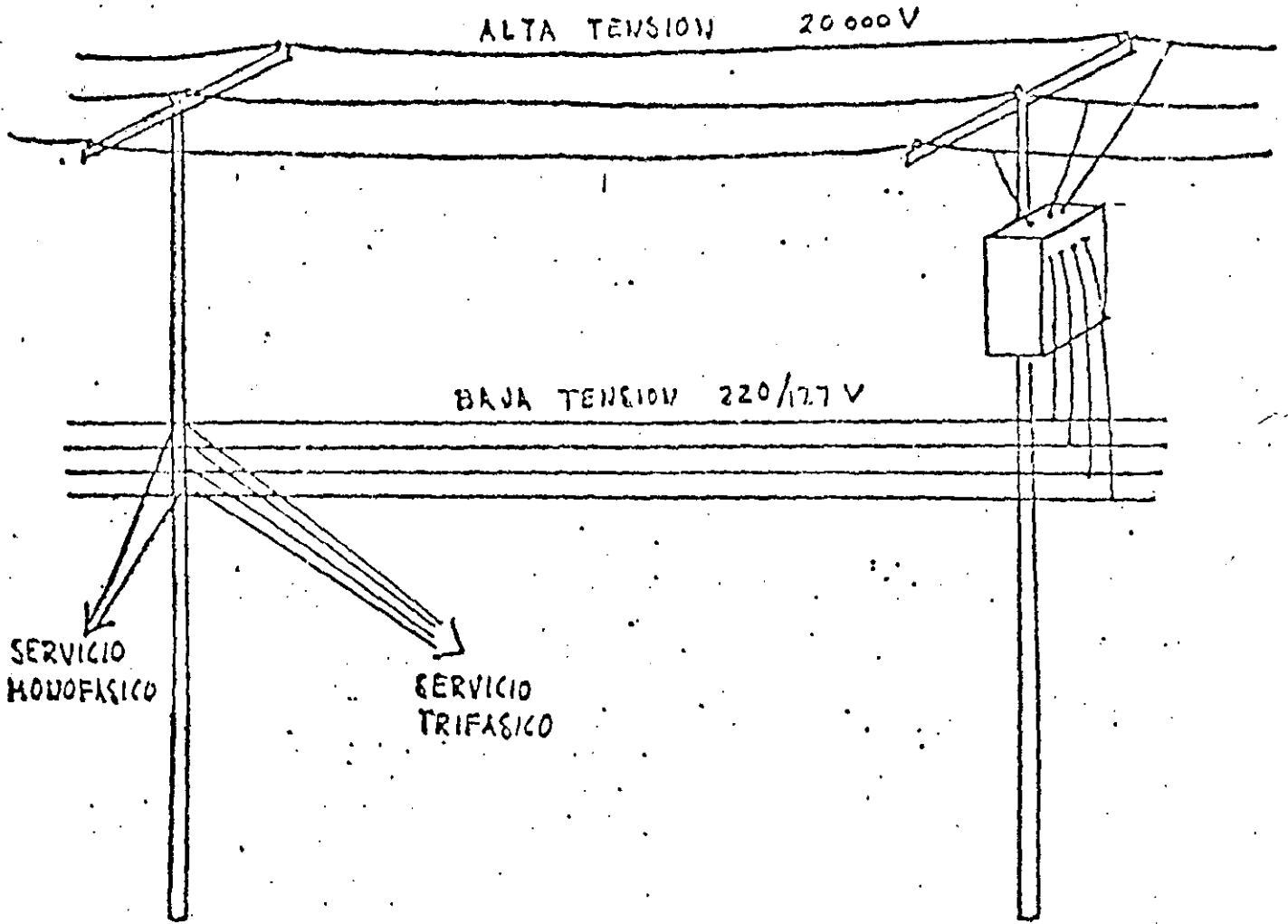


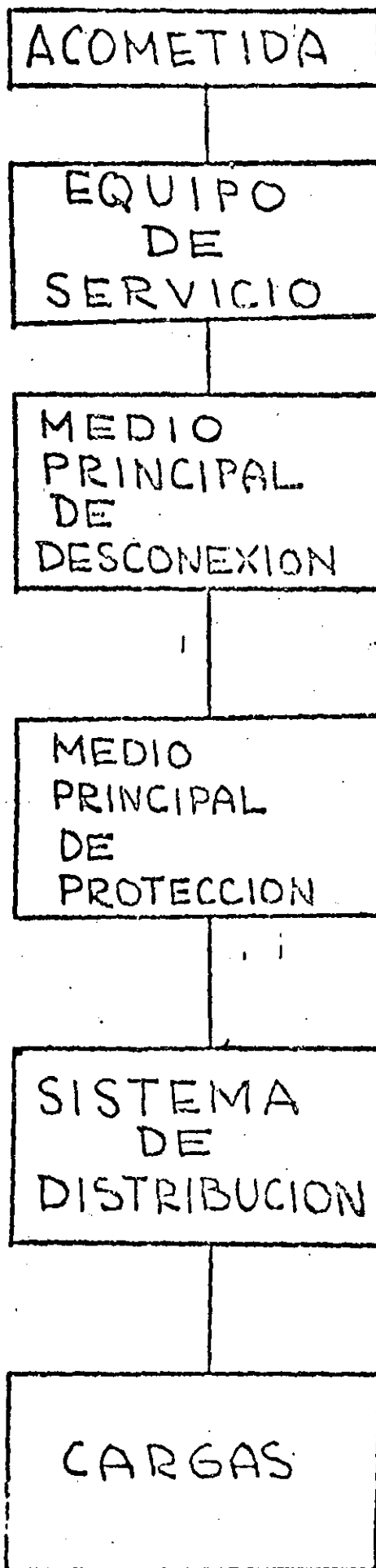
FIGURA 2

FIGURA 1

| S I M B O L O S | |
|-----------------|---|
| ● | PLANTAS GENERADORAS |
| ▲ | PLANTAS GENERADORAS PARA PUNTO DE PARTIDA |
| ○ | PLANTAS GENERADORAS |
| — | LÍNEA TRANSMISIÓN DE 50 KV. |
| — | LÍNEA TRANSMISIÓN DE 110 KV. |
| — | LÍNEA TRANSMISIÓN DE 132 KV. |
| — | LÍNEA TRANSMISIÓN DE 150 KV. |
| — | LÍNEA TRANSMISIÓN DE 220 KV. |
| — | LÍNEA TRANSMISIÓN DE 300 KV. |
| — | LÍNEA TRANSMISIÓN DE 500 KV. |
| — | LÍNEA DE TRANSMISIÓN |







5

FIGURA 5

ACOMETIDA (LINEA de SERVICIO)

LOS CONDUCTORES QUE LIGAN LA RED DE DISTRIBUCION, DEL SISTEMA DE SUMINISTRO, CON EL PUNTO EN QUE SE CONECTA EL SERVICIO A LA INSTALACION DEL USUARIO.

(NTIE-81-101).

ACOMETIDA

CARACTERISTICAS

(NTIE-81-201-2)

- UNA SOLA POR INMUEBLE
(Caso General)



EXCEPCION:

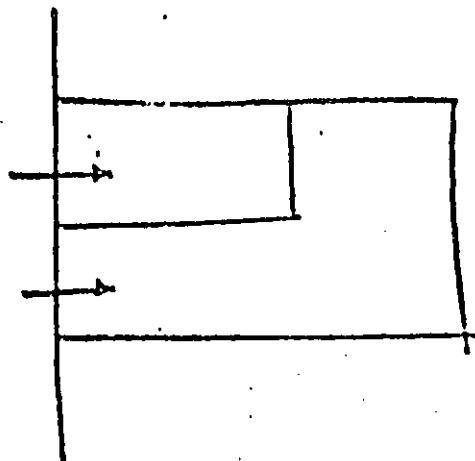
- ACUERDO CON
- SEPAFIN
- CFE

- CANALIZACION EXCLUSIVA

- NO PASAR POR OTRO INMUEBLE

- ZONAS INDEPENDIENTES
(sin comunicacion)

(NTIE-81
-201-3)

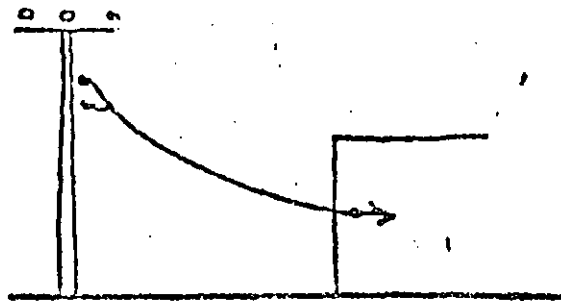


ACOMETIDA

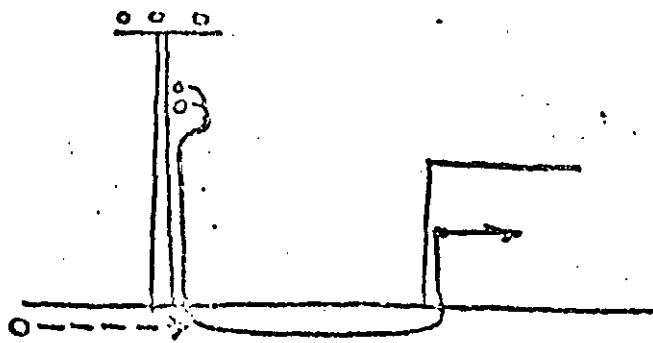
CLASIFICACION

- DE ACUERDO AL TIPO DE LINEA

- AEREA



- SUBTERRANEA



- DE ACUERDO A LA TENSION

- BAJA TENSION

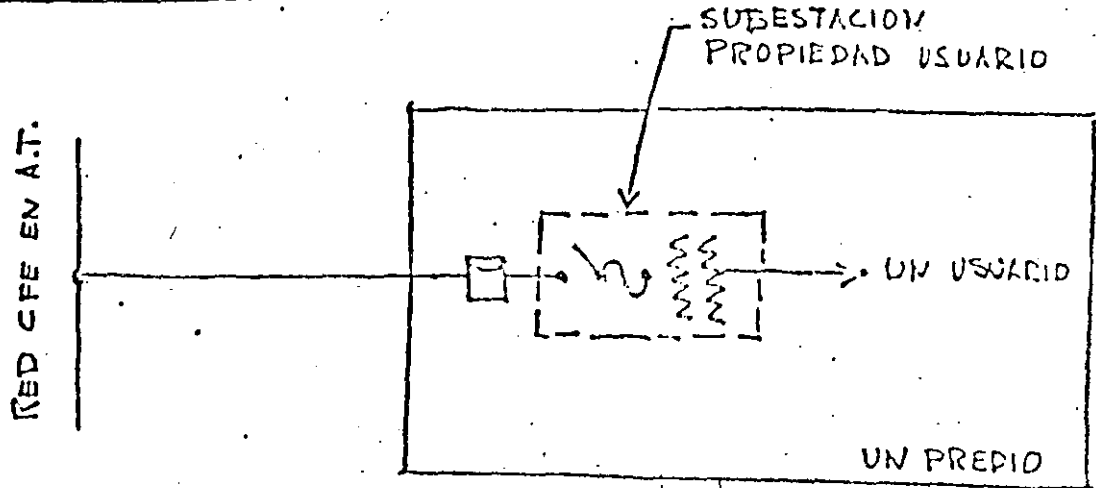
- 1 HC
- 2 HC
- 3 HC

- ALTA TENSION

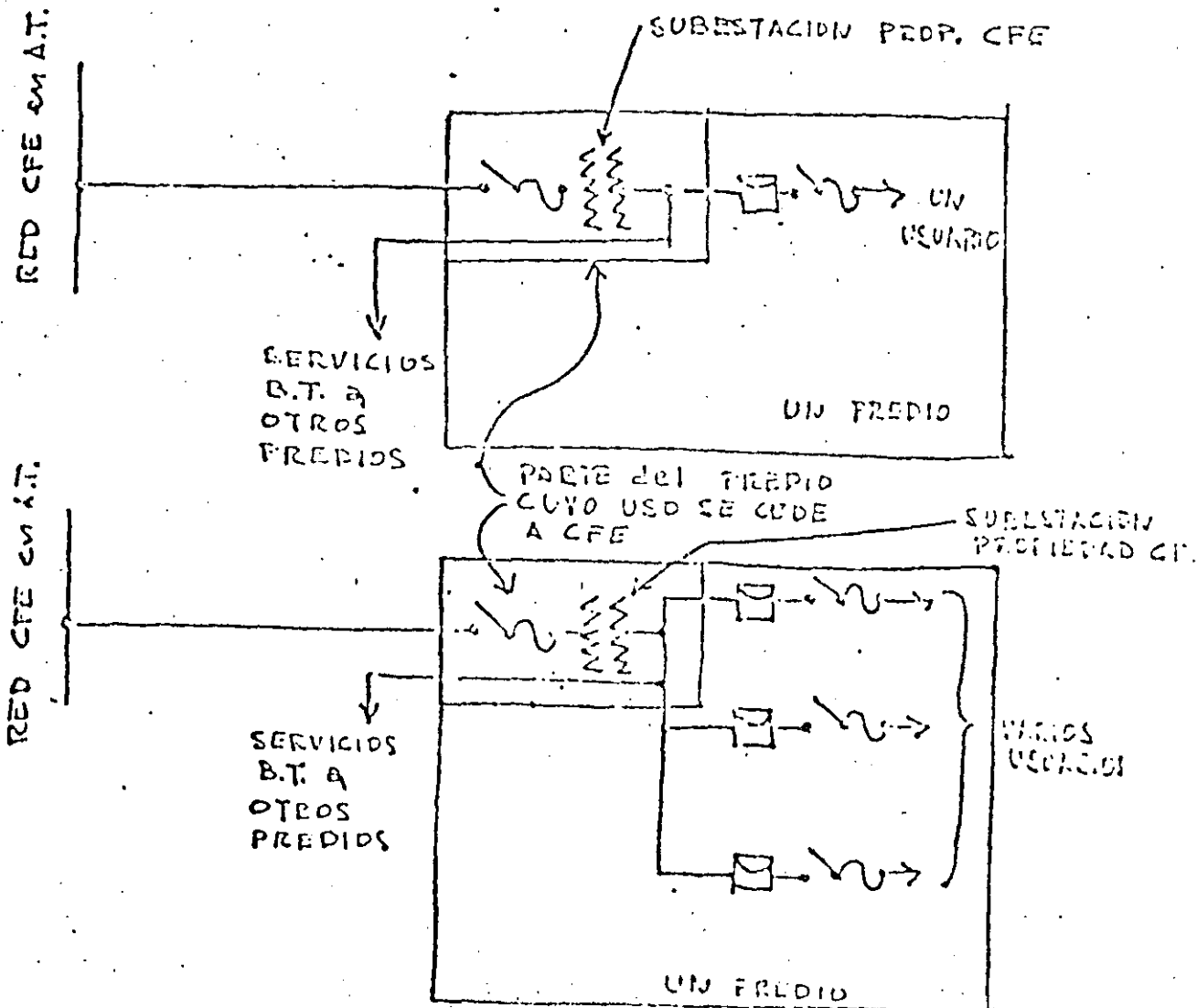
- SERV. AT
- SERV. BT

- 1) Para Servicio en Alta Tensión.
- 2) Para Servicio en Baja Tensión

1) SERVICIO en A.T.:-



2) SERVICIO en B.T.



EQUIPO DE SERVICIO

CONJUNTO DE APARATOS, PROPIEDAD DEL ORGANISMO SUMINISTRADOR, O BAJO SU CUIDADO, NECESARIOS PARA EL ADECUADO SUMINISTRO DEL SERVICIO, TAL COMO EQUIPO DE MEDICION, TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTO Y GABINETES QUE LO CONTIENEN, CUCHILLAS AUXILIARES, ETC., QUE SE ENCUENTRAN INSTALADOS EN EL EXTREMO DE LA ACOMETIDA MAS PROXIMO AL SERVICIO

(NTIE-81-101)

EQUIPO DEL SERVICIO

CARACTERISTICAS:

(NTIE-81-201-4)

• DEL LOCAL:

- FACIL ACCESO A PERSONAL CFE
- LIBRE DE MATERIAL FACILMENTE INFLAMABLE
- DIMENSIONES QUE PERMITAN
 - INSTALAR
 - OPERAR
 - MANTENER
 - RETIRAR
 } CON "FACILIDAD
Y
SEGURIDAD"

• DEL EQUIPO

- PARTES "VIVAS" PROTEGIDAS CON CUBIERTAS (salvo acceso restringido)
- GABINETES CONECTADOS A TIERRA.

DISPOSITIVO DE DESCONEXION

PRINCIPAL

NTIE-81-201-8

OBJETIVO:

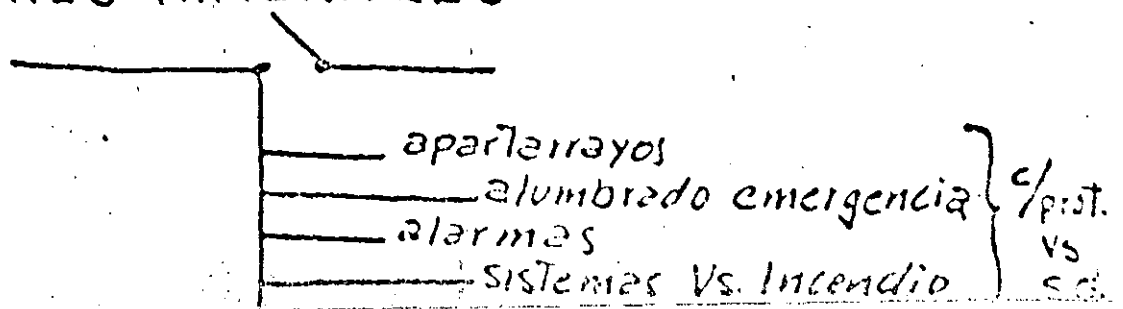
PODER INDEPENDIZAR

TOTALMENTE

A LA INSTALACION SERVIDA

CARACTERISTICAS:

- INSTALADO DESPUES DEL EQ. DEL SERVICIO
- ADECUADO A TENSION DE SUMINISTRO
- CAPACIDAD SUFICIENTE PARA LA CARGA MAXIMA
- APERTURA SIMULTANEA Y MANUAL DE TODOS LOS CONDUCTORES ACTIVOS
- INDICACION DE POSICION CLARA.
- CONEXIONES ANTERIORES

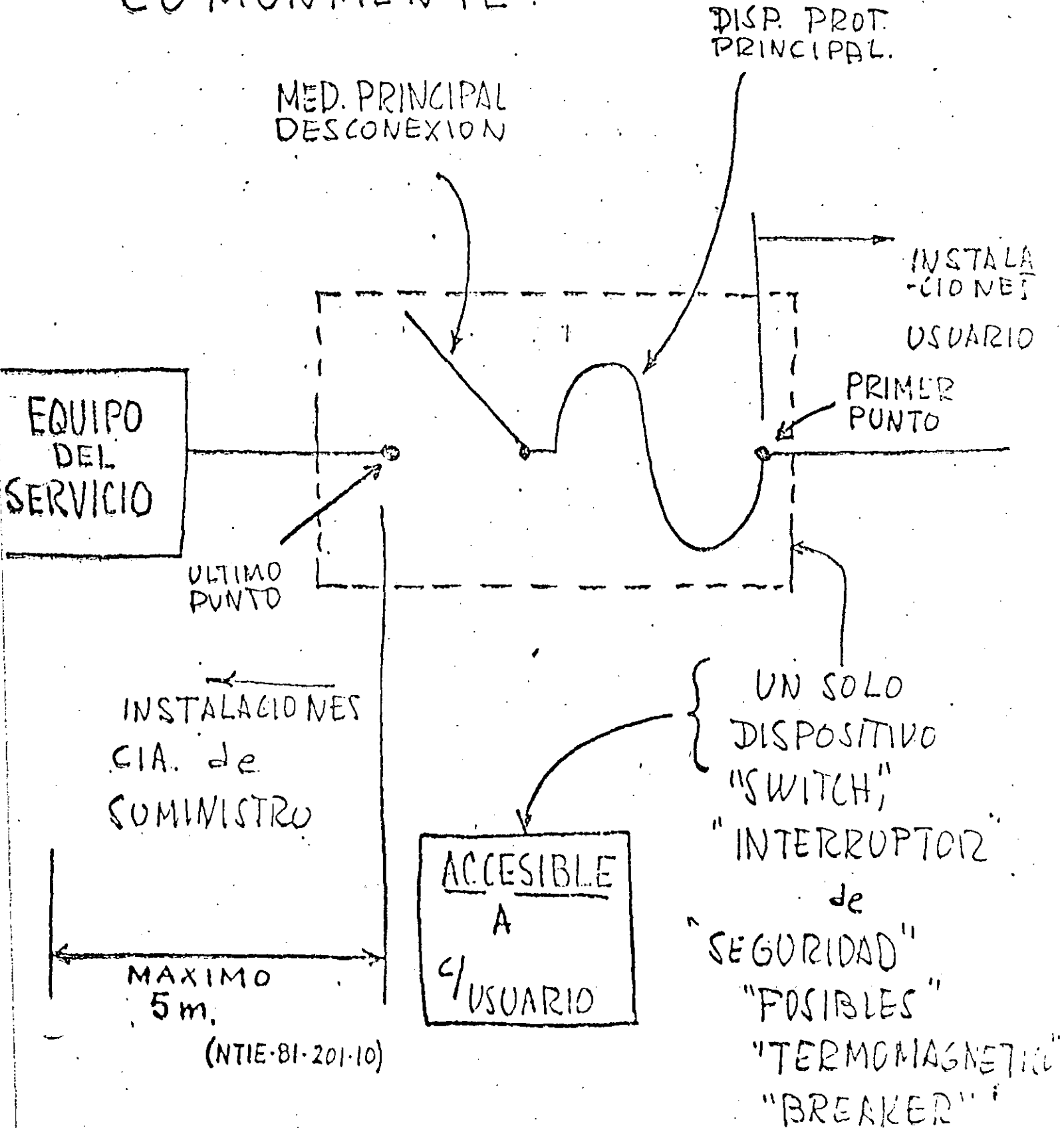


SISTEMA DE DISTRIBUCION

FORMADO POR:

- CIRCUITOS ALIMENTADORES.
- CENTROS de DISTRIBUCION.
(TABLEROS.)
- CIRCUITOS DERIVADOS.

COMUNMENTE :



DISPOSITIVO DE

PROTECCION PRINCIPAL

(vs SOBRECORRIENTE)

NTIE-81-201-9

OBJETIVO :

DESCONECTAR AUTOMATICAMENTE A
 LA INSTALACION SERVIDA DE LA
 RED DE SUMINISTRO CUANDO
 OCURRE UNA SOBRECORRIENTE

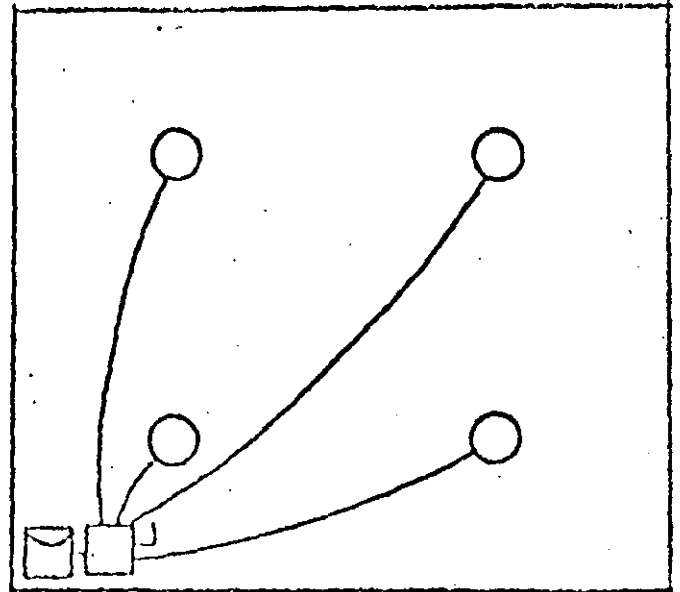
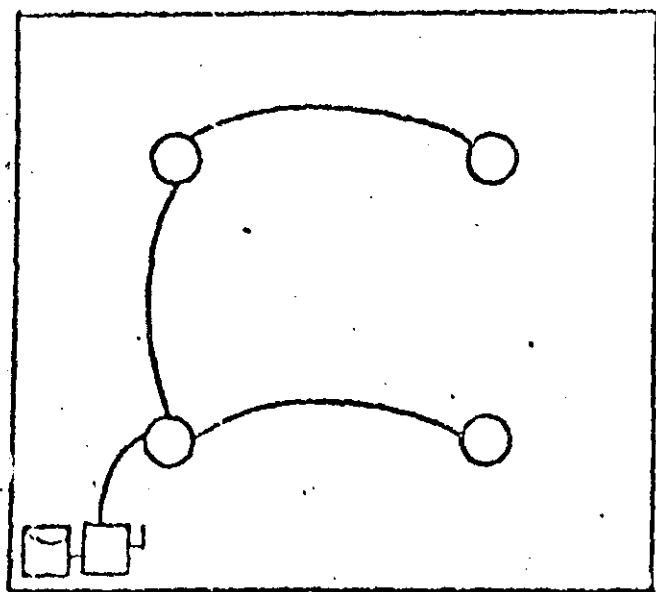
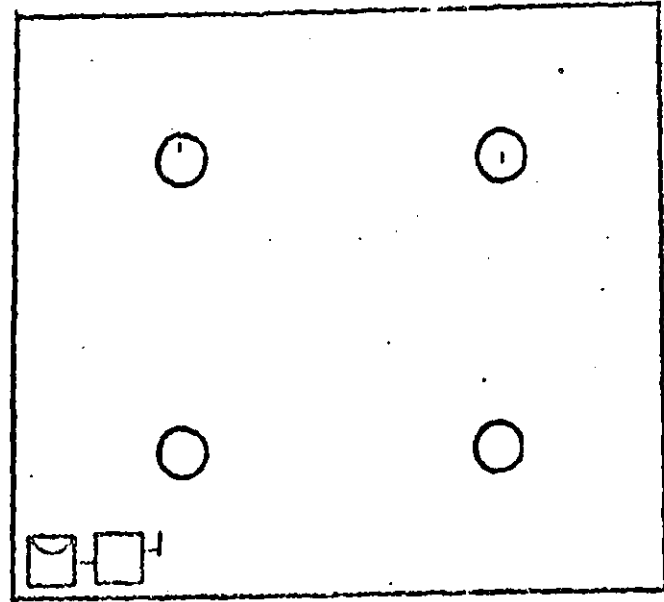
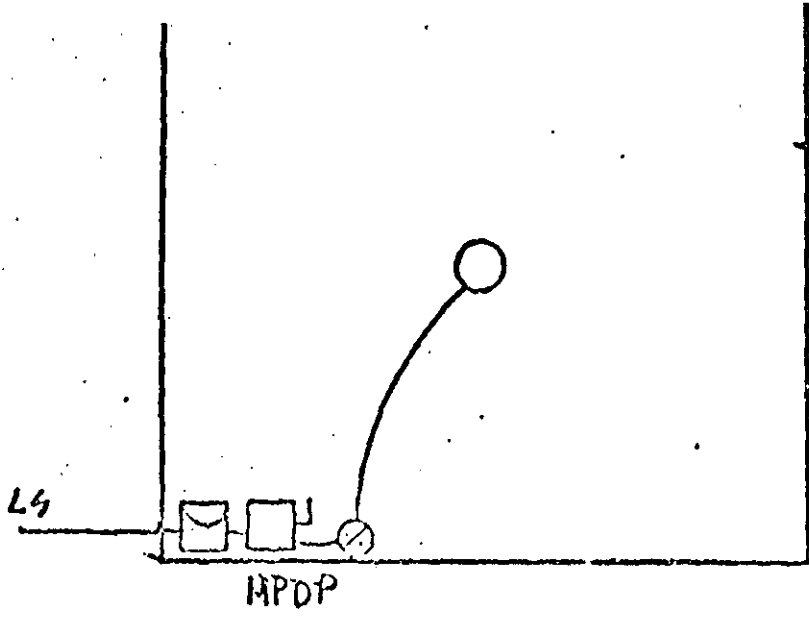
SOBRECORRIENTE :

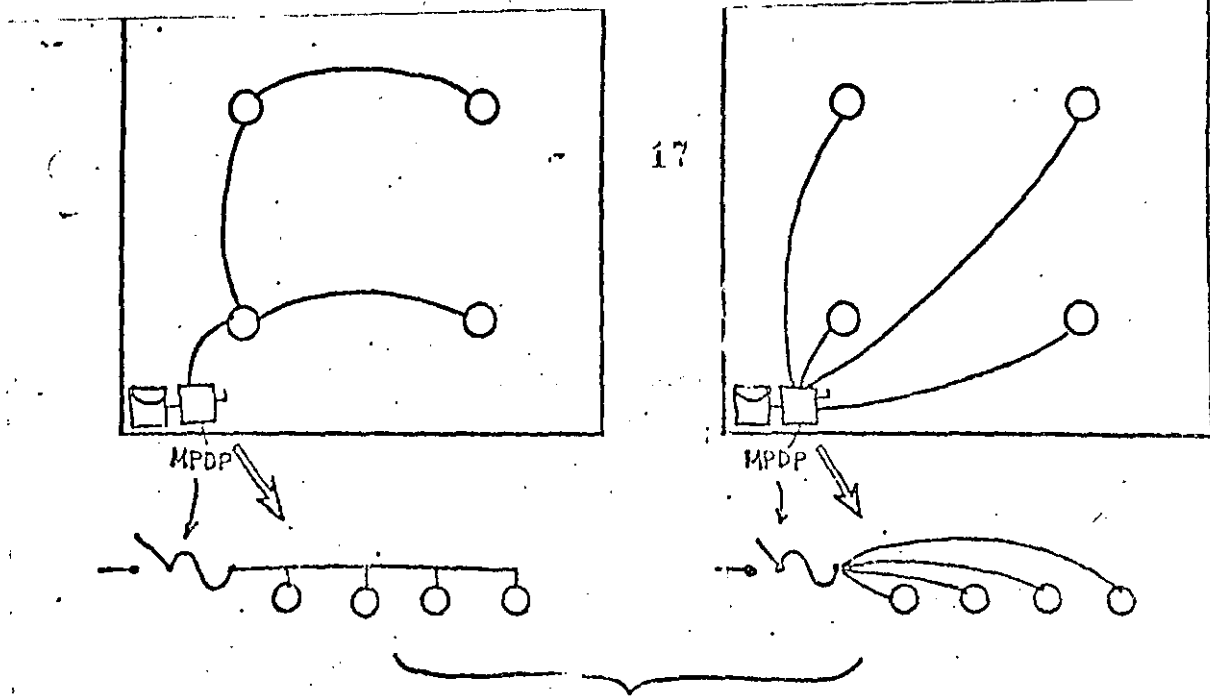
$I_{\text{CIRCULANTE}} > I_{\text{DISEÑO}}$

CAPACIDAD INTERRUPTIVA

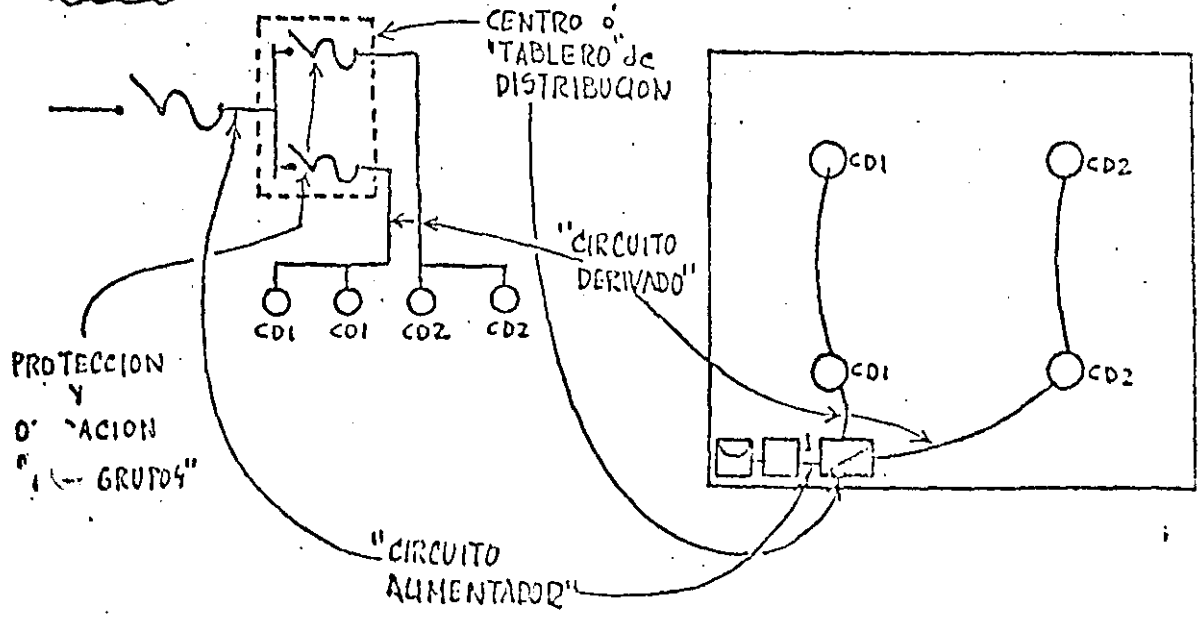
ADECUADA AL CORTO CIRCUITO MAXIMO

POSIBLE

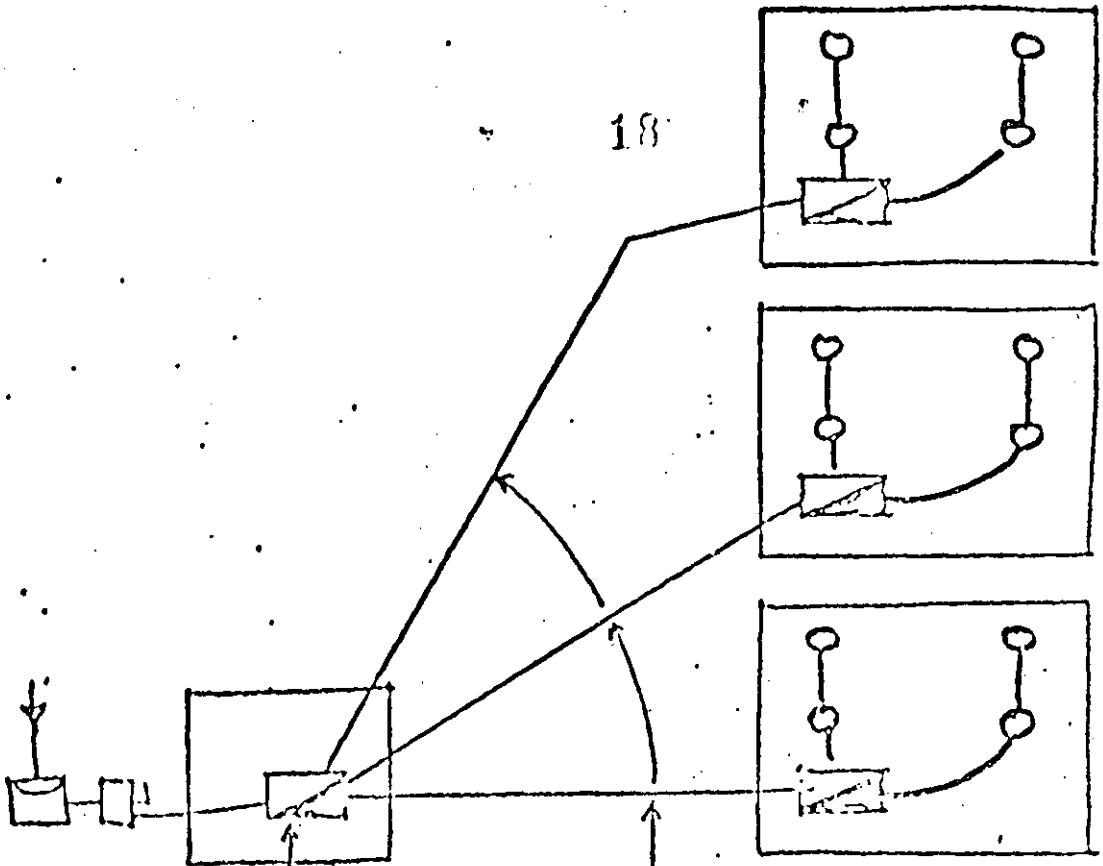




SOLUCION:

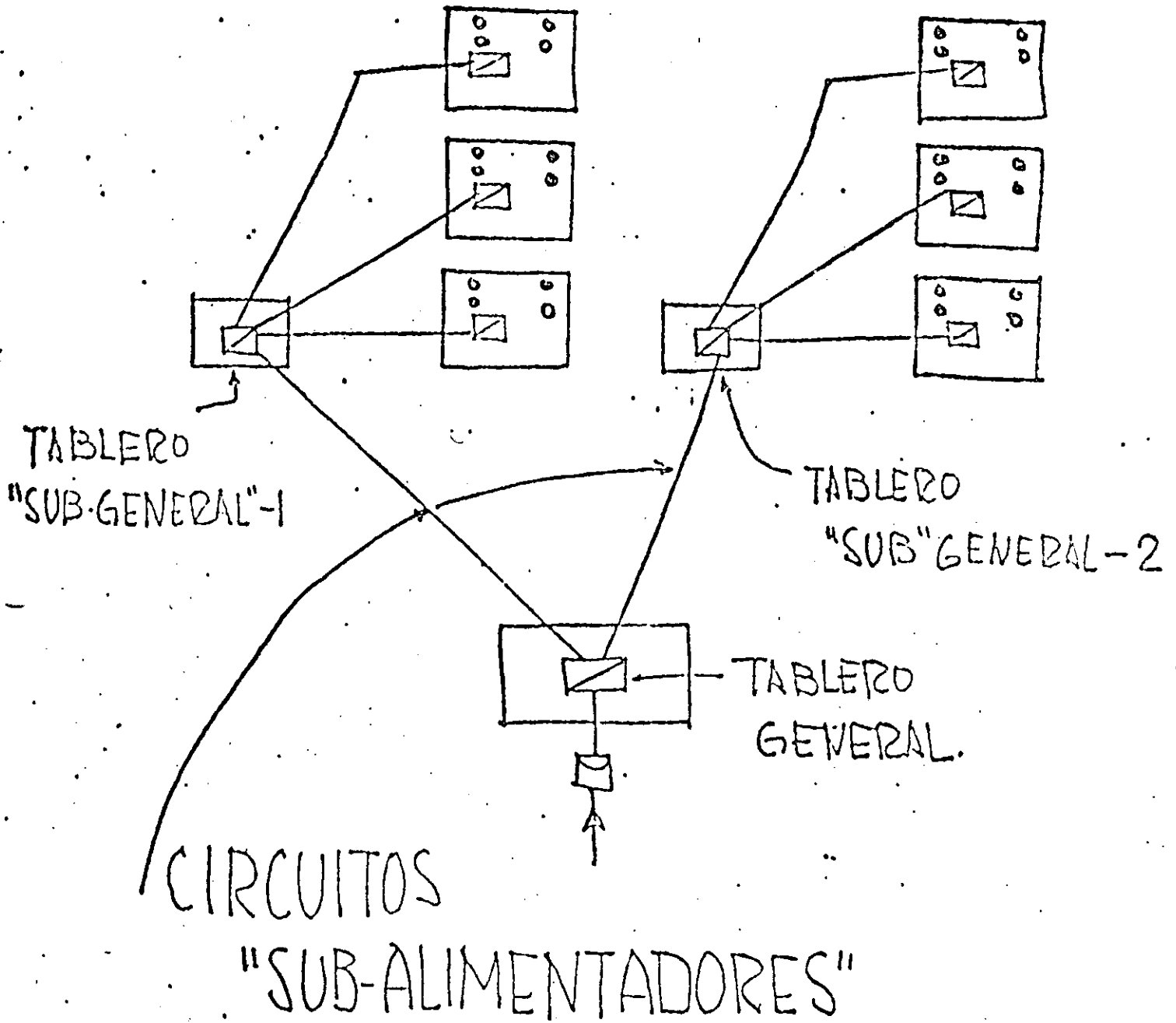


18



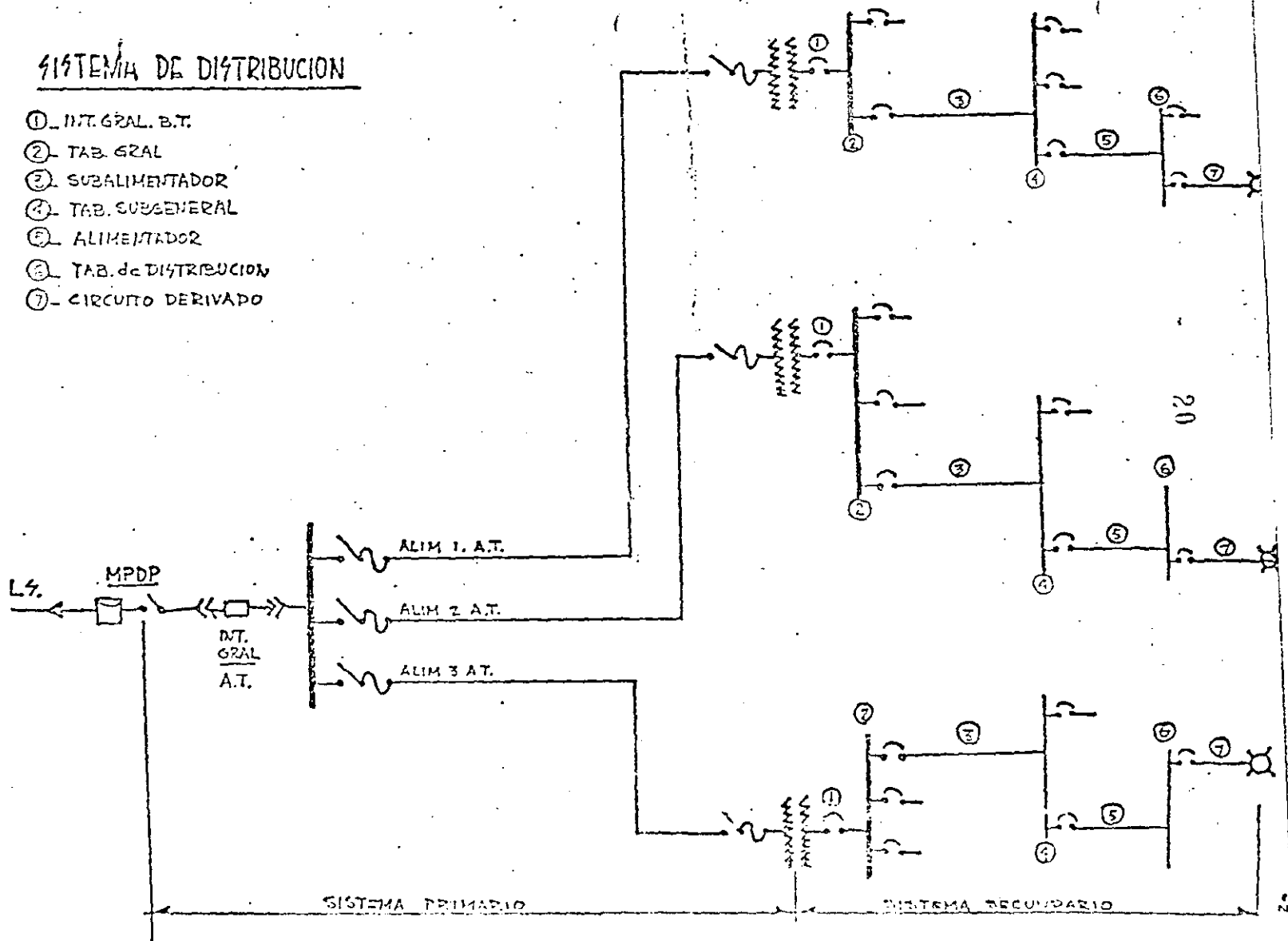
TABLERO
GENERAL

CIRCUITOS
ALIMENTADORES



SISTEMA DE DISTRIBUCION

- ① INT. GRAL. B.T.
- ② TAB. GRAL
- ③ SUBALIMENTADOR
- ④ TAB. SUBGENERAL
- ⑤ ALIMENTADOR
- ⑥ TAB. de DISTRIBUCION
- ⑦ CIRCUITO DERIVADO



CARGA

21

NTIE-101: "POTENCIA QUE DEMANDA UN APARATO O MAQUINA O UN CONJUNTO DE APARATOS DE UTILIZACION..."

UNA CARGA → DISPOSITIVO ADECUADO PARA ABSORBER O TRANSFORMAR LA ENERGIA ELECTRICA A OTRAS FORMAS DE ENERGIA, PARA SU UTILIZACION

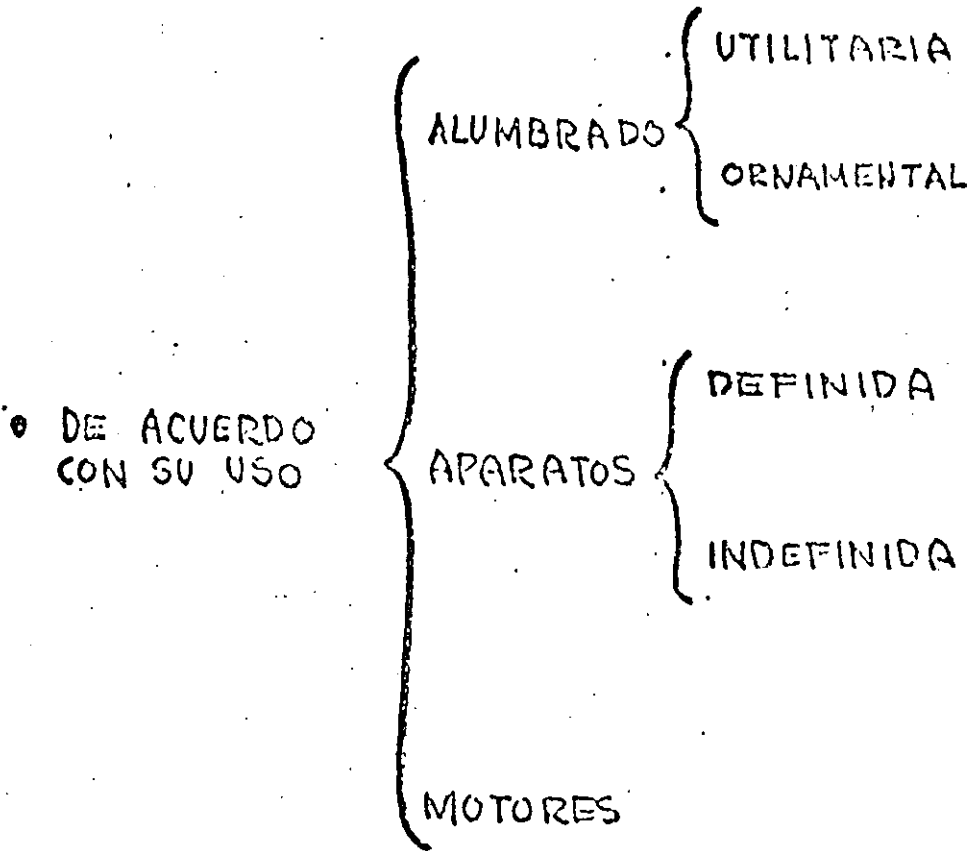
- LUMINOSA → LAMPARAS
- MECANICA → MOTORES
- TERMICA → CALFACTORES

DETERMINACION DE UNA CARGA: CONOCIMIENTO O DEFINICION DE SUS CARACTERISTICAS: -

CARACTERISTICAS DE UNA CARGA:

- ① PARAMETROS ELECTRICOS:
 - POTENCIA
 - TENSION
 - CORRIENTE DEMANDADA
 - NOMINAL
 - DE ARRANQUE
 - A ROTOR BLOQUEADO
 - F.P.
 - FRECUENCIA
- ② LOCALIZACION:
 - DE LA CARGA
 - DE SU CONTROL
 - DE SUS PROTECCIONES
- ③ OPERACION:
 - REGIMEN DE CARGA
 - TIPO DE SERVICIO

CLASIFICACION DE LAS CARGAS:



SISTEMAS QUE INTEGRAN UNA I.E.

1.- SISTEMA DE CONDUCTORES

2.- SISTEMA DE CANALIZACION

3.- SISTEMA DE PROTECCION

4.- SISTEMA DE CONTROL

24
CARACTERISTICAS DE UN

(27)

CONDUCTOR :-

- 1- CAPACIDAD SUFICIENTE PARA CONDUCIR LA CORRIENTE MAXIMA DEL CIRCUITO
- 2- SECCION TRANSVERSAL SUFICIENTE PARA LIMITAR LA CAIDA DE VOLTAGE
- 3- AISLAMIENTO ADECUADO PARA LAS CONDICIONES DE INSTALACION.
- 4- RESISTENCIA MECANICA.

MEDIOS DE

25

26

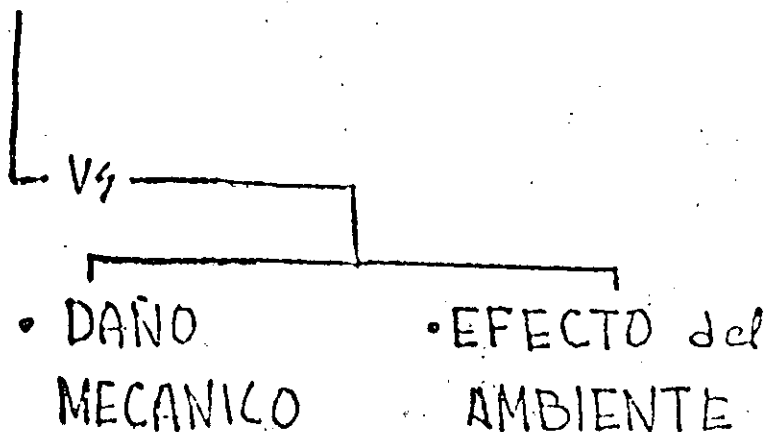
CANALIZACION

CANALIZACION :- "MEDIO o MEDIOS QUE SE USAN PARA ALOJAR A LOS CONDUCTORES DE UNA I.E. Y QUE SON :

- DISEÑADOS
- CONSTRUIDOS
- UTILIZADOS

.... PARA TAL FIN"
(NTIE-81-101)

OBJETIVO: SOPORTE DE LOS
PROTECCION CONDUCTORES



MEDIOS DE CANALIZACION

CARACTERISTICAS GENERALES ²⁶ (27)

• DEBEN TENER CONTINUIDAD :

• ELECTRICA:

METALICA SIEMPRE CONECTADA A TIERRA

(NTIE-BI-301-5, 206-21)

• MECANICA:

• REMATADAS (FIJAS) A CADA CAJA O ACCESORIO

• SI CAMBIA EL TIPO DE CANALIZACION ↘

CAJA ADECUADA

• NO DEBE ALOJAR CONDUCTORES DE SISTEMAS DIFERENTES : EJ:

- 220/127.5 vs 440V

- C.D.

- FRECUENCIA DIFERENTE

- COMUNICACION . etc.

Excep: - CONTROL CON CIRCUITO DE FZA → SI ↘

MISMO AISLAMIENTO

CTO. Balastro y CTO Alumbrado

• CANTIDAD DE CONDUCTORES:

DEBE PERMITIR FACILIDAD PARA

• COLOCARLOS

• REMOVERLOS

• DISIPAR CALOR

CARACTERISTICAS²⁷ GENERALES

• DEBE EVITARSE :

(301.13)

- LA CIRCULACION DE AIRE ENTRE PARTES DE UNA CANALIZACION EXPUESTAS A DIFERENTES TEMPERATURAS.

- LA CIRCULACION DE CUALQUIER CORRIENTE INDUCIDA EN UNA CANALIZACION METALICA. (301.14)

- INSTALAR UNA CANALIZACION EN DUCTOS DE EXTRACCION DE POLVOS, VAPORES ó BASURA. (301.16)

(SI EN DUCTOS de A.A → TUBERIA METALICA)

• CANALIZACION PARA DIVERSOS USUARIOS :-

(301.17)

- PUEDE OCUPAR MISMA CANALIZACION (EN AREAS COMUNES)

- EN CONDOMINIOS →

CANALIZACIONES SEPARADAS

METODOS DE CANALIZACION REGLAMENTADOS

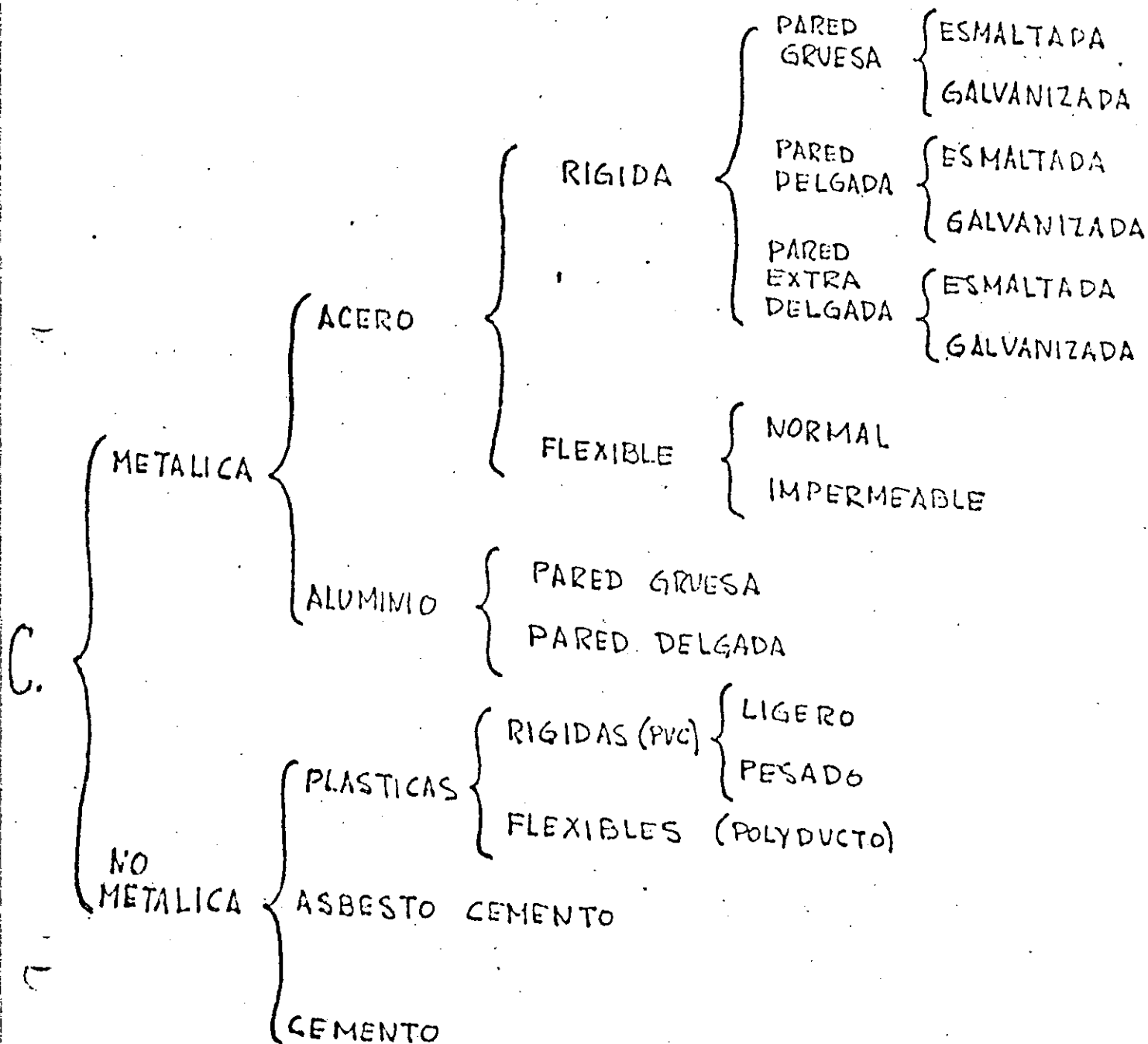
- TUBO CONDUIT
 - METALICO RIGIDO
 - PESADO
 - SEMIPESADO
 - LIGERO
 - METALICO FLEXIBLE
 - NO METALICO
 - PVC
 - POLIETILENO
- DUCTOS METALICOS CON TAPA
- DUCTOS METALICOS CON BARRAS
- DUCTOS PARA PISO
- CHAROLAS
- INSTALACION VISIBLE SOBRE AISLADORES
- EXTENSIONES CORTAS VISIBLES

CANALIZACION CON TUBERIA "CONDUIT"

- "CONDUIT" = TUBERIA DISEÑADA Y FABRICADA ESPECIALMENTE PARA ALOJAR CONDUCTORES.

- SUPERFICIE INTERIOR ADECUADA.
- PERMITE DOBLEZ.

TIPOS DE TUBERIA CONDUIT:



VENTAJAS del TUBO CONDUIT METALICO

-) PROTECCION vs CORROSION
-) PROTECCION MECANICA
-) CONTINUIDAD ELECTRICA
-) ESTANQUEIDAD
-) APARIENCIA

ANALISIS COMPARATIVO DE LAS
CARACTERISTICAS DE LAS DIVERSAS
TUBERIAS CONDUIT METALICAS.

| | ALUMINIO | | A C E R O | | | | | |
|-------------------------|----------|------|-----------|------|-------|------|--------|------|
| | P.G. | P.D. | P.G. | | P.D. | | P.E.D. | |
| | | | GALV. | ESH. | GALV. | ESH. | GALV. | ESH. |
| PROTECCION vs CORROSION | 1 | 2 | 3 | 6 | 4 | 7 | 5 | 8 |
| PROTECCION MECANICA | 2 | 4 | 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | 5 |
| CONTINUIDAD ELECTRICA | 1 | 3 | 2 | 2 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| ESTANQUEIDAD | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| APARIENCIA | 1 | 4 | 2 | 3 | 5 | 7 | 6 | 8 |

USOS TIPICOS de las TUBERIAS CONDUIT

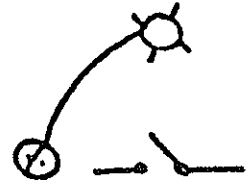
| | |
|--------------------------|--|
| - PARED GRUESA GALV. | INDUSTRIA - INTERIOR, EXT. - APARENTE |
| - PARED GRUESA ESM. | INDUSTRIA - INTERIOR - OCULTA |
| - PARED DELG. GALV. | RESIDENCIAL EXTERIOR |
| - PARED DELG. ESM. | RESIDENCIAL INTERIOR - OCULTA |
| - PARED EXT. DELG. GALV. | RESIDENCIAL ECONOMICA - EXTERIOR |
| - PARED EXT. DELG. ESM. | RESIDENCIAL ECONOMICA - INTERIOR - OCULTA |
| - FLEXIBLE NORMAL | CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. LUGARES SECCOS |
| - FLEXIBLE IMPERM. | CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. LUGARES HUMEDOS |
| - ALUMINIO P. G. | IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO - RESIST. MECANICA |
| - ALUMINIO P. D. | IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO - |
| - PLASTICA RIG. PESADA | JARDINES - EXTERIORES |
| - PLASTICA RIG. LIGERA | INTERIOR - RESIDENCIAL |
| - PLASTICA FLEXIBLE | RESIDENCIAL ECONOMICA - EMPOTRADA. |
| - ASBESTO CEMENTO | DIST. EXTERIOR - ENTERRADA. |
| - CEMENTO | ALUMBRADO PUBLICO |

MEDIOS de CONTROL

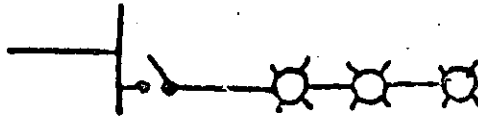


• SE ESTABLECE POR MEDIO DE:

- INTERRUPTORES INDEPENDIENTES:

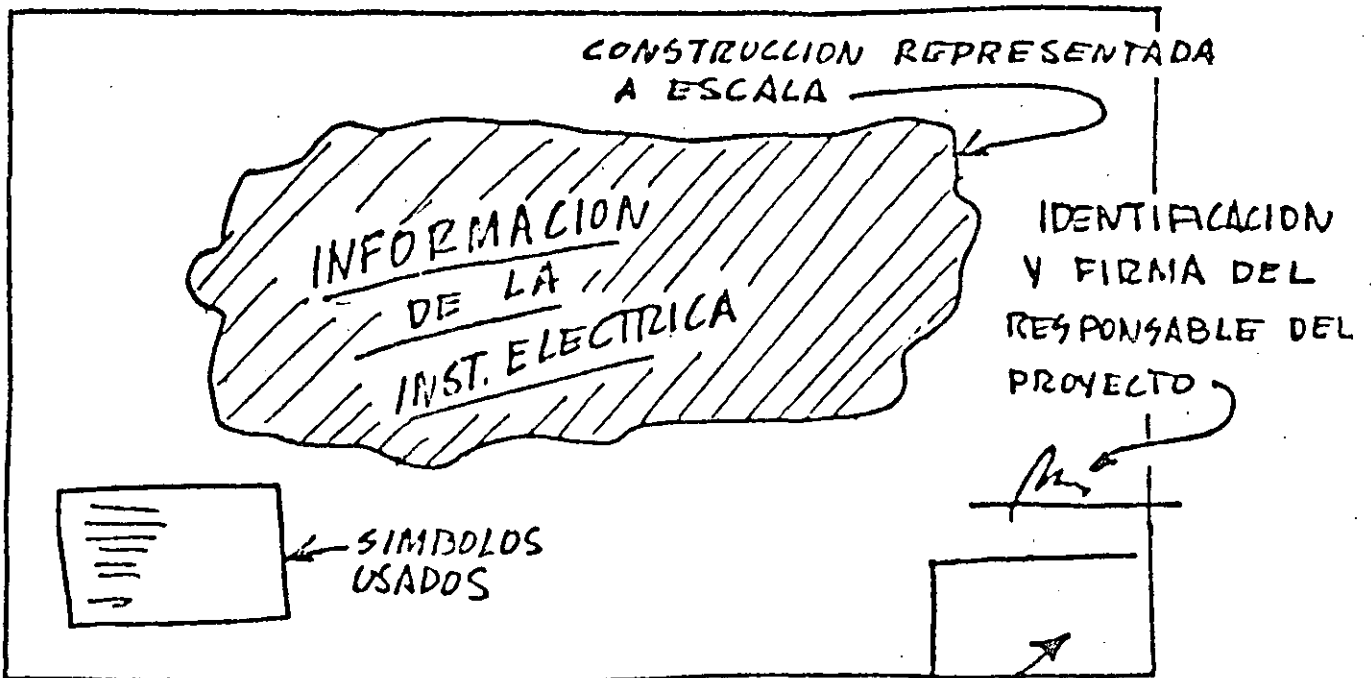


- MEDIOS DE DESCONEXION DEL CIRCUITO DERIVADO:



• SE REPRESENTA EN LOS PLANOS DE LA INSTALACION ELECTRICA

→ REPRESENTACION EN UN PLANO ARQUITECTONICO A ESCALA, DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN UNA INSTALACION ELECTRICA :-



- DATOS DE IDENTIFICACION (EDIFICIO, DIRECCION, ARQ, ETC.)
- ESCALA, - FECHA - V/S.

rán los plazos que al respecto fija el Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica y demás disposiciones aplicables, a fin de que sea corregida, y en el supuesto de que no se efectúen, se mandará suspender el servicio en la forma prevenida por la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, independientemente de que se apliquen las sanciones que correspondan.

registro, independientemente de la aplicación de las sanciones que legalmente procedan.

TRANSITORIO

UNICO.—El presente Acuerdo entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.












Sufragio Efectivo. No Reelección.

ARTICULO DUODECIMO.—Se llevará un control de las actividades que realicen los responsables inscritos en la Dirección General de Energía, y con base en él se determinarán los casos en que sea procedente refrendar o revocar el















































Dado en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los dos días del mes de marzo de 1982.—El Secretario de Patrimonio y Fomento Industrial, José Andrés Oteyza.—Rubrica.

TABLA I

SIMBOLOS PARA DIAGRAMAS UNIFILARES DE SUBESTACIONES

| | | | |
|---|---------------------------|--|----------------------------|
|  | APARTARRAYOS |  | TRANSFORMADOR DE POTENCIAL |
|  | INTERRUPTOR |  | TRANSFORMADOR DE CORRIENTE |
|  | DESCONECTADOR |  | EQUIPO DE MEDICION |
|  | DESCONECTADOR FUSIBLE |  | CAPACITOR |
|  | TRANSFORMADOR DE POTENCIA |  | GRUPO GENERADOR |
| | |  | ACOMETIDA |

SIMBOLOS PARA DIAGRAMAS Y PLANOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS

| | | | |
|---|---|---|---|
|  | SALIDA PARA LAMPARA INCANDESCENTE |  | CAJA DE CONEXION |
|  | SALIDA PARA LAMPARA FLUORESCENTE |  | ABRIDOR ELECTRICO PARA PUERTA |
|  | ARBOTANTE |  | ESTACION DE BOTONES |
|  | PORTALAMPARA CON INTERRUPTOR DE CORDON |  | ZUMBADOR |
|  | SALIDA DE PISO |  | TIMBRE |
|  | SALIDA PARA ACCESORIO OCULTO (El trazo muestra la forma del accesorio) |  | CAMPANA |
|  | SALIDA PARA TELEVISOR |  | INTERFONO |
|  | SALIDA PARA PROPOSITO ESPECIAL (Las letras indican las funciones. Ejemplo: LP Lavadora de platos) |  | TELEFONO INTERCOMUNICACION |
|  | SALIDA TRIFASICA |  | TELEFONO AL EXTERIOR |
|  | CONTACTO DOBLE, CIRCUITO INDEPENDIENTE |  | RELOJ |
|  | CONTACTO DOBLE (La T muestra que es del tipo de conexión a tierra) |  | CONEXION A TIERRA |
|  | CONTACTO DOBLE, CIRCUITO GENERAL |  | TABLERO DE ALUMBRADO |
|  | CONTACTO PARA INTEMPERIE |  | TABLERO DE FUERZA |
|  | CONTACTO DE USO GENERAL DIFERENTE DEL DOBLE (El número muestra la cantidad de polos) |  | TABLERO GENERAL |
|  | APAGADOR SENCILLO |  | BATERIA |
|  | APAGADOR DE ESCALERA |  | MEDIO DE DESCONEXION |
|  | APAGADOR DE 4 VIAS |  | INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO |
|  | APAGADOR DE PUERTA |  | FUSIBLE |
|  | APAGADOR CON LUZ PILOTO |  | MOTOR |
|  | APAGADOR DE INTEMPERIE |  | ARRANCADOR (Protección contra sobrecarga) |
|  | CABLE O CONDUCTO POR TECHO O MURO |  | SOLDADORA |
|  | CABLE O CONDUCTO POR PISO |  | RESISTENCIA |
| | |  | CAPACITOR |
| | |  | RECTIFICADOR |

D = Diámetro de la canalización
 N = Número de conductores
 C = Calibre de los conductores

1) - DE LAS "SALIDAS"

36

(SITIO EN EL CUAL LA INSTALACION PROVEE DE ENERGIA A UNA UTILIZACION O CARGA)

- 1.1- LOCALIZACION
- 1.2- ESPECIFICACION (DE ACUERDO CON -SIMBOLOGIA)
- 1.3- CIRCUITO QUE LAS ALIMENTA
- 1.4- DISPOSITIVO DE CONTROL QUE LAS OPERA

2) DE LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL:

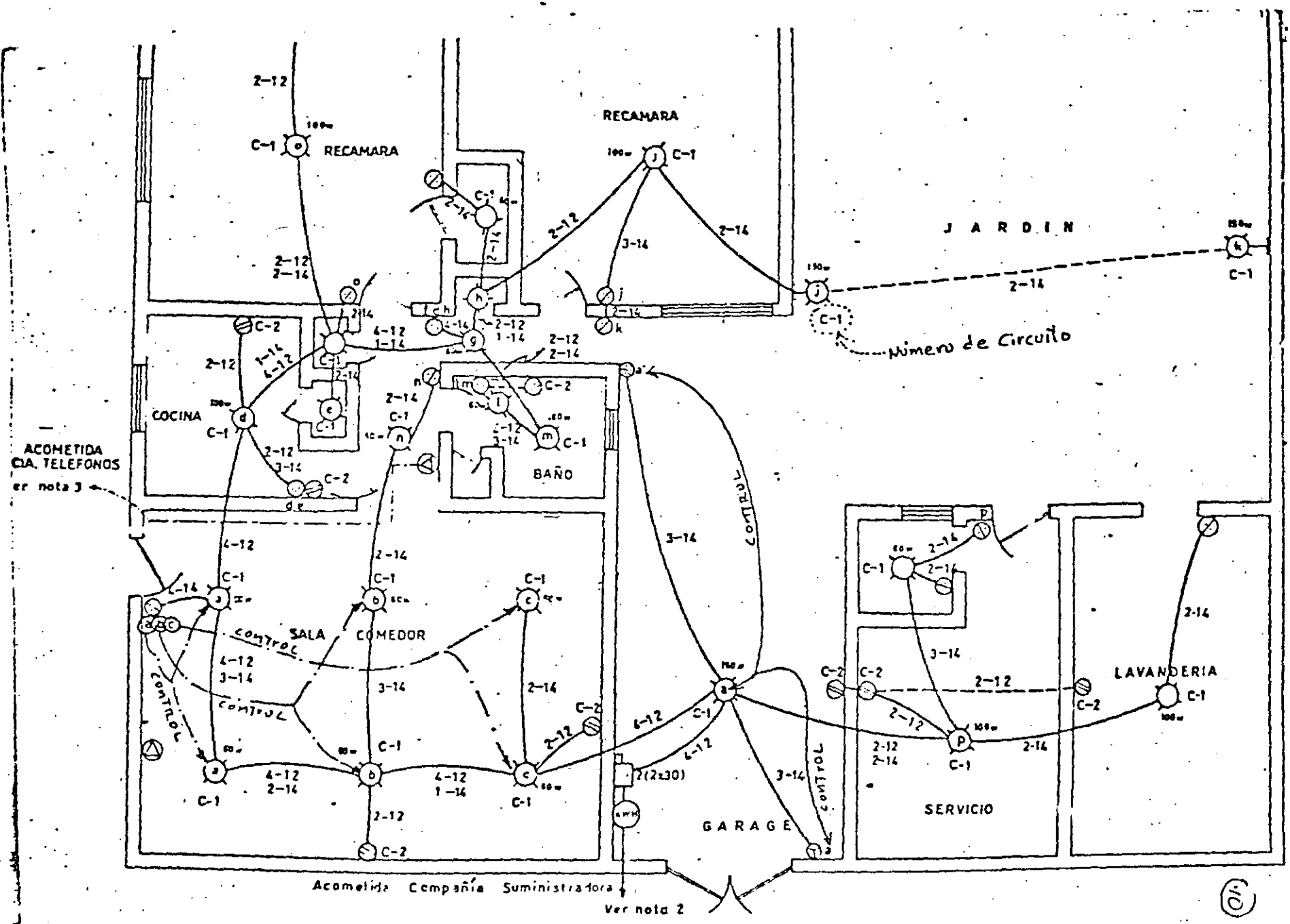
- 2.1- LOCALIZACION
- 2.2- ESPECIFICACION (DE ACUERDO CON SIMBOLOGIA)
- 2.3- CARGA O SALIDA QUE CONTROLA

DE LAS CANALIZACIONES

- 3.1- TRAYECTORIA APROXIMADA - (DE DONDE A DONDE VA.)
- 3.2- LOCALIZACION (EN MURO, TECHO O PISO)
- 3.3- ESPECIFICACION
- 3.4- CONDUCTORES ALJADOS EN ELLA, Y SU ESPECIFICACION

DE LOS TABLEROS

- 4.1- LOCALIZACION
- 4.2- ESPECIFICACION
- 4.3- CUADRO DE CARGAS
 - 4.3.1- CANTIDAD Y TIPOS DE CARGAS: { POR CIRCUITO
 - 4.3.2- CARGA CONECTADA: - P/CIRCUITO { TOTAL
 - P/FASE
 - TOTAL
 - 4.3.3- DESBALANCED
- 4.4- ESPECIFICACION PROTECCION CIRCUITOS



PLANTA

37

10

3 conductores calibre # 8 AWG
 1 conductor calibre # 10 AWG
 3 conductores calibre # 14 AWG

TUBERIA EN TECTO

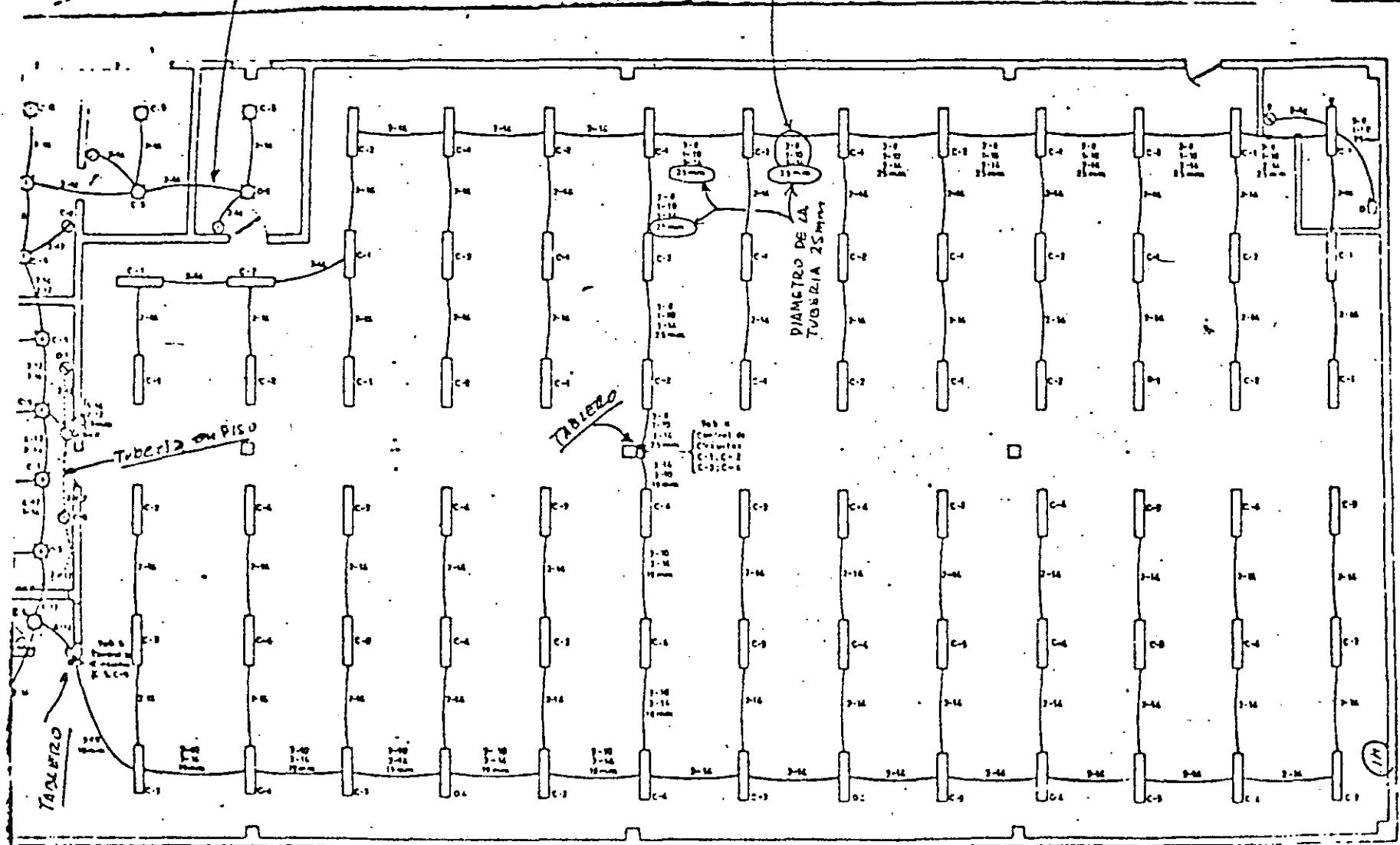
DIAMETRO DE LA TUBERIA 25 mm

TABLERO

Tubería en PISO

TABLERO

Tab. de Control de Circuitos
 C-1; C-2
 C-3; C-4



Arquitecto Cía. Suministradora

PLANTA GENERAL

| ITEM | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | UNIDAD | VALOR UNITARIO | TOTAL |
|-------|-------------|----------|--------|----------------|-------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |
| 12 | | | | | |
| 13 | | | | | |
| 14 | | | | | |
| 15 | | | | | |
| 16 | | | | | |
| 17 | | | | | |
| 18 | | | | | |
| 19 | | | | | |
| 20 | | | | | |
| 21 | | | | | |
| 22 | | | | | |
| 23 | | | | | |
| 24 | | | | | |
| 25 | | | | | |
| 26 | | | | | |
| 27 | | | | | |
| 28 | | | | | |
| 29 | | | | | |
| 30 | | | | | |
| 31 | | | | | |
| 32 | | | | | |
| 33 | | | | | |
| 34 | | | | | |
| 35 | | | | | |
| 36 | | | | | |
| 37 | | | | | |
| 38 | | | | | |
| 39 | | | | | |
| 40 | | | | | |
| 41 | | | | | |
| 42 | | | | | |
| 43 | | | | | |
| 44 | | | | | |
| 45 | | | | | |
| 46 | | | | | |
| 47 | | | | | |
| 48 | | | | | |
| 49 | | | | | |
| 50 | | | | | |
| 51 | | | | | |
| 52 | | | | | |
| 53 | | | | | |
| 54 | | | | | |
| 55 | | | | | |
| 56 | | | | | |
| 57 | | | | | |
| 58 | | | | | |
| 59 | | | | | |
| 60 | | | | | |
| 61 | | | | | |
| 62 | | | | | |
| 63 | | | | | |
| 64 | | | | | |
| 65 | | | | | |
| 66 | | | | | |
| 67 | | | | | |
| 68 | | | | | |
| 69 | | | | | |
| 70 | | | | | |
| 71 | | | | | |
| 72 | | | | | |
| 73 | | | | | |
| 74 | | | | | |
| 75 | | | | | |
| 76 | | | | | |
| 77 | | | | | |
| 78 | | | | | |
| 79 | | | | | |
| 80 | | | | | |
| 81 | | | | | |
| 82 | | | | | |
| 83 | | | | | |
| 84 | | | | | |
| 85 | | | | | |
| 86 | | | | | |
| 87 | | | | | |
| 88 | | | | | |
| 89 | | | | | |
| 90 | | | | | |
| 91 | | | | | |
| 92 | | | | | |
| 93 | | | | | |
| 94 | | | | | |
| 95 | | | | | |
| 96 | | | | | |
| 97 | | | | | |
| 98 | | | | | |
| 99 | | | | | |
| 100 | | | | | |
| TOTAL | | 53.00 | | 28.80 | |

"TIPOS DE SALIDAS"

| CIRCUITO | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | FASE | | |
|----------|-------------|----------|------|------|------|
| | | | A | B | C |
| 1 | | 20 | 3870 | | |
| 2 | | 17 | 1380 | | |
| 3 | | 21 | | | 1680 |
| 4 | | 14 | | 1680 | |
| 5 | | 1 | | 1460 | |
| 6 | | 1 | | | 1460 |
| TOTAL | | 77 | 2260 | 2900 | 2700 |

CARGA CONECTADA POR CIRCUITO

CAPACIDAD TOTAL EN FUERZA=45.438 KW
CAPACIDAD TOTAL ALUMBRADO=4.665KW

CARGA TOTAL POR FASE

Fase A = 25.000 KW.
Fase B = 24.840 KW.
Fase C = 24.970 KW.

DESBALANCEO ENTRE FASES = 0.24 %
CALCULO:
$$\frac{\text{Fase Mayor} - \text{Fase Menor}}{\text{Fase Mayor}} \times 100 = \frac{25 - 24.84}{25.000} \times 100 = 0.24 \%$$

DESBALANCEO

TOTAL SALIDAS POR CIRCUITO

TOTAL SALIDAS POR TIPO

SÍMBOLOS

- Medidor de Watts-Horas
- Tablero de Fuzos
- Interruptor de navajas con elemento fusible
- Interruptor de navajas con elemento fusible
- Tablero de alumbrado
- Interruptor termomagnético
- Arrancador
- Arrancador a tensión completa
- Arrancador a tensión reducida
- Motor
- Estación de botones
- Contacto trifásico
- Contacto monofásico
- Salida especial (trifásica o monofásica)
- Mando de Resistencias
- Lámpara incandescente
- Lámpara fluorescente
- Apagador sencilla
- Caja de conexiones
- Tubería por loza y lecho
- Tubería por piso y muro

CARGA CONECTADA POR FASE

NOTAS:

- 1.- El diámetro de tubería no indicado, corresponde a 13mm.
- 2.- Toda acometida aérea para el suministro de energía eléctrica, deberá tener una altura mínima de 5mts desde el nivel de la banqueta y consista de un tubo de diámetro no menor de 22mm.
- 3.- Es optativo indicar:
 - a) Configuración de la maquinaria
 - b) Elaboración de una Memoria Técnica Descriptiva
- 4.- Dejar espacio de 10x70cm para sello y firma de esta dependencia.
- 5.- El desbalanceo entre fases no debe exceder del 5% de la fase mayor
- 6.- Todos los interruptores que controlan circuitos principales deberán estar con contraltes cerca del equipo de medición de la c/a suministradora

DISPOSITIVOS DE PROTECCION VS SOBRECORRIENTE

OBJETIVO: ABRIR CIRCUITO -> OPERACION AUTOMATICA

PRINCIPIOS DE OPERACION :-

① - TERMICO

- FUSIBLES
- ELEMENTOS TERMICOS
- INTERRUPTORES TERMICOS

② - MAGNETICO

- RELEVADORES
- INTERRUPTORES MAGNETICOS

③ - MIXTOS

- INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS