UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

FACULTAD DE INGENIERIA.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.

"PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS Y PORTUARIAS"

"CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ALEJADAS DE LA COSTA"

PROFESOR: ING. CLEMENTE BELTRAN RUIZ DE ESPARZA.

28 DE AGOSTO DE 1981

CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ALEJADAS DE LA COSTA

I N D I C E.

1981

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

DURANTE LA ANTIGUEDAD EL MAR FUE UN MISTERIO Y UN RETO A LA VEZ PARA EL HOMBRE QUE VIVIA EN SUS ORILLAS.

MISTERIO, PORQUE NADA SABIA - EN UN PRINCIPIO - DE COMO SURCARLO, NI QUE HALLARIA EN EL NI TAMPOCO A DONDE LO CONDUCIRIA.

RETO, PORQUE LA CURIOSIDAD DE SABER PARECE SER INNATA EN EL SER HUMANO, Y CONSUSTANCIAL A LA INQUIETUD DE SU ESPIRITU - DESCUBRIR LO QUE ANTE SUS OJOS APARECE COMO UNA INCOGNITA.

DE ESTA MANERA LOS PUEBLOS RIBEREÑOS LLEGARON A IDEAR EMBARCACIONES, Y CON ELLAS, SIN ALEJARSE DEMASIADO DE LAS COSTAS, FUERON PONIENDOSE EN CONTACTO CON OTROS HOMBRES Y OTRAS CULTURAS, AL MISMO TIEMPO QUE SURGIA EL COMERCIO, TAL ACONTECIO CON LOS GRIEGOS - POR EJEMPLO - Y CON LOS FENICIOS, GRANDES-NAVEGANTES DEL MEDITERRANEO, MAR DONDE NACIERON Y SE FUERON-CONFIGURANDO LOS PERFILES DEL MUNDO OCCIDENTAL.

DISTINTO FUE EL PROCESO CUANDO SE TRATO DE SURCAR LOS GRANDES OCEANOS, APARTANDOSE DE LAS COSTAS.

LA FRAGILIDAD DE LAS EMBARCACIONES Y EL TEMOR A LO DESCONOCIDO LO LIMITADO DE LOS CONOCIMIENTOS GEOGRAFICOS Y EL VALOR QUE SE ATRIBUIA A LAS LEYENDAS Y SUPERTICIONES, FUERON CAUSA DEL AISLAMIENTO ENTRE LOS HOMBRES QUE VIVIAN EN DISTINTOS CONTINENTES.

EL MAR RESULTABA UN OBSTACULO Y POR SIGLOS SEPARO A PUEBLOS - CUANDO ENTRE ELLOS APARECIA LA MURALLA DE LOS GRANDES MARES.

LOS GRANDES DESCUBRIMIENTOS GEOGRAFICOS SEÑALARON AL MAR COMO UN CAMINO - AMPLIO Y DIFICIL A LA PAR - PERO QUE AHI ESTABA PARA AZUZAR LA INTREPIDEZ Y LA AMBICION DE LOS HOMBRES Y - DE LOS PUEBLOS.

DESDE ENTONCES LA NAVEGACION SE FUE PERFECCIONANDO Y LA INTELIGENCIA Y LA VOLUNTAD HUMANAS CONVIRTIERON CON EL TIEMPO LA -- AVENTURA INICIAL - PARA LA QUE SE NECESITABAN GRANDES DOTES - DE AUDACIA - EN ALGO COTIDIANO, EXENTO DE GLORIA ES CIERTO, - PERO TAMBIEN DE PELIGRO, EN UN ALTO GRADO.

DE ESTE MODO, EL MAR SE CONVIERTE EN MEDIO ADECUADO DE COMUNICACION, Y LOS PAISES PODEROSOS SE DISPUTARON SU DOMINIO, PORQUE SIGNIFICABA UNA ENORME VENTAJA EN CUANTO AL COMERCIO, EN-PARTICULAR, Y AL PROGRESO ECONOMICO EN GENERAL, INCLUSO LA HEGEMONIA POLITICA FUE A VECES EN BUENA MEDIDA - PRODUCTO DEL - DOMINIO DE LOS MARES.

HOY, EL PANORAMA HA CAMBIADO, LO QUE MUESTRA - UNA VEZ MAS LA EVOLUCION A QUE ESTA SOMETIDO EL SER HUMANO Y EL CARACTER DINAMICO DE LA HISTORIA, PORQUE AUNQUE SIGA SIENDO EL MAR UN MEDIO DE COMUNICACION, LOS PUEBLOS VEN EN EL ANTE TODO, UN ENORME ARSENAL DE RECURSOS DE LA MAS VARIADA GAMA.

TANTO QUE EN ESAS RIQUEZAS SE CONTEMPLA LA SOLUCION PARA MUCHOS DE LOS MAS GRAVES PROBLEMAS DE CARENCIA A QUE SE ENFRENTA NUESTRO MUNDO.

POR ESE MOTIVO, POR SER EL MAR UNA ESPERANZA DE BIENESTAR MEXICO MANTIENE LA TEORIA DEL MAR PATRIMONIAL, QUE SOSTIENE - EN LA MAS VIABLE DE SUS INTERPRETACIONES - QUE CONTIGUA A LAS DOCE MILLAS DE MAR TERRITORIAL DEBE HABER UNA ZONA DONDE LA EXPLOTACION DE LOS RECURSOS MARINOS, RENOVABLES Y NO RENOVABLES, SEA UNA FACULTAD DEL ESTADO RIBEREÑO, HASTA UN MAXIMO DE DOSCIENTAS MILLAS NAUTICAS, COMPRENDIDAS EN ELLAS LAS DOCE MENCIONADAS COMO INTEGRANTES DEL MAR SUJETO A LA SOBERANIA..

POR ESA AMPLIA ZONA, LA NAVEGACION - EL SOBREVUELO Y EL TENDIDO DE CABLES SUBMARINOS SERAN LIBRES, YA QUE NO ES PARTE INTEGRANTE DEL TERRITORIO DEL ESTADO, EL MAR PATRIMONIAL ASI ENTENDIDO, ES UN CONCEPTO ECONOMICO, CUYA ENUNCIACION SE DEBE PRECISAMENTE A LA CONCIENCIA ADQUIRIDA SOBRE EL VALOR DEL MAR, POR LOS RECURSOS BIOLOGICOS Y MINERALES QUE ENCIERRA..

SENTADAS LAS BASES JURIDICAS QUE RIGEN NUESTROS DERECHOS SOBRE - EL MAR, TOCA A NOSOTROS COMO INGENIEROS LA RESPONSABILIDAD DEL - MEJOR APROVECHAMIENTO DE NUESTROS RECURSOS MARINOS, CONSTRUYENDO CADA VEZ MAS Y MEJORES INSTALACIONES ALEJADAS DE LA COSTA, QUE - ES PRECISAMENTE EL OBJETO DE NUESTRA PLATICA.

HEMOS DESARROLLADO ESTE TEMA CON BASE A LAS ESTRUCTURAS QUE PETROLEOS MEXICANOS INSTALA MAR AFUERA Y QUE FORMAN LA SUBESTRUCTURA - NECESARIA PARA LA EXPLOTACION DE NUESTRO PETROLEO.

LLEVAREMOS EL ORDEN EN QUE ES NECESARIA LA PLANEACION DE ESTAS -- GRANDES OBRAS QUE SE INSTALAN FUERA DE LA COSTA, HACIENDO HINCAPIE EN QUE LOS PROCEDIMIENTOS Y LA SECUELA DE CONSTRUCCION SON DIFERENTES A LOS UTILIZADOS EN TIERRA, PUESTO QUE POR LAS DIFICULTADES -- QUE IMPONE EL TRABAJO EN EL MAR CADA FASE DE CONSTRUCCION ESTA RIGUROSAMENTE CALCULADA Y SE SIGUEN EN ORDEN CRONOLOGICO.

HEMOS DESARROLLADO ESTE TEMA CON BASE A LAS ESTRUCTURAS QUE PETROLEOS MEXICANOS INSTALA MAR AFUERA Y QUE FORMAN LA SUBESTRUCTURA - NECESARIA PARA LA EXPLOTACION DE NUESTRO PETROLEO.

LLEVAREMOS EL ORDEN EN QUE ES NECESARIA LA PLANEACION DE ESTAS -- GRANDES OBRAS QUE SE INSTALAN FUERA DE LA COSTA, HACIENDO HINCAPIE EN QUE LOS PROCEDIMIENTOS Y LA SECUELA DE CONSTRUCCION SON DIFERENTES A LOS UTILIZADOS EN TIERRA, PUESTO QUE POR LAS DIFICULTADES -- QUE IMPONE EL TRABAJO EN EL MAR CADA FASE DE CONSTRUCCION ESTA RIGUROSAMENTE CALCULADA Y SE SIGUEN EN ORDEN CRONOLOGICO.

TANTO QUE EN ESAS RIQUEZAS SE CONTEMPLA LA SOLUCION PARA MUCHOS DE LOS MAS GRAVES PROBLEMAS DE CARENCIA A QUE SE ENFRENTA NUESTRO MUNDO.

POR ESE MOTIVO, POR SER EL MAR UNA ESPERANZA DE BIENESTAR MEXICO MANTIENE LA TEORIA DEL MAR PATRIMONIAL, QUE SOSTIENE - EN LA MAS VIABLE DE SUS INTERPRETACIONES - QUE CONTIGUA A LAS DOCE MILLAS DE MAR TERRITORIAL DEBE HABER UNA ZONA DONDE LA EXPLOTACION DE LOS RECURSOS MARINOS, RENOVABLES Y NO RENOVABLES, SEA UNA FACULTAD DEL ESTADO RIBEREÑO, HASTA UN MAXIMO DE DOSCIENTAS MILLAS NAUTICAS, COMPRENDIDAS EN ELLAS LAS DOCE MENCIONADAS COMO INTEGRANTES DEL MAR SUJETO A LA SOBERANIA..

POR ESA AMPLIA ZONA, LA NAVEGACION - EL SOBREVUELO Y EL TENDIDO DE CABLES SUBMARINOS SERAN LIBRES, YA QUE NO ES PARTE INTEGRANTE DEL TERRITORIO DEL ESTADO, EL MAR PATRIMONIAL ASI ENTENDIDO, ES UN CONCEPTO ECONOMICO, CUYA ENUNCIACION SE DEBE PRECISAMENTE A LA CONCIENCIA ADQUIRIDA SOBRE EL VALOR DEL MAR, POR LOS RECURSOS BIOLOGICOS Y MINERALES QUE ENCIERRA..

SENTADAS LAS BASES JURIDICAS QUE RIGEN NUESTROS DERECHOS SOBRE - EL MAR, TOCA A NOSOTROS COMO INGENIEROS LA RESPONSABILIDAD DEL - MEJOR APROVECHAMIENTO DE NUESTROS RECURSOS MARINOS, CONSTRUYENDO CADA VEZ MAS Y MEJORES INSTALACIONES ALEJADAS DE LA COSTA, QUE - ES PRECISAMENTE EL OBJETO DE NUESTRA PLATICA.

2.-FABRICACION DE ESTRUCTURAS.

PARA LA FABRICACION DE LAS GRANDES ESTRUCTURAS QUE SE INSTALAN ALEJADAS DE LA COSTA ES NECESARIO CONTAR CON LOS PATIOS DE FABRICACION QUE REUNAN LOS SIGUIENTES REQUISITOS:

1.- FACIL ACCESO AL MAR, YA SEA COLOCADOS EN LA DESEMBOCADURA DE UN RIO CON TIRANTE SUFICIENTE PARA LA NAVEGACION O CERCANA A ELLA.

2.- VIAS DE ACCESO TERRESTRE PARA EL ABASTECIMIENTO DE MATERIALES, CARRETERAS, FERROCARRILES.

3.- CONTAR CON SERVICIOS DE ENERGIA ELECTRICA.

4.- AREA CON DIMENSIONES SUFICIENTES PARA ALOJAR EL TRABAJO A DESARROLLAR,- CONSIDERANDO EL AREA EN SI DE TRABAJOS, ALMACENAMIENTO DE MATERIALES Y- EQUIPO, AREAS DE CIRCULACION PARA EL EQUIPO PESADO Y AREAS DE OFICINAS, COMEDORES, BODEGAS Y ESTACIONAMIENTO.

NORMALMENTE SE PROCEDE AL ACONDICIONAMIENTO DE LOS PATIOS DE FABRICACION CONSISTENTE EN LOS SIGUIENTES TRABAJOS.

1.- DESMONTE DE TERRENO

2.- ELIMINACION DE CAPA VEGETAL.

3.- ELEVAR LA RESISTENCIA DEL SUELO DE ACUERDO A LAS INDICACIONES DE LOS -- ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS Y A LA RESISTENCIA QUE DEBE TENER DE - - ACUERDO A LAS ESTRUCTURAS Y EQUIPOS QUE HA DE SOPORTAR.

4.- PILOTEO PARA LA COLOCACION DE LAS VIGAS DE DESLIZAMIENTO"

5. CONSTRUCCION DE VIGAS DE DESLIZAMIENTO

6. CONSTRUCCION Y ACONDICIONAMIENTO DE MUELLES

7. DRAGADO DE LA MARGEN DEL RIO DONDE SE LOCALIZAN LOS PATIOS HASTA ALCANZAR LA PROFUNDIDAD NECESARIA PARA QUE LOS CHALANES Y REMOLCADORES PUEDAN ATRACAR Y -- CARGAR LAS ESTRUCTURAS PARA SU TRANSPORTE AL AREA DE TRABAJO.

EL CASO TIPICO DE FABRICACION DE ESTRUCTURAS PARA SU INSTALACION FUERA DE LA COSTA, LO REPRESENTA LA PLATAFORMA PETROLERA MARINA, YA SEA DE PERFORACION, PRODUCCION O DE ENLACE, QUE TIENEN PROCESO DE FABRICACION MUY SEMEJANTES, CON LA -- EXCEPCION DE QUE LAS DOS ULTIMAS NO LLEVAN CONDUCTORES.

PLATAFORMA MARINA	SUBESTRUCTURA O JACKET	PILOTES	CONDUCTORES	SUPERESTRUCTURA O DECK
DE PERFORACION	X	X	X	X
DE PRODUCCION	X	X		X
DE ENLACE	X	X		X

SUBESTRUCTURA O JACKET.

REPRESENTA UNA UNIDAD PIRAMIDAL TOTALMENTE TUBULAR QUE SE APOYARA - EN EL LECHO MARINO Y SUS ELEMENTOS PRINCIPALES SON 4 MARCOS TRAPEZOIDALES DE 50 A 80 MTS: DE LONGITUD, DEPENDIENDO DE LA PROFUNDIDAD A DONDE SE INSTALARA, FORMADOS POR TUBERIAS DE 52' Y 48' DE --

DIAMETRO.

LOS 4 MARCOS SON SOLDADOS CON TODOS SUS ELEMENTOS EN EL PISO - PARA POSTERIORMENTE SER IZADOS Y UNIDOS CON OTROS ELEMENTOS -- ESTRUCTURALES DE TAL MANERA DE IR INTEGRANDO LA BASE DE LA PLATAFORMA.

LA SUBESTRUCTURA INTEGRADA POR LOS 4 MARCOS PERMITIRA TENER 8- PUNTOS DE APOYO, SOBRE EL LECHO MARINO, ASI COMO REFUERZOS TANTO LONGITUDINALES COMO TRANSVERSALES EN LOS DIFERENTES NIVELES DE LA SUBESTRUCTURA.

UNA VEZ ARMADA LA SUBESTRUCTURA SE PROCEDE A LA OBTURACION DE- LOS EXTREMOS DE LAS PIERNAS DE LA SUBESTRUCTURA PARA ASEGURAR- LA FLOTABILIDAD.

COLOCACION DE SERVICIOS AUXILIARES DE LA SUBESTRUCTURA TALES - COMO ATRACADEROS VALVULAS DE INUNDACION EN LAS PIERNAS, COLOCACION DE ANODOS PARA PROTECION CATODICA, ETC.

CUANDO LA PLATAFORMA VA A SER DESTINADA A PERFORACION SE COLOCAN UNAS GUIAS PARA LOS TUBOS CONDUCTORES DE CADA POZO.

TODAS LAS JUNTAS SOLDADAS SON CONTROLADAS EN CUANTO A SU CALIDAD POR MEDIO DE REGISTROS DE RAYOS 'X' O DE ULTRASONIDO, DE - MANERA QUE GARANTICEN LA SOLIDEZ DE LA ESTRUCTURA.

SUPER ESTRUCTURA O DECK

ES LA PARTE SUPERIOR DE LA PLATAFORMA MARINA, FORMADA POR 8 --

COLUMNAS Y DOS PISOS PRINCIPALES, SE ENSAMBLA DIRECTAMENTE AL EXTREMO SUPERIOR DE LAS PIERNAS DE LA SUBESTRUCTURA O JACKET, SU CONSTRUCCION PRECISA DE MANIOBRAS PERFECTAMENTE COORDINADAS ENTRE GRUAS DE GRAN CAPACIDAD, ASI COMO DE LOS MISMOS CONTROLES DE EXACTITUD Y CALIDAD TOMADOS EN CUENTA PARA LA FABRICACION DE LA SUBESTRUCTURA - JACKET -

DENTRO DE ESTA SUPERESTRUCTURA SE CONSTRUYEN LOS ACCESOS A LOS DIFERENTES PISOS QUE HABRA EN LA PLATAFORMA, COMO SON:

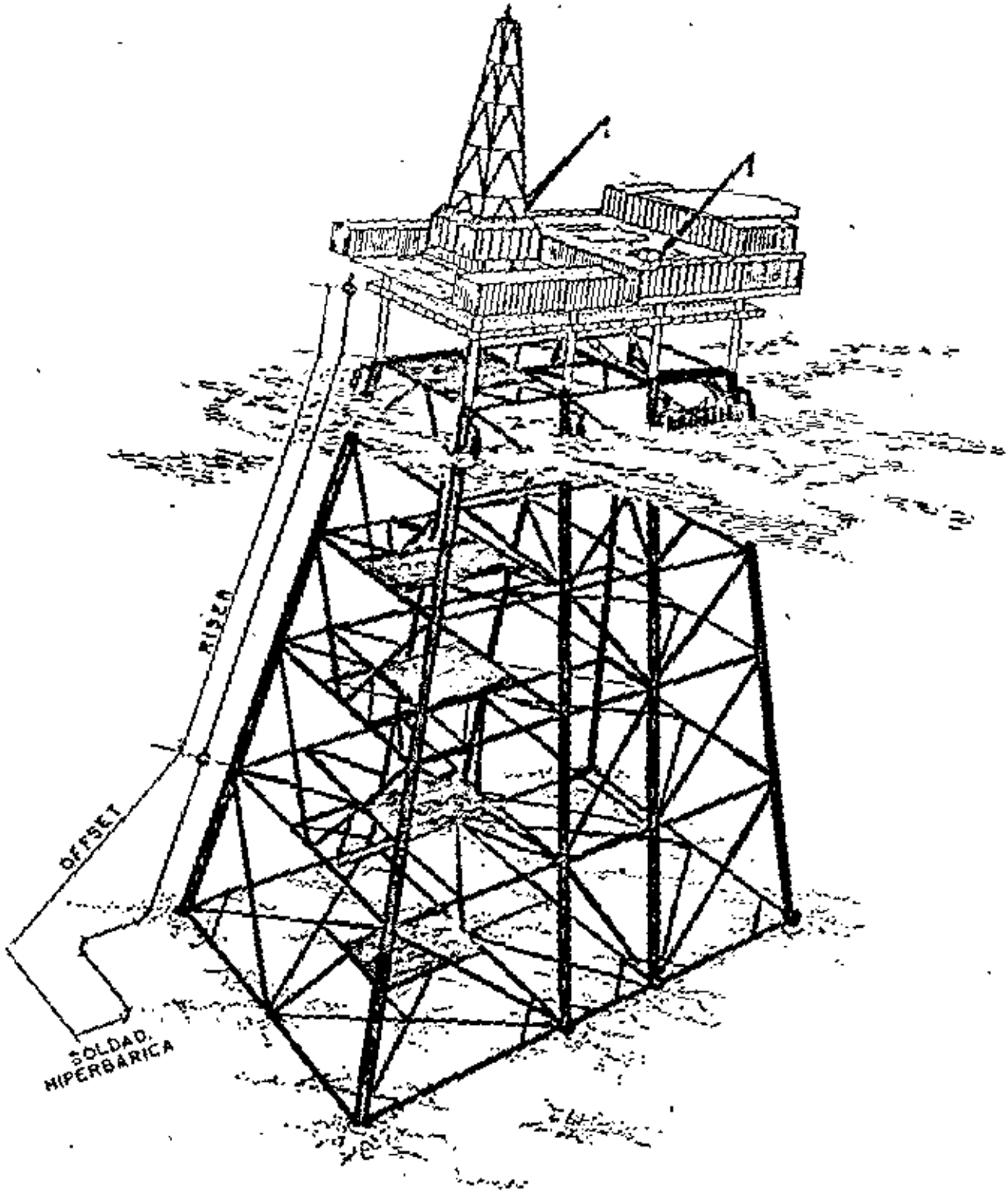
EL PISO DE ATRACAMIENTO, QUE ES LA PARTE SUPERIOR DE LA SUBESTRUCTURA.

EL DE PRODUCCION Y EL DE PERFORACION, EN EL CASO DE QUE LA PLATAFORMA SEA DESTINADA A ESTE ULTIMO OBJETO.

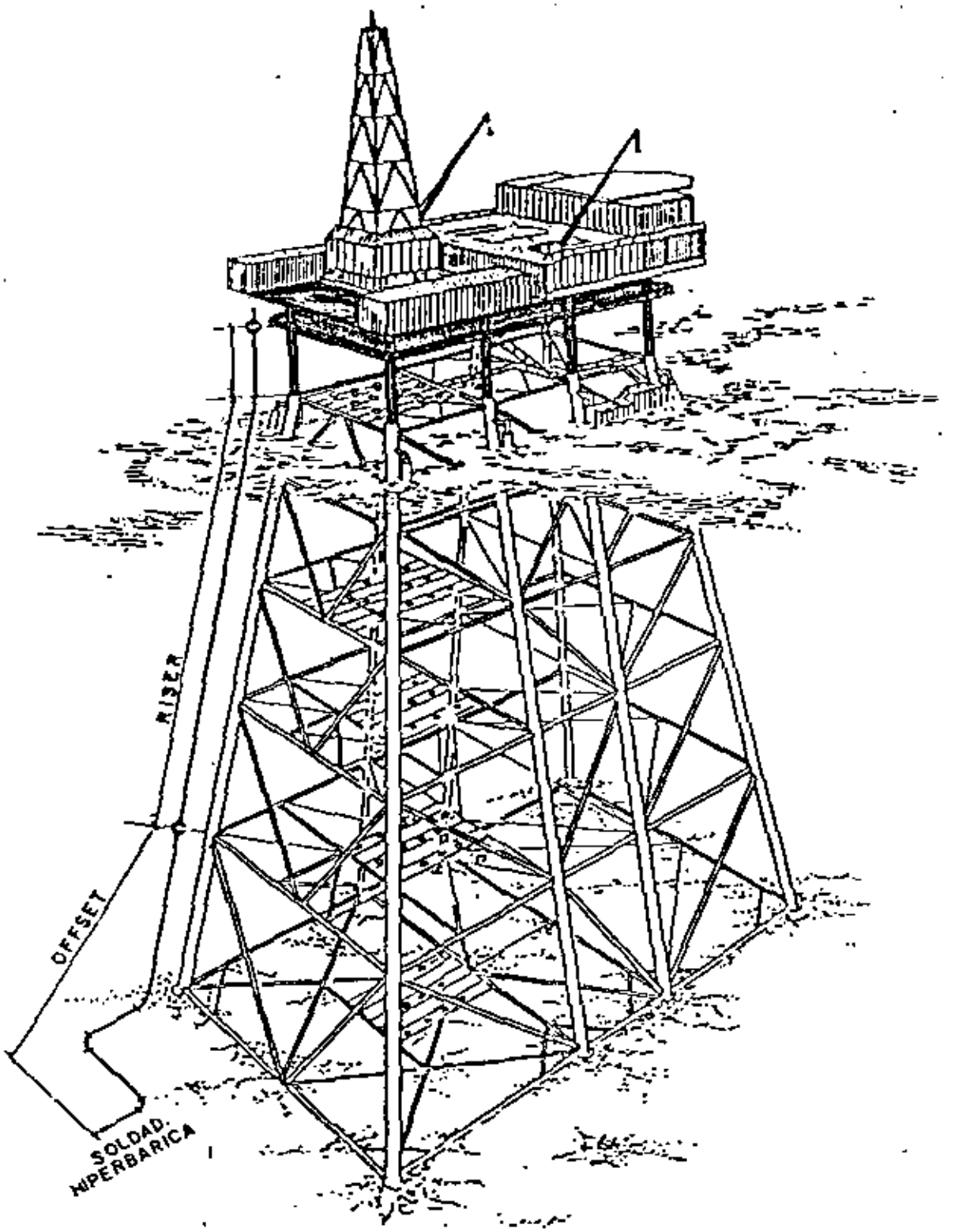
EL PISO DENOMINADO DE PRODUCCION, CORRESPONDE AL NIVEL INTERMEDIO DE LA SUPERESTRUCTURA Y SERA DONDE SE ALOJEN LOS ARBOLES DE NAVIDAD DE LOS POZOS TERMINADOS, ASI COMO LAS TUBERIAS DE CONDUCCION DEL FLUJO DE LOS HIDROCARBUROS, ADEMAS DE SERVICIOS AUXILIARES PARA LAS OPERACIONES DE PERFORACION Y EL SISTEMA CONTRA INCENDIO.

EN EL PISO DE PERFORACION SE ALOJAN TODOS LOS ELEMENTOS DEL EQUIPO CON QUE SE EJECUTA ESTA OPERACION, TALES COMO LA TORRE, EL MALACATE, LA MESA ROTATORIA, LOS EQUIPOS DE BOMBEO, ETC:

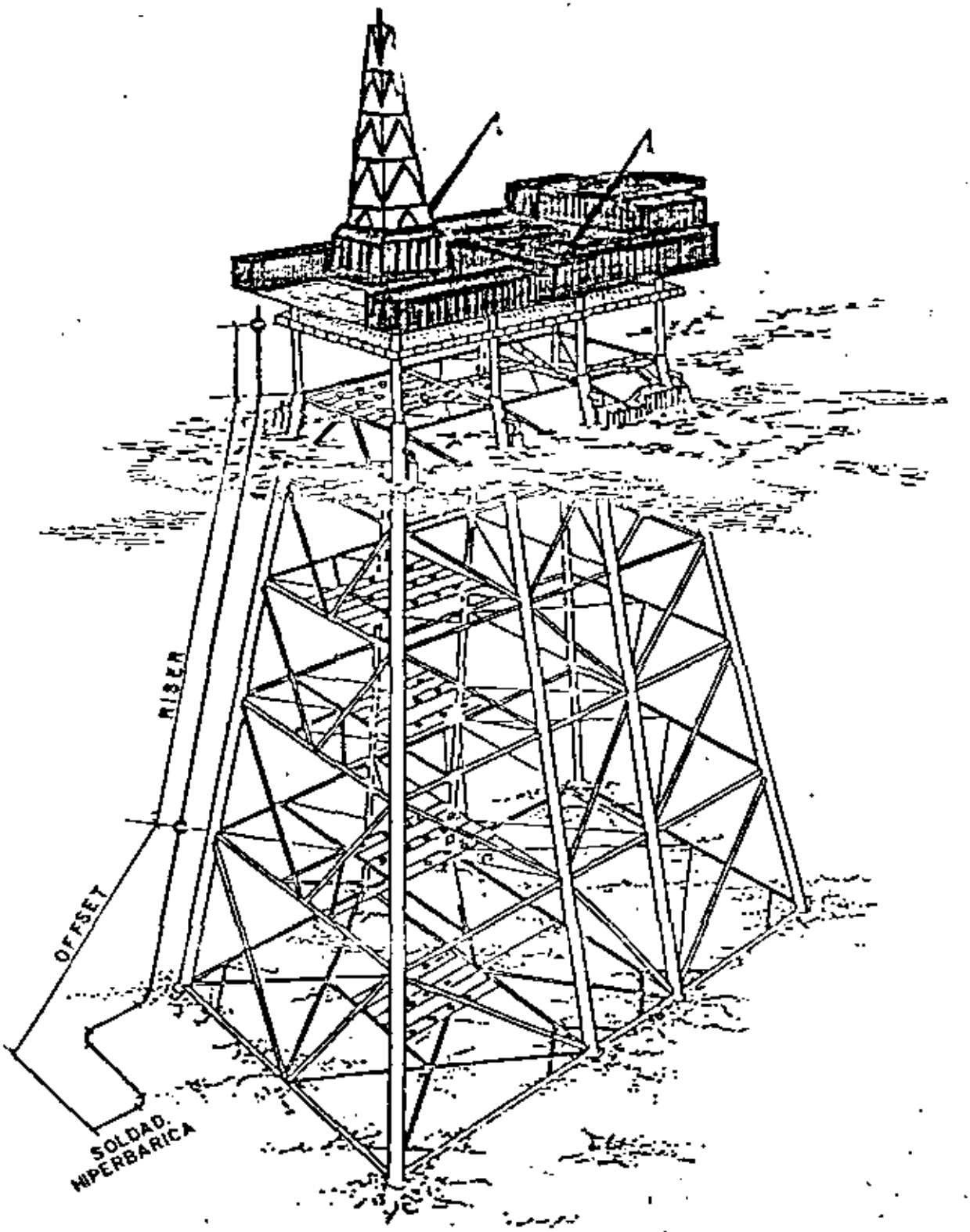
EL HELIPUERTO, ASI COMO LOS PAQUETES HABITACIONALES SE INSTALAN SOBRE ESTE MISMO PISO FORMADO AL IGUAL QUE EL DE PRODUCCION POR VIGAS ESTRUCTURALES CON MODULOS SOBREPUESTOS DE REJILLA ANTIDERRAPANTE TIPO IRVING, CON PROCEDIMIENTOS SIMILARES SE FABRICAN LOS TRIPODES Y PUENTES QUE COMPLETAN LOS COMPLEJOS PETROLEROS COSTA AFUERA.



SUBESTRUCTURA



SUPERESTRUCTURA



PAQUETES o MODULOS

ACTIVIDADES A DESARROLLAR PARA LA FABRICACION DE UNA PLATAFORMA DE ENLACE Y PRODUCCION TEMPORAL

I. SUB-ESTRUCTURA (JACKET)

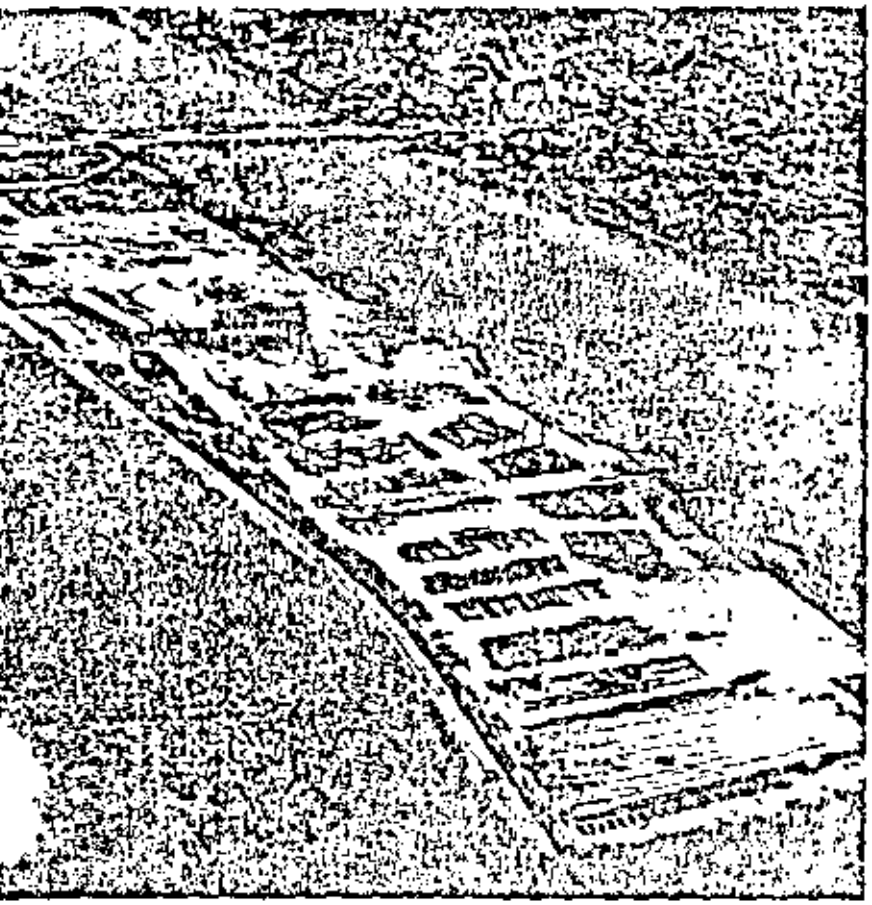
1. RECEPCION DE MATERIALES
2. FABRICACION DE MARCOS
3. ARRIOSTRAMIENTO HORIZONTAL
4. FABRICACION PASILLOS Y BARANDALES
5. DEFENSAS Y ATRACADEROS
6. PINTURA Y PROTECCION ANTICORROSIVA
7. CARGA Y AMARRE

II. SUPER-ESTRUCTURA (DECK)

1. RECEPCION DE MATERIALES Y EQUIPO
2. FABRICACION MARCOS
3. FABRICACION DE CUBIERTA INFERIOR
4. FABRICACION DE CUBIERTA INTERIOR
5. FABRICACION DE CUBIERTA SUPERIOR
6. FABRICACION TUBERIAS
7. MONTAJE DE TUBERIAS
8. SISTEMAS ELECTRICOS
9. FABRICACION DE PASILLOS Y BARANDALES
10. MONTAJE DE EQUIPO
11. PINTURA Y PROT. ANTICORROSIVA
12. CARGA Y AMARRE

III. PILOTES.

1. RECEPCION DE MATERIALES
2. FAB. PRIMERA SECCION
3. FAB. SEGUNDA SECCION
4. FAB. TERCERA SECCION
5. FAB. CUARTA SECCION
6. FAB. QUINTA SECCION
7. CARGA Y AMARRE

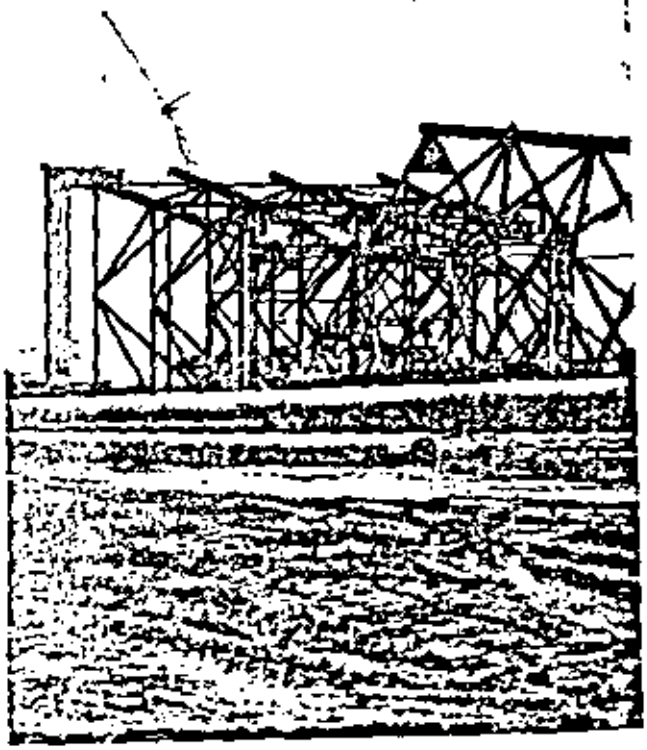


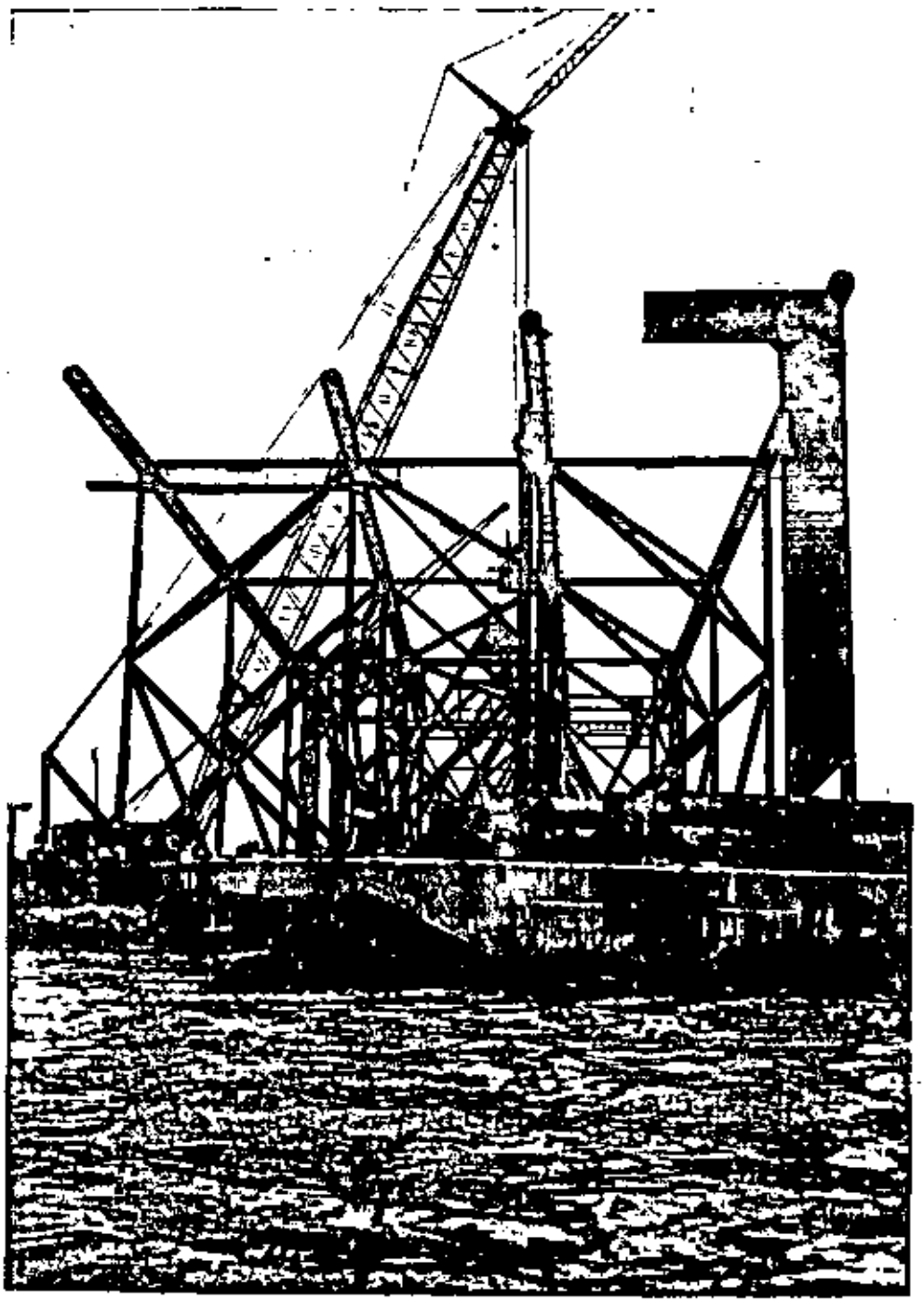
VIAS DE ACCESO

A PATIOS DE FABRICACION

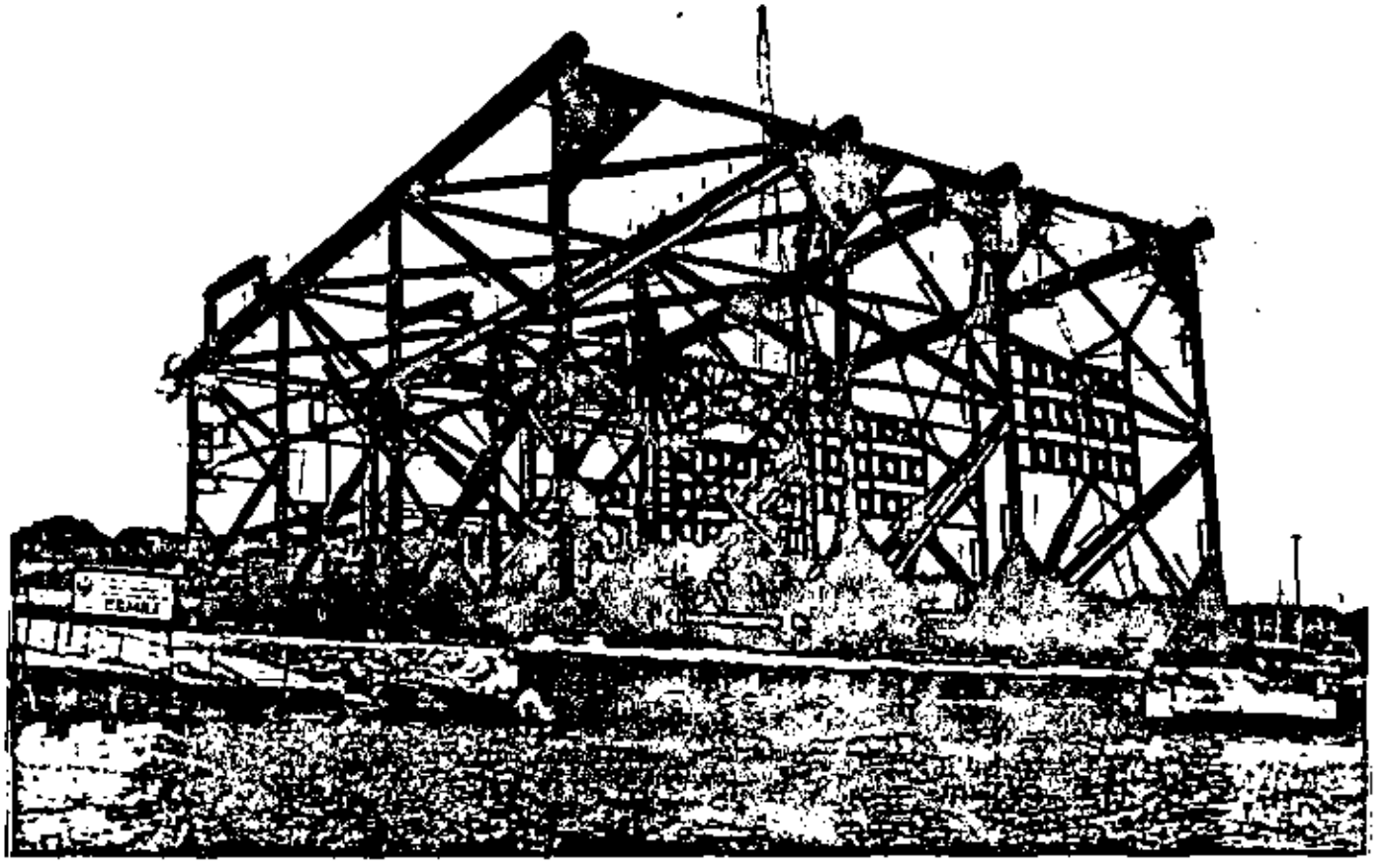
CONSTRUCCION DE

SUBESTRUCTURA



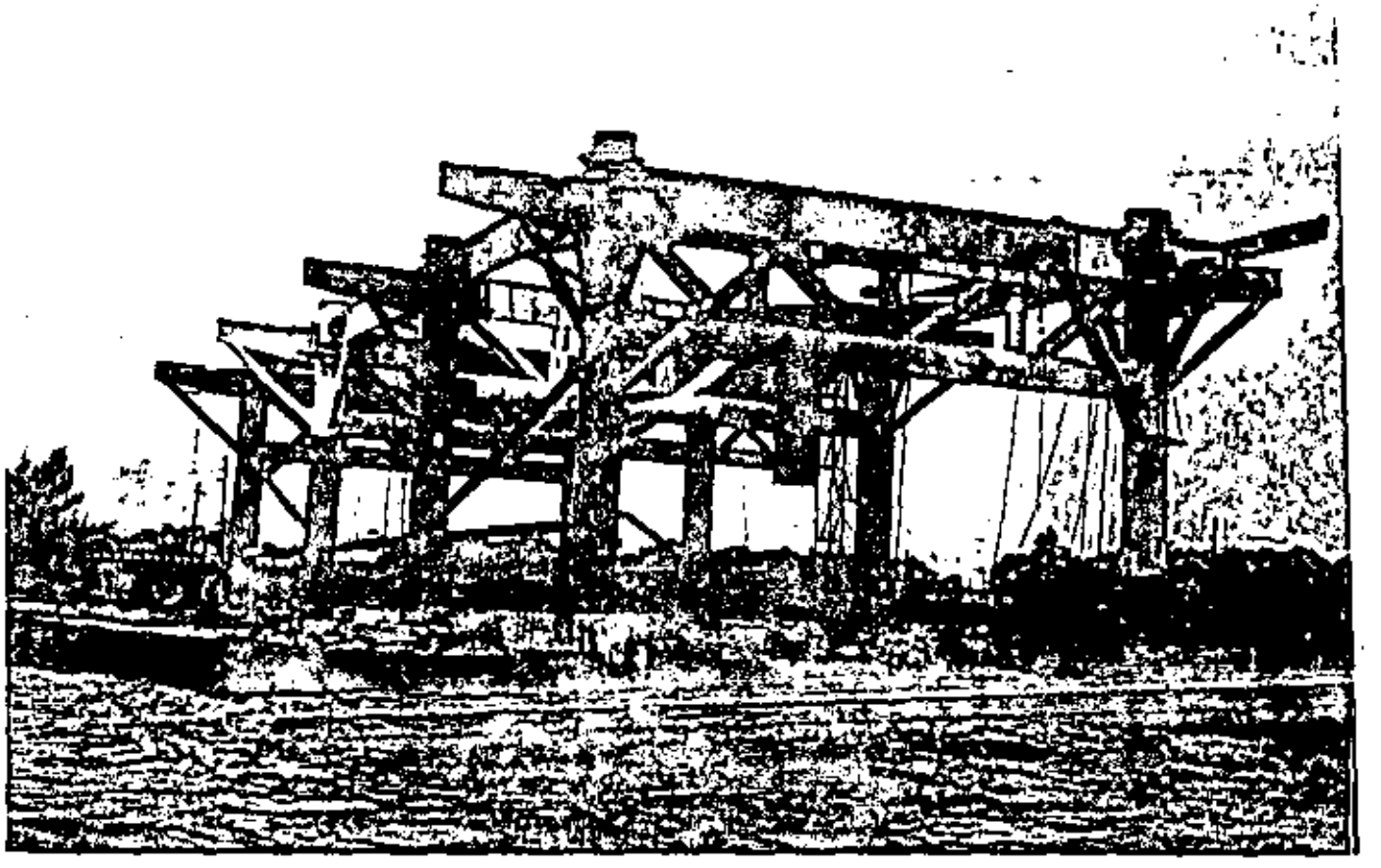


SUBESTRUCTURA Y PILOTES



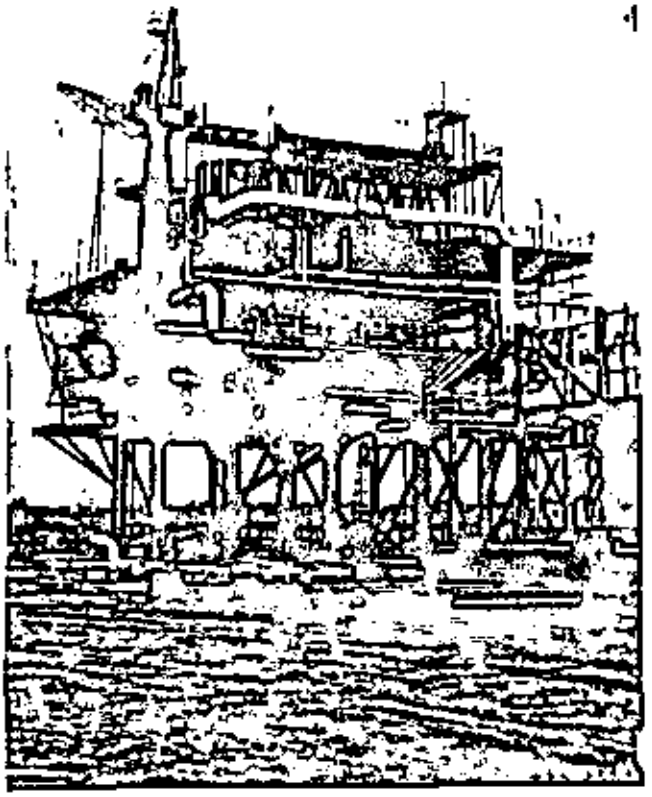
FABRICACION DE SUBESTRUCTURA

CONSTRUCCION DE SUPERESTRUCTURA



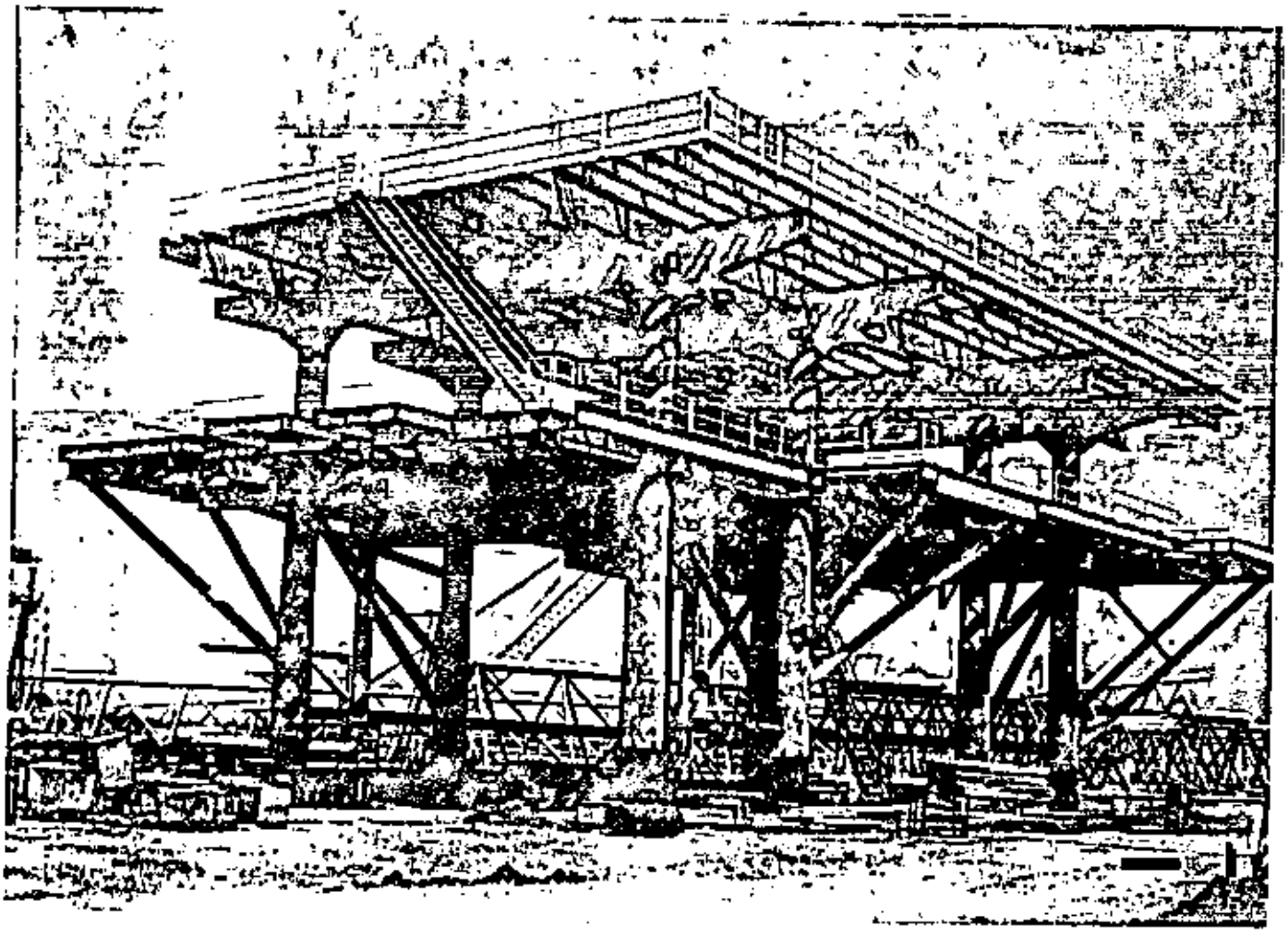
CONSTRUCCIÓN DE

SUPERESTRUCTURA



CONSTRUCCION DE

SUPERESTRUCTURA



CONSTRUCCION DE SUPERESTRUCTURA

3. TRANSPORTE Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS

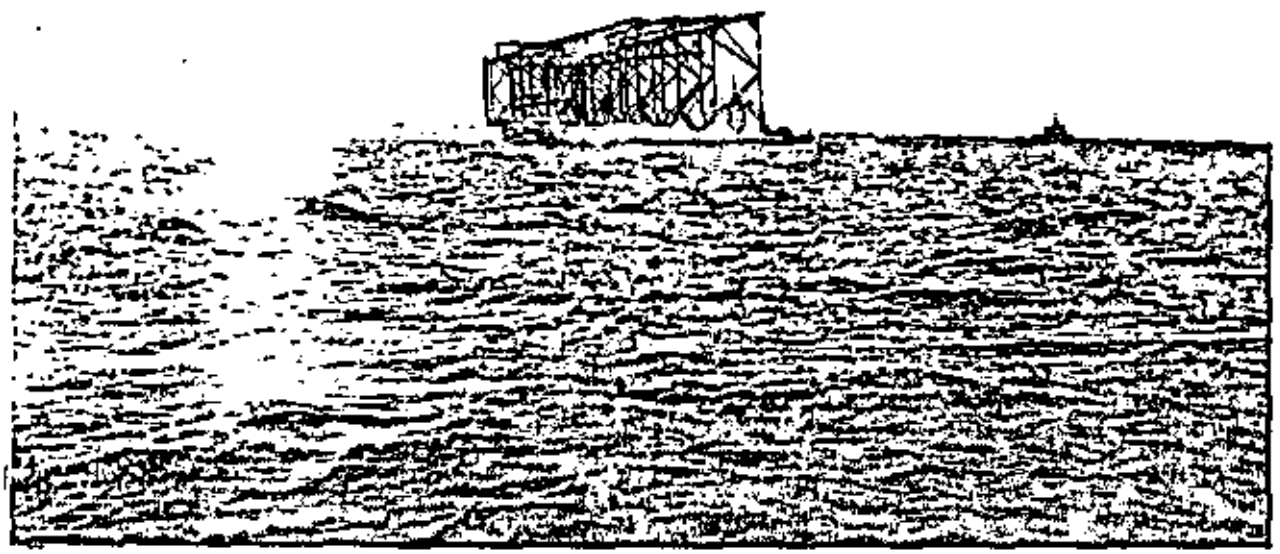
UNA VEZ TERMINADA LA SUBESTRUCTURA Y PROGRAMADA SU INSTALACION EN EL AREA DE - TRABAJO, EL CHALAN QUE SE ENCARGARA DE TRANSPORTARLA HACIA ALTA MAR, ES ACOMODADO DE TAL FORMA, QUE LAS TRABES DE DESLIZAMIENTO SONDE SE ENCUENTRAN DESCANSANDO LOS MARCOS CENTRALES, COINCIDAN CON LAS TRABES QUE PARA EL MISMO OBJETO- ESTAN PRECONSTRUIDAS SOBRE EL CHALAN DE LANZAMIENTO.

DOS MALACATES CON LA POTENCIA REQUERIDA PARA ARRASTRAR LAS 800 TON. QUE PESA - LA SUBESTRUCTURA, INICIAN EL JALON DE ESTA PARA MONTARLA SOBRE EL CHALAN.

TERMINADA LA MANIOBRA SE ASEGURA LA ESTRUCTURA CON SOLDADURA Y SE INICIA EL -- TRANSPORTE CON EL AUXILIO DE REMOLCADORES ESPECIALIZADOS EN ESTE TIPO DE OPERACIONES.

AL MISMO TIEMPO QUE SE TRANSPORTA LA SUBESTRUCTURA EN OTRO CHALAN DE CARGA, CON EL REMOLCADOR RESPECTIVO, SON TRASPORTADOS LOS PILOTES Y CONDUCTORES.

DE MANERA SIMILAR A LA MANIOBRA DE CARGA DE LA SUBESTRUCTURA SE REALIZA EL MONTAJE A LA BARCAZA DE CARGA DE LA SUPERESTRUCTURA O DECK, AUXILIANDOSE EN PERFECTA COORDINACION DE LAS GRUAS NECESARIAS PARA SU IZAMIENTO Y COLOCACION SOBRE EL CHALAN.



TRANSPORTE DE SUBESTRUCTURA

4. LANZAMIENTO DE SUBESTRUCTURA

AL ARRIBO DE LA SUBESTRUCTURA EN EL CHALAN DE LANZAMIENTO AL SITIO DE BOTADURA - ESTE SE ANCLA DE MANERA QUE AL BOTAR LA SUBESTRUCTURA, QUEDA UNA DISTANCIA APROXIMADAMENTE DE 450 M. ENTRE LA MISMA Y EL BARCO GRUA, (FIG. 1 LAM. SCP 106 003), PARA LO CUAL SE PROCEDE A LASTRAR LA BARCAZA A SU CONFIGURACION DE BOTADURA, ES DECIR, ± 2° HACIA POPA Y SE COMIENZA A CORTAR LAS AMARRAS MARINAS (FIG. 2LAM. SPI 100 -003) DURANTE ES TIEMPO, SE ENGANCHA UN REMOLCADOR A LA POPA DE LA BARCAZA GIRANDOLA A POSICION DE BOTAR; (LAM. SIP-100-012) LUEGO SE ENGANCHA AL CABLE DEL MALACATE A LA BRIDA DE ARRASTRE DE LA SUBESTRUCTURA, CON ESTE CABLE DEL MALACATE A LA BRIDA DE ARRASTRE DE LA SUBESTRUCTURA, CON ESTE CABLE SE TIRA DE ELLA EN EL BARCO GRUA.

PARA PROCEDER A LA BOTADURA DE LA SUBESTRUCTURA, ESTO SE HACE ATIESANDO LOS CABLES DEL MALACATE QUE ESTAN SUJETOS A LAS OREJAS DE BOTADURA DE LA SUBESTRUCTURA CON EL MALACATE SE TIRA DE LA MISMA DESLIZANDOLA SOBRE LARGUEROS O VIGAS HASTA QUE SU CENTRO DE GRAVEDAD REBASE EL EJE DE ROTACION DE LAS VIGAS DE VOLTEO, EN ESTE PUNTO LA SUBESTRUCTURA SE BOTA SIN AYUDA, (FIG. 4 LAM. SIP-100-00).

UNA VEZ QUE ESTE LA SUBESTRUCTURA EN EL AGUA, UN REMOLCADOR TOMA UNA DE LAS LINEAS DE RETEN SUJETAS A LA PARTE INFERIOR DE LAS PIERNAS, (FIG. 3 LAM. SIP-100-011).

CON EL BARCO GRUA SE POSICIONA LA SUBESTRUCTURA DE MANERA QUE PUEDA SUJETARSE EL - GANCHO PRINCIPAL DE LA GRUA A LOS ESLINGUES PARA ENDEREZARLOS, (FIG. 4 LAM. SIP-100-011).

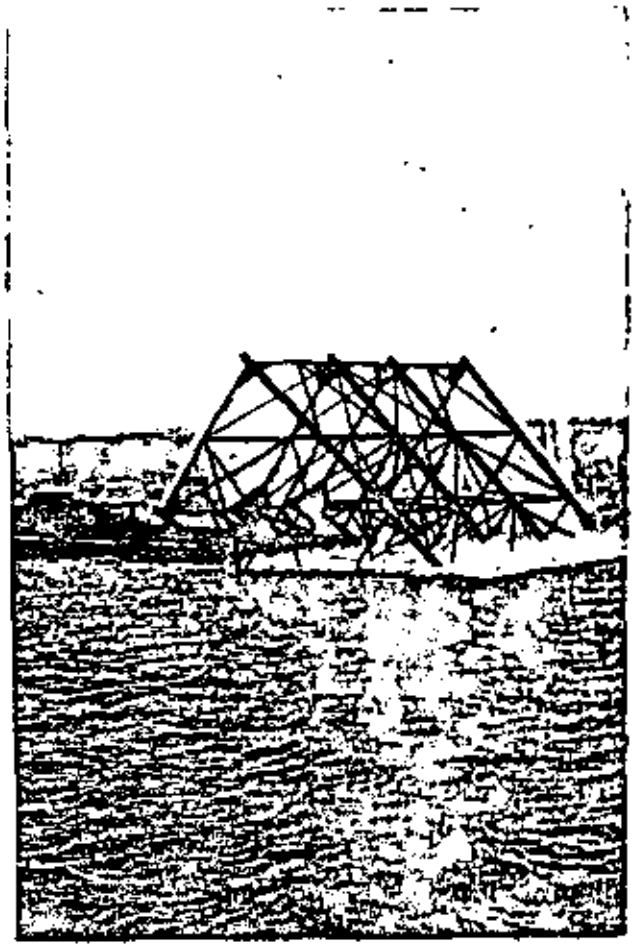
SE DEBE PONER MUCHA ATENCION EN LO ANTERIOR, PORQUE DE LO CONTRARIO, SE PROVOCARIA DESIGUALDAD AL TIRO DE LOS MALACATES OCASIONANDO QUE SE TRABE LA SUBESTRUCTURA EN LOS RIELES GUIA DEL LARGUERO DE DESLIZAMIENTO; CUANDO LOS ESLINGUES NO ESTAN ENGANCHADOS CORRECTAMENTE AL GANCHO PRINCIPAL Y ALQUEDAR LA SUBESTRUCTURA EN POSICION VERTICAL ESTA QUEDA DESNIVELADA.

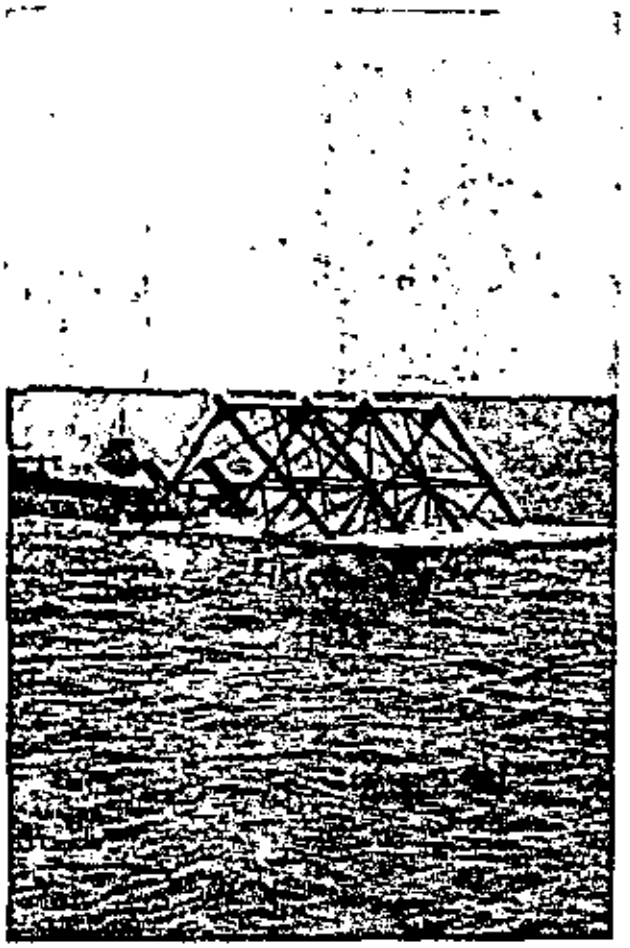
UNA VEZ CONECTADAS LAS ESLINGAS DE ENDEREZAR AL GANCHO PRINCIPAL, SE LEVANTA LA SUBESTRUCTURA HASTA QUE LA PARTE SUPERIOR DE LAS PIERNAS INFERIORES QUEDA FUERA DEL AGUA, ENTONCES SE ABREN LAS VALVULAS DE INUNDACION DE LAS DOS PIERNAS CENTRALES INFERIORES, ESTAS DOS VALVULAS SE INUNDAN CONTRA LAS VALVULAS DE VENTEO CERRADAS, (LAM. 100-013)

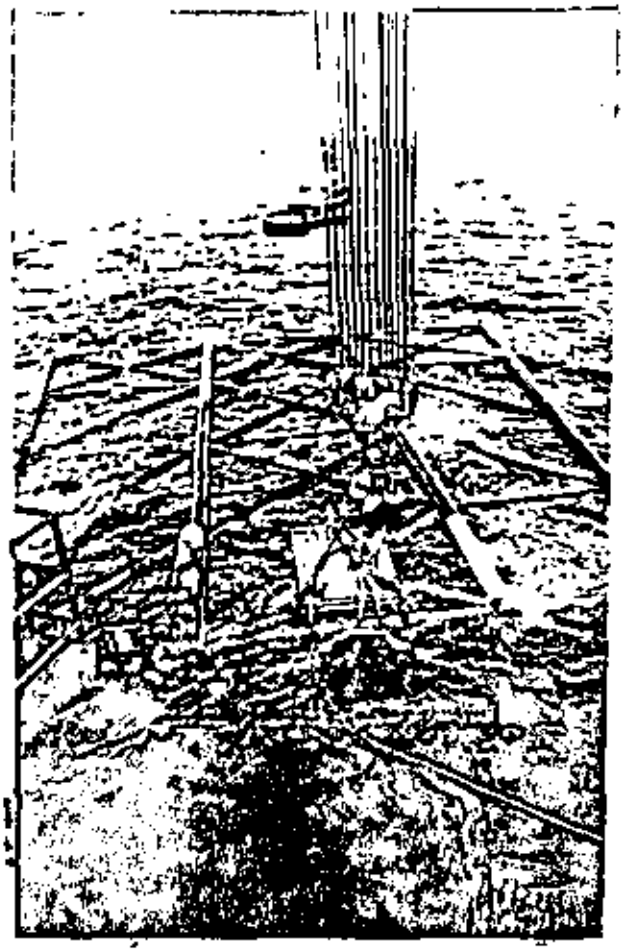
PARA LA COLOCACION DE LA SUBESTRUCTURA EMPLEAN LA BOYA Y BRUJULA GIROSCOPICA Y UNA VEZ QUE LA SUBESTRUCTURA ESTE EN POSICION, SE INUNDAN LAS PIERNAS Y SE COMIENZA A PONER LOS ANDAMIOS PARA QUITAR LAS TAPAS DE LAS PIERNAS EN SU PARTE SUPERIOR.

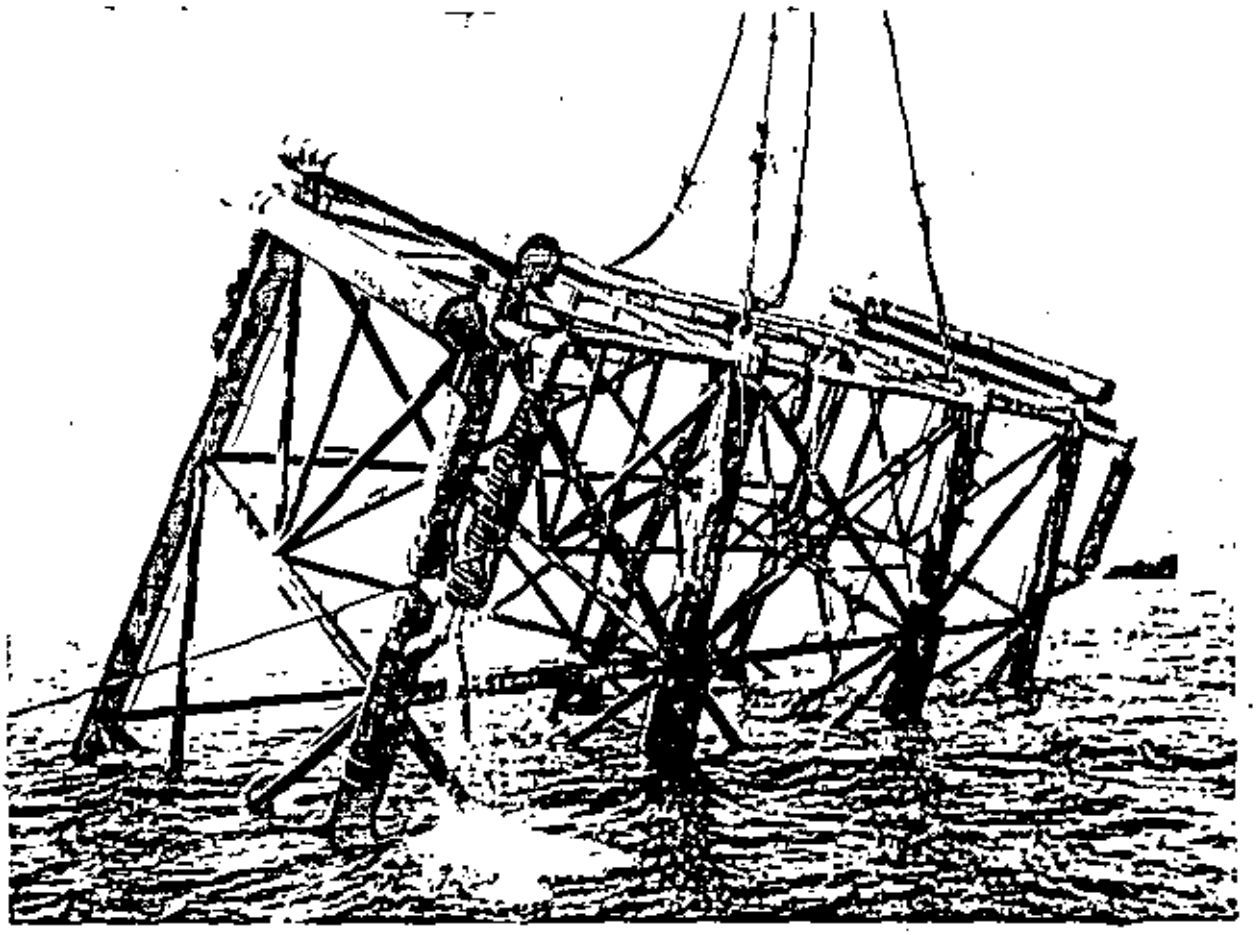
INMEDIATAMENTE Y ANTES DE COMENZAR A PONER PILOTES SE VERIFICA EL NIVEL DE LA SUBESTRUCTURA.

LANZAMIENTO DE SUBESTRUCTURA









POSICIONAMIENTO DE SUBESTRUCTURA

5. POSICIONAMIENTO Y PILOTEO DE SUBESTRUCTURAS (JACKETS)

LA COLACACION E HINCADO DEL PRIMER PELOTEO SE HACE EN LA MAS ALTA DE LAS CUATRO PIERNAS CENTRALES DE LA SUBESTRUCTURA CON OBJETO DE ACERCAR LA SUBESTRUCTURA A SU NIVEL, EL PRIMER PILOTE SE EMPLEARA COMO PRUEBA, LUEGO DE HABER HINCADO EL PILOTE INICIAL EL CUAL SE CORTA Y SE AÑADE UNA SECCION SOLDADA, MIENTRAS SE SUELDA ESTA, SE COLOCAN LAS PRIMERAS SECCIONES DE LOS PILOTEOS INICIALES DE LAS PIERNAS CENTRALES, LUEGO DE HABER HINCADO LA SECCION AÑADIDA AL PILOTE DE PRUEBA SE HINCAN LOS PILOTES INICALES RESTANTES.

LAS SEGUNDA SECCION SE AÑADE AL PILOTE DE PRUEBA Y SE AÑADEN TANTAS SECCIONES A LOS PILOTES INICALES COMO EL TIEMPO LO PERMITA; CUANDO QUEDAN HINCADOS TODOS LOS PILOTES CENTRALES SE COMIENZA CON LOS PILOTES DE ESQUINA, (LAM. SIP- - 100 010).

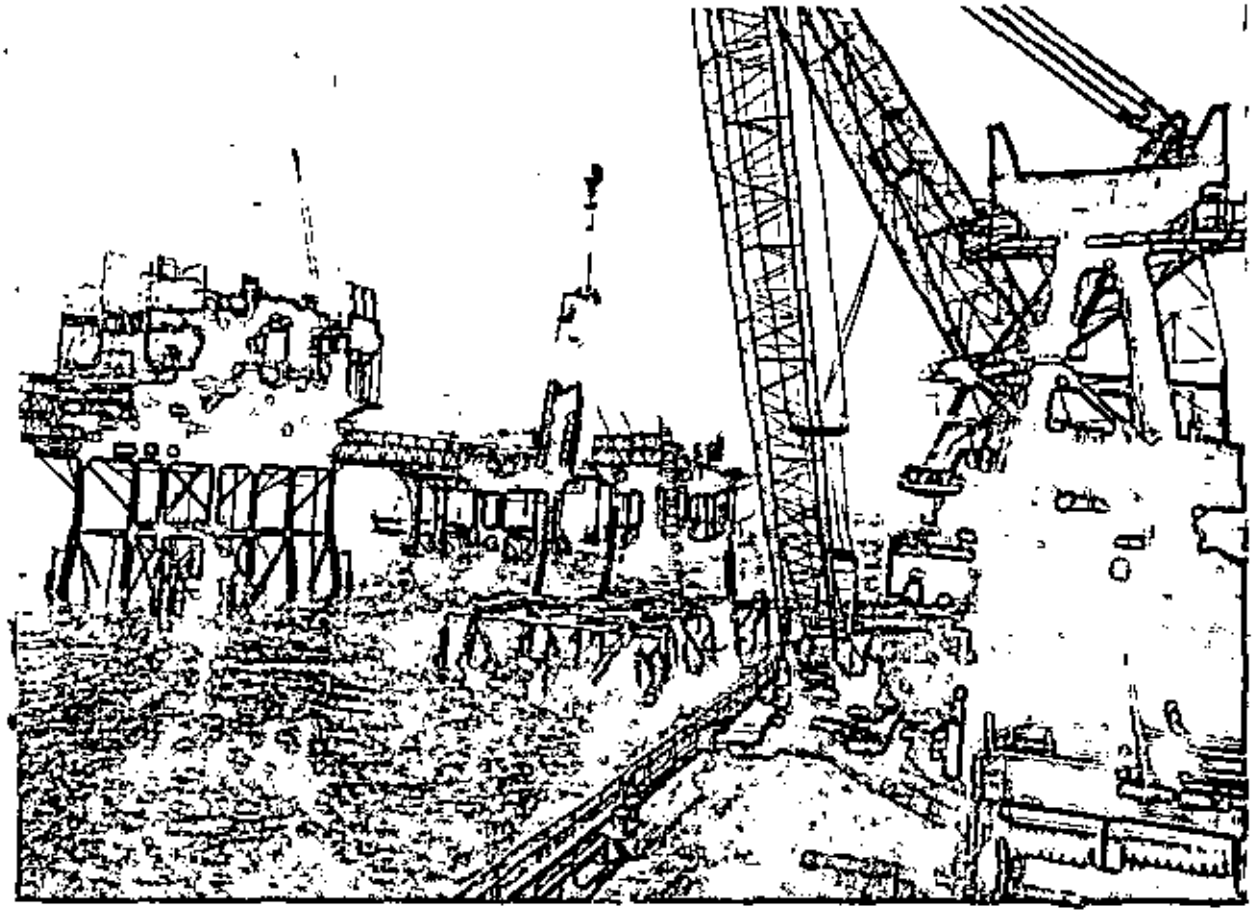
UNA VEZ HINCADOS LOS PILOTES A LA PENETRACION DE DISEÑO SE VERIFICA NUEVAMENTE EL NIVEL DE LA SUBESTRUCTURA, SI ES NECESARIO SE NIVELA DE NUEVO HASTA QUE QUEDE DENTRO DE LA TOLERANCIA SEGUN ESPECIFICACIONES, UNA VEZ NIVELADA LA SUBESTRUCTURA SE CALZAN LAS PIERNAS Y COMIENZA LA SOLDADURA.

AHORA, LAS ELEVACIONES DE CORTE DE PILOTES SE MARCAN EFECTUANDO LOS CORTES DURANTE EL HINCADO DE LOS CONDUCTORES PREVIO A LA COLOCACION DE LA SUPERESTRUCTURA.

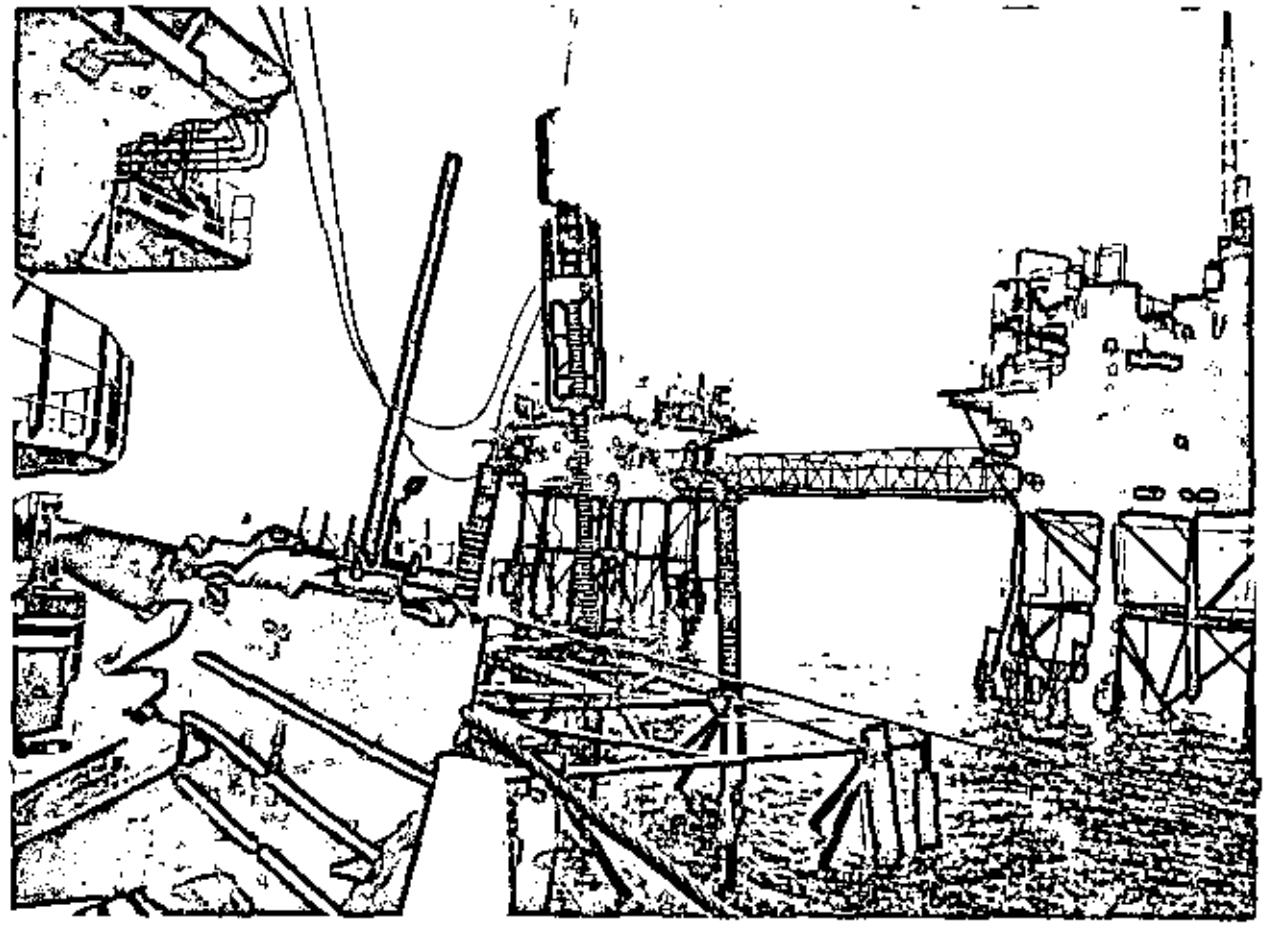
YA MARCADAS LA ELEVACIONES DE CORTE DE PILOTES, SE COMIENZA LA COLOCACION DE TODOS LOS CONDUCTORES INICIALES, LA INFORMACION OBTENIDA DEL PILOTE DE PRUEBA DETERMINA LA SECUENCIA DE LAS SECCIONES AÑADIDAS, LOS CONDUCTORES SE HINCAN -

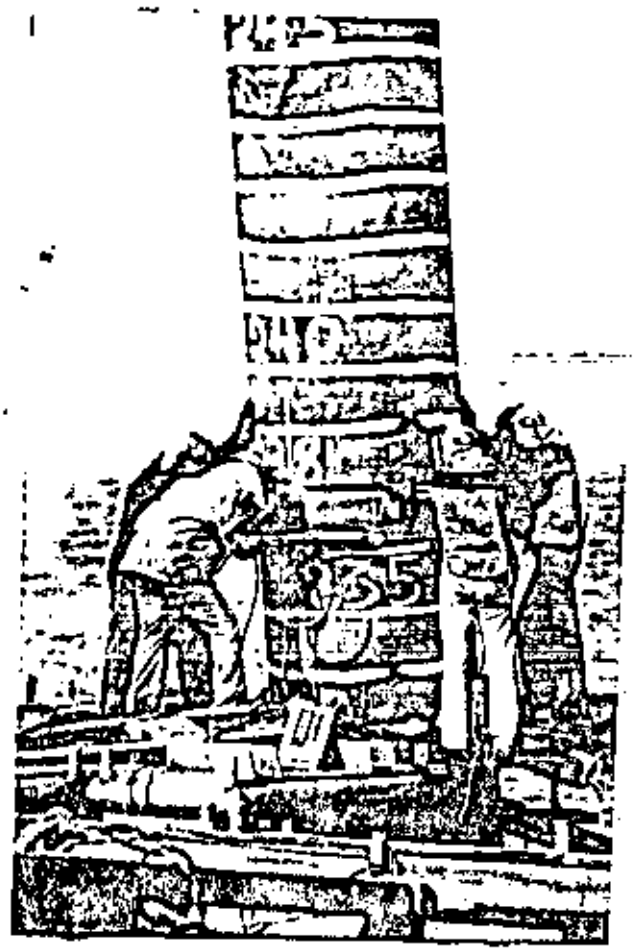
HASTA LA PENETRACION DE DISEÑO Y SE CORTAN A LA ALTURA MOSTRADA EN LOS PLANOS PARA POSTERIORMENTE SOLDARLOS.

CUANDO ESTAN COMPLETOS LOS CONDUCTORES, SE REALIZA OTRO CHEQUEO DE NIVEL DE LA SUPERESTRUCTURA PARA ASEGURAR QUE ESTE DENTRO DE LA TOLERANCIA ACEPTABLE SEÑALADA EN LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS; INMEDIATEMENTE DESPUES, SE PROCEDE A COLOCAR LOS MIEMBROS QUE DEBAN ESTAR AL NIVEL DE LA SUBESTRUCTURA PARA PROSEGUIR CON LA INSTALACION DE LA SUPERESTRUCTURA.



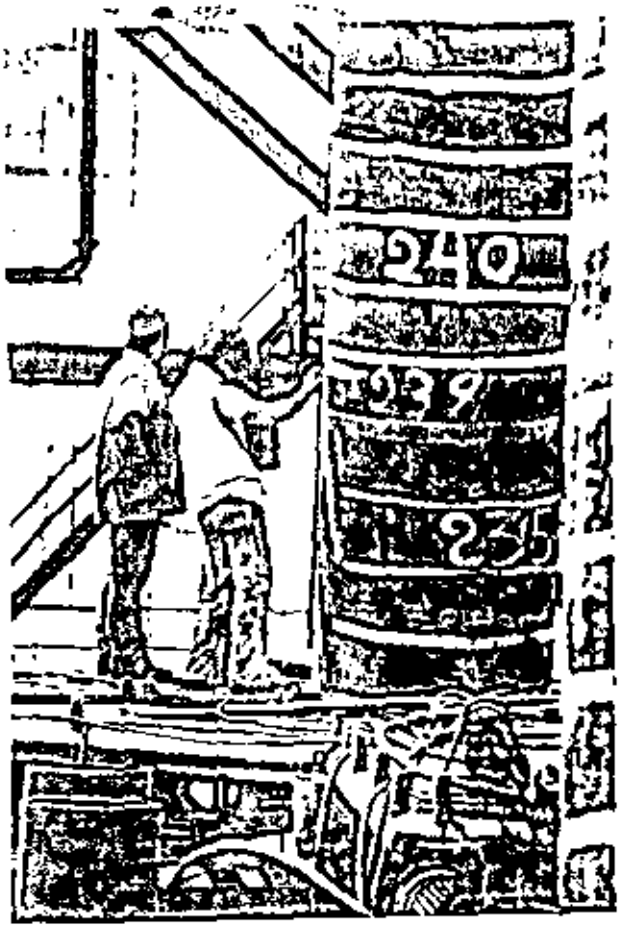
PILOTEO





SOLDADURA-DE PILOTES

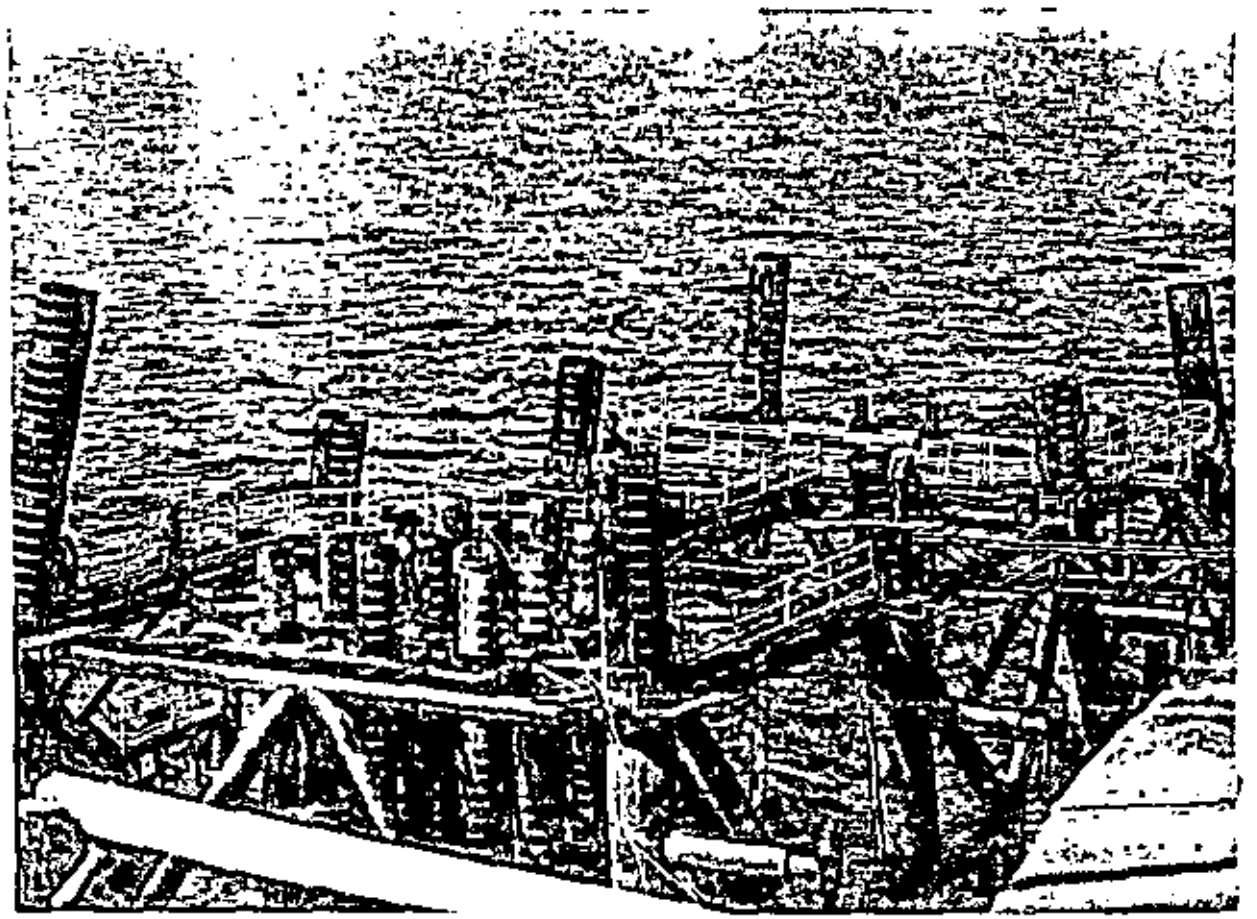
SOLDADURA DE PILOTES



CHEQUEO DE SOLDADURA

POR

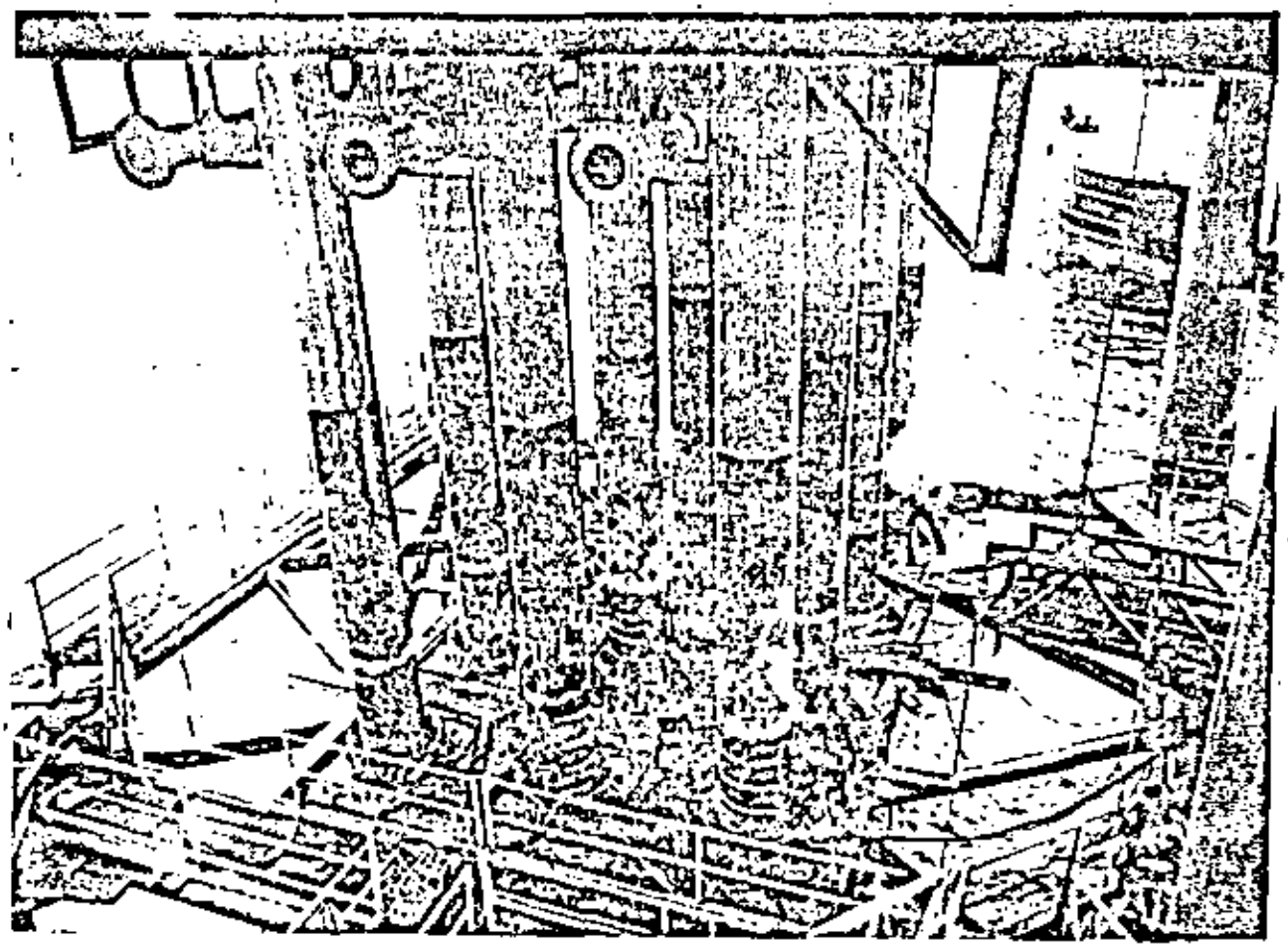
ULTRASONIDO



PILOTES

Y

CONDUCTORES



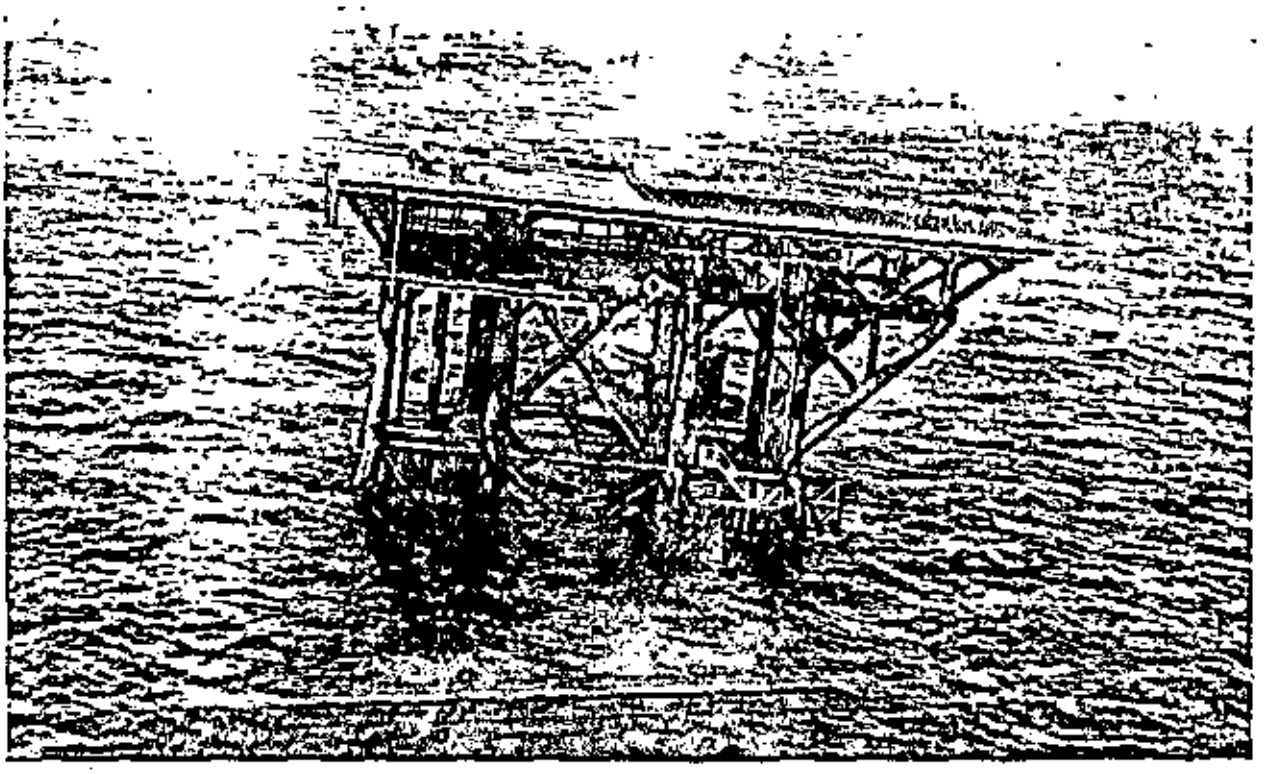
CONDUCTORES

6. MONTAJE DE SUPERESTRUCTURAS (DECKS).

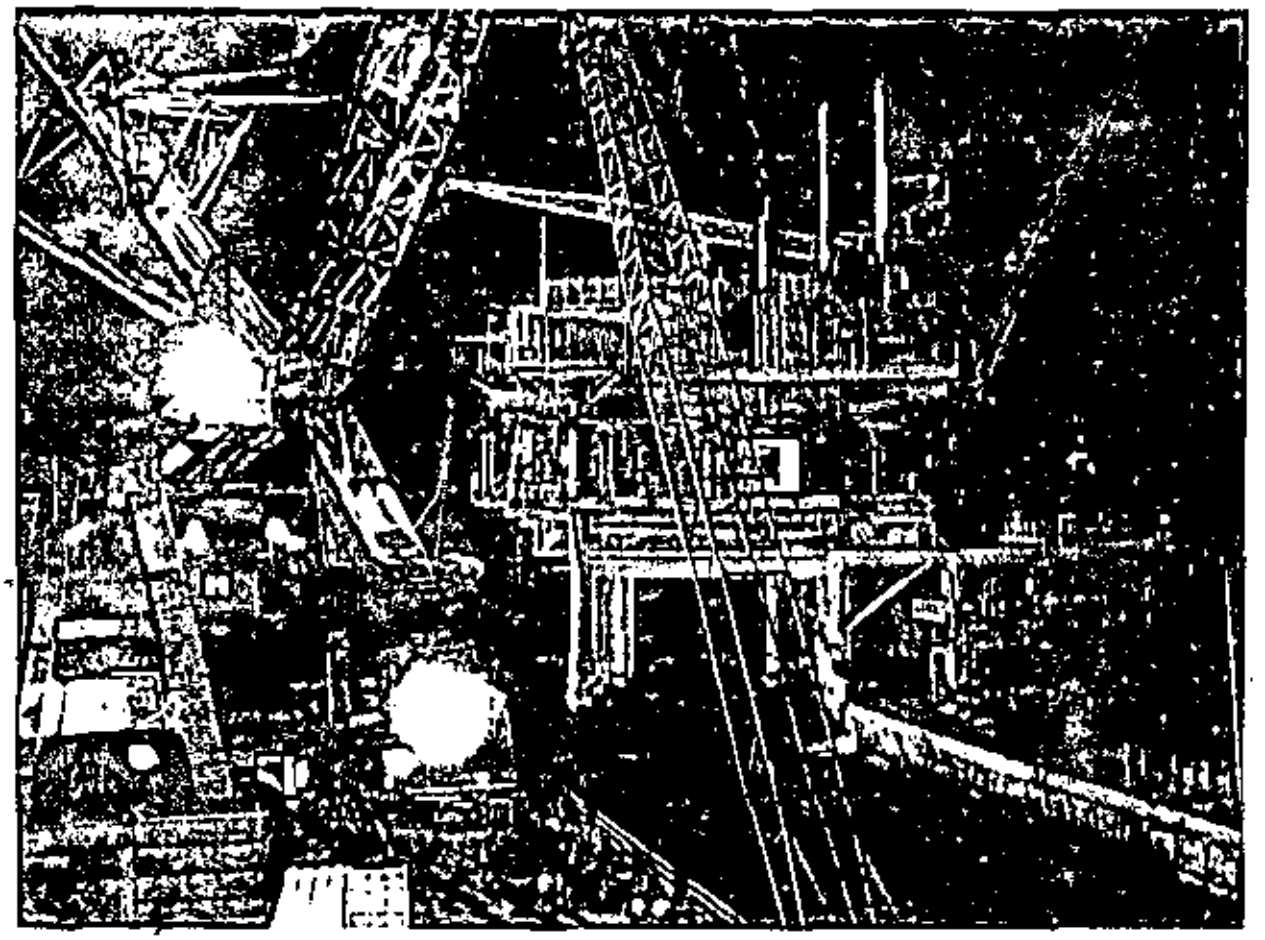
LAS PLATAFORMAS QUE SE HAN INSTALADO EN LA SONDA DE CAMPECHE SE COMPONEN DE 3 PARTES PRINCIPALES:

SUBESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA Y PAQUETES SEGUN SEA PARA LO QUE SE VA A UTILIZAR LA PLATAFORMA, LA SUBESTRUCTURA ES PILOTEADA Y QUEDA CIMENTADA EN EL FONDO MARINO, SOBRE LOS PILOTES DE ESTA SE MONTA DIRECTAMENTE LA SUPERESTRUCTURA SIN QUE HAYA ELEMENTOS DE INTERSECCION, REALMENTE LO MAS IMPORTANTE DEL MONTAJE DE ESTAS ESTRUCTURAS ES EL CORTE QUE SE HAGA A LOS PILOTES, DE LA CALIDAD DE ESTE DEPENDERA EL DESNIVEL QUE TENGA LA SUBESTRUCTURA Y DE LA HABILIDAD DE LOS CORTADORES (LAM. SIP - 100 - 016).

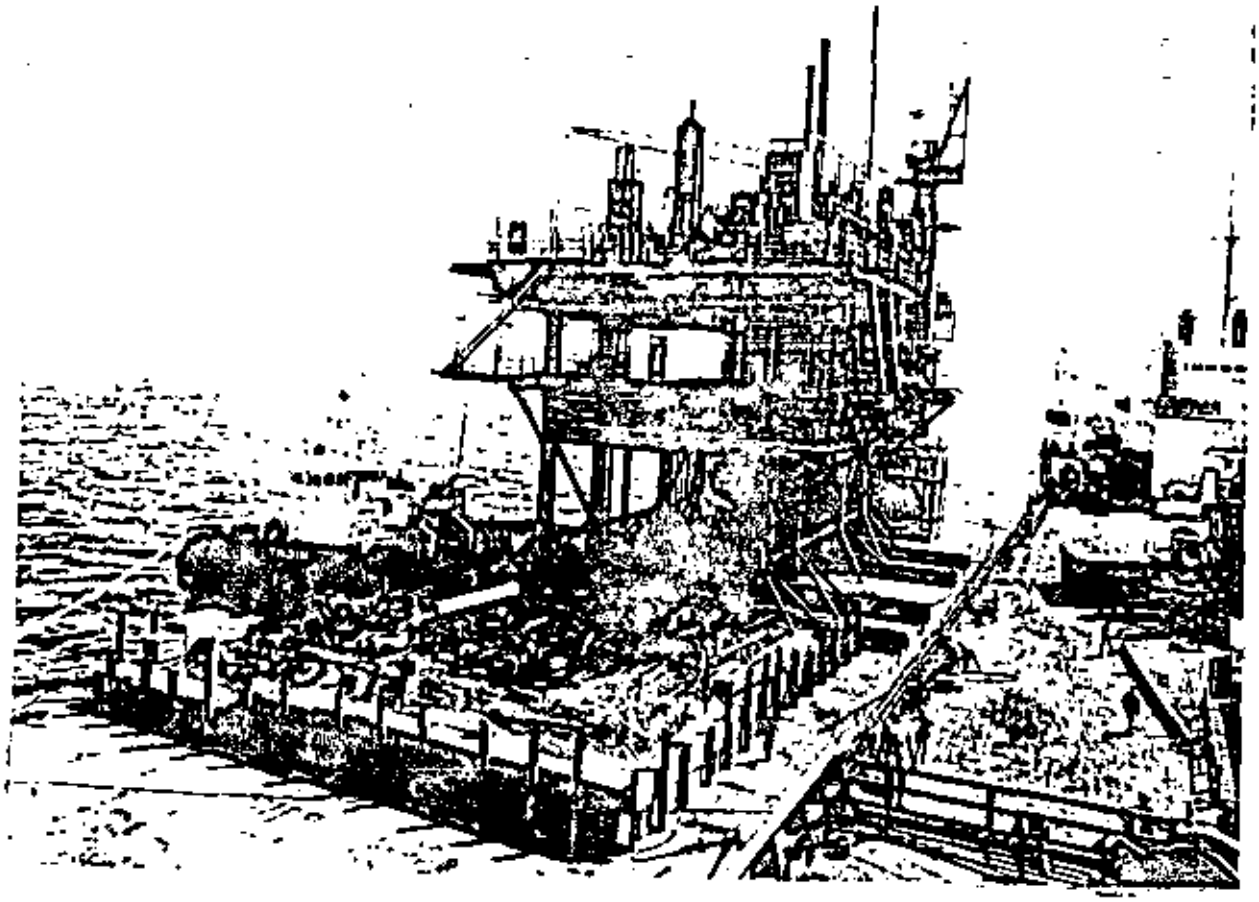
FINALMENTE SE EFECTUA LA SOLDADURA DE LOS ELEMENTOS VERTICALES Y POSTERIORMENTE SE REALIZA LA LIMPIEZA Y PINTURA AL TERMINAR ESTA, SE INICIA EL MONTAJE DE LOS MODULOS DE PERFORACION.



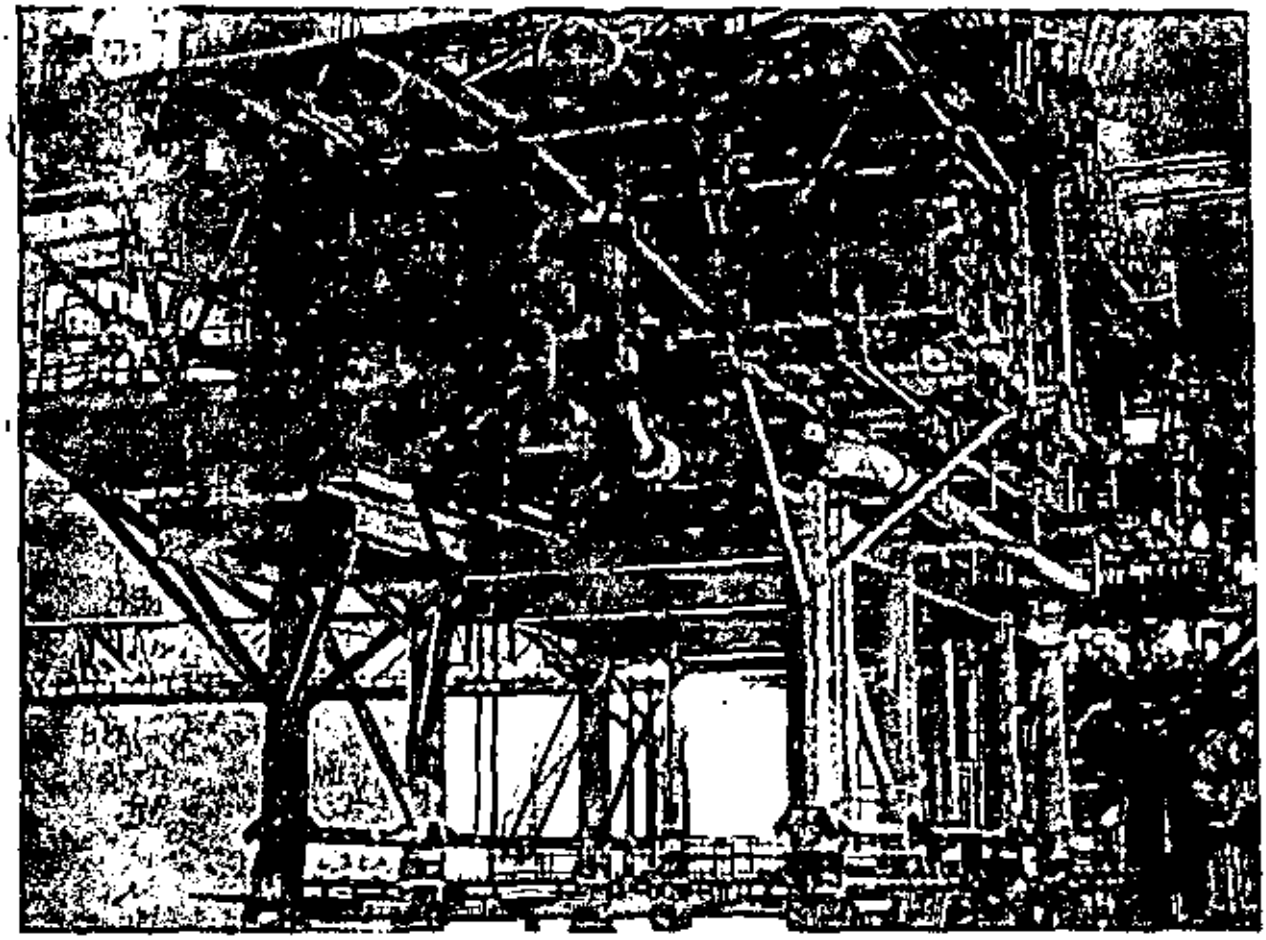
SUPERESTRUCTURA



ENSAMBLE MARITIMO DE SUPER Y SUBESTRUCTURA



INSTALACION DE SUPERESTRUCTURA



INSTALACION DE SUPERESTRUCTURA

7. MODULOS DE PERFORACION

ES EL EQUIPAMIENTO DE LAS PLATAFORMAS Y ESTAN COMPUESTOS POR LOS SIGUIENTES PAQUETES : (LAM. SIP - 100 - 020).

1. DE MAQUINAS
2. DE BOMBAS
3. DE TANQUES
4. QUIMICOS
5. DE PERFORACION
6. HABITACIONAL

LOS CUATRO PRIMEROS SE MONTAN SOBRE LA SUPERESTRUCTURA; EL PAQUETE DE PERFORACION SE MONTA A UN LADO DE LOS ANTERIORES, PERO QUEDANDO SOBRE ELLOS Y EL HABITACIONAL SE MONTA EN EL PISO SUPERIOR, DIRECTAMENTE ARRIBA DE LOS CUATRO PRIMEROS.

UNA VEZ MONTADOS LOS PAQUETES, SE PROCEDE A CONECTAR ENTRE ELLOS LAS SIGUIENTES LINEAS:

LINEAS DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
LINEAS DE AGUA POTABLE
LINEAS DE AGUA INDUSTRIAL
LINEAS DE ACEITE
LINEAS DE LODOS
LINEAS DE CEMENTAR
LINEAS ELECTRICAS DE CORRIENTE
ALTERNA Y DIRECTA.

SIMULTANEAMENTE SE INICIAN LOS TRABAJOS DE LAS LINEAS DE PRODUCCION, QUE CONSISTEN EN CONECTAR LOS DOCE CABEZALES DE POZO A TRES CABEZALES PRINCIPALES DE PRODUCCION Y DE PRUEBA Y SUS LINEAS DE GAS Y CRUDO (A QUEMADOR Y A LOS CABEZALES). UNA VEZ CONCLUIDOS LOS TRABAJOS DE INTERCONEXION DE MODULOS, DE LINEAS DE PRODUCCION Y LINEAS DE RECOLECCION, LA PLATAFORMA QUEDA LISTA PARA EMPEZAR A PERFORAR Y PRODUCIR.

8. TIPOS DE PLATAFORMAS

LAS PLATAFORMAS MARINAS QUE SE HAN INSTALADO EN LA SONDA DE CAMPECHE, DE ACUERDO A SU FUNCION, SON LAS PLATAFORMAS DE PERFORACION; LAS DE PRODUCCION TEMPORAL Y LA DE ENLACE, HAREMOS UNA BREVE DESCRIPCION DE CADA UNA DE ELLAS.

PLATAFORMAS DE PERFORACION.-SON DEL TIPO AUTOSUFICIENTE DE 8 COLUMNAS, DISEÑADAS PARA CONTENER 12 POZOS, ESTE TIPO PREVEE FLEXIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACION DE LAS OPERACIONES DE PERFORACION Y PRODUCCION, LOS SISTEMAS DE PRODUCCION PUEDEN SER ALOJADOS EN LAS CUBIERTAS DE LA SUPERESTRUCTURAS Y ASI LOS POZOS PUEDEN PRINCIPIAR A PRODUCIR MIENTRAS LA PERFORACION CONTINUA.

LA CUBIERTA CONSTA DE DOS NIVELES, UNO DE PRODUCCION A 52' SNM. Y OTRO DE PERFORACION A 69' SNM. ESTA CUBIERTA ESTA SOPORTADA POR 8 COLUMNAS, LA CONSTRUCCION DE ESTA CUBIERTA ES CON TRABES ARMADAS DE PLACA, LAS CUALES UNIDAS A LA COLUMNAS FORMAN MARCOS RIGIDOS, ESTE CONCEPTO, TIENE LAS VENTAJAS DE PROVEER MAS ESPACIO DISPONIBLE, FACILITA LA INSTALACION DEL EQUIPO, EL MOVIMIENTO DE TUBERIAS Y SIMPLIFICA SU FABRICACION E INSTALACION, EN ESTA CUBIERTA SE ENCUENTRA LOCALIZADO: EL EQUIPO DE PERFORACION, TANQUES DE LODO, MAQUINARIA Y EL PAQUETE HABITACIONAL

LAS DIMENSIONES DE LA CUBIERTA PRINCIPAL ESTAN CONTROLADAS POR LOS REQUIRIMIENTOS DEL EQUIPO DE PERFORACION, CANTIDAD Y ESPACIAMIENTO DE LOS POZOS, ACTUALMENTE SE ESTAN CONSTRUYENDO DE 68' X 116' INCLUYENDO EL VOLADIZO PERIMETRAL DE LA PLATAFORMA QUE TIENE UN ANCHO DE 13'.

LAS DIMENSIONES DE LA CUBIERTA INFERIOR SON DE: 90'11" X 45'9", Y UN CANTILIVER DE30' X 15' NECESARIO PARA SOPORTAR EL SEPARADOR DE PRODUCCION, CABEZALES DE DISTRIBUCION, TANQUES DE ALMACENAMIENTO, DE AGUA Y DIESEL, BOMBAS DE AGUA DE SERVICIO, CONTRA INCENDIO Y MODULOS DE SUPERVIVENCIA.

LA CONFIGURACION DE LA SUBESTRUCTURA VARIA DE ACUERDO A LA PROFUNDIDAD DEL AGUA, NUMERO DE CONDUCTORES; TAMAÑO Y PESO DE LA CUBIERTA, PARA NUESTRO CASO, LA PROFUNDIDAD MEDIA ES DE 150', CON DIAMETRO DE COLUMNAS DE 52-1/2", CON ELEVACIONES INTERMEDIAS EN LAS CUALES SE ENCUENTRAN LAS GUIAS DE CONDUCTORES.

LAS DIMENSIONES DE LOS PILOTES VARIAN DE ACUERDO AL SUELO Y LOS REQUIRIMIENTOS DE PENETRACION Y SON DE 48" DE DIAMETRO CON ESPESORES VARIABLES DE 1.25 A 2" A LO LARGO DE SU LONGITUD, LA CUAL ES DE +-415' CON PENETRACION VERTICAL DE 240'.

EL ANALISIS DE LAS CARGAS QUE PRODUCE LA OLA SOBRE LA ESTRUCTURA ESTA BASADO EN LA ALTURA, PERIODO DE LA MISMA Y VELOCIDAD DE LA CORRIENTE MARINA, ESTOS DATOS BASADOS EN REPORTES METEOROLOGICOS Y MARINOS.

LAS SUBESTRUCTURA ES DESLIZADA EN UNA BARCAZA DE LANZAMIENTO USANDO EQUIPO CONVENCIONAL, LA CUBIERTA SE INSTALA MEDIANTE MANIOBRAS DE LEVANTAMIENTO, COMO YA SE HA EXPLICADO.

LOS PESOS ESTIMADOS PARA UNA PLATAFORMA DE PERFORACION SON:

SUPERESTRUCTURA	410	TON.
SUBESTRUCTURA	1322	TON. (INCLUYE CONSUCTORES 567 TON.)
PILOTES	1341	TON.

PLATAFORMAS DE PRODUCCION TEMPORAL.

LAS PLATAFORMAS DE PRODUCCION TEMPORAL SE COMPONEN BASICAMENTE DE UNA SUBESTRUCTURA METALICA DE 8 COLUMNAS DE FABRICACION EN 4 ó 5 NIVELES SEGUN LA PROFUNDIDAD DE INSTALACION, MISMA QUE ES VARIABLE ENTRE 40 Y 60 METROS.

LA SUPERESTRUCTURA CONSTA DE 2 NIVELES Y TAMBIEN ESTA SOPORTADA POR 8 COLUMNAS QUE SON ACOPIADAS DIRECTAMENTE A LA SUBESTRUCTURA, LA CONSTRUCCION DE ESTAS CUBIERTAS ESTA FORMADA POR VIGUETAS DE ACERO TIPO I APOYADAS SOBRE MARCOS RIGIDOS HECHOS DE PLACA UNIDOS ESTRUCTURALMENTE A LAS 8 COLUMNAS.

ESTAS PLATAFORMAS DE PRODUCCION TEMPORAL TIENEN ACCESO POR VIA AEREA (HELICOPTEROS) Y POR PUENTES DE ENLACE, TANTO CON LA PLATAFORMA DE PERFORACION VECINA, COMO CON LA PLATAFORMA DE ENLACE.

LA FUNCION PRINCIPAL DE ESTA PLATAFORMA ES RECIBIR EL CRUDO DE LAS PLATAFORMAS DE PERFORACION, PROCEDER A LA SEPARACION DE GAS, ACEITE, REBOMBEANDO EL CRUDO-VIA PLATAFORMA DE ENLACE A TIERRA Y EL GAS TEMPORALMENTE SE ENVIA AL QUEMADOR, EL QUEMADOR ESTA MONTADO EN UN TRIPODE COMPUESTO DE SUB-ESTRUCTURA Y SUPER-ESTRUCTURA, Y ESTA CONECTADO CON LA PLATAFORMA DE PRODUCCION POR UN PUENTE APROXIMADAMENTE DE 100 MTS., MISMO QUE SE SIRVE DE COMUNICACION ENTRE LA PLATAFORMA Y QUEMADOR.

PARA PROPOSITOS ESTRUCTURALES SE ESTAN CONSIDERANDO LOS SIGUIENTES PESOS PARA LAS PLATAFORMAS DE PRODUCCION:

SUPER-ESTRUCTURA	800	TONELADAS (INCLUYENDO EQUIPO MONTADO).
SUB-ESTRUCTURA	750	TONELADAS
PILOTES	1,250	TONELADAS
PUENTES	200	TONELADAS
TRIPODE QUEMADOR	600	TONELADAS

PLATAFORMAS DE ENLACE

LAS PLATAFORMAS DE ENLACE, ESTAN FABRICADAS DE ESTRUCTURAS METALICAS DE 8-

COLUMNAS Y ESTAN DISEÑADAS PARA RECIBIR EL CRUDO PROVENIENTE DE LAS PLATAFORMAS DE PERFORACION.

LA CUBIERTA CONSTA UNICAMENTE DE UN NIVEL QUE ES EN DONDE SE INSTALAN TODOS -- LOS EQUIPOS ELECTROMECANICOS Y ESTA FABRICADA DE VIGUETAS TIPO I ARMADAS SOBRE MARCOS ESTRUCTURALES HECHOS DE PLACA DE ACERO, MISMOS QUE SON APOYADOS EN LAS-COLUMNAS.

ESTAS PLATAFORMAS NO TIENEN ACCESO AEREO Y SU COMUNICACION ES EXCLUSIVAMENTE A TRAVES DE LOS PUENTES EN DONDE SON ALOJADAS LAS TUBERIAS QUE TRANSMITEN EL CRU DO.

LA FUNCION PRINCIPAL DE ESTA PLATAFORMA ES RECIBIR EL CRUDO YA SEPARADO DEL -- GAS Y REBOMBEARLO PARA QUE A TRAVES DE LINEA DE DESCARGA SEA ENVIADA LA PRODUC_ CION A TIERRA.

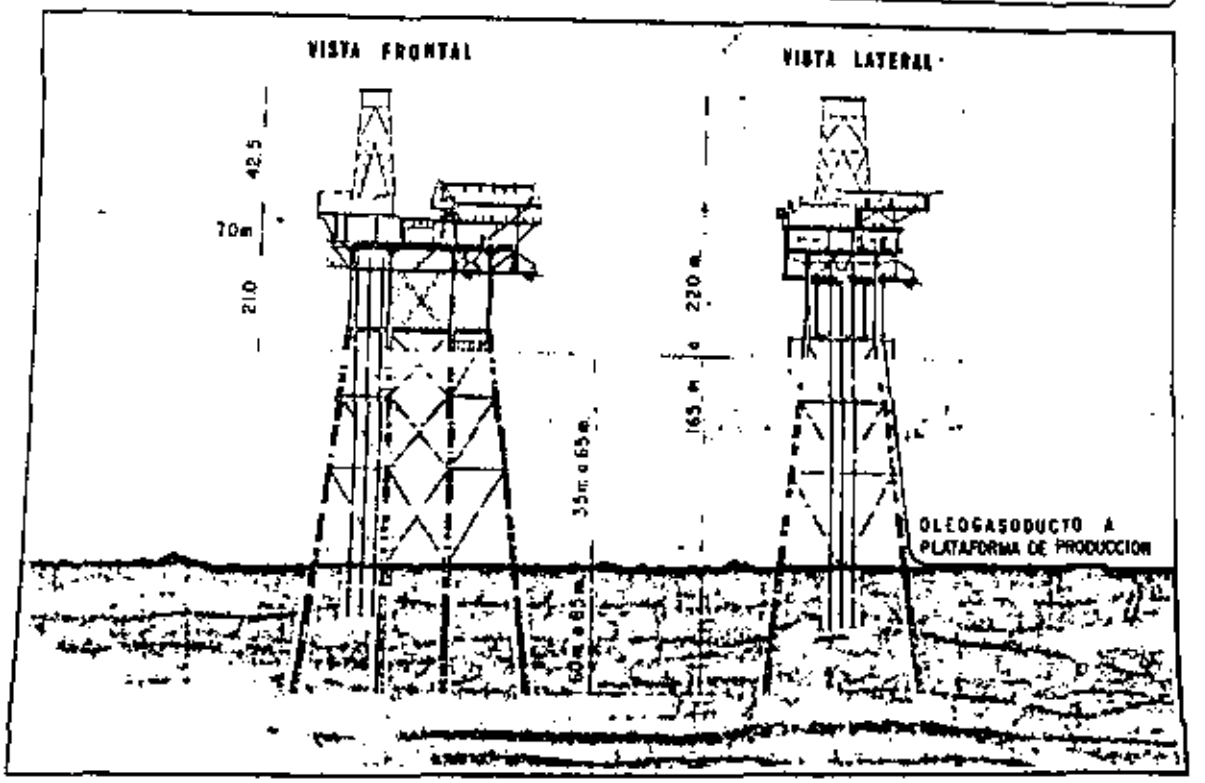
PARA PROPOSITOS ESTRUCTURALES SE ESTAN CONSIDERANDO LOS SIGUIENTES PESOS PARA LAS PLATAFORMAS DE ENLACE:

SUPER-ESTRUCTURA	300	TONELADAS
SUB-ESTRUCTURA	750	TONELADAS
PILOTES	1,150	TONELADAS

SE INSTALAN TAMBIEN OTROS TIPOS DE PLATAFORMAS, TALES COMO LAS HABITACIONALES PARA ALOJO DE PERSONAL, DE REBOMBEO DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL Y DE COMPRE-- SION DE GAS.

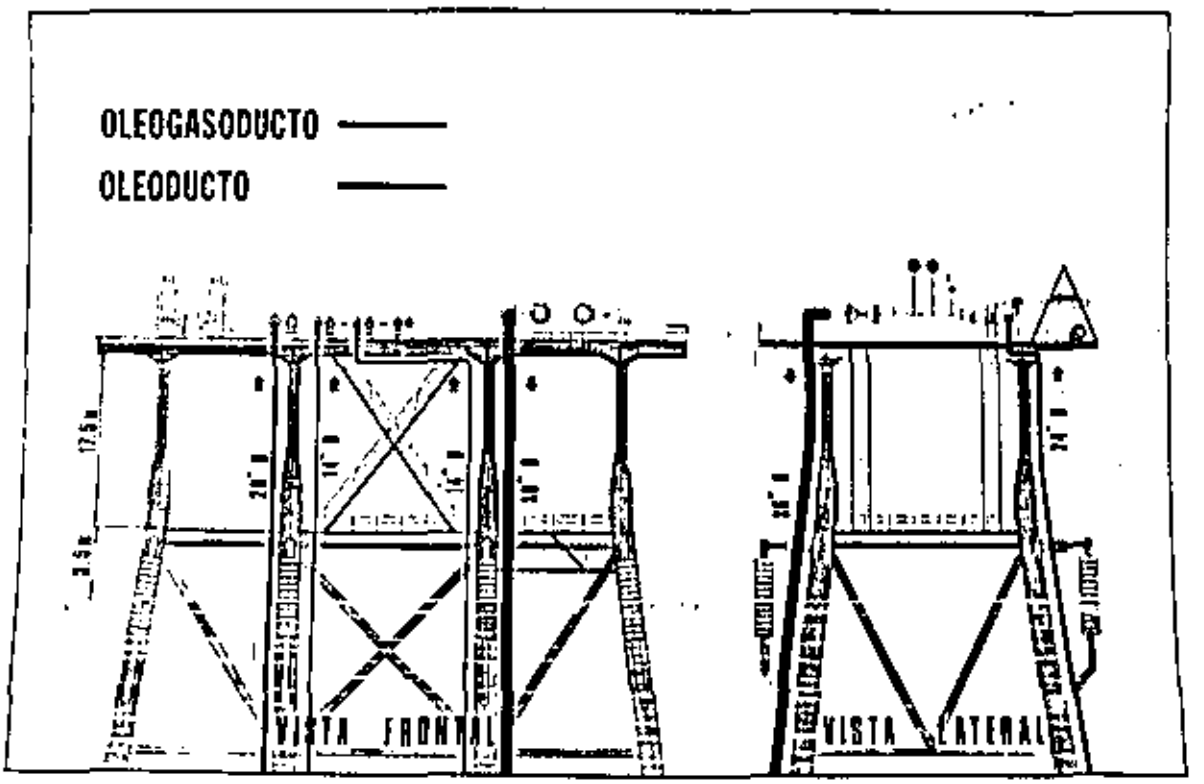
PETROLEOS MEXICANOS
SUBDIRECCION DE EXPLOTACION

PLATAFORMA DE PERFORACION



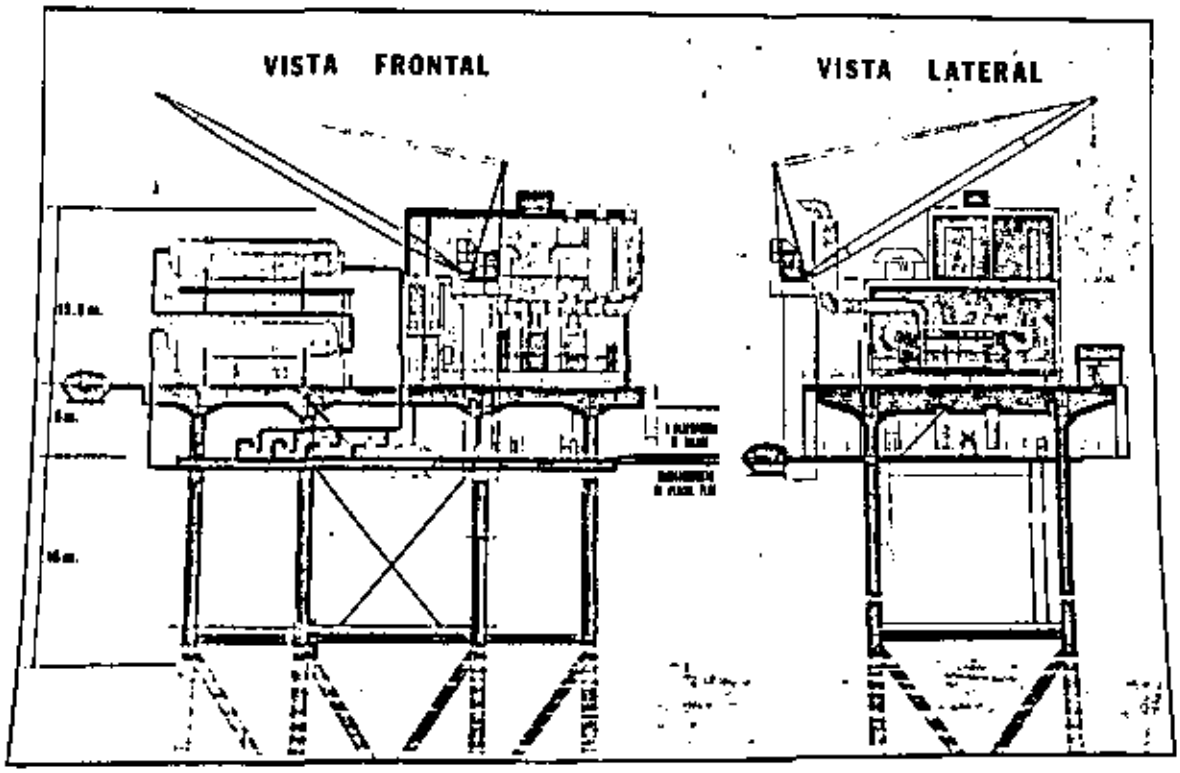
PETROLEOS MEXICANOS
SUBDIRECCION DE EXPLOTACION

PLATAFORMA DE ENLACE

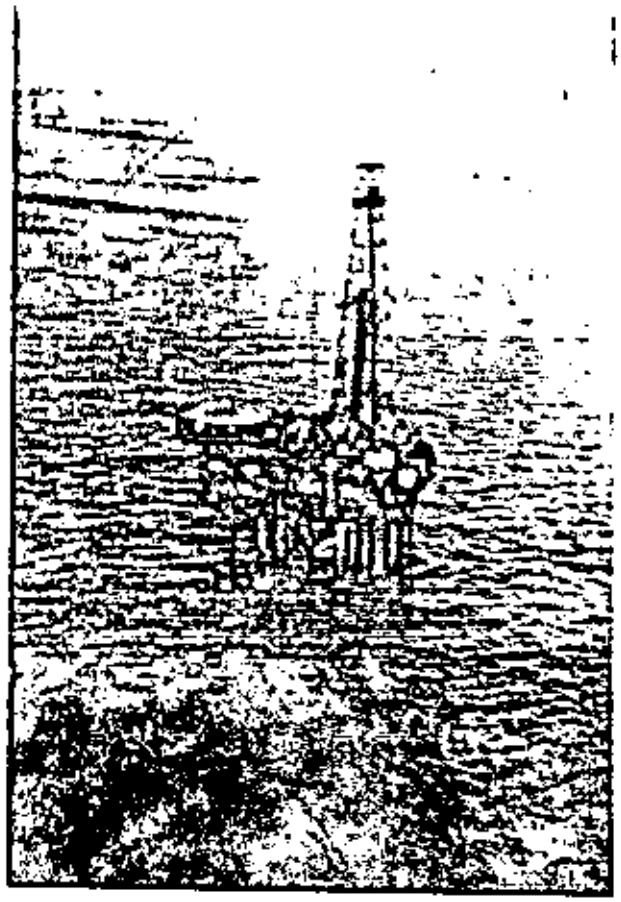


PETROLEOS MEXICANOS
SUBDIRECCION DE EXPLOTACION

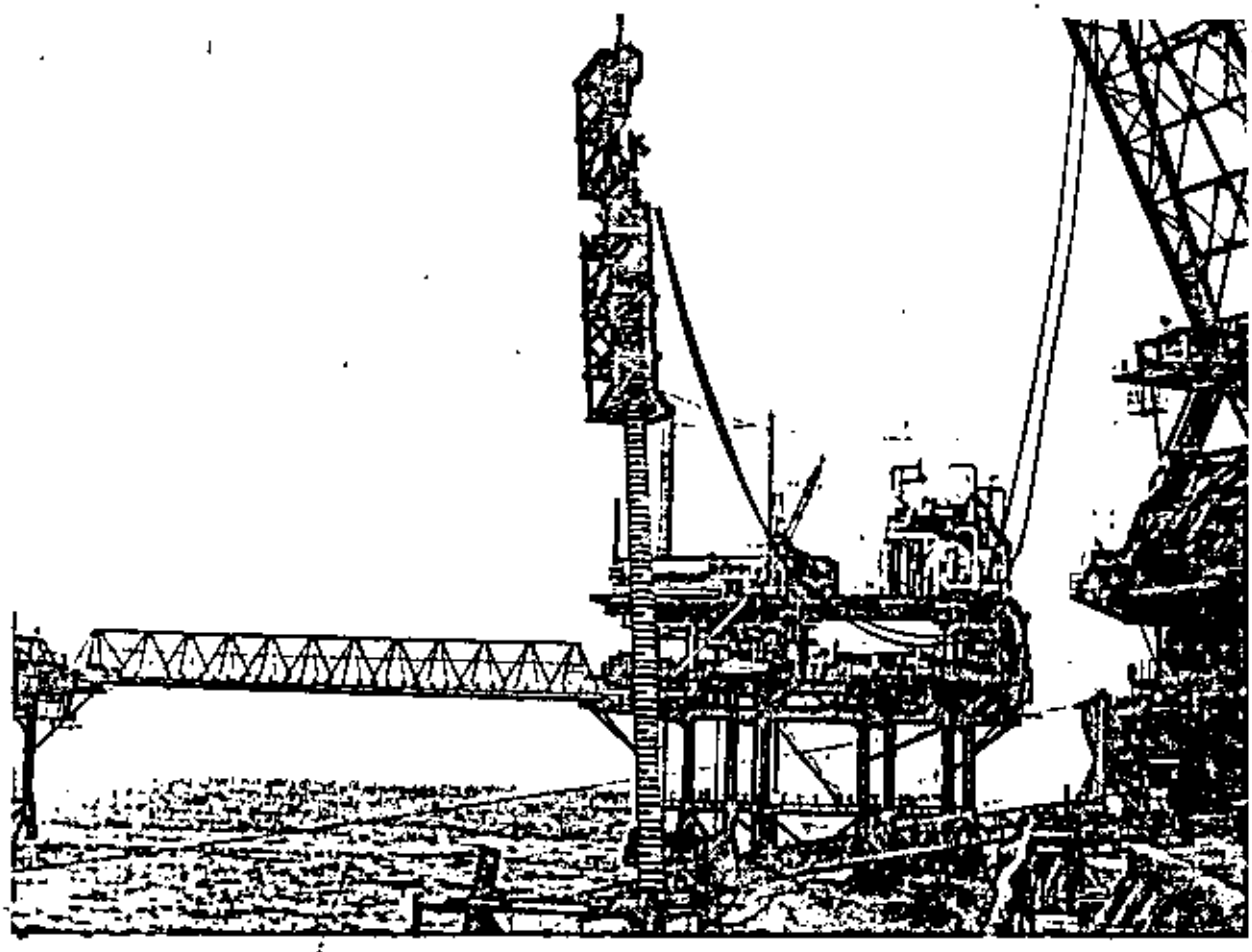
PLATAFORMA DE PRODUCCION

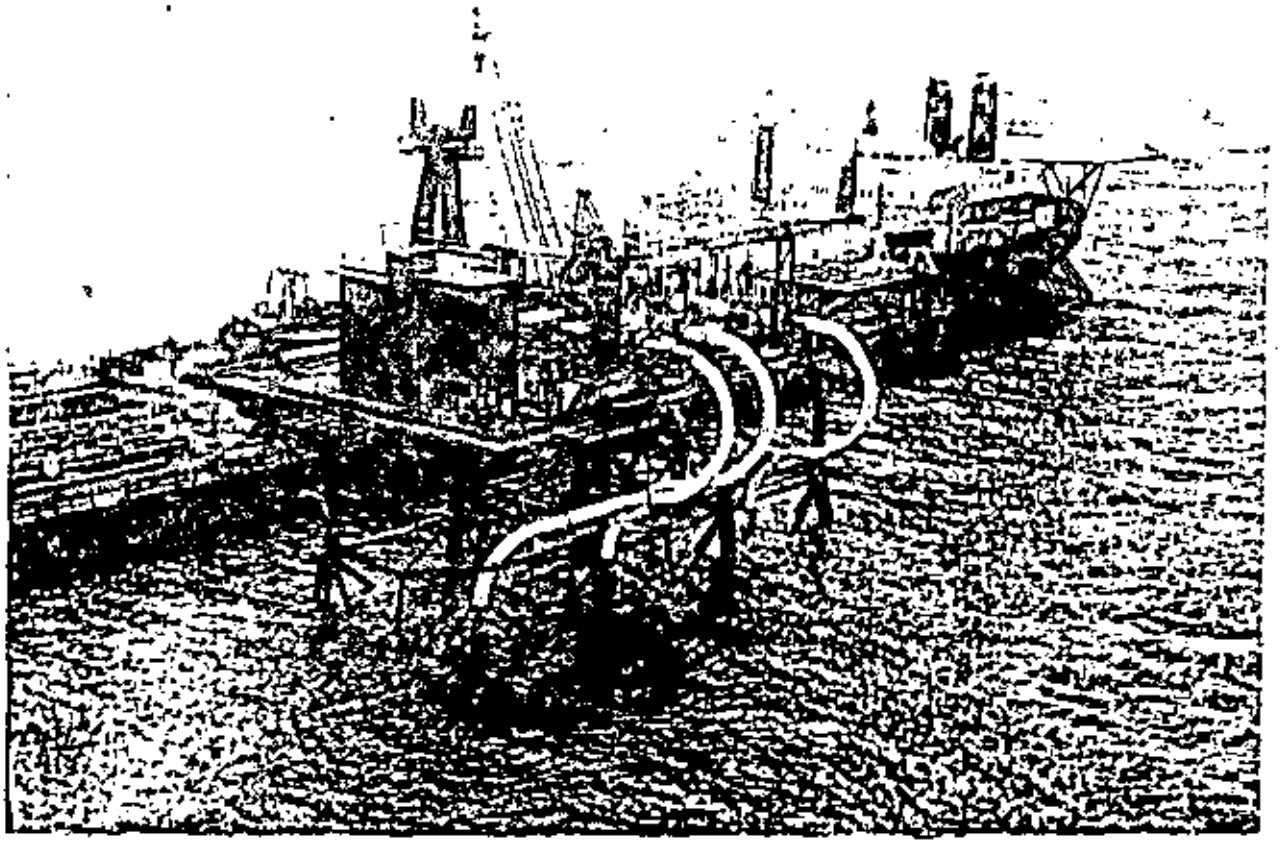


PLATAFORMA DE PERFORACION



PLATAFORMA DE PRODUCCION

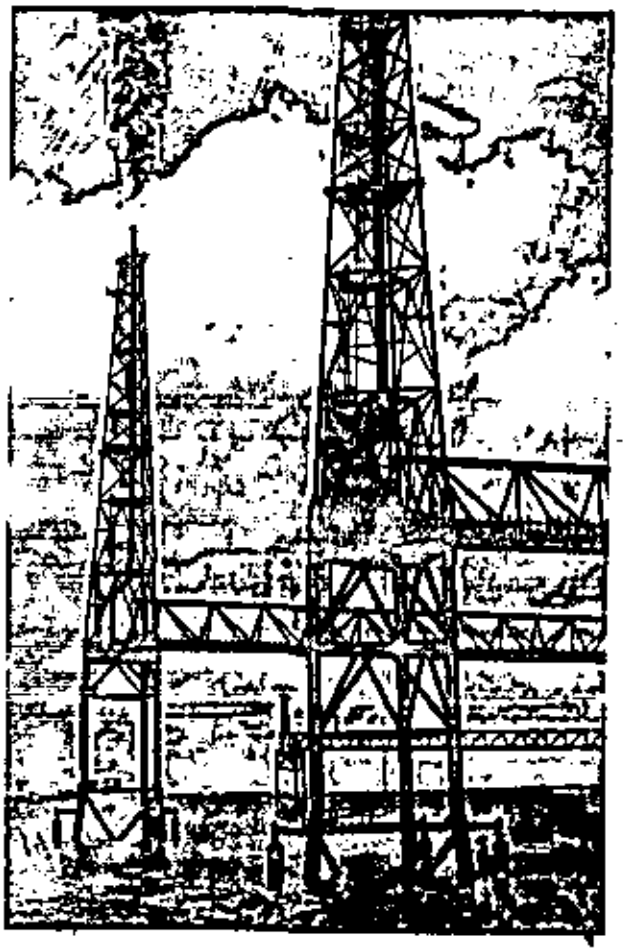


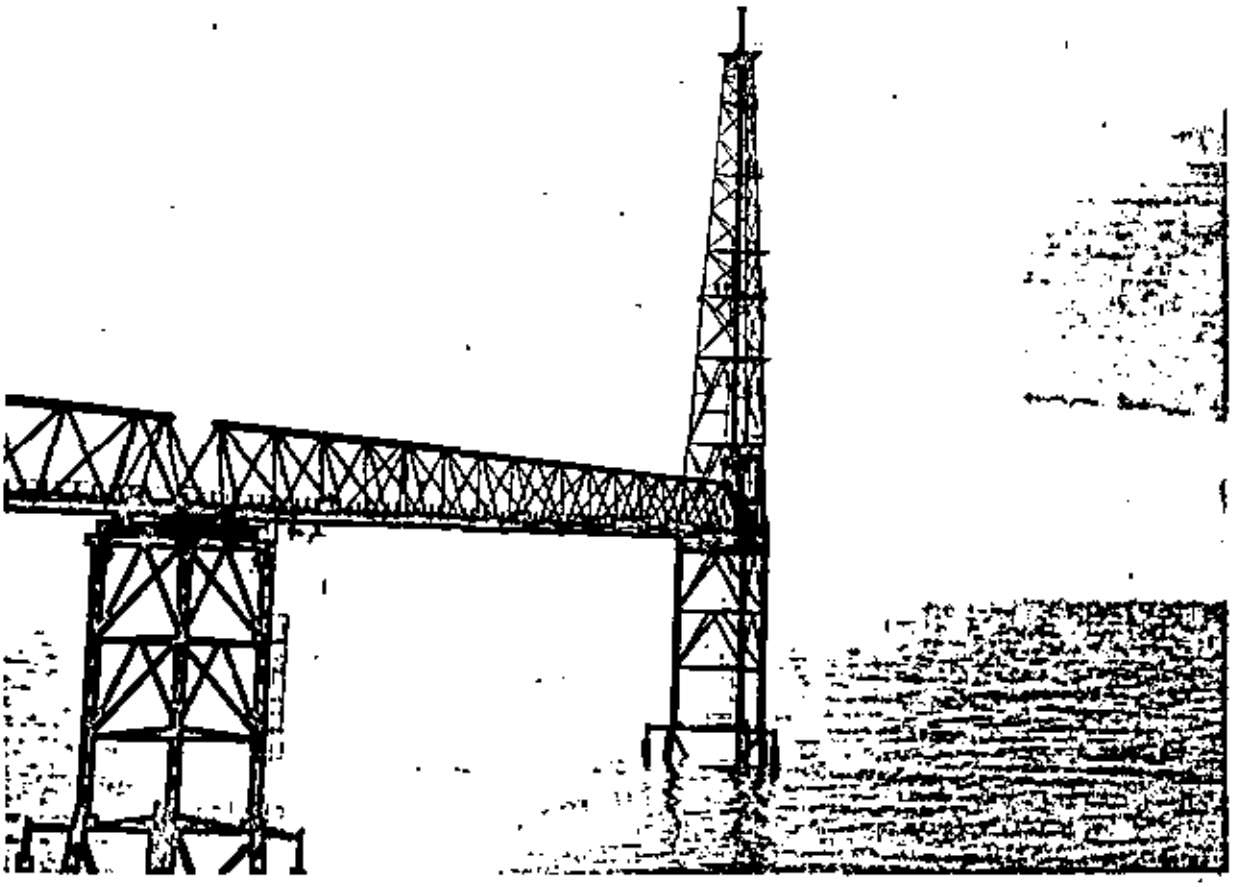


PLATAFORMA DE ENLACE

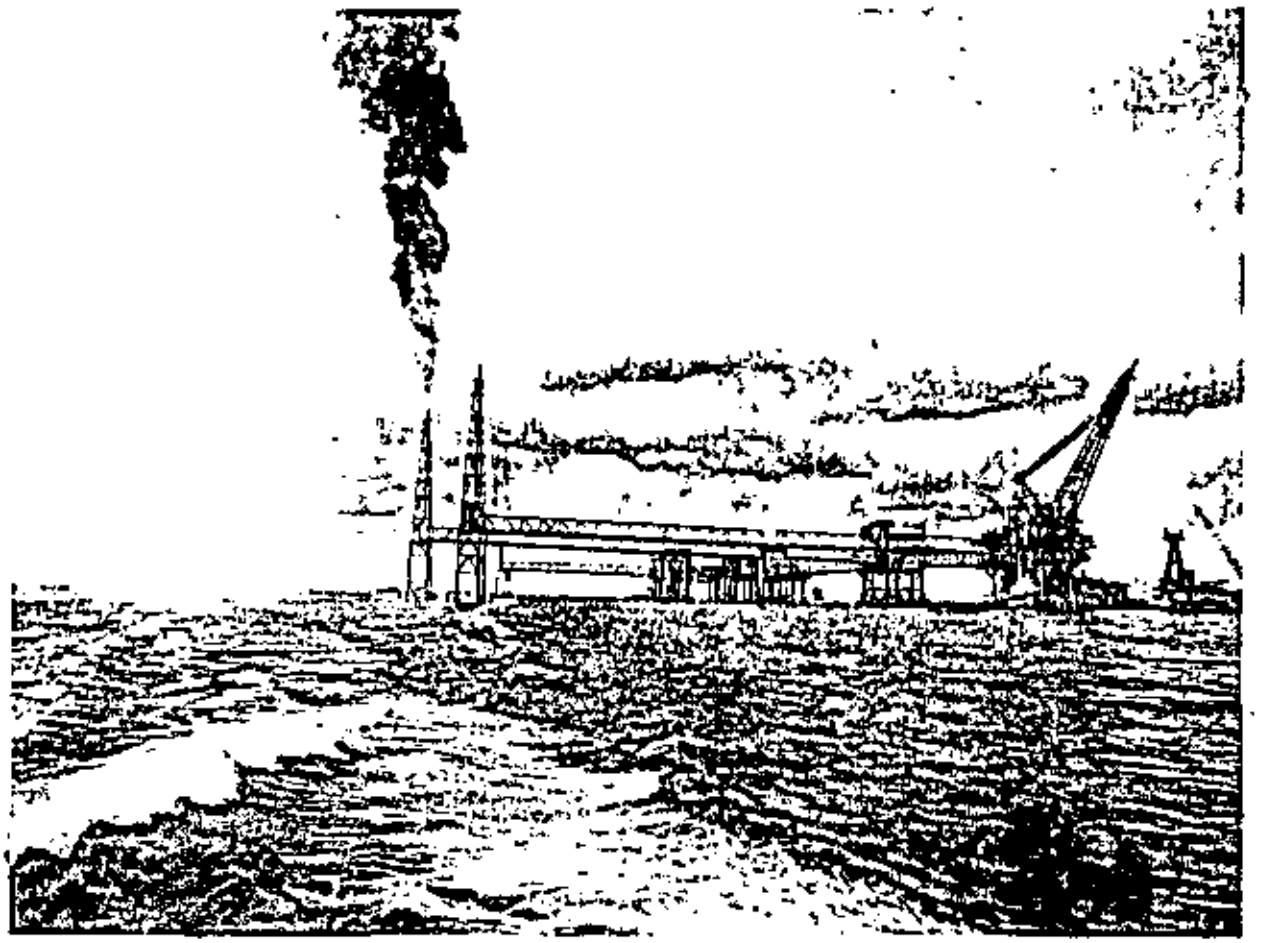
TRIPODE

QUEMADOR





COMPLEJO DE PLATAFORMAS



9.- OLEODUCTOS, OLEOGASODUCTOS TENDIDO Y ENTERRADO DE LINEAS, INSTALACION DE RAISER; SOLDADURA HIPERBARICA.

TENDIDO DE TUBERIAS SUBMARINAS.

LOS METODOS PARA TENDIDO PUEDEN CLASIFICARSE DE LA SIGUIENTE MANERA:

A.- REMOLQUE POR EL FONDO O TIRON

B.- FLOTACION.

C.- CARRETE O METODO DE BOBINA

D.- BARCAZA DE TENDIDO

A.- REMOLQUE EN EL FONDO.- CUANDO SE UTILIZA EL METODO DE TIRON, LA TUBERIA SE FABRICA EN TIERRA, EN UNA O VARIAS SECCIONES SEGUN EL CASO, - EN SEGUIDA SE BOTA AL AGUA MEDIANTE RODILLOS DE LANZAMIENTO Y SE ESTIRA POR EL FONDO HASTA SU POSICION FINAL YA SEA POR MEDIO DE UN MALACATE FIJO SOBRE UNA BARCAZA O BIEN JALANDOLA CON UN REMOLCADOR ADECUADO.

EL SISTEMA DE BOTADO CUENTA CON UNA ZONA EN PENDIENTE Y RODILLOS SOBRE LOS CUALES LA TUBERIA SE COLOCA MONTANDOLA POR MEDIO DE TRACTORES CON PLUMA LATERAL EQUIDISTANTES SEGUN EL CASO, CON FRECUENCIA LA TUBERIA DEBE SER FRACCIONADA DEBIDO A LO REDUCIDO DEL AREA DE BOTADURA, CUENDO ESTE SEA EL CASO, EL TIRON DEBE SER INTERRUMPIDO POR EL CAMBIO DE AMARRE Y LA SOLDADURA DE UN TRAMO CON OTRO.

LA LONGITUD DEL TIRON QUEDA LIMITADA POR LA CAPACIDAD DEL MALACATE - LA TENSION PERMISIBLE DEL TUBO Y EL PESO DE LA TUBERIA, EL PESO DE _

LA TUBERIA EN EL AGUA PUEDE REDUCIRSE COLOCANDO FLOTADORES PERO UNA - BOYANCIA LIGERAMENTE NEGATIVA EXPONE A LA LINEA AL MOVIMIENTO DE CO-- RRIENTES Y OLEAJES.

ESTE METODO ES UTILIZADO PRINCIPALMENTE EN CRUCES DE AGUA LIMITADOS - (RIOS), Y TUBERIAS RELATIVAMENTE CORTAS DESDE LA LINEA MEDIA DE MA- REAS EN LA COSTA HASTA LAS INSTALACIONES (DESCARGADEROS).

B.- FLOTACION-.PARA TENDER UNA TUBERIA POR EL METODO DE FLOTACION DEBE -- PRIMERO SOLDARSE LOS TUBOS PARA FORMAR TRAMOS DE CIERTA LONGITUD EN - TIERRA, LOS FLOTADORES SE COLOCAN PARA PROPORCIONAR BOYANCIA Y SEC--- CION POR SECCION SE LLEVAN LOS TRAMOS A SU POSICION, UNA BARCAZA SU- JETA UN EXTREMO DEL TRAMO TENDIDO HASTA QUE LA SIGUIENTE SECCION LLE- GA Y SE UNE, LOS FLOTADORES SON LIBERADOS SISTEMATICAMENTE PARA BAJAR LA TUBERIA HASTA EL FONDO, ESTE PROCEDIMIENTO SE REPITE HASTA QUE LA- LINEA QUEDA COMPLETA.

UNA VENTAJA DEL METODO DE FLOTACION ES QUE ESTE SUPERA LAS LIMITACIO- NES EN LONGITUD INHERENTE AL METODO DE TIRON POR EL FONDO, POR OTRO - LADO, ES ALTAMENTE VULNERABLE EN MAREAS MODERADAS, LA MAYOR APLICACION PARA EL METODO DE FLOTACION ES EN LAGUNAS, PANTANOS Y EN GENERAL EN - AGUAS PROTEGIDAS.

C.- CARRETE O METODO DE BOBINA.-SI LA TUBERIA NO ES DE GRAN DIAMETRO Y SU- LONGITUD ES RELATIVAMENTE CORTA, ESTA PUEDE SER TENDIDA POR EL METODO- DE BOBINA, EL PROCEDIMIENTO CONSISTE EN FABRICAR LA TUBERIA EN FORMA - CONTINUA Y DE BOBINA DENTRO DE UN CARRETE DE GRAN DIAMETRO, LA LINEA - ES TENDIDA SIMPLEMENTE DESEMBOBINANDOLA, MEDIANTE EL MOVIMIENTO DE LA-

DE LA BARCAZA O CUALQUIER OTRA EMBRACACION, MAS O MENOS EN LA MISMA FORMA QUE UN CABLE.

DEBE APLICARSE TENSION PARA LIMITAR LA CATENERIA EN LA TUBERIA DURANTE SU TENDIDO, ESPECIALMENTE EN AGUAS PROFUNDAS.

UNA TUBERIA TENDIDA POR ESTE METODO PUEDE SER PROBADA E INSTALADA A MAYOR VELOCIDAD.

D.- BARCAZA DEL TENDIDO.-LA BARCAZA DE TENDIDO ES UTILIZADA CUANDO LA TUBERIA ESTA CONSTITUIDA POR TUBO DE GRAN DIAMETRO, DE CONSIDERABLE LONGITUD Y DEBE TENDERSE EN MAR ABIERTO.

LA TUBERIA SE TRANSPORTA DE LOS MUELLES A LA BARCAZA UTILIZANDO BARCOS ABASTECEDORES O CHALANES DE CARGA, AL LLEGAR A LA BARCAZA SE ACODERA A UNA BANDA Y UTILIZANDO LA GRUA MOVIL DE 150 TONELADAS SE PROCEDE A DESCARGAR LA TUBERIA DEL ABASTECEDOR Y ESTIBARLA SOBRE LA CAMA ALIMENTADORA, EN EL AREA DE ESTIBA SE REVISAN TODOS LOS BISELES DEL TUBO PARA VER SI NO EXISTEN LAMINACIONES Y EN ALGUNOS CASOS EN QUE APAREZCAN GOLPES O ABOLLADURAS SE REBISELARA DE NUEVO.

LAS JUNTAS DEL TUBO DEBEN SOLDARSE SOBRE LA BARCAZA, LA CUAL ESTA EQUIPADA CON CINCO ESTACIONES DE SOLDADURA, DISPUESTAS PARA MANEJAR LA TUBERIA, CUALQUIERA QUE SEA LA FORMA DE UNION EN EL INTERIOS DE LA BARCAZA SE DISPONE COMO PROMEDIO DE 25 MAQUINAS DE SOLDAR CON EXTENSIONES DE CALBLES A CADA UNA DE LAS DIVERSAS ESTACIONES INSTALADAS SOBRE LA CUBIERTA.

EL PROCEDIMIENTO PARA SOLDAR ES EL SIGUIENTE:

CADA TUBO SE ALINEA CON EL YA INSTALADO POR MEDIO DE UN ALINEADOR INTERIOR CON UNA POTENCIA TAL QUE EN CASO DE ESTAR OVALADA LA TUBERIA SE REGRESA A SU FORMA CIRCULAR, LAS VARILLAS PARA SOLDAR SERAN DEL TIPO Y CLASE ADECUADA PARA EL TRABAJO, DE ACUERDO CON LA ULTIMA EDICION DE LAS NORMAS DE LA "AMERICAN WELDING SOCIETY" Y LA "AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS".

LA CALIDAD DE LA SOLDADURA ES VERIFICADA POR MEDIO DE UNA UNIDAD DE RAYOS "X" LA CUAL ESTA UBICADA EN LA BARCAZA ENTRE LAS ESTACIONES 4 Y 5, EN CASO DE EXISTIR FALLAS QUE REQUIERAN SER REPARADAS SE HARAN EN LA ESTACION DE SOLDADURA UBICADA AL FINAL DE LA RAMPA DE LANZAMIENTO.

TERMINADA LA SOLDADURA Y CON EL VISTO BUENO DE LA UNIDAD DE RADIOGRAFIAS SE PROCEDE A PROTEGER CONTRA LA CORROSION LA JUNTA.

EN SEGUIDA DENTRO DEL AGUA DESLIZANDOSE SOBRE EL PONTON SE PERMITE QUE LA LINEA ALCANCE EL FONDO DEL OCEANO SIN NINGUN ESFUERZO PERJUDICIAL A LA MISMA.

EL PONTON ES UNA RAMPA ARTICULADA A LA BARCAZA LA CUAL SE PROLONGA MEDIANTE UN ANGULO CONTROLADO DESDE ESTA CASI HASTA EL FONDO DEL MAR ESTO LIMITA LA CATENARIA DE LA TUBERIA.

LA BARCAZA DE TENDIDO ES FIJADA, MEDIANTE VARIAS LINEAS DE ANCLAS A MEDIDA QUE LA BARCAZA AVANZA, LOS REMOLCADORES MUEVEN PERIODICAMENTE LAS ANCLAS HACIA DELANTE UNA A UNA, LA SECUENCIA DE ESTOS MOVIMIENTOS-

ESTA LIMITADA POR LA VELOCIDAD DE AVANCE EN LA SOLDADURA YA QUE DESPUES DE HABER TERMINADO EL FONDEO Y VERIFICAR CON LA ESTACION DE PARCHEO O PROTECCION ANTICORROSIVA SE COBRA EN LAS ANCLAS DE PROA HASTA DESPLAZAR LA BARCAZA UNA DISTANCIA IGUAL AL TRAMO DE TUBO QUE SE VA A SOLDAR Y ASI SUCESIVAMENTE HASTA COMPLETAR EL TENDIDO DE LA TUBERIA.

ESFUERZOS EN LA TUBERIA:

EL TENDIDO DE TUBERIAS SUBMARINAS DE CUALQUIER DIAMETRO EN AGUAS CON - PROFUNDIDAD HASTA DE 30 M. (100') PUEDE CONSIDERARSE COMO RUTINA, EN - AGUAS PROFUNDAS SE PRESENTAN NUEVOS PROBLEMAS A MEDIDA QUE LA PROFUNDIDAD AUMENTA, EL PESO PROPIO DE LA TUBERIA PRODUCE ESFUERZOS DE FLEXION QUE PUEDE DEFORMARLA O FALLAR SIN LA APLICACION DE NINGUNA CARGA EXTERNA, ADEMAS AUMENTAN LAS DIFICULTADES PARA ANCLAR Y SOSTENER LA BARCAZA DE TENDIDO, A MEDIDA QUE LA PROFUNDIDAD AUMENTA POR EL EFECTO DE CATENARIA EN LAS LINEAS DE ANCLA, UN OLEAJE MODERADO NORMALMENTE CAUSA MOVIMIENTOS SIGNIFICANTES A LA BARCAZA EN AGUAS PROFUNDAS.

OTRO FACTOR APAREJADO CON EL TENDIDO EN AGUAS PROFUNDAS-60 M. O MAS-,- ES LA DIFICULTAD EN EL RENDIMIENTO DEL TRABAJO BAJO EL AGUA A TALES -- PROFUNDIDADES, LOS BUZOS PUEDEN PERMANECER SOLAMENTE BAJO EL AGUA, DURANTE CORTO TIEMPO, A MENOS QUE REALICEN BUCEO DE SATURACION, EL BUCEO DE SATURACION REQUIERE CONSIDERABLE EQUIPO EXTRA Y TIEMPO QUE EL BUZO- PASA EN LA CAMARA DE DESCOMPRESION. LA DESCOMPRESION DENTRO DE LA CAMARA PUEDE TOMAR VARIOS DIAS SI LOS BUZOS HAN TRABAJADO EN PROFUNDIDADES DE AGUA MAYORES DE 90 M - 295'-

NORMALMENTE LA FUERZA DEL OLEAJE QUE ACTUA SOBRE LA TUBERIA Y EL AGUI-- JON ES MUCHO MAYOR CERCA DE LA SUPERFICIE DEL AGUA QUE EN LA PROFUNDI--

DAD, ESTO ES UNA VERDAD EN PARTICULAR SI EL OLEAJE SE PRESENTA EN CORTOS PERIODOS.

LA OLA DE LONGITUD CORTA EN PERIODO DE OLEAJE CORTO, LIMITA SU EFECTO SOBRE EL SISTEMA DE BARCAZA Y TUBERIA, EL EFECTO INTEGRADO DE ESTE OLEAJE DE CORTO PERIODO, ACTUANDO A TODA LA LONGITUD DE LA BARCAZA, PUEDE SER MUY PROXIMO O IGUAL A CERO.

POR OTRO LADO, LAS CORRIENTES PUEDEN SER TAN SIGNIFICANTES A GRANDES PROFUNDIDADES COMO LO PUEDEN SER EN LA SUPERFICIE, EXCEPTO EN CONDICIONES DE TORMENTA, NO DEJA DE SER SORPRENDENTE QUE LAS CORRIENTES PUEDAN SER EN LO PROFUNDO COMO LO PUEDEN SER EN LA SUPERFICIE, PORQUE LAS CORRIENTES NORMALMENTE CONDUCIDAS POR EL VIENTO SE CONSIDERAN COMO CORRIENTES CONTROLADAS DENTRO DEL OCEANO, EXCEPTO BAJO CONDICIONES DE TORMENTA.

DURANTE CORTOS PERIODOS, EL OLEAJE CON BAJA AMPLITUD TIENE UN PEQUEÑO EFECTO SOBRE LAS OPERACIONES DE TENDIDO.

EN PERIODOS LARGOS, EL OLEAJE DE CIERTA AMPLITUD PUEDE JUGAR UN PAPEL MAS IMPORTANTE EN LA REDUCCION DE TALES OPERACIONES, LOS MAS LARGOS PERIODOS DE OLEAJE SON CON FRECUENCIA LOS PRECURSORES DE TORMENTAS.

PUESTO QUE EL PERIODO DE ACCION DEL OLEAJE SOBRE LA TUBERIA RESULTA CRITICO, ES CONVENIETE COLOCAR INSTRUMENTACION A BORDO PARA DETERMINAR PERIODOS Y AMPLITUD SOBRE LA BARCAZA EN MOVIMIENTO, CON ESTE EQUIPO, EL DESARROLLO DE CONDICIONES PELIGROSAS PARA LA OPERACION DE TENDIDO, PUEDEN SER ANTICIPADAS, ANTES DE QUE SE PRESENTE UN PROBLEMA SERIO.

CUANDO SE ALCANZA UNA PROFUNDIDAD EN EL AGUA DE 10 M.-30'-SE CONECTA A

LA BARCAZA UN PONTON RECTO CONVENCIONAL PARA CONTINUAR LA OPERACION DE TENDIDO DE TUBERIA, CON EL PONTON SOPORTANDO EL TUBO A MEDIDA QUE AVANZA.. EL EXTREMO DE POPA SOBRE EL FONDO DEL MAR, EN AGUAS PROFUNDAS, LA PENDIENTE DEL FONDO AUMENTA EN FORMA SIGNIFICANTE, RESULTANDO TAMBIEN UN AUMENTO EN LAS DIFICULTADES EN LA OPERACION DE TENDIDO, EL AUMENTO EN LA COMPLEJIDAD PARA LAS OPERACIONES DE TENDIDO SE REFLEJA EN LA DISMINUCION DEL NUMERO DE METROS TENDIDOS DIARIAMENTE.

A MEDIDA QUE LA PROFUNDIDAD DEL AGUA AUMENTA, DEBE APLICARSE TENSION SOBRE LA TUBERIA PARA PREVENIR UN EXCESO EN LOS ESFUERZOS FLEXIONANTES RESULTANTES AL DISMINUIR EL RADIO DE CURVATURA DEL TUBO AL LLEGAR A UNA MAYOR PROFUNDIDAD.

HAY TRES TIPOS DE DAÑO A LA CONSTRUCCION CONTRA LOS CUALES HAY QUE PROTEGERSE.

- PANDEO O DEBILITAMIENTO DEL TUBO TRANPORTADOR
- DESCACARAMIENTO DEL REVESTIMIENTO DE CONCRETO DEBIDO AL EXCESIVO DOBLES
- AGRETAMIENTO EXCESIVO DEL REVESTIMIENTO DE CONCRETO.

EN TODOS LOS CASOS VERIFICADOS, LA TERCERA CONDICION ES LA QUE OCURRE PRIMERO, POR LO TANTO, SI EL PROCEDIMIENTO TENDIDO ES SATISFACTORIO Y SE PREVIENE EL EXCESIVO AGRIETAMIENTO, LOS OTROS TIPOS DE DAÑO QUEDAN ELIMINADOS.

LA TUBERIA DEBE SER SIEMPRE INSTALADA, EN FORMA TAL QUE LOS ESFUERZOS QUEDEN DENTRO DEL LIMITE CUANDO ESTA QUEDE EN SU LUGAR, ES DE IMPORTANCIA PARA LA ESTABILIDAD DE LA TUBERIA QUE EL REVESTIMIENTO DE LASTRE -

PERMANEZCA INTACTO Y ASI LA LINEA MANTENDRA SU ALINEAMIENTO Y PROFUNDIDAD.

UN CONCEPTO GENERALMENTE ACEPTADO ES QUE AL FLEXIONARSE EL CONCRETO - ESTE SE AGRIETA DEBIDO A LA TENSION, LOS INSPECTORES DEBEN REVISAR -- OCULARMENTE PARA DETERMINAR CUANDO EL AGRIETAMIENTO ES EXCESIVO.

PONTON:

EL PONTON, AGUIJON O STIN GER, LOS PODEMOS DEFINIR COMO UN PUENTE QUE PROVEE APOYO A LA TUBERIA DURANTE SU RECORRIDO DESDE EL MOMENTO QUE - ESTA ABANDONA LA BARCAZA, HASTA QUE REPOSA EN EL FONDO.

ENTERRADO DE TUBERIAS:

EL DESARROLLO DE LAS TECNICAS PARA ENTERRAR LA TUBERIA DESPUES DE QUE ESTA HA SIDO TENDIDA, REPRESENTA UN LENTO Y COSTOSO TRABAJO, LA TUBERIA DEBE ENTERRARSE PARA ASEGURAR UNA MAYOR PROTECCION CONTRA EL PELIGRO DE HURACANES, BARCOS, REMOLCADORES Y BARCAZAS Y EN GENERAL PARA - PROTEGERLA CONTRA CUALQUIER FENOMENO QUE SUCEDA EN EL FONDO DEL MAR,- LA VULNERABILIDAD A ESTOS PELIGROS AUMENTA PARA LOS GRANDES DIAMETROS LOS METODOS ACTUALES PARA ENTERRAR TUBERIAS EN EL MAR EMPLEAN DRAGAS- DE CHORRO Y DE CHORRO Y SUCCION, PARA CORTAR UNA TRINCHERA DEBAJO DE- LA TUBERIA, DESPUES DE QUE ESTA HA SIDO TENDIDA, LAS TUBERIAS DE GRAN DIAMETRO REQUIEREN DE UN GRAN VOLUMEN DE DRAGADO PARA LA EXCAVACION - DE LAS TRINCHERAS.

ACTUALMENTE EL ENTERRADO DE LINEAS SUBMARINAS TIENE UN PROMEDIO DE -- COLCHON SOBRE LA PARTE SUPERIOR DEL TUBO DE 60 A 90 CMS. Y ESTOS EQUIPOS PUEDEN OPERAR HASTA EN PROFUNDIDADES DE 60 M: ESTAS CAPACIDADES -

PUEDEN EXTENDERSE CON PEQUEÑAS MODIFICACIONES. VER FIG. DONDE SE DETALLA EN FORMA ESQUEMATICA UN TIPO DE BARCAZA PARA ENTERRAR TUBERIAS.

ESTA BARCAZA COMBINA EL EFECTO DE CORTE DE CHORRO DE AGUA CON ALTA PRESION Y UNA BOMBA DE SUCCION PARA EL DRAGADO, ESTE DISPOSITIVO CORTA LA ZANJA Y LA LIMPIA SACANDO DE DEBAJO DE LA TUBERIA EL LODO; LA UNIDAD -- CHORRO-SUCCION, ES OPERADA MEDIANTE UN PATIN MONTADO SOBRE LA TUBERIA Y REMOLCADO MEDIANTE UN CABLE QUE CORRE BAJO LA PROA DE LA BARCAZA DE DRAGADO SE MUEVE SOBRE LAS LINEAS DE ANCLAS, RODILLOS CON LLANTA DE HULE - SOBRE Y A LOS LADOS DE LA TUBERIA, PERMITEN EL DESPLAZAMIENTO DE LA UNIDAD CHORRO-SUCCION, ESTOS RODILLOS DE HULE EVITAN CUALQUIER DAÑO AL REVESTIMIENTO, LAS BOMBAS DE CHORRROS DEBEN DESARROLLAR 300#, SE HA ENCONTRADO QUE ESTA PRESION NO PERMITE CORTAR ZANJAS LO SUFICIENTEMENTE RAPIDO EN EL FONDO DE ALGUNOS OCEANOS, EN LOS ULTIMOS TRABAJOS DE DRAGADO - PARA ENTERRAR TUBERIA, SE HA INCREMENTADO LA PRESION DEL CHORRO A 1000# Y SE HA REQUERIDO UNA ENERGIA EN EL BOMBEO DE 5400 H.P. ESTE NUEVO EQUIPO DE DRAGA PARA ENTERRAR TUBERIA PUEDE CORTAR ZANJAS HASTA DE 1.20 X - 1.80 M. (4' X 6') DE PROFUNDIDAD A UNA VELOCIDAD DE 300 METROS POR HORA EN FONDOS CON LODO MUY BLANDO Y ARENAS SUELTAS, EN MATERIALES DUROS, LA VELOCIDAD DE CORTE SE REDUCE HASTA 30 METROS POR HORA, CABE ACLARAR QUE ESTAS UNIDADES NO ESTAN DISEÑADAS PARA TRABAJAR EN SUELOS CON FORMACIONES DE GRAVA NI PEQUEÑOS CANTOS RODADOS DE ARCILLA.

INSTALACIONES DE TUBO ASCENDENTE (RISER)

LA INSTALACION DE ASCENDENTES EN LAS PLATAFORMAS DE PRODUCCION, NO PRESENTA NINGUN PROBLEMA IRRESOLUBLE EN AGUAS CUYA PROFUNDIDAD, SEA TAL -- QUE LAS TECNICAS DE TENDIDO PUEDAN SER APLICABLES, PERO SE REQUERIRA UNA GRUA CON CAPACIDAD CONSIDERABLE, MONTADA SOBRE LA BARCAZA DE TENDIDO O UNA BARCAZA GRUA AUXILIAR, MAS EL EMPLEO DE BUZOS PARA HACER LAS NECESARIAS MEDICIONES, CORTES Y ASEGURAR EL CORRECTO AJUSTE DE LAS ABRAZADERAS DEL TUBO ASCENDENTE.

PARA CASOS DONDE SE REQUIERE LA INSTALACION DE UN ASCENDENTE Y TENDER TURIA QUE SE ALEJE DE LA PLATAFORMA, HACE NECESARIO EL PREFABRICAR EL TUBO ASCENDENTE Y MANTENERLO VERTICALMENTE, CON EL AUXILIO DE UNA BARCAZA-GRUA MIENTRAS SE SUELDA AL EXTREMO DE LA LINEA, LA CUAL ES MANTENIDA BAJO LA - SUPERFICIE MEDIANTE LA BARCAZA DE TENDIDO Y SU PONTON, LUEGO SE BAJAN - - LENTAMENTE Y EN FORMA SIMULTANEA LA LINEA Y EL TUBO ASCENDENTE A MEDIDA - QUE LA BARCAZA SE ALEJA.

ESTO, NATURALMENTE REQUIERE DE UN CONTROL MUY PRECISO DE LOS PONTONES, -- LO CUAL ES REALIZADO POR LOS BUZOS, ASI COMO UNA CONTINUA COORDINACION -- HASTA QUE EL ASCENDENTE ESTA EN EL FONDO Y LAS ABRAZADERAS SEAN ASEGURA-- DAS.

EN OTROS CASOS, ES NECESARIO QUE EL TUBO ASCENDENTE LLEGUE JUNTO A LA PLATAFORMA, EN ESTE CASO, SE REQUIERE GENERALMENTE QUE LA BARCAZA DE TENDIDO TIENDA SU LINEA LO MAS CERCA POSIBLE A LAS PATAS DE LA PLATAFORMA, PARA - QUE ESTA DESCANSE A UN CONSTADO Y SOBRE EL FONDO, MEDIANTE SUS PESCANTES DE DESCENSO Y PONTON SE HARA UNA MEDICION PRECISA DE LA DISTANCIA ENTRE -

EL EXTREMO DE LA TUBERIA Y UNA LINEA DE LAS PATAS DE LA PLATAFORMA, LA SECCION HORIZONTAL DEL TUBO ASCENDENTE, ES POSTERIORMENTE CORTADA SUBIENDO LA TUBERIA HASTA LA SUPERFICIE DONDE EL ASCENDENTE ES SOLDADO A LA LINEA Y LUEGO BAJADO NUEVAMENTE AL FONDO, CON LA AYUDA DE LA GRUA DE LA BARCAZA O DE LA BARCAZA-GRUA AUXILIAR, SOSTENIENDO EL TUBO ASCENDENTE - EN POSICION VERTICAL, A MEDIDA QUE LA LINEA ES BAJADA HASTA DEJARLA SEGURA SOBRE EL FONDO Y PUESTAS LAS ABRAZADERAS, AMBOS METODOS, REQUIEREN UN CONTROL MUY EXACTO DE LA LONGITUD DEL TUBO ASCENDENTE Y LA COORDINACION DE LOS DIFERENTES EQUIPOS, ADEMAS DE SEÑALAR QUE ESTO NO ES POSIBLE EN AGUAS CON PROFUNDIDAD A LA CUAL LOS BUZOS QUE UTILIZAN EL EQUIPO DE AIRE CONVENCIONAL NO PUEDE FUNCIONAR.

NUEVO METODO.-HAY UN METODO RADICALMENTE DISTINTO PARA LA INSTALACION DE TUBO ASCENDENTE EN AGUAS PROFUNDAS, QUE ELIMINA LAS DESVENTAJAS ANTERIORES, ESTE METODO CONSISTE EN PASAR LA TUBERIA A TRAVES DE UN TUBO PREFORMADO EN (J), TUBO CONDUCTOR QUE ES CONSTRUIDO DENTRO DE LA - ESTRUCTURA DE LA PLATAFORMA.

CUANDO SE INSTALA EL ASCENDENTE AL EXTREMO DE LA LINEA SUFICIENTE TUBERIA EXTRA DEBE TENDERSE, PASANDO LA PLATAFORMA PARA PERMITIR EL TIRON DENTRO DEL TUBO (J),APROXIMADAMENTE 90M. (300'), DESPUES DE QUE - LA SOLDADURA HA SIDO TERMINADA, TODA LA TUBERIA ES BAJADA AL FONDO -- DEL OCEANO, DESPUES UN CABLE ES UNIDO AL EXTREMO DEL TUBO Y PASADO A-TRAVEZ DEL TUBO J, MEDIANTE REMOLCADORES SE HACE EL TIRON DEL TUBO -- QUE ADOPTA UNA FORMA DE (S) EN EL FONDO, EN EL PROCESO, EL EXTREMO -- DEL TUBO ES INTRODUCIR UN CORTO TRAMO DENTRO DEL TUBO J.

FINALMENTE LA LINEA ES TIRADA A TRAVEZ DEL TUBO J, MEDIANTE EL CABLE-

ATADO AL EXTREMO DE LA LINEA Y UNIDO A UN MALACATE SOBRE LA PLATAFORMA EL MALACATE DE LA BARCAZA ASISTE PARA MOVER EL TUBO SEGUN SE REQUIERA, ADEMAS DE SOPORTAR EL PESO DEL TUBO Y ASI REDUCIR LA FRICCION SOBRE EL FONDO DEL OCEANO.

ASCENDENTES CONVENCIONALES:

EL ASCENDENTE CONVENCIONAL CONSISTE EN UN TUBO EN FORMA DE (L) SOLDADO A LA SECCION TENDIDA SOBRE EL FONDO EJECUTANDOSE EL ENSAMBLE, A UN LADO DE LA PLATAFORMA MEDIANTE UNA BARCAZA CON GRUA.

LA GRUA SE OPERA COORDINADAMENTE CON LA BARCAZA DE TENDIDO Y EL AGUILJON PARA BAJAR LA LINEA Y LA SECCION (L) EN FORMA PROGRESIVA HACIA EL FONDO A MEDIDA QUE NUEVOS TRAMOS SE SUELDAN A LA PARTE VERTICAL DEL ASCENDENTE, A CONTINUACION EL ASCENDENTE ES SUJETADO A UNA PATA DE LA PLATAFORMA MEDIANTE ABRAZADERAS COLOCADAS POR BUZOS, UNA MODIFICACION RELATIVAMENTE RECIENTE A ESTE METODO, CONSISTE EN UNA VIA O RIEL H A LO LARGO - DE UNA DE LAS PATAS DE LA PLATAFORMA, POR DONDE LA PIEZA 'L' PUEDE SER GUIADA, SIN EMBARGO, AUN CON LA VIA GUIA, EL TALUD O PENDIENTE - CON QUE USUALMENTE SE CONSTRUYEN LAS PATAS DE LAS PLATAFORMAS, CAUSAN - CONSIDERABLE DIFICULTAD AL ENVIAR EL ASCENDENTE (RISER) HASTA EL FONDO- Y QUE ADOPTE LA FORMA CONVENIENTE PARA PERMITIR LA COLOCACION DE ABRAZADERAS EN LOS PUNTOS DETERMINADOS PREVIAMENTE.

NO OBSTANTE LAS TECNICAS DE MANEJO Y EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE MANIOBRAS, PARA QUE ESTA OPERACION SEA RAZONABLEMENTE ECONOMICA, SE REQUIERE QUE LA PROFUNDIDAD DEL AGUA SEA MAYOR DE 30 M. (100') Y DURANTE LOS PERIODOS DE MAR CALMADO, EL PROBLEMA DE MANEJO Y EL COSTO DE LAS ASISTENCIAS DE BUZOS, AUMENTAN RAPIDAMENTE CON LA PROFUNDIDAD DEL AGUA.

SOLDADURA HIPERBARICA

EL SISTEMA CONSISTE FUNDAMENTALMENTE DE UNA "CAJA" INVERTIDA LA CUAL ESTA EQUIPADA CON LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA DESPLAZAR EL AGUA A TRAVES DE GASES A ALTA PRESION, ASIMISMO, LA "CAJA" CONTIENE LAS FACILIDADES REQUERIDAS PARA PERMITIR EL ACCESO AL PERSONAL DE BUCEO EN EL FONDO MARINO UNA VEZ QUE EL AGUA HA SIDO DESPLAZADA.

BUZOS ENTRENADOS EN EL ARTE DE LA SOLDADURA HIPERBARICA Y LOS TRABAJOS RELACIONADOS TRABAJAN EN ESTE MEDIO EN CONDICIONES SIMILARES A AQUELLAS ENCONTRADAS EN LA SUPERFICIE.

LAS TUBERIAS A CONECTAR SE ALINEAN APROXIMADAMENTE UTILIZANDO ARMAZONES HIDRAULICOS ESPECIALMENTE DISEÑADOS PARA ESTE OBJETO ANTES DE INSTALAR EL SISTEMA PARA LA SOLDADURA HIPERBARICA SOBRE LA TUBERIA.

ABRAZADERAS HIDRAULICAS QUE FORMAN PARTE DEL SISTEMA SE MOVILIZAN EN POSICION SOBRE LA TUBERIA, AL MISMO TIEMPO QUE LA ELEVACION DEL SISTEMA SE AJUSTA A TRAVES DE PATAS HIDRAULICAS PARA ESTE EFECTO., UNA VEZ QUE LO ANTERIOR SE HA LLEVADO A CABO, SE PUEDE PROCEDER CON LAS REPARACIONES REQUERIDAS PRELIMINARES A LA EVACUACION O DESPLAZAMIENTO DEL AGUA DE MAR CONTENIDA DENTRO DEL SISTEMA.

ARMAZONES HIDRAULICOS PARA EL MANEJO DE TUBERIAS SOBRE EL FONDO MARINO

EL ARMAZON CONSISTE DE UNA ESTRUCTURA PRINCIPAL DE TRES PATAS LA CUAL CONTIENE UN - RIEL SOBRE EL CUAL SE TRASLADA UN TREN EQUIPADO PARA EL MANEJO DE TUBERIA DE HASTA- 42" CON CUBIERTA DE LASTRE, EL CONTROL DE ARMAZON Y SUS FUNCIONES EN EL MANEJO DE - TUBERIAS SE LOGRA A TRAVES DE ARIETES HIDRAULICOS.

GENERALMENTE SE REQUIERE DE DOS ARMAZONES PARA EFECTUAR TRABAJOS DE INSTALACION Y - REPARACION DE TUBERIAS, UNA A CADA LADO DEL SISTEMA DE SOLDADURA, ESTAS SON CONTROLADAS TANTO CON BUZOS EN AGUA O DESDE EL INTERIOR DEL SISTEMA POR EL PERSONAL AHI- UBICADO.

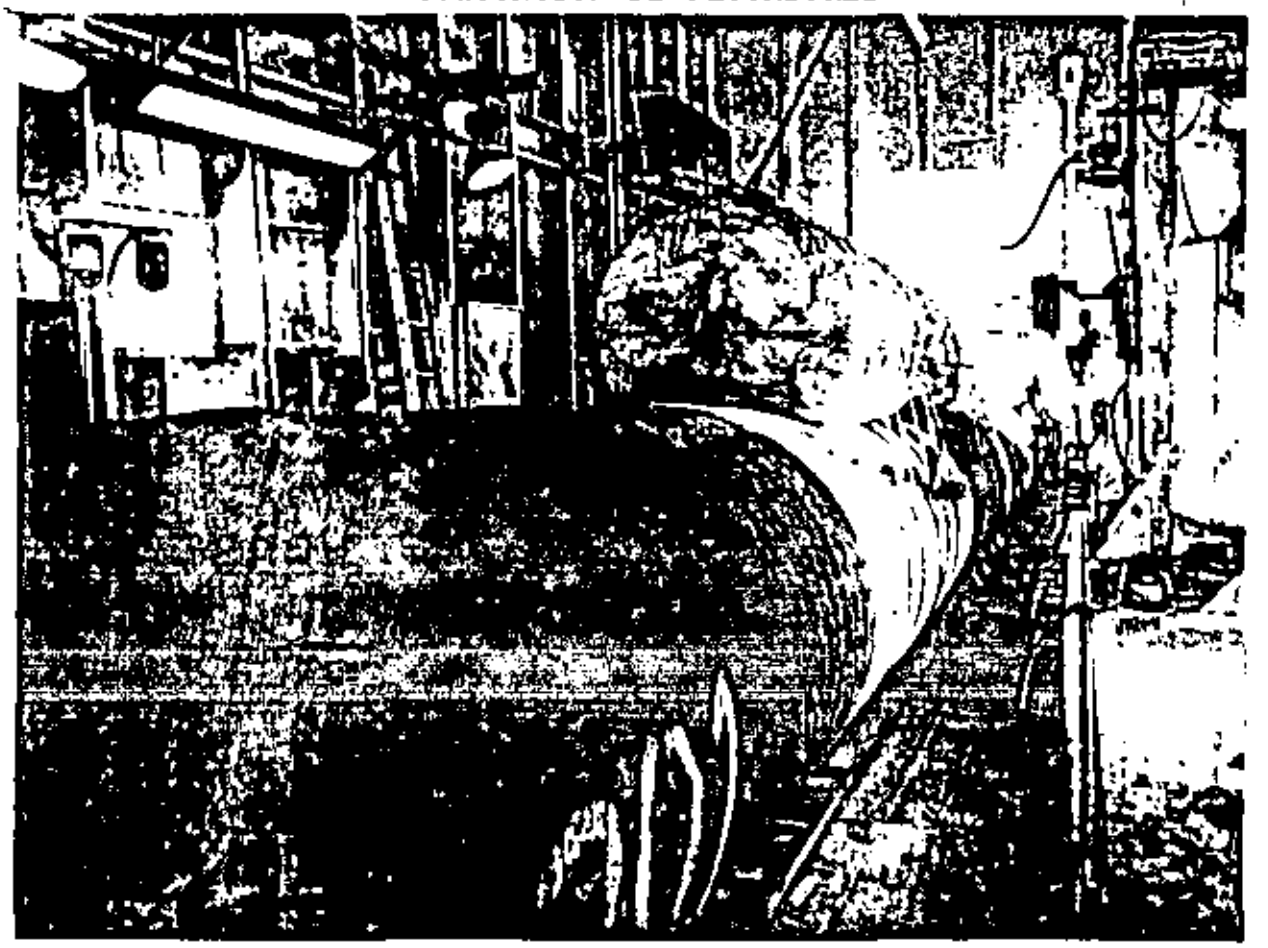
EL SISTEMA LIGERO HA SIDO DISEÑADO PARA TRABAJAR DE ACUERDO CON EL ESPACIO Y CAPACIDAD DE GRUA DISPONIBLE A BORDO DEL TIPICO BARCO AUXILIAR DE CONSTRUCCION, EL SISTEMA DE SOLDADURA HIPERBARICA COMPRENDE EL CONJUNTO HABITACIONAL PARA SOLDADURA COMPLEMENTADO POR DOS ARMAZONES HIDRAULICOS INDEPENDIENTES PARA EL MANEJO DE TUBERIAS CON CAPACIDAD PARA MANEJAR PESOS DE HASTA 42 TONELADAS.

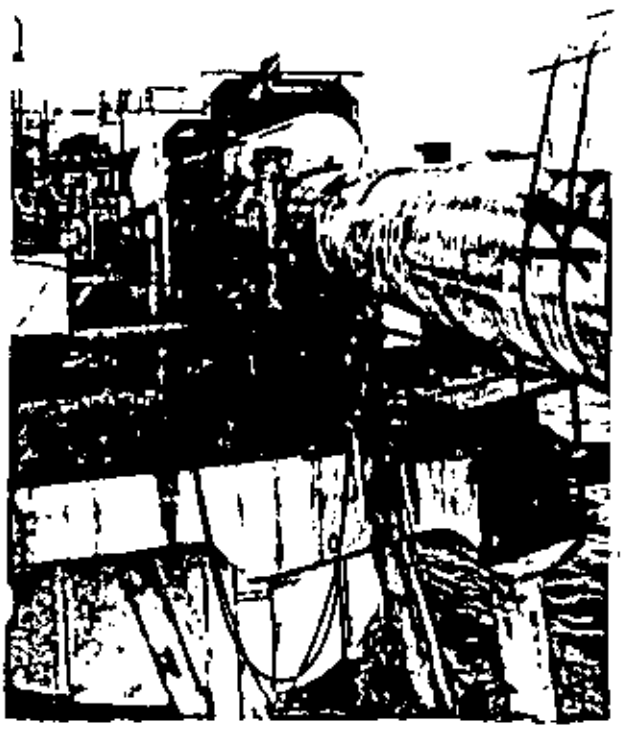
LOS COMPONENTES DEL SISTEMA LIGERO SON COMO SIGUE:

LA ESTACION DE SOLDADURA Y BUCEO (WADS) ES EL CENTRO DE MANDO PARA EL SISTEMA DE -- SOLDADURA HIEPERBARICA Y PROPORCIONA LOS SERVICIOS A TRAVES DE LOS CUALES EL SUPERVISOR DE BUCEO DIRIJE, CONTROLA Y MANEJA LA EJECUCION DE LA OPERACION.

PARA PERMITIR AL SUPERINTENDENTE DE OPERACIONES CONTROLAR EL TRABAJO A DESARROLLAR- TODA LA INFORMACION RELACIONADA CON ASPECTOS AMBIENTALES, OPERACIONES DE SOLDADURA- HIPERBARICA SON TRASMITIDAS A LAS VARIAS ESTACIONES DE CONTROL A TRAVES DEL SISTEMA RIGIDO DE EMERGENCIA.

ESTA INFORMACION CONSISTE DE TEMPERATURA EN EL HABITAT, HUMEDAD, NIVEL DE RADIACION, PRESION PARCIAL DEL OXIGENO ATMOSFERICO, AMPERAJE Y VOLTAJE PARA CADA MAQUINA SOLDADORA Y LA TEMPERATURA DE LA TUBERIA, LA INFORMACION TRASMITIDA A TRAVES DEL SISTEMA DE TELEMETRIA SE EXHIBE EN UN MONITOR DE VIDEO EN LA CONSOLA DE TELEMETRIA.





LINEA SALIENDO AL MAR

BICELADO

ALINEAMIENTO

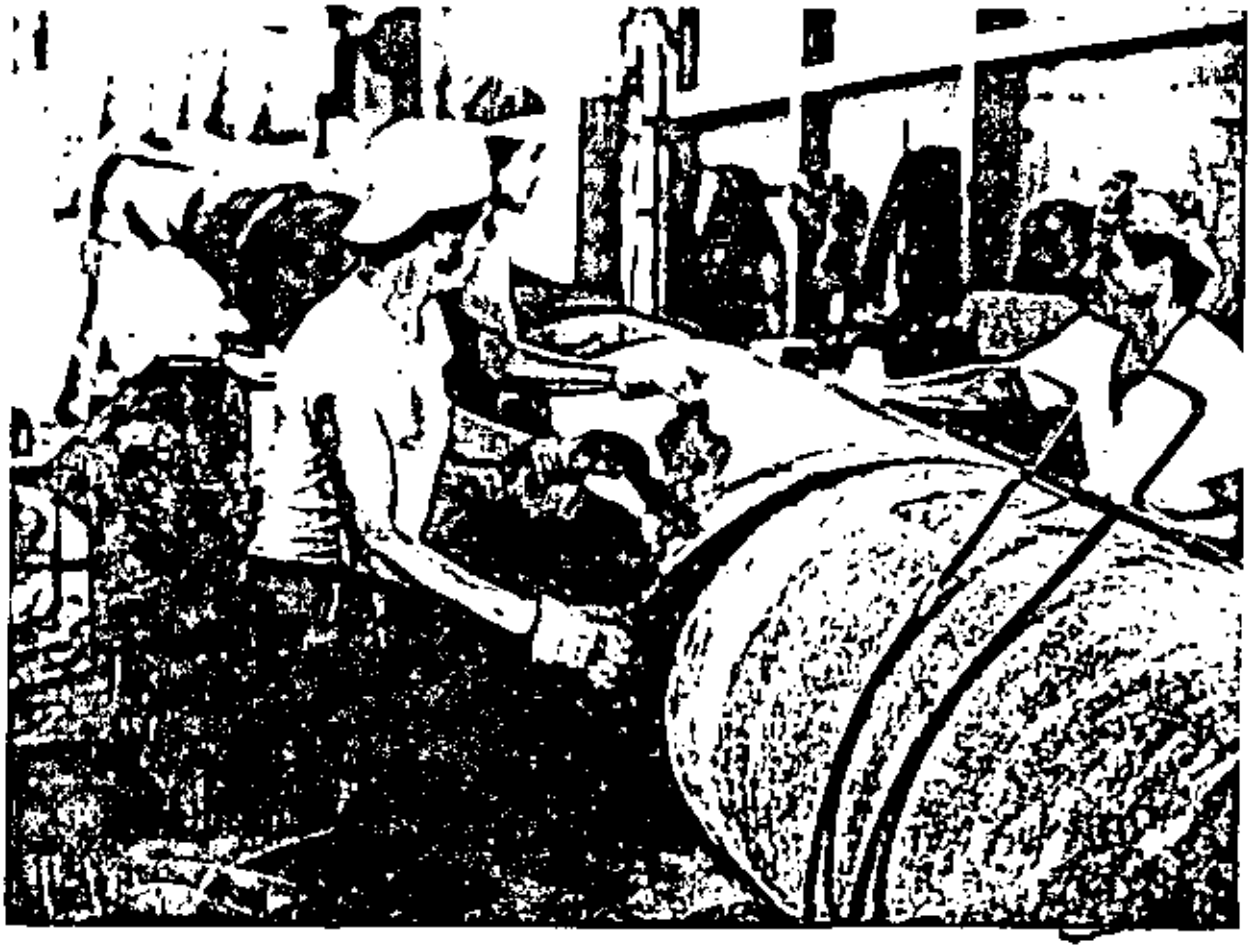
SOLDADURA DE

TUBERIA

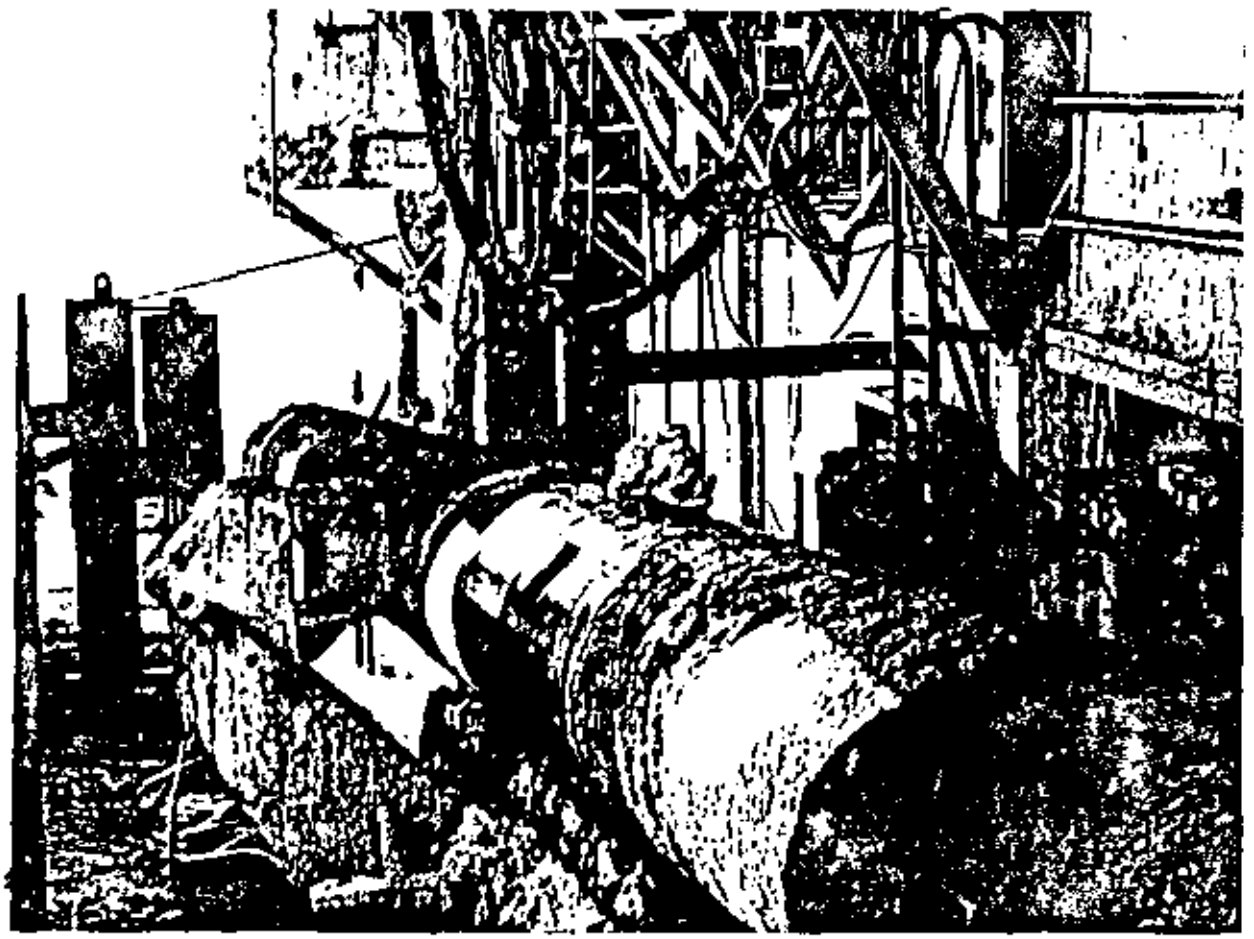
RADIOGRAFIA DE TUBERIA

PROTECCION ANTICORROSIVA

RECUBRIMIENTO DE PROTECCION ANTICORROSIVA



INYECCION DE POLIURETANO



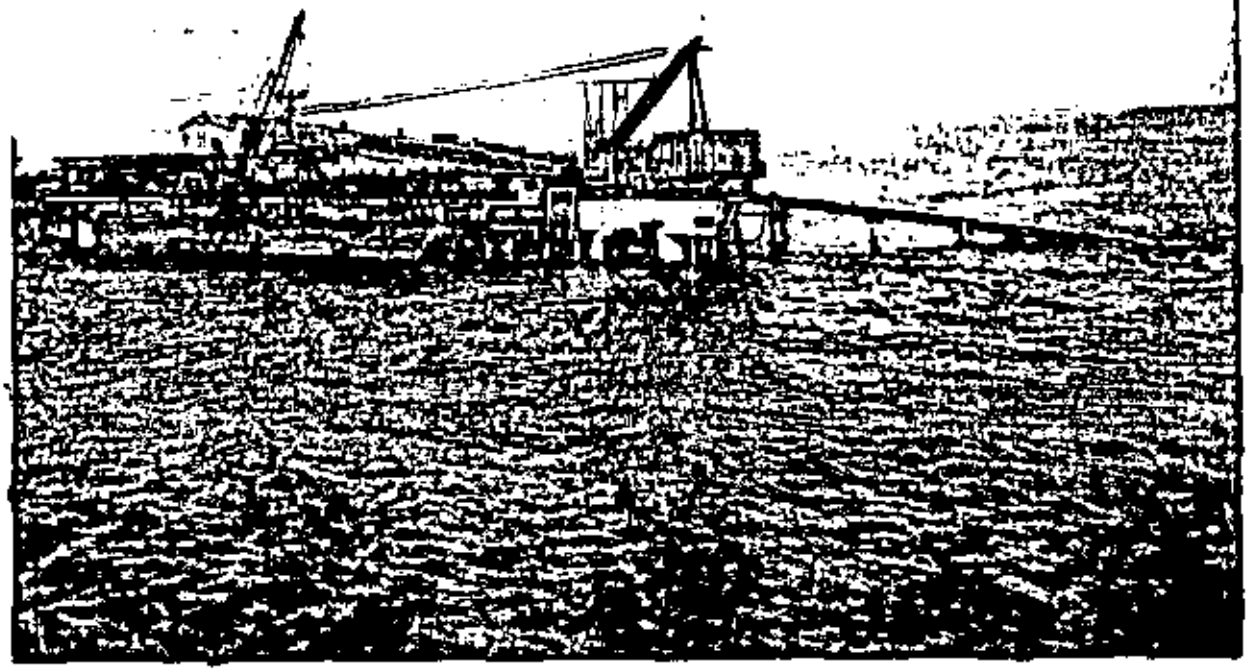
REACCION DEL POLIURETANO

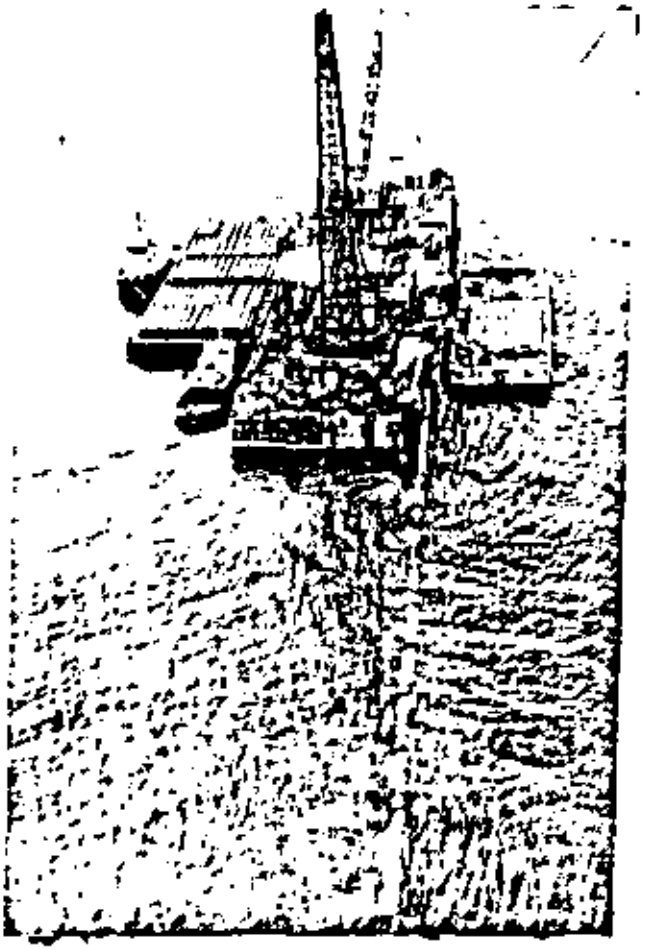
LINEA

SUBMARINA

SOBRE

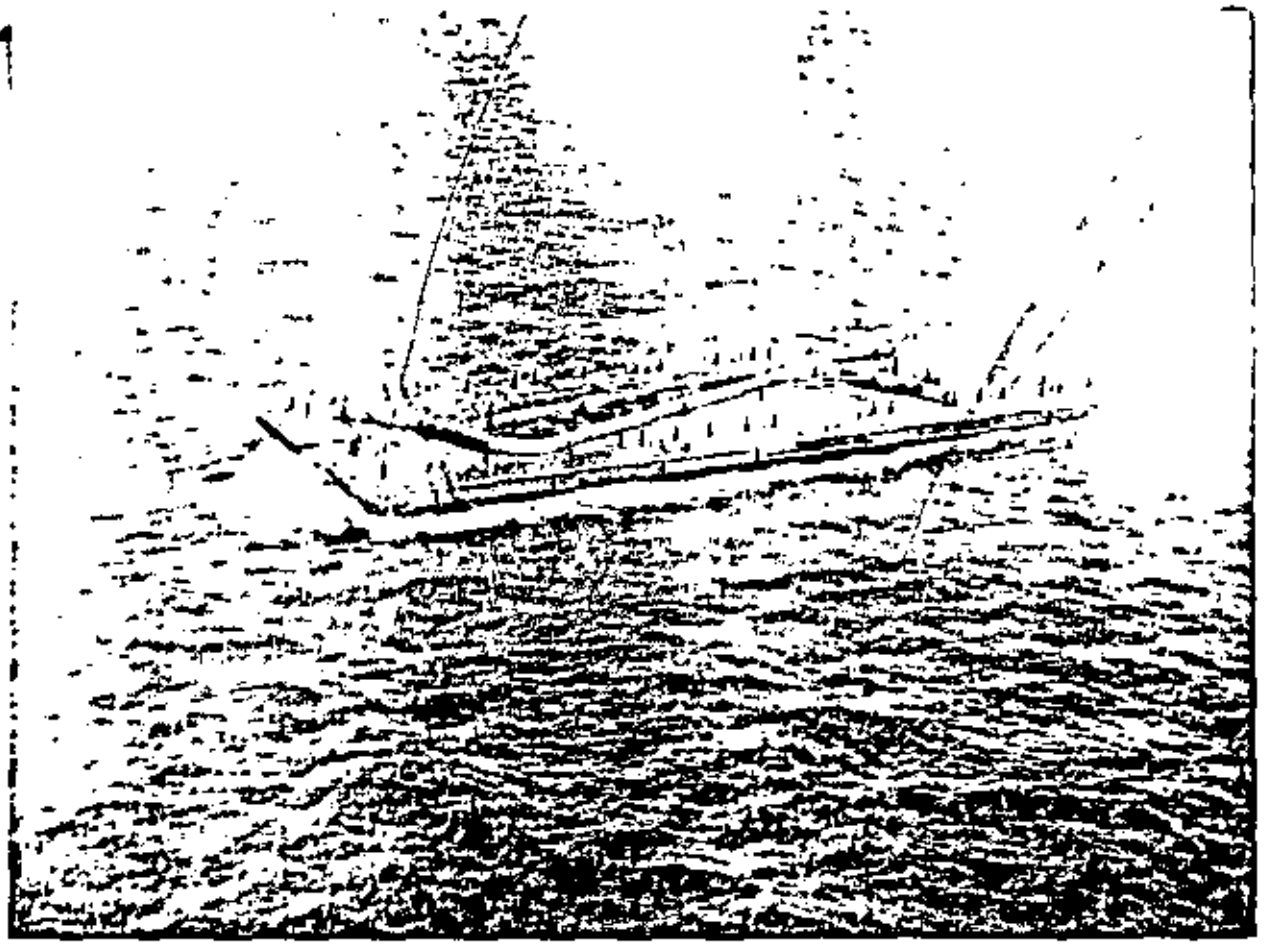
PONTON





LANZAMIENTO DE LINEA

TRANSPORTE DE TUBERIA ASCENDENTE



10. MONOBOYAS.

LAS MONOBOYAS TIENEN POR OBJETO AMPLIAR LA INFRAESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA DEL PETROLEO EN EL AREA DEL TRANSPORTE MARITIMO.

POR MEDIO DE ESTE SISTEMA SE REALIZAN LAS MANIOBRAS DE CARGA Y DESCARGA ALEJADAS DE LA COSTA, DE BUQUES-TANQUES, ESTE SE DEFINE COMO MONOBOYA TIPO CATENARIA.

PERMITE EL DECONGESTIONAMIENTO DE LOS PUERTOS PETROLEROS DE EMBARQUE YA QUE PUEDE CARGAR BUQUES-TANQUES HASTA DE 250,000 TONELADAS.

LAS MONOBOYAS SON DISEÑADAS PARA PROPORCIONAR UN AMARRE SEGURO A BUQUES-TANQUES, PUDIENDO CARGAR O DESCARGAR PRODUCTOS, CONSIDERANDO LA RESULTANTE DE LOS EFECTOS DE VIENTO, CORRIENTES Y OLEAJE, LA EMBARCACION QUEDA AMARRADA EN LA POSICION QUE PRESENTE MENOS RESISTENCIA A LAS CONDICIONES CITADAS.

LAS MONOBOYAS O TERMINALES DE CARGA, SON SIMILARES A UNA EMBARCACION DE ESTRUCTURA DE ACERO Y SU DISEÑO ESTRUCTURAL DEBE CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES DE LA AMERICAN BUREAU OF SHIPPING O SIMILAR (ABS).

SU INSTALACION Y MANTENIMIENTO SON SIMPLES, PERMITE AL BARCO GIRAR, ACOMODANDOSE EN LA POSICION QUE PRESENTA MENOR RESISTENCIA AL VIENTO Y PUEDE TRABAJAR EN CONDICIONES DE TIEMPO IMPOSIBLES PARA CUALQUIER OTRA INSTALACION, TAMBIEN PUEDE TRASLADARSE A OTRO LUGAR QUE SE CONSIDERE MAS CONVENIENTE.

CONSIDERANDO COMO UNA SOLA ESTRUCTURA LA MONOBOYA EN SI, LAS CADENAS, LAS ANCLAS Y LOS CABOS DE AMARRE, TENEMOS LAS SIGUIENTES CONDICIONES DE TRABAJO:

1. CONDICIONES AMBIENTALES NORMALES.

   EL SISTEMA PUEDE OPERAR CON BARCOS HASTA DE 250,000 TONELADAS.

2. CONDICIONES AMBIENTALES DE TORMENTA.

CON UN BARCO DE 150,000 TONELADAS AMARRADO, LOS FACTORES DE SEGURIDAD DEL SISTEMA ESTRUCTURAL SON: CADENAS 2.45, ANCLAS 1.3 Y LOS CABOS 1.1., ESTOS FACTORES SE TENDRAN SOLO EN CONDICIONES OCEANOGRAFICAS, LAS CUALES ESTAN CONSIDERADAS COMO ACCIDENTALES, ES DECIR, CUANDO POR CAUSAS FORTUITAS UN BARCO SEA SORPRENDIDO AMARRADO A LA BOYA, LOS FACTORES ANTES SEÑALADOS SE ACEPTAN PARA ESTAS CONDICIONES DE TRABAJO.

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE TORMENTA PARA BARCOS DE 250,000 TONELADAS AMARRADOS, SE EXCLUYE LA POSILILIDAD DE QUE POR CAUSAS ACCIDENTALES OPEREN DURANTE UNA TORMENTA CON LA MONOBOYA.

SI POR ALGUNA RAZON EL BUQUE TANQUE ES SORPRENDIDO AMARRADO A LA BOYA, SE PREVEE QUE SE ROMPA EL CABO DE AMARRE, PARA LIBERAR EL BARCO Y NO SE DAÑE.

PARA QUE SE CUMPLAN ESTAS CONDICIONES, LOS FACTORES DE SEGURIDAD A LA FALLA SON: - CADENAS 1.79, ANCLAS DE 0.95 Y CABOS DE 0.75.

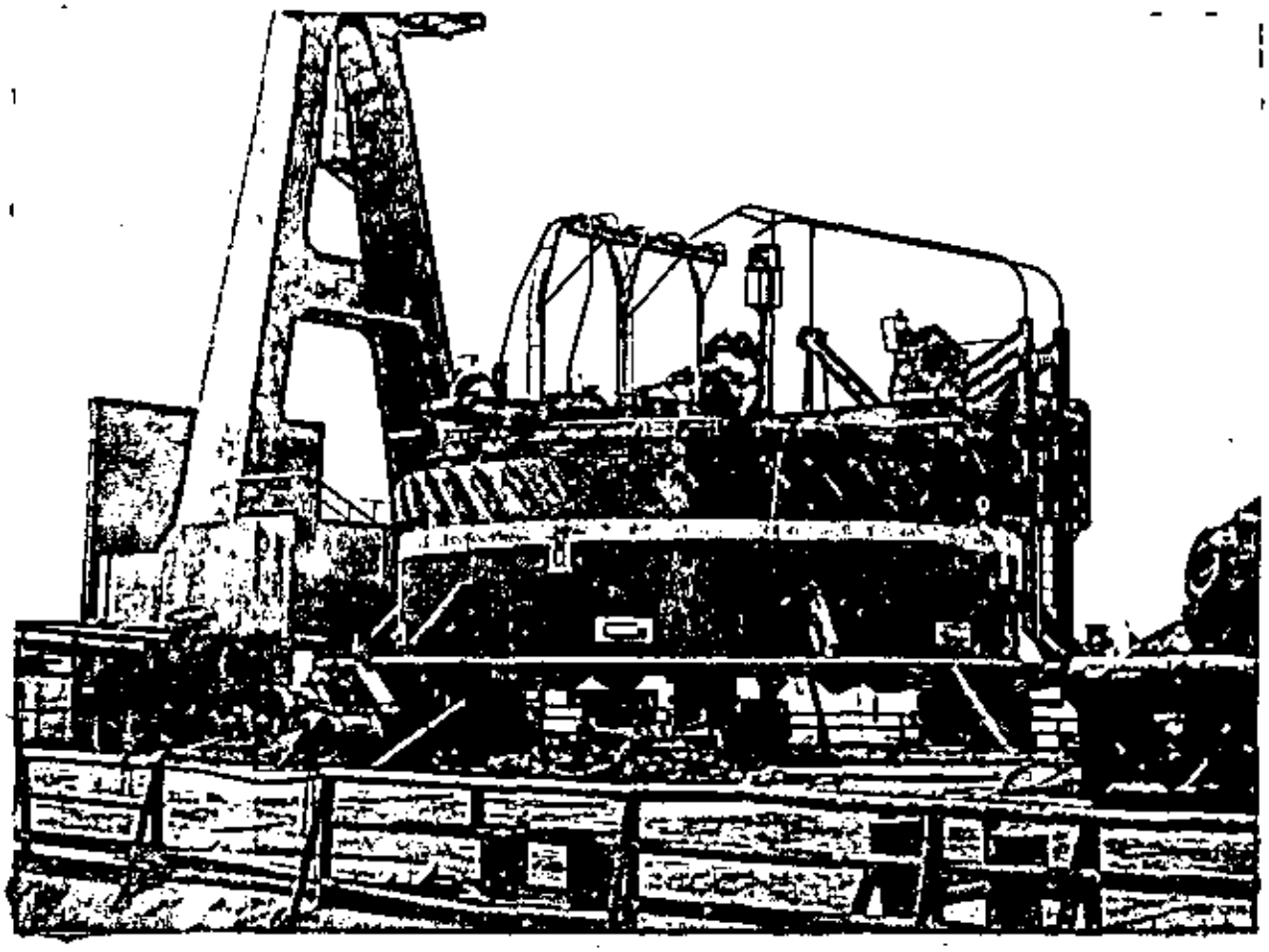
SE DEBEN TOMAR EN CUENTA LAS CONDICIONES DE ESTABILIDAD DE LOS BARCOS AMARRADOS, -- EN FUNCION DE LA PROFUNDIDAD EN QUE SEA LOCALIZADA LA MONOBOYA, RESPECTO AL NIVEL - DE BAJAMAR MEDIA.

LA ESTABILIDAD DE LA MONOBOYA DEBE SER SATISFACTORIA, AUN EN EL CASO DE TENERSE UN BARCO DE 250,000 TONELADAS AMARRADO DURANTE UNA TORMENTA.

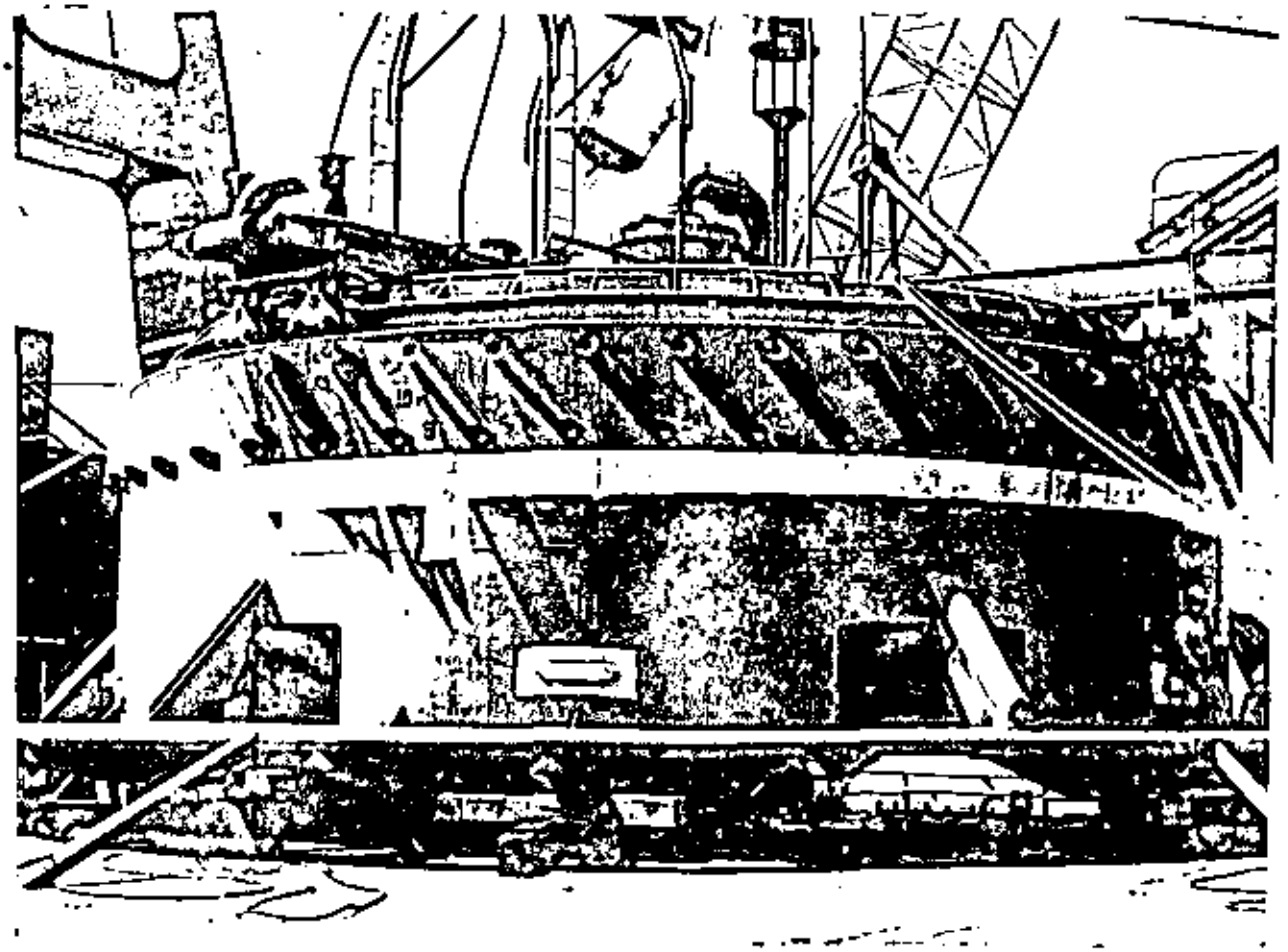
M O N O B O Y A .

FACTORES DE SEGURIDAD A LA FALLA DEL SISTEMA

		CONDICIONES		AMBIENTALES	
	RESISTENCIA	BARCO 150,000 T		BARCO 250,000 T.	
ELEMENTO	TONELADAS	NORMALES	TORMENTA	NORMALES	TORMENTA
CABO	431	3,39	1,10	2,36	0,75
ANCLAS	326	4,08	1,30	2,96	0,95
CADENAS	621	7,40	2,45	5,45	1,79



MONOBOYAS



11. EQUIPOS DE APOYO.

PARA LAS DIFERENTES FASES QUE COMPONEN LOS TRABAJOS DE CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ALEJADAS FUERA DE LAS COSTA, ES NECESARIO CONTAR CON LOS EQUIPOS DE APOYO MINIMOS -- PARA LA CORRECTA EJECUCION DE LOS MISMOS:

DICHOS EQUIPOS SON:

A. TRANSPORTE DE PILOTES Y ESTRUCTURAS.

1. CHALAN DE LANZAMIENTO
2. CHALAN DE CARGA
3. REMOLCADORES

B. LANZAMIENTO, POSICIONAMIENTO, PILOTEO Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS Y MODULOS DE - PERFORACION.

1. BARCAZA GRUA CON CAPACIDAD DE 2,000T.
2. BARCO TOPOGRAFO
3. REMOLCADORES

C. TENDIDO DE LINEAS SUBMARINAS.

1. BARCO POSICIONADOR
2. BARCAZA DE TENDIDO
3. BARCAZA DE ENTERRADO
4. REMOLCADORES

D. INSTALACIONES DE TUBERIAS ASCENDENTES.

1. BARCAZA PARA EFECTUAR SOLDADURAS HIPERBARICAS CON SU EQUIPO COMPLETO - DE SATURACION.

2. BARCO GRUA.

E. TRASNPORTE Y ABASTECIMIENTO.

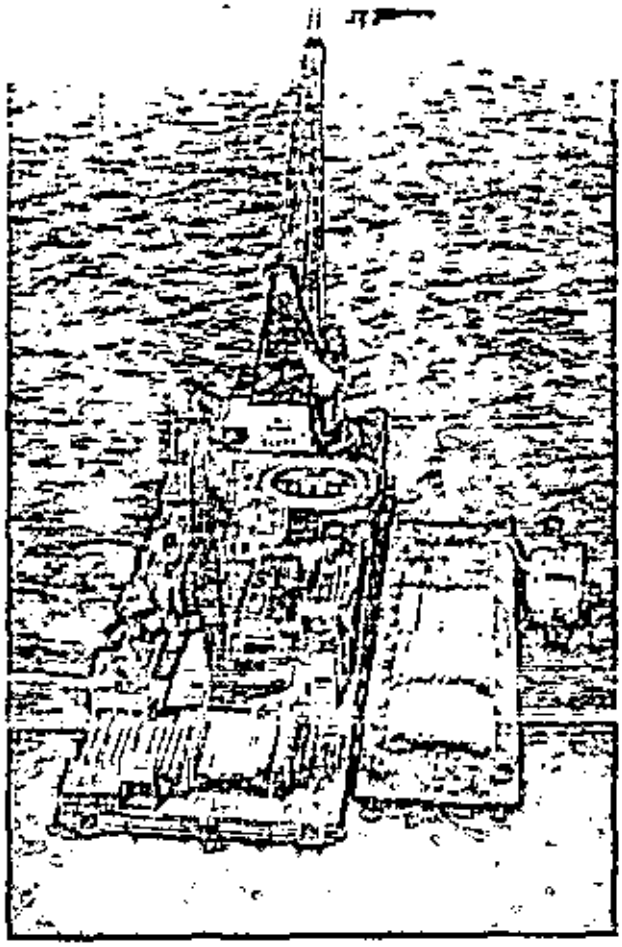
1. HICOPTEROS DIFERENTES CAPACIDADES.

2. BARCO ABASTECEDOR.

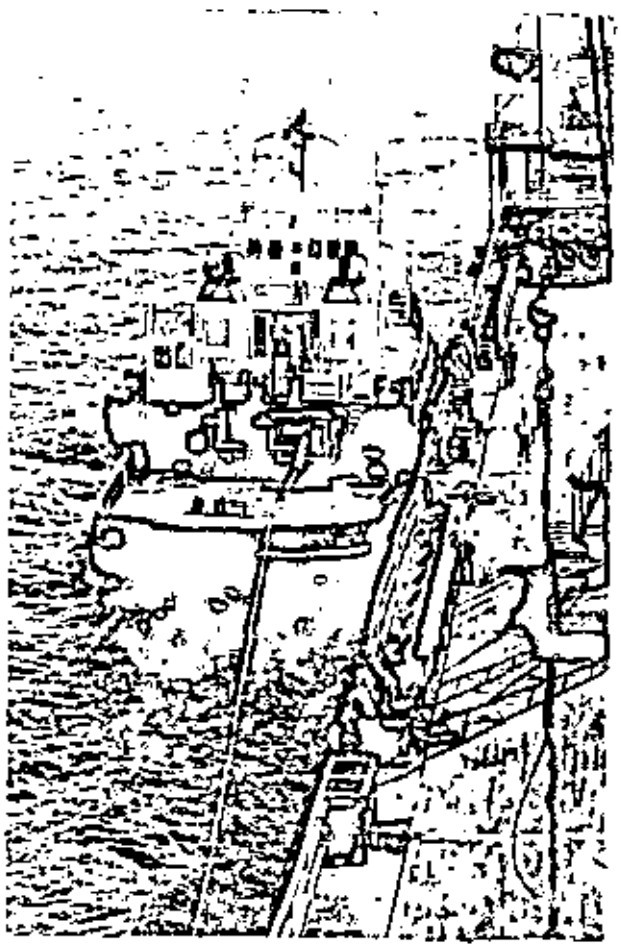
3. BARCO DE PASAJEROS.

F. UNIDADES HABITACIONALES.

1. BARCO SUMERGIBLE COMO UNIDAD DE APOYO HABITACIONAL Y APOYO AEREO.

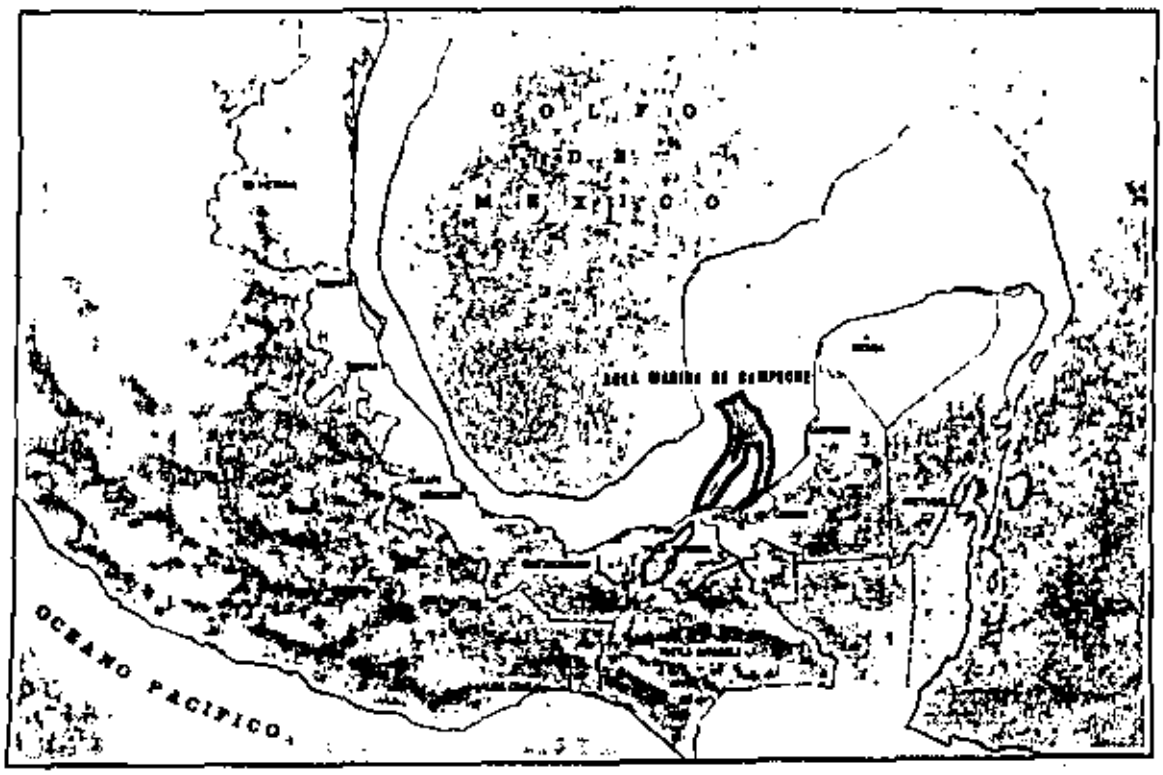


POS



PETROLEOS MEXICANOS
SUBDIRECCION DE EXPLOTACION

AREA MARINA DE CAMPECHE



12. PROYECTO DE LA SONDA DE CAMPECHE

LA PLATAFORMA CONTINENTAL QUE RODEA LA PENINSULA DE YUCATAN ES DE GRAN TAMAÑO; PUESTO QUE CUBRE UNA SUPERFICIE DE MAS DE 170 MIL KILOMETROS CUADRADOS, ESTA PLATAFORMA SE EXTIENDE SOBRE TODO AL NORTE Y AL PONIENTE DE LA PENINSULA.

AUNQUE LA EXPLORACION GENERAL SISMOLOGICA MARINA HA CUBIERTO LA MAYOR PARTE DE ESTA PLATAFORMA CONTINENTAL, SE HAN HECHO TRABAJOS DE MAYOR DETALLE EN UNA SUPERFICIE DE 8 MIL KILOMETROS CUADRADOS EN LA PARTE SUR DEL GOLFO DE MEXICO, FRENTE A LAS COSTAS DEL ESTADO DE CAMPECHE, EN DONDE SE DESCUBRIO UN IMPORTANTE COMPLEJO DE CAMPOS PRODUCTORES DE PETROLEO CRUDO.

LA ZONA QUE YA HA PROBADO TENER YACIMIENTOS DE PETROLEO COMPRENDE UN AREA POR DESARROLLAR DE 700 KILOMETROS CUADRADOS, ESTO AUNANDO AL IMPRESIONANTE ESPESOR DE LAS ROCAS SATURADAS CON PETROLEO Y A LA GRAN POROSIDAD DE LAS MISMAS, HA CONVERTIDO AL GOLFO DE CAMPECHE EN LA PROVINCIA PETROLERA MAS IMPORTANTE DEL MUNDO.

HASTA ESTE MOMENTO, EL PRINCIPAL CAMPO DE LA SONDA DE CAMPECHE ES EL LLAMADO AKAL, QUE, CON PRODUCCION DE 42 MIL BARRILES POR DIA POR CADA POZO, SE ENCUENTRA A LA CABEZA DE LOS CAMPOS PRODUCTORES DEL MUNDO, EN CUANTO AL RENDIMIENTO PROMEDIO POR POZO.

A UNA DISTANCIA APROXIMADA DE 80 KM. DE LAS COSTAS DE CD. DEL CARMEN, SE LOCALIZA LA SONDA DE CAMPECHE, EN UN RECTAGULO CON UN AREA DE TRABAJO DE 1,400 KM^2.

EN ESTA AREA SE LOCALIZAN LAS SIGUIENTES ESTRUCTURAS GEOLOGICAS EN ORDEN DE IMPORTANCIA.

AKAL, NOHOCH, ABKATUM, IXTOC, KU, MALLOB, CHAC, KUTZ, KANAAB, PO E IXCH.

LOS CAMPOS ACTUALMENTE EN EXPLOTACION SON: AKAL, NOHOCH ABKATUM Y KU.

CON 10 PLATAFORMAS DE PERFORACION EN OPERACION, ESTAN UNIDOS ENTRE SI POR LINEAS - DE RECOLECCION (OLEOGASODUCTOS), QUE TRANSPORTAN EL ACEITE Y LO LLEVAN HASTA LAS - PLATAFORMAS DE PRODUCCION, DONDE SE SEPARA EL CRUDO DEL GAS, EL CRUDO SE ENVIA A - TIERRA DESDE LAS PLATAFORMAS DE ENLACE A TRAVES DE DOS OLEODUCTOS MARINOS DE 36" Ø. QUE PARTEN DE LOS COMPLEJOS AKAL C Y AKAL J, HACIA EL PUERTO DE DOS BOCAS, TABASCO - EL GAS SE RECOLECTARA Y TRANSPORTARA HASTA CIUDAD PEMEX PARA SU APROVECHAMIENTO, UNA VEZ TERMINADA LA CONSTRUCCION DEL GASODUCTO DE 36" Ø QUE PARTE DE NOHOCH "A",- A ATASTA EN CAMPECHE Y A LA INSTALACION DE TRES PLATAFORMAS DE COMPRESION Y UNA DE ENLACE.

DE FINES DE 1978 AL 30 DE JUNIO DE 1981 SE HAN INSTALADO LAS SIGUIENTES PLATAFORMAS: 28 PLATAFORMAS DE PERFORACION, 9 DE PRODUCCION, 4 DE ENLACE, 3 DE COMPRESION, 3 HA- BITACIONALES, 2 DE REBOMBEO.

1 MONOBOYA EN ABKATUM PARA CARGA A BUQUES CON CAPACIDAD DE 250,000 TONELADAS, TAMBIEN SE HAN TENDIDO 800 KILOMETROS DE LINEAS DE 14 A 36" PULGADAS DE DIAMETRO, INCLUYENDO- DOS OLEODUCTOS A TIERRA DE 36" Ø POR 161 KMS. DE LONGITUD, DOS GASODUCTOS DE 36" Ø Y- DOS DE 24"

ASIMISMO SE ENCUENTRA EN CONSTRUCCION UN SEGUNDO OLEODUCTO DE 36" Ø POR 95 KMS. DEL - COMPLEJO AKAL J A CAYO ARCAS DONDE ESTA PROYECTADA UNA TERMINAL DE ALMACENAMIENTO --- CUYA PRIMERA ETAPA CONSISTIRA EN CARGA A BUQUES MEDIANTE UNA MONOBOYA PARA BARCOS --- HASTA DE 250,000 TONELADAS DE PESO MUERTO.

PODREMOS APRECIAR DE MANERA MAS OBJETIVA TODO LO ANTERIOR CON LA PRESENTACION DE LA - PELICULA PLATAFORMAS MARINAS.

DIRECTORIO DE PROFESORES

PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS Y PORTUARIAS

AGOSTO, 1981

1. Ing. Clemente Beltrán Ruiz Esparza
Gerente de Administración de Proyectos Especiales
Petróleos Mexicanos
Marina Nacional #329 Edif. B-2 piso 11
México 17, D.F.
TEL: 531. 47. 74 y 250. 26. 11 ext. 3564

2. Ing. Luis Herrejón de la Torre
Administrador de Proyectos y Obras Portuarias
Gerencia de Proyectos y Construcción
Petróleos Mexicanos
Marina Nacional #329 Edif.1810 piso 10
México 17, D.F.
TEL: 531.63.63

3. Ing. José Guillermo MacDonel Martínez
Area de Evaluación y Economía Portuaria
Coordinación de Proyectos de Desarrollo de la Presidencia
Félix Cuevas # 301 piso 6
México 12, D.F.
TEL: 534.73.13 y 658.42.00 ext. 149

4. Ing. José Mora Gómez
Subdirector General
Cía. Benjamín Mora González
Londres No. 71
México 6, D.F.
TEL: 533.00.72

5. Ing. Benjamín Mora González
Director General
Cía. Benjamín Mora González
Londres No. 71
México 6, D.F.
TEL: 533.00.72 y 514.35.82

... 2

6. Ing. Mauricio Osorio Morales
Auxiliar del Jefe de la Unidad
Coordinadora de Proyectos Industriales
Dirección de Obras Marítimas
Secretaría de Comunicaciones y Transportes
Insurgentes Sur No. 645 piso 3
México 11, D.F.
TEL: 564.52.25

7. Ing. Julio Pindter Vega
Gerente del Departamento de Puertos y Dragados
Constructora General del Norte, S. A.
Cerrada de Bezares No. 31 P.B.
México 10, D.F.
TEL: 570.00.73

8. Ing. Arturo Ruiloba de León
Superintendente de Obras Marítimas
Petróleos Mexicanos
Pajaritos, Ver.
TEL: 91. 921. 2. 74. 24 en Coatzacoalcos, Ver. (casa)
y 531. 63. 63 (dejar recado con Ing. Herrejón para transmitirlo por red interna).

9. Ing. Juan Valera Adam
Coordinador General del Proyecto "Ostión"
Proyectos Marinos, S.C.
Torre de Comermex Desp.-1102 piso-11
Blvd. Manuel Avila Camacho No. 1
México 10, D.F.
TEL: 395.00.88 ext. 109

10. Ing. Miguel Angel Vergara Sánchez
Gerente de Estudios y Proyectos
Construcciones y Proyectos Civiles
Río Pánuco # 30
México 5, D.F.
TEL: 566.89.76 y 566.87.66

'pmc.

PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS Y PORTUARIAS

Agosto, 1981

FECHA	HORA	T E M A	PROFESOR
Lunes 17	17:00 - 21:00	Obras Marítimas y Portuarias	Ing Juan Valera Adam
Martes 18	17:00 - 21:00	Dimensionamiento Portuario	Ing Julio Pindter Vega
Miércoles 19	17:00 - 21:00	Estudios Físicos y Modelos Hidráulicos	Ing Miguel Angel Vergara
Jueves 20	17:00 - 21:00	Proyecto de Obras Exteriores	Ing Guillermo MacDonel M
Viernes 21	17:00 - 21:00	Dragado	Ing José Mora Gómez
Lunes 24	17:00 - 21:00	Estructuras Marítimas	Ing Luis Herrejón de la Torre
Martes 25	17:00 - 21:00	Procedimientos de Construcción en las Obras Marítimas y Portuarias	Ing Benjamín Mora González
Miércoles 26	17:00 - 21:00	Construcción de Obras Exteriores	Ing Mauricio Osorio Morales
Jueves 27	17:00 - 21:00	Construcción de Muelles	Ing Arturo Ruiloba de León
Viernes 28	17:00 - 21:00	Construcción de Instalaciones	Ing Clemente Beltrán Ruiz E

EVALUACION DEL PERSONAL DOCENTE

CURSO: PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS

FECHA: 17 al 28 de agosto, 1981

CONFERENCISTA	DOMINIO DEL TEMA	EFICIENCIA EN EL USO DE AYUDAS AUDIOVISUALES	MANTENIMIENTO DEL INTERES. (COMUNICACION CON LOS ASISTENTES, AMENIDAD, FACILIDAD DE EXPRESION).	PUNTUALIDAD	
1. Ing Juan Valera Adam					
2. Ing Julio Pindter Vega					
3. Ing Miguel Angel Vergara					
4. Ing Guillermo MacDonel M					
5. Ing José Mora Gómez					
6. Ing Luis Herrejón de la Torre					
7. Ing Benjamín Mora González					
8. Ing Mauricio Osorio Morales					
9. Ing Arturo Ruiloba de León					
10 .Ing Clemente Beltrán Ruiz E					
ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10					

SU EVALUACION SINCERA NOS AYUDARA A MEJORAR LOS PROGRAMAS POSTERIORES QUE DISEÑAREMOS PARA USTED.

TEMA	ORGANIZACIÓN Y DESARROLLO DEL TEMA	GRADO DE PROFUNDIDAD LOGRADO EN EL TEMA	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO EN EL TEMA	UTILIDAD PRACTICA DEL TEMA	
Obras Marítimas y Portuarias					
Dimensionamiento Portuario					
Estudios Físicos y Modelos Hidraúlicos					
Proyecto de Obras Exteriores					
Dragado					
Estructuras Marítimas					
Procedimientos de Construcción en las Obras Marítimas y Portuarias					
Construccion de Obras Exteriores					
Construccion de muelles					
Construcción de Instalaciones					
ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10					

EVALUACION DEL CURSO

	CONCEPTO	EVALUACION
1	APLICACION INMEDIATA DE LOS CONCEPTOS EXPUESTOS	
2.	CLARIDAD CON QUE SE EXPUSIERON LOS TEMAS	
3.	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO CON EL CURSO	
4.	CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL CURSO	
5.	CONTINUIDAD EN LOS TEMAS DEL CURSO	
6.	CALIDAD DE LAS NOTAS DEL CURSO	
7.	GRADO DE MOTIVACION LOGRADO CON EL CURSO	

ESCALA DE EVALUACION DE 1 A 10

1. ¿Qué le pareció el ambiente en la División de Educación Continua?

MUY AGRADABLE	AGRADABLE	DESAGRADABLE

2. Medio de comunicación por el que se enteró del curso:

PERIODICO EXCELSIOR ANUNCIO TITULADO DIVISION DE EDUCACION CONTINUA	PERIODICO NOVEDADES ANUNCIO TITULADO DIVISION DE EDUCACION CONTINUA	FOLLETO DEL CURSO

CARTEL MENSUAL	RADIO UNIVERSIDAD	COMUNICACION CARTA, TELEFONO, VERBAL, ETC.

REVISTAS TECNICAS	FOLLETO ANUAL	CARTELERA UNAM "LOS UNIVERSITARIOS HOY"	GACETA UNAM

3. Medio de transporte utilizado para venir al Palacio de Minería:

AUTOMOVIL PARTICULAR	METRO	OTRO MEDIO

4. ¿Qué cambios haría usted en el programa para tratar de perfeccionar el curso?

_____

_____

_____

5. ¿Recomendaría el curso a otras personas?

SI	NO

6. ¿Qué cursos le gustaría que ofreciera la División de Educación Continua?

_____

_____

7. La coordinación académica fue:

EXCELENTE	BUENA	REGULAR	MALA

8. Si está interesado en tomar algún curso intensivo ¿Cuál es el horario más conveniente para usted?

LUNES A VIERNES DE 9 A 13 H. Y DE 14 A 18 H. (CON COMIDAS)	LUNES A VIERNES DE 17 A 21 H.	LUNES, MIERCOLES Y VIERNES DE 18 A 21 H.	MARTES Y JUEVES DE 18 A 21 H.

VIERNES DE 17 A 21 H. SABADOS DE 9 A 14 H.	VIERNES DE 17 A 21 H. SABADOS DE 9 A 13 Y DE 14 a 18 H.	O T R O

9. ¿Qué servicios adicionales desearía que tuviese la División de Educación Continua, para los asistentes?

_____

_____

10. Otras sugerencias:

_____

_____

_____

D I V I S I O N D E E D U C A C I O N C O N T I N U A

U N A M

C U R S O: PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS Y -- PORTUARIAS

17 AL 28 DE AGOSTO DE 1981

"DIMENSIONAMIENTO PORTUARIO"

ING. JULIO PINDTER V:

18-AGOSTO-1981

I N D I C E

El Puerto es un instrumento al servicio del bien común y no una simple empresa con fin de lucro, aunque algunas actividades desarrolladas en él son empresas con fines económicos.

A los puertos arriban embarcaciones de cualquier bandera y en cualquier momento, siendo las unicas limitaciones las condiciones fisicas, los derechos portuarios y sus reglamentos.

Dada la insertidumbre en la predicción del movimiento de carga y posible tráfico con las consecuencias sobre la planeación y administración portuaria, nos obliga a estudiar y a adecuarse la evolución y progreso de los medios de transporte y las instalaciones de manejo de carga.

Para el analisis general de un puerto existente o de nueva creación es indispensable conciderar las necesidades de los usuarios. Estos son fundamentalmente importadores y exportadores de carga de entrada y salida en cabotaje, los navieros y los servicios para satisfacer las necesidades a esas cargas y barcos a travez de los trabajadores portuarios, el transporte terrestre y los servicios de apoyo que hacen posible la liga entre los diversos modos de transporte.

Los Puertos por el tráfico desarrollado pueden dividirse en : Puertos Comerciales, Puertos Pesqueros, Puertos Petroleros y Petroquimocos, Puertos Industriales y Puertos Turisticos.

1. GENERALIDADES: El incremento notable el comercio mundial favorecido por la apertura del comercio Internacional de un sin número de paises han originado la creación de -- una red de transportes que cubre practicamente toda la tierra permitiendo enlasar cualquier lugar del planeta.

El desigual reparto de las fuentes de materias primas o insumos para las industrias y la competencia Internacional - reflejada en el precio de las mercancías han obligado al - aumento de eficiencia de la red de transportes para de esa manera hacer más competitivo el intercambio comercial.

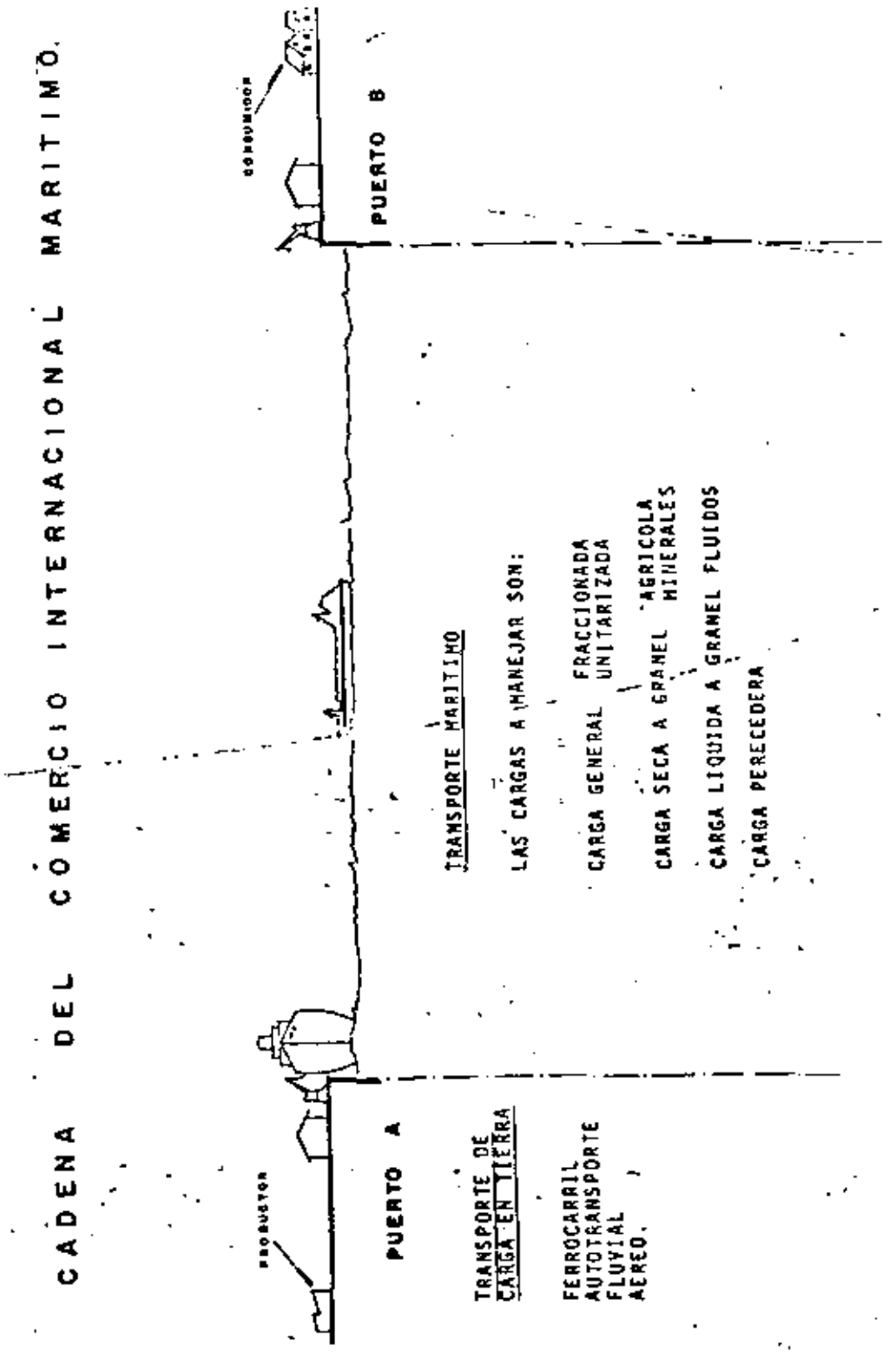
En esta red del transporte, los puertos constituyen un eslabón más de dicha cadena, al enlasar y cordinar dos sistemas diferentes de transporte como son el terrestre y el marítimo. Por lo que del puerto en si, se analizarán los aspectos fundamentales que son las instalaciones que forman la estructura física y las organizaciones humanas que hacen posible la realización de la transferencia de las mercancias y pasajeros con eficiencia, seguridad y economía.

De capital importancia son los usuarios, al respecto también serán tratados en este curso.

El gran incremento del transporte marítimo a propiciado la especialización de la organización portuaria, las instalaciones en el puerto, la flota mercante y el sistema de --- transporte terrestre a fin de absorver ese incremento en - una forma más eficiente y económica.

Esa especialización se inicio en paises industrializados- al implantarse sistemas eficientes en el transporte terrestre por medio de contenedores y al destinar areas en el -- puerto para alojar industrial ligados al transporte marítimo que propiciaron la creación de los denominados "Puertos Industriales".

En esta parte del curso trataremos los puertos comerciales, los cuáles definiremos de la siguiente manera:



PUERTOS COMERCIALES: Es el conjunto de obras, instalaciones y organizaciones, que permiten al hombre aprovechar un lugar en la costa, para realizar las operaciones de intercambio -- entre el tráfico marítimo y terrestre.

PUERTOS INDUSTRIALES: Es el conjunto de obras, instalacio-- nes y organizaciones, que permiten al hombre aprovechar un - lugar en la costa para el establecimiento, en un área determinada, de industrias ligadas a la actividad marítima para -- el intercambio de insumos y productos elavorados y cuya administración portuaria se circunscribe a una sola autoridad.

PUERTOS INDUSTRIALES
- PETROLEROS Y PETROQUIMICOS
- INDUSTRIALES NO PETROLEROS

II. EL COMERCIO MARITIMO:

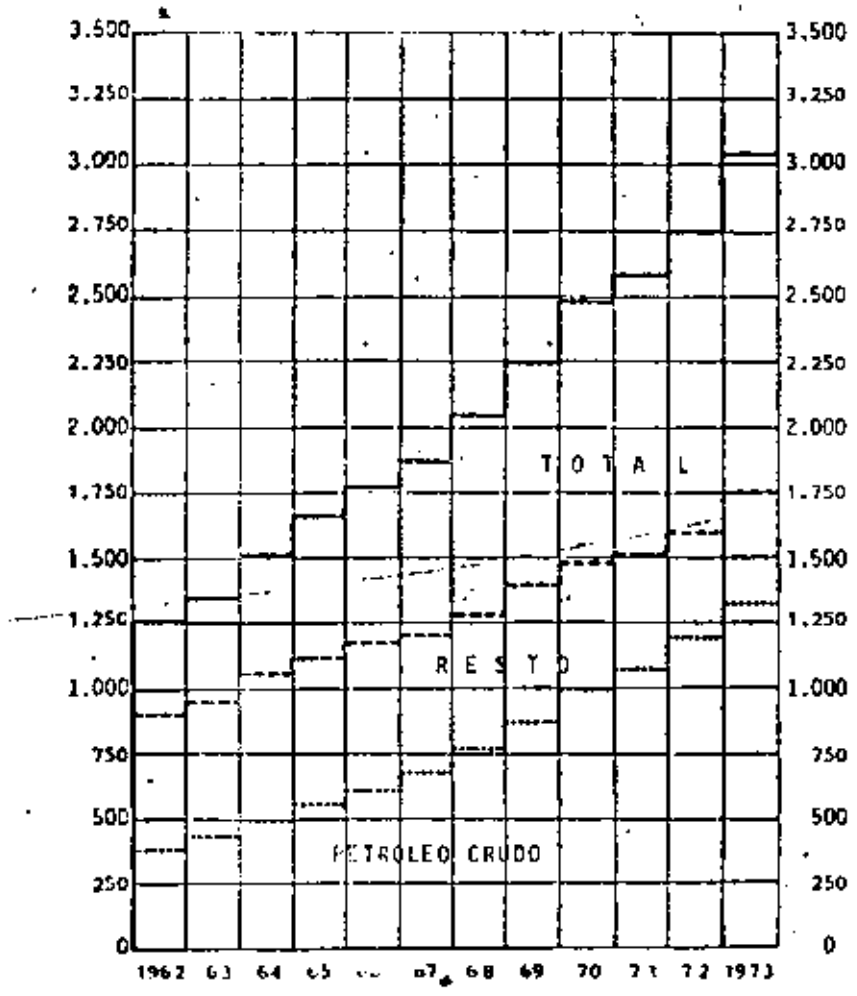
a) Comercio Marítimo Internacional:

La evolución del tráfico marítimo mundial se podrá observar en la siguiente gráfica que nos muestra el incremento de carga transportada en millones de toneladas.

Ver gráfica No. 1

TRAFICO MARITIMO MUNDIAL

-CARGA TRANSPORTADA EN MILLONES DE TONELADAS-



GRAFICA NO. 1

En 1973 el desgloce del movimiento de carga fué como sigue:

Petróleo crudo	1,310	Millones de Tons.
Hierro	285	" " "
Derivados del petroleo	275	" " "
Carbón	104	" " "
Productos agricolas	99	" " "
Otros	964	" " "
	3,04D.	" " "

En 1973 el petroleo crudo representa el 43% del total.

El movimiento gloval de 1973 respecto a 1962 es de 2.43 -- veces.

Para transportar el volúmen de mercancías antes mencionadas, en la gráfica No.2, se podra observar la evolución del tonelaje mundial en el período 1969-73.

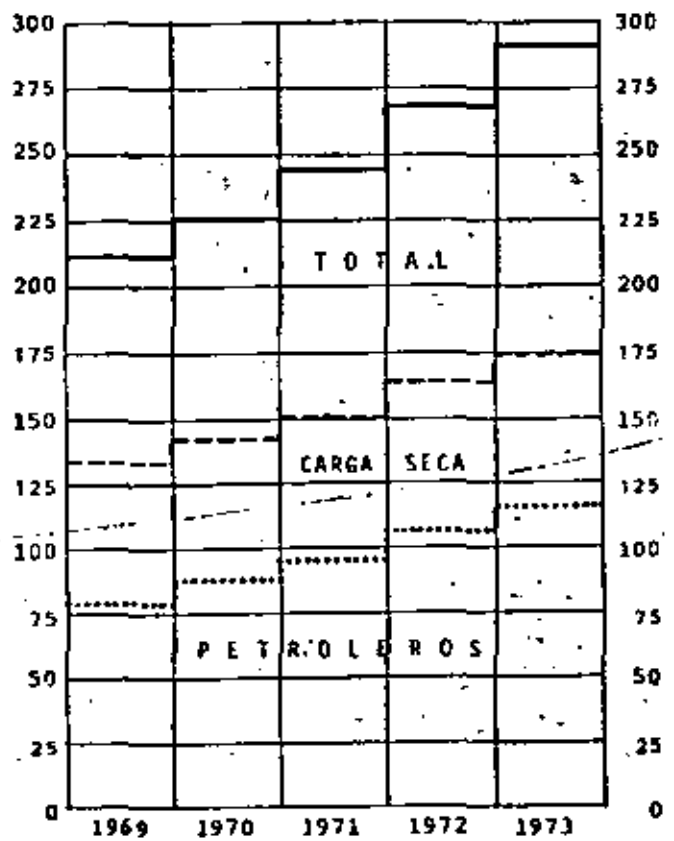
Ver gráfica No. 2

Las principales flotas mercantes en el mundo al 1º de julio de 1973 se podrá observar en la gráfica No. 3

Ver gráfica No. 3

EVOLUCION DEL TONELAJE MUNDIAL

-EN MILLONES DE TONELADAS (T.R.B.)-

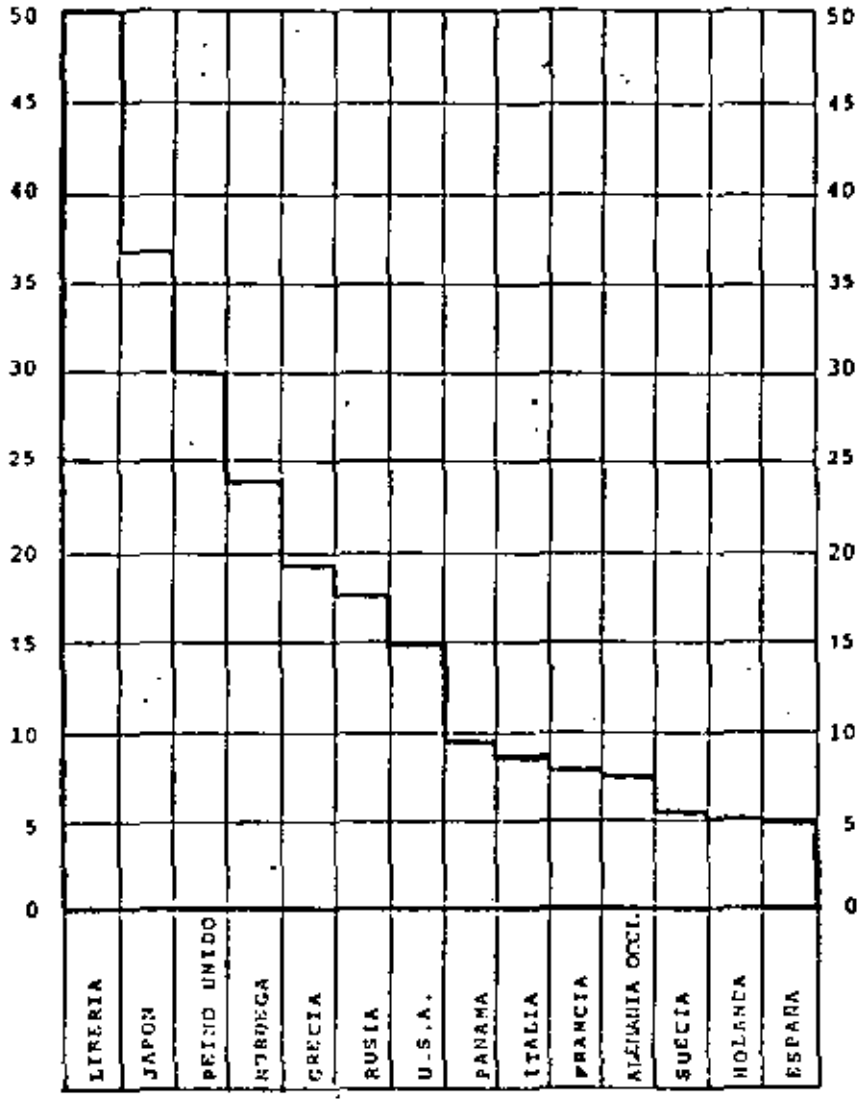


..... PETROLEROS
---- CARGA SECA
—— TOTAL

GRAFICA NO. 2

PRINCIPALES FLOTAS MERCANTES DEL MUNDO

-EN MILLONES DE TONELADAS (T.R.B.)-



GRAFICA NO. 3

Con respecto a la construcción naval en 1973, a continuación se enumeran los principales países que se dedican a esa actividad.

Japón	14.66	Millones	de	TRB	49.6%
Suecia	2.29	"	"	"	7.5%
Alemania Oriental	1.82	"	"	"	6.5%
España	1.39	"	"	"	4.6%
Francia	1.17	"	"	"	3.9%
Otros	8.23	"	"	"	27.9%
T o t a l	29.66	"	"	"	100.0%

De estas cifras 14 millones (47%) son petroleos.

Con respecto al tamaño de los mayores barcos botados en 1973 a continuación se enlistan los cuatro principales:

N O M B R E	TRB	TIPO	PAIS
Globtik-London	238,207	Petrolero	Japón
Butron	163,795	"	España
Ocean Park	163,700	"	España
Svea lond	152,068	: O O C	Suecia

Las mayores flotas petroleras en 1973 eran:

Liberia	29,364,000	TRB
Japón	14,193,000	"
Inglaterra	14,107,000	"
Noruega	11,163,000	"
Resto	46,538,000	"
T o t a l	115,538,000	TRB

La evolución en las dimensiones de los Buque-tanque a sido dicisivo en el transporte de petróleo que represento el -- 43% en 1973, el total del movimiento marítimo y que a continuación se podrá observar:

AÑO	N O M B R E	TRB	TPM	E (M)	M (M)	C (M)
1952	DRAGON PARK	30,072	53,282	233.0	31.0	12.2
1956	UNIVERJE LEADER	51,400	85,400	259.5	38.0	14.0
1966	TOKIO-MARU	94,630	151,258	306.7	47.5	16.0
1968	UNIVERJE IRELAND	149,608	326,585	346.0	53.3	24.8
1973	GLOBTIK-LONDON	235,000	483,939	360.0	62.0	28.0

El flete (costo del transporte) en el caso del marítimo, - depende de múltiples factores, dentro de los cuáles influyen en una parte importante del costo del barco, las dis-- tancias del transporte, la posibilidad de grandes barcos, el- transporte de mercancía de ida y vuelta y la situación del mercado de fletes.

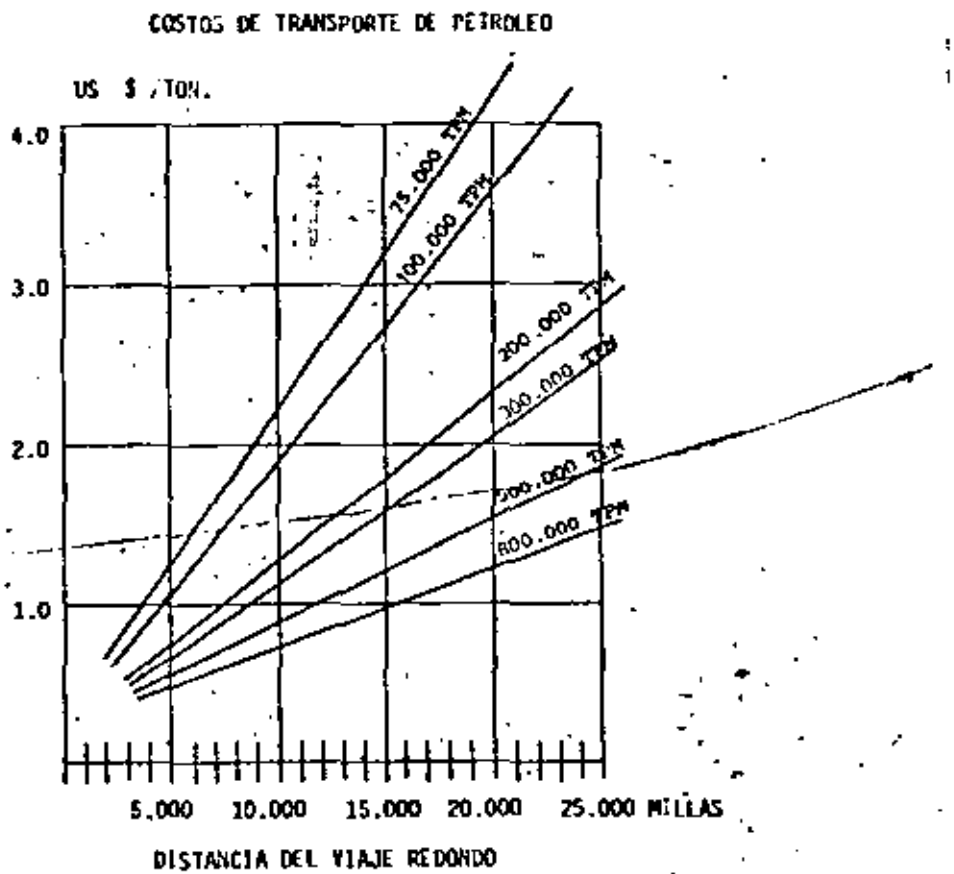
Para determinar las características del barco óptimo para- un transporte de carga determinado, influye la distancia a recorrer, el volumen anual a transportar, calados en la -- terminal, etc.. Para dar una idea del costo del transporte se podra observar la gráfica No. 4 que nos proporciona el- costo del transporte marítimo (en viaje redondo) de acuerdo con la capacidad de la embarcación utilizada.

TRAFICO DE GRANELES: Existen varios productos, a transportarse por este concepto, entre otros:

Hierro, carbón, otros minerales, productos agricolas, va-- rios.

El trafico mundial de graneles en 1972 fué:

Hierro	200	Millones de tons.
Carbón	74	" " " "



(J.D. PARGA)

GRAFICA NO. 4

Otros minerales (barita, fostato, etc.)	43	Millones de tons.
Productos agricolas (granos)	64	" " "
Otros graneles	125	" " "
T o t a l	526	Millones de Tons.

La distancia media de transporte fué de 5,000 millas.

Las corrientes de tráfico de graneles más importantes en 1972 (en millos de toneladas).

Z O N A	EXPORTACION	IMPORTACION
Europa	57	212
Africa	59	4
Norteamerica	184	72
Sudamerica	86	12
Asia	36	220 (90% Japón)
Australia	104	6
	526	526

La flota de graneleros en 1972, era como sigue:

Liberia	16,400,000	TRB
Japón	12,600,000	"
Noruega	8,600,000	"
Inglaterra	7,000,000	"
Grecia	5,100,000	"
Resto	22,250,000	"
T o t a l	72,650,000	"

Las características de algunos barcos graneleros de mayores dimensiones son:

	TRB (miles)	TPM (miles)	Eslora	Manga	Calado
Universe Kuré - 1970 Granelero	72	155	304	43	17.4
San Juna Exporter - 1967 - Mineralero	53	106	264	38	15.5
Svealanda - 1973 - Mineralero-Petrolero*	152	282	358	55	21.3
Hoegh Hill - 1972 OBO.	129	245	326	52	20.4

CONCLUSIONES:

Para la operación de un puerto debemos tomar en cuenta los siguientes factores:

Las obras e instalaciones; de abrigo, de atraque, amarre y de almacenaje. El transporte terrestre: Los usuarios; necesidades de importadores y exportadores así como el cabotaje y las características de las embarcaciones a servir. - Cargas; tipo, caracteristicas y volumen.

b)-Comercio exterior nacional por via marítima.

El comercio exterior nacional y su relación con el comercio exterior total, se podra observar en la siguiente tabla.

Ver tabla No. 1.

(MILES DE TONELADAS)

AÑO	COMERCIO EXTERIOR NACIONAL			COMERCIO EXTERIOR MARITIMO			PORCENTAJE DEL COMERCIO MARITIM		
	IMPORTACION	EXPORTACION	TOTAL	IMPORTACION	EXPORTACION	TOTAL	IMPORTACION	EXPORTACION	TOT
1970	8,865	14,183	23,048	3,376	9,705	13,081	38.1	68.7	56
1971	8,949	14,587	23,536	3,908	10,883	14,791	43.7	74.7	62
1972	11,565	15,874	27,439	5,635	11,314	16,949	48.7	71.2	61
1973	16,974	14,005	30,979	9,499	11,286	20,785	55.9	80.5	67
1974	16,907	16,501	33,408	8,247	12,767	21,014	48.7	77.3	62
1975	15,782	16,883	32,665	8,708	15,041	23,749	55.1	89.0	72
1976	11,353	17,604	28,957	7,158	15,110	22,268	63.5	85.8	76
1977	12,934	22,445	35,379	8,314	20,840	29,154	64.2	92.8	82
1978	14,720	33,670	48,390	10,103	30,010	40,113	68.6	89.1	82

FUENTE: DGOP - SCT.

Tabla No. 1.

'cbm.

III. LAS INSTALACIONES PORTUARIAS Y MARITIMAS DE MEXICO.

INTRODUCCION

La interdependencia económica del mundo actual, ha propicia do que los diversos países incluyan en sus programas de acción la modernización de sus sistemas de transporte. Esa interdependencia que se traduce en intercambios comerciales entre las naciones, se realiza cada vez con más altos volúmenes de materias primas y productos terminados lo que ha motivado inovaciones tecnólogicas en los conceptos del transporte y distribución.

Si entre las naciones que intercambian satisfactores, existe mar de por medio, el transporte marítimo juega un papel preponderante, por su gran economía al permitir transportar grandes volumenes de carga a grandes distancias, por medio de las flotas de embarcaciones dedicadas al tráfico de altura.

De igual manera el intercambio de excedentes entre regiones de un país ha favorecido el transporte, que por sus características de distancia, tipo y volúmen de carga requieren de los servicios del transporte marítimo, por medio de la flota destinada al tráfico de cabotaje.

Si la carga a transportar es de baja densidad económica, como son las materias primas, el empleo de transporte marítimo nos permitirá hacer más competitivo ese intercambio comercial del que hablamos, aumentando con esto las posibilidades de comerciar con regiones más distantes.

El puerto como punto de liga entre el transporte marítimo y terrestre coadyuva a desarrollar el comercio exterior de un país.

La organización de una manera apropiada y eficiente del tráfico que concluye a un puerto, sea marítimo, fluvial ó te--

rrestre, es la finalidad de la "Administración Portuaria",- la "Operación Portuaria" como parte de la administración se encarga de adecuar las multiples maniobras que se requieren para permitir, la transferencia de la carga y pasajeros del transporte marítimo al terrestre y viceversa, con eficacia, economía y seguridad.

El comercio exterior nacional y el marítimo han sufrido incrementos de consideración, como podra observarse en la tabla No. 1, en la que se muestran los volumenes de carga experimentados en el periódo 1970-1978.

ORGANIZACION DE LA ACTIVIDAD PORTUARIA

La ley orgánica de la administración pública ha transferido a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes nuevas atribuciones a fin de que tenga a su cargo en forma integral, - los aspectos relacionados con las comunicaciones y transportes como cabeza de sector. En tal virtud se creo la Subsecretaría de Puertos y Marina Mercante como responsable del subsector Puertos y se han incorporado para la realización de sus funciones las Direcciones Generales de Marina Mercante, Operación Portuaria, Obras Marítimas, Dragado y Señalamiento Marítimo. A su vez se cuenta con la participación directa de la Comisión Nacional Coordinadora de Puertos, encargada de conciliar los intereses entre usuarios de los -- servicios Marítimos, de los trabajadores portuarios y de -- las diferentes dependencias federales que intervienen en la operación de los Puertos.

Tambien se cuenta con el fideicomiso de equipo Marítimo y - Portuario, que proporciona esesoramiento en este campo, así como la venta o renta de equipo a los Puertos, con los siguientes objetivos:

Renovar los remolcadores marinos que estan obsoletos y en - malas condiciones mecánicas.

Dotación de remolcadores en los que carecen de este servicio.

Renovación de los equipos para manejo de carga.

Apoyar programas de fabricación nacional en equipos portuarios.

Algunos de los logros relevantes de la reforma portuaria,- son la creación de las zonas francas y las empresas de servicios portuarios. Las empresas de servicios portuarios -- constituidas como organismos de servicio y bajo el principio de la autosuficiencia financiera, han venido desarrollando una importante tarea en el manejo de las cargas que llegan o salen por los Puertos Nacionales.

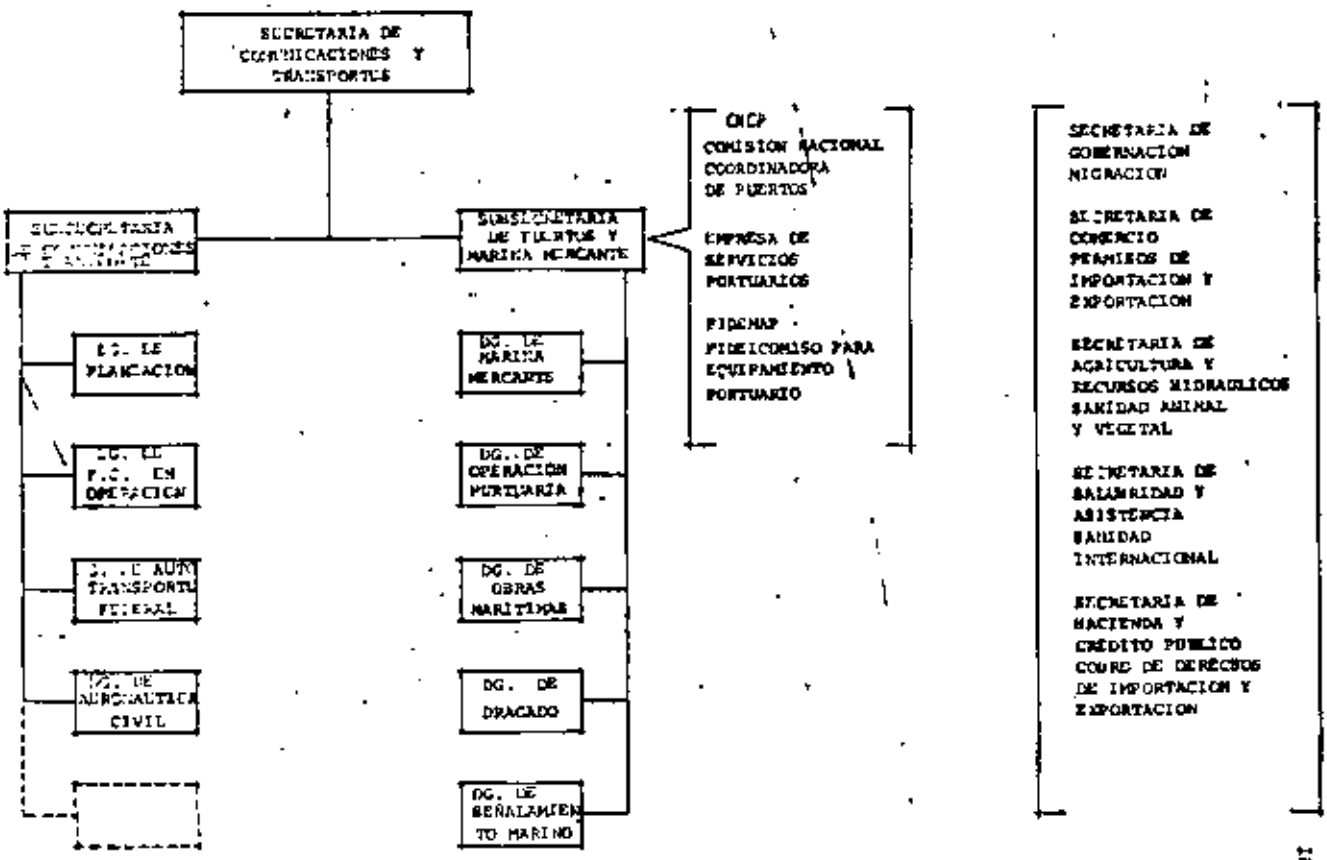
De esta manera la Secretaría de Comunicaciones y Transportes cuenta con elementos para la coordinación de los diversos modos de transportes, es decir el marítimo, el terrestre con los ferrocarriles y el auto transporte y el aereo.

EL TRAFICO COMERCIAL VIA MARITIMA DE ALTURA Y CABOTAJE DEL PAIS SE EFECTUA POR LOS SIGUIENTES PUERTOS

Golfo de México; Tampico, Tamps; Tuxpán, Ver; Veracruz, -- Ver; Coatzacoalcos, Ver; Frontera, Tab; Cd. del Carmen, -- Camp; Lerma, Camp; Pto. Morelos, Q. Roo; Cozumel, Q. Roo;- Isla de Mujeres, Q. Roo; y Chetumal, Q. Roo., Progreso, Yuc..

EN EL OCEANO PACIFICO.- Ensenada, B.C.; Rosarito, B.C.; -- Isla Cedros, B.C.; Sn. Carlos, B.C.; La Paz, B.C.; Cabo -- San Lucas, B.C.S.; Santa Rosalia, B.C.S. San Marcos, B.C.S. Guaymas, Son.; Topolobampo, Sin.; Mazatlán, Sin.; Pto. Vallarta, Jal.; Manzanillo, Col.; Lazaro Cardenas, Mich.; -- Acapulco, Gro.; Salina Cruz, Oax. y Puerto Madero, Chis. - (Ver. Fig. No. 1).

ORGANISMOS QUE INTERVIENEN EN LA ACTIVIDAD PORTUARIA



S C T DIRECCION GENERAL DE OPERACION PORTUARIA

SUPERINTENDENCIA DE OPERACION PORTUARIA

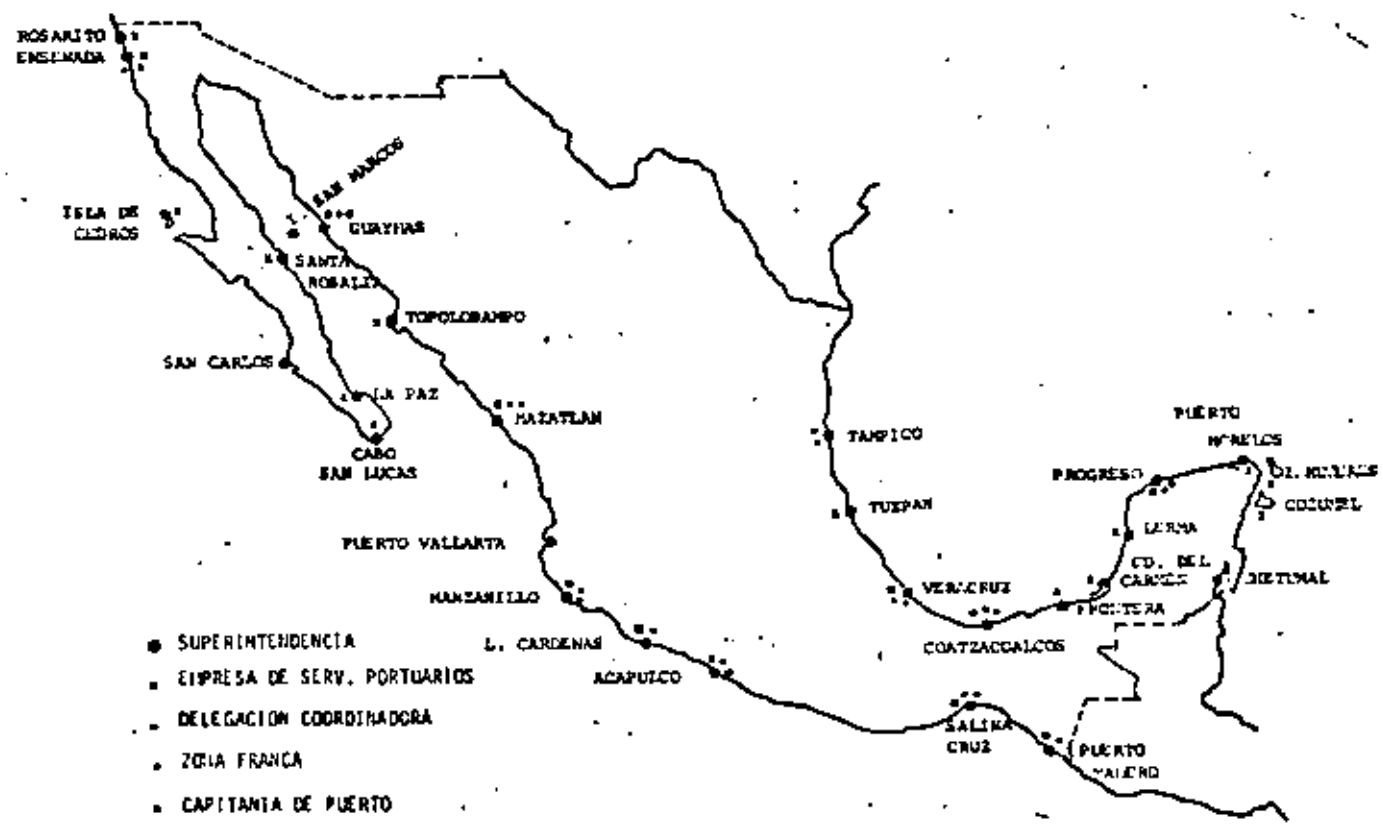


FIG. No. 1

De los puertos comerciales antes mencionados, la Direccion General de Operación Portuaria cuenta con representantes a traves de los superintendentes de operación portuaria quefungen como autoridad marítima en los siguientes lugares:

Tampico, Tamps.; Veracruz, Ver.; Coatzacoalcos, Ver.; Progreso, Yuc.; Ensenada, B.C.; San Carlos, B.C.S.; Guaymas,-Son.; Mazatlan, Sin.; Pto. Vallarta, Jal.; Manzanillo, Col. Lazaro Cardenas, Mich.; Acapulco, Gro.; Salina, Cruz, Oax. y Pto. Madero, Chis.

En el resto de los puertos, la Dirección General de Marina Mercante cuenta con representantes a traves de las capitanías de puerto como autoridad marítima quienes por ley desempeñan las funciones de superintendentes de operación -- portuaria.

EL SERVICIO DE MANIOBRAS DE CARGA Y DESCARGA DE EMBARCA-- CIONES ESTA ORGANIZADO DE LA SIGUIENTE MANERA:

En los puertos a cargo de la Dirección General de Opera--- ción Portuaria se concesionaron las maniobras de carga, a- empresas de servicios portuarios cuya estructura es de participación estatal y en ellas estan representados los intereses de trabajadores portuarios y de los usuarios del --- transporte marítimo, dichos puertos son:

Coatzacoalcos, Ver.; Progreso, Yuc.; Ensenada, B.C.; Guaymas, Son.; Mazatlán, Sin.; Manzanillo, Col.; Lázaro Cárdenas, Mich.; Acapulco, Gro.; Salina Cruz, Oax.; y Pto. Madero, Chis.

En el puerto de Veracruz, la empresa es de participación - estatal minoritaria, siendo los trabajadores portuarios -- los que poseen la mayoria de acciones.

En el caso del Puerto de Tampico, la concesión de las ma-- niobras estan otorgadas a una cooperativa, que es el gre-- mio unido de alijadores.

Los puertos de San Carlos y Vallarta, los maneja en forma- directa la Dirección General de Operación Portuaria a traves de sus superintendentes.

En los demas puertos mencionados las operaciones de carga- y descarga son efectuadas por personal de sindicatos de maniobristas, supervisados por los capitanes de puerto, en - sus funciones de superintendentes de operación portuaria,- teniendo en esta caso la actualidad de funciones de acuerdo con lo que previene al respecto la ley de navegación y- comercio marítimo.

EL MOVIMIENTO DE CARGA DE ALTURA Y CABOTAJE PODRA OBSERVARSE EN LAS SIGUIENTES TABLAS, CORRESPONDIENTE AL AÑO 1977

DIRECCION GENERAL DE OPERACION PORTUARIA
DEPARTAMENTO DE ESTADISTICA

ALTURA - CABOTAJE

1977
(TONELADAS)

LITORAL DEL PACIFICO	ALTURA IMPORTACION	ALTURA EXPORTACION	ALTURA TOTAL	CABOTAJE ENTRADA	CABOTAJE SALIDA	CABOTAJE TOTAL	TOTAL ALTURA Y CABOTAJE
Rosarito, B.C.N.	31,386	1,475	32,861	869,695	9,615	879,310	912,171
Ensenada, B.C.N.	2,021	35,254	37,275	323,998	7,141	331,139	368,414
Isla de Cedros, B.C.N.	- 0 -	4,251,849	4,251,849	4,093,028	7,820	4,100,848	8,352,697
San Carlos, B.C.S.	- 0 -	12,995	12,995	15,998	74,619	90,607	103,602
La Paz B.C.S.	- 0 -	- 0 -	- 0 -	500,681	168,906	669,587	669,587
San Marcos	143	1,178,668	1,178,668	- 0 -	8,394	8,394	1,187,062
Sta. Rosalía, B.C.S.	- 0 -	- 0 -	- 0 -	83,238	30,206	113,444	113,444
Cabo San Lucas, B.C.S.	- 0 -	- 0 -	- 0 -	39,833	25,014	64,847	64,847
Guaymas, Son.	424,591	150,141	574,732	1,899,910	103,869	2,003,779	2,578,511
Topolobampo, Sin.	- 0 -	- 0 -	- 0 -	99,447	139,467	238,914	238,914
Mazatlán, Sin.	435,520	120,528	556,048	1,209,563	137,193	1,346,756	1,902,804
Pto. Vallarta, Jal.	- 0 -	1,539	1,539	25,776	41,030	66,806	68,345
Manzanillo, Col.	759,241	111,358	870,599	350,164	233,479	583,643	1,454,242
Lazaro Cardenas Mich.	584,767	70,084	654,851	127,727	230	127,957	782,808
Acapulco, Gro.	52,616	20,724	73,340	198,829	- 0 -	198,829	272,169
Salina Cruz, Oax.	34,750	189,185	223,935	57,961	3,579,669	3,637,630	3,861,565
Puerto Madero, Chis	4,229	4,309	8,538	- 0 -	- 0 -	- 0 -	8,533
TOTALES	2,329,264	6,147,230	8,477,230	9,095,838	4,566,652	14,462,450	22,939,720

TABLA NO. 1

DIRECCION GENERAL DE OPERACION PORTUARIA
DEPARTAMENTO DE ESTADISTICA
ALTURA - CABOTAJE
1977
(TONELADAS)

LITORAL DEL GOLFO	ALTURA IMPORTACION	ALTURA EXPORTACION	ALTURA TOTAL	CABOTAJE ENTRADA	CABOTAJE SALIDA	CABOTAJE TOTAL	TOTAL ALTURA Y CABOTAJE
Tampico, Tamps.	1,581,866	2,307,096	3,888,962	4,927,719	632,010	5,559,729	9,448,681
Tuxpán, Ver.	50,143	22,513	72,656	1,318,280	178,504	1,496,784	1,569,440
Veracruz, Ver.	1,847,518	605,094	2,452,612	1,611,480	10,750	1,622,230	4,074,842
Coatzacoalcos, Ver.	968,126	1,222,081	2,190,207	457,843	64	457,907	2,643,114
Minatitlán, Ver.	81,442	14,513	95,955	194,782	1,106,774	1,301,556	1,397,511
Pajaritos, Ver.	1,444,339	10,480,900	11,925,239	774,328	7,799,816	8,574,144	20,499,383
	- 0 -	- 0 -	- 0 -	3,904	1,905	5,809	5,809
Campeche, Camp.	118	22	140	653,134	178	653,312	653,452
Cd. del Carmen, Camp.	- 0 -	- 0 -	- 0 -	85,400	962	86,362	86,362
Progreso, Yuc.	10,051	37,742	47,793	415	424	839	48,632
Yucalpetec, Yuc.	8	1,175	1,183	- 0 -	- 0 -	- 0 -	1,183
Chicsulub, Yuc	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	87	87	87
Cozumel, Q.R.	580	49	629	38,393	813	39,206	39,835
Pto. Morelos, Q.R.	444	661	1,105	8,627	13,999	22,626	23,731
Isla Mujeres, Q.R	259	408	667	- 0 -	- 0 -	- 0 -	667
Totales	5,984,894	14,692,254	20,667,140	10,074,305	9,746,286	19,820,591	40,497,739
Total Pacífico/Golfo	8,314,158	20,840,220	29,154,378	19,970,143	14,312,938	34,283,081	63,437,459

TABLA NO. 2

I. INTRODUCCION:

La mutua dependencia económica del mundo actual, ha hecho que los diversos países incluyan en sus programas de acción la modernización de sus sistemas de transporte. Esa interdependencia que se traduce en intercambios comerciales entre las naciones, se realizan cada vez más altos volumenes de materias primas y productos terminados lo que ha motivado inovaciones tecnológicas en los conceptos del transporte y su distribución. En este intercambio juega el papel preponderante el transporte marítimo, por sus ventajas en costo al transportar grandes volumenes de carga a grandes distancias; si la carga a transportar es de baja densidad económica; como son las materias primas, el empleo del transporte marítimo nos permitirá hacer más competitivo ese intercambio comercial del que hablamos.

El planteamiento de necesidades de los armadores a traves de sus departamentos técnicos a los Ingenieros Portuarios a permitido resolver las inovaciones tecnológicas experimentadas en las embarcaciones al dotarlas de instalaciones adecuadas para permitir el flujo eficiente a traves del puerto y su conexión con el transporte terrestre.

La organización de una manera apropiada y eficiente del tráfico que concluye a un puerto, sea terrestre, fluvial o marítimo es la finalidad de la "Administración Portuaria". La operación portuaria que como parte de la "Administración" se encarga de adecuar las multiples maniobras que se requieren para permitir la máxima eficacia en el transbordo de mercancias y pasajeros del transporte marítimo al terrestre o viceversa.

En temas subsecuentes se tratará la organización de la Administración y operación portuaria, en esta parte nos concentraremos a las instalaciones portuarias y su operación.

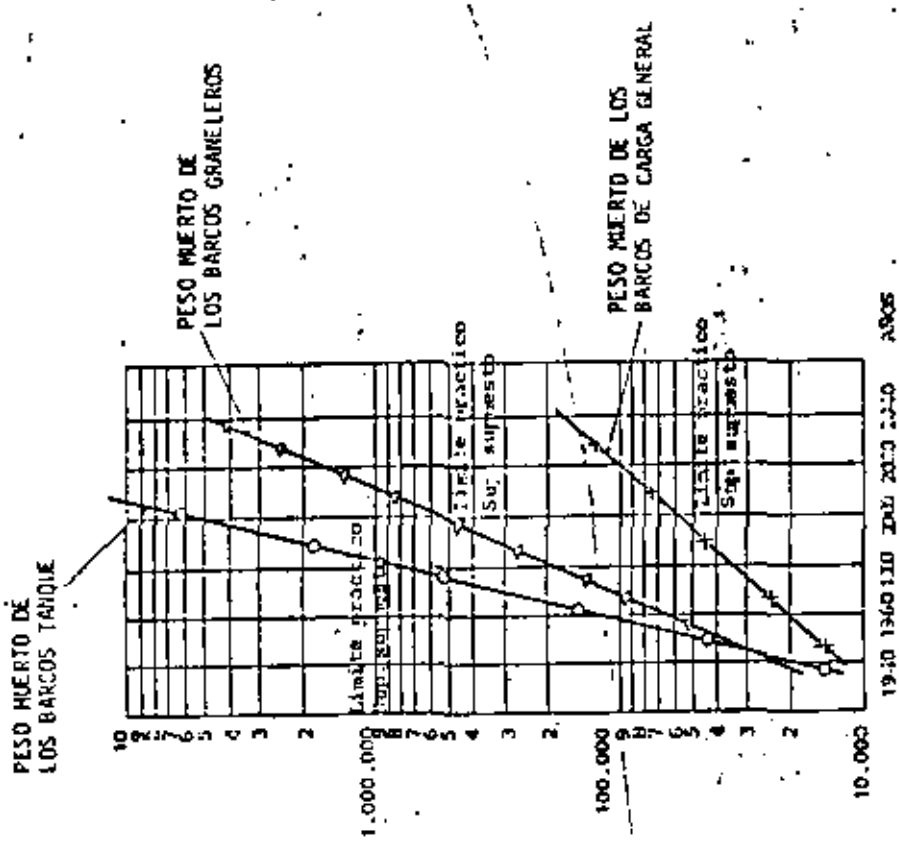
Las mercancias que son transportadas via marítima por sus características se dividen en:

CARGA GENERAL FRACCIONADA.- Sacos, cajas, maquinaria diversa, etc.

CARGA GENERAL UNITARIZADA.- Agrupando la carga general se forman unidades de mayor peso que pueden ser transportadas en tarimas ó pallets y en contenedores.

CARGA A GRANERL.- Esta puede ser liquida o seca; los granes liquidos, son tales como: hidrocarburos, mieles incristalizables, jugo de frutas, productos químicos, azufre liquido, etc.; el granel seco son los minerales sueltos, cereales, etc.

El comercio exterior nacional y el comercio exterior marítimo se podra observar en la tabla No. 1



PROYECCION DE LOS PESOS MUERTOS DE LOS BARCOS TANQUE, GRANELEROS Y DE CARGA GENERAL MAS GRANDES HASTA EL AÑO 2040 BASADO EN LAS TENDENCIAS ENTRE 1937 Y 1967

FUENTE: Handling Problems of very large Ships in Approch and Maneuvering Areas by Castair J. Kray.

COMERCIO EXTERIOR NACIONAL
1970 - 1977
(MILES DE TONELADAS)

	COMERCIO EXTERIOR NACIONAL			COMERCIO EXTERIOR MARITIMO			PORCENTAJE DEL COMERCIO MARITIMO AL NACIONAL		
A Ñ O	IMPORTACION	EXPORTACION	TOTAL	IMPORTACION	EXPORTACION	TOTAL	IMPORTACION	EXPORTACION	TOTAL
1970	8,865	14,183	23,048	3,376	9,705	13,081	38.1	68.7	56.8
1971	8,949	14,587	23,806	3,908	10,883	14,791	43.7	74.6	62.0
1972	11,565	15,874	27,439	5,635	11,314	16,949	48.7	71.2	61.7
1973	16,974	14,005	30,979	9,499	11,286	20,785	55.9	80.5	67.0
1974	16,907	16,501	33,408	8,247	12,767	21,014	48.7	77.3	62.9
1975	15,782	16,883	32,665	8,708	15,041	23,749	55.1	89.0	72.7
1976	11,353	17,604	28,957	7,158	15,110	22,268	63.5	85.8	76.9
1977	12,934	22,445	35,379	8,314	20,840	29,154	64.2	92.8	82.4

NOTA (*).- COMERCIO EXTERIOR NACIONAL ESTIMADO

FUENTE.- DGOP - S C T

J P V

TABLA NO. 13

2. EL TRANSPORTE MARITIMO:

El creciente volúmen de mercancía a transportar a obligado a la especialización del transporte marítimo. El barco denominado de carga general era utilizado para el transporte de: Carga general fraccionada, graneles embasados y pasajeros, con el aumento de los volumenes de esas mercancias y el número de pasajeros, se propicio la especialización poniendo en servicio: barcos porta pallets, transbordadores, de contenedores, para transportar graneles, perecederos y los de pasajeros.

Las características generales de cada tipo de embarcación las trataremos a continuación.

2.1.- DIVERSOS TIPOS DE EMBARCACION.

2.1.1.- BARCOS DE CARGA GENERAL

Se destinan al transporte de toda clase de mercancias. Las partes principales de un barco de este tipo se podran observar en la Fig. No. 1.

En la Fig. No. 2 se muestra la división de un buque de cuatro escotillas en sección vertical longitudinal, en cuál se divide en cinco zonas o secciones verticales, que son:

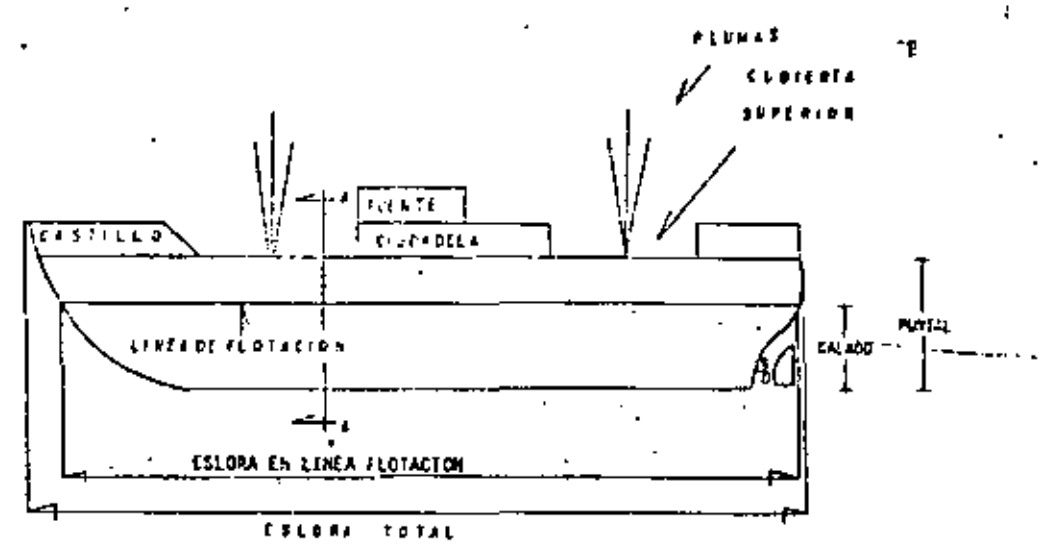
1a. Sección de Proa

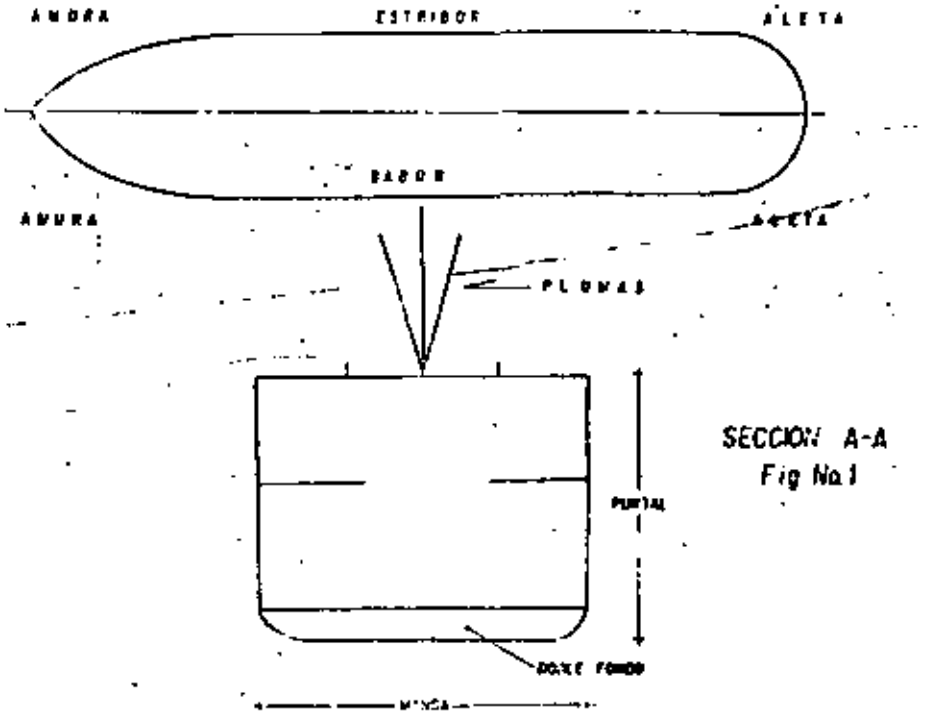
2a. Sección de bodegas de Proa

3a. Sección de maquinas y calderas

4a. Sección de popa

SECCION DE PROA.- Esta zona comprende el volúmen limitado entre la roda y el mamparo de





SECCION A-A
Fig No.1

de colisión describiendo de arriba abajo, -- encontramos:

La cubierta donde se encuentran instalados - los malacates (de vapor o electricos) para - accionar los cabos, y las cadenas de las anclas.

Primer entrepuente.- Diversos alojamientos

Segundo entepuente.- Pañoles y caja de cadenas.

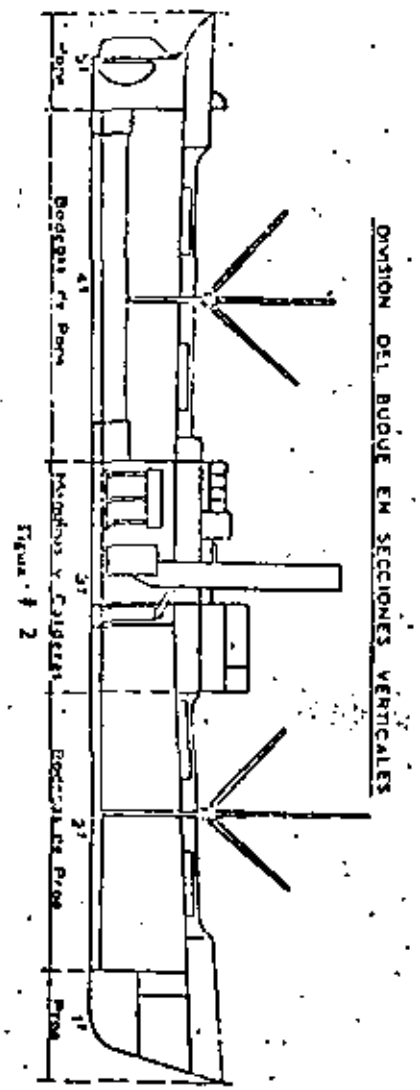
Tanque de almacenamiento de (combustible).

SECCION DE BODEGAS DE PROA.- Comprende esta sección desde el castillo hasta el puente. - En la cubierta superior se hallan los palos, plumas de carga, malacates y escotillas.

En el sentido de la altura, las bodegas, estan divididas en entrepuentes, enumerando de arriba hacia abajo se tiene primer entre --- puente, segundo, etc., hasta el último que - es el fondo del buque, lo que permite la separación de la carga de los diversos puertos, una desposición de las bodegas puede observarse en la Fig. No. 3.

Las escotillas son las aberturas practicadas en las cubiertas y sirven para comunicar las bodegas y locales interiores con el exterior. Las dimensiones y formas de las escotillas - dependen del tipo y especialidad del barco.

Los buques suelen llevar dos palos: uno a -- proa llamado trinquete entre las escotillas uno y dos y otro a popa llamado mayor, entre las escotillas 3 y 4, si es un buque de 4 bo



degas como el mostrado en la Fig. No. 2

Sobre los palos van los accesorios para el aparejo de las plumas, así como tambien los soportes para las luces de situación. Los palos de proa y popa se sujetan al entrepuente o al plan (fondo del buque).

Las plumas, son soportes giratorios de metal o madera que sobresalen del costado del buque y sirven para arrear o izar carga en puerto que no cuentan con gruas de muelle, una desposición de pluma puede observarse en la Fig. No 4. Por lo general las plumas tienen una capacidad de 3 a 5 toneladas. Existen barcos que cuentan con pluma de gran capacidad llamada "Pluma Real" con capacidad del orden de las 80 toneladas.

SECCION DE MAQUINAS Y CALDERAS.- Aproximadamente, el espacio entre los mamparos de proa de calderas y popa de maquinas y en el sentido de arriba abajo, comprende los puentes alto y de gobierno, las chimeneas, alojamientos de personal de cubierta y maquinas, los espacios de maquinas y calderas y, por último, los tanques del doble fondo.

SECCION DE BODEGAS DE POPA.- Es similar a las bodegas antes descritas. Los barcos de carga general pueden ser de cuatro o seis escotillas, en la Fig. No. 5 y 5A se muestra un barco de carga general de 5 escotillas. Las dimensiones generales y tendencias en el tamaño de los barcos de carga general podran observarse en el anexo No. 1, del Apendice.

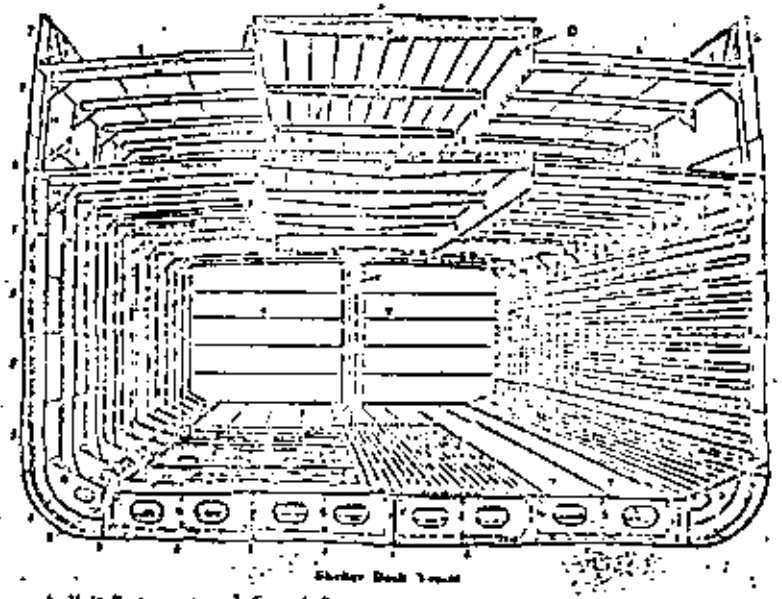
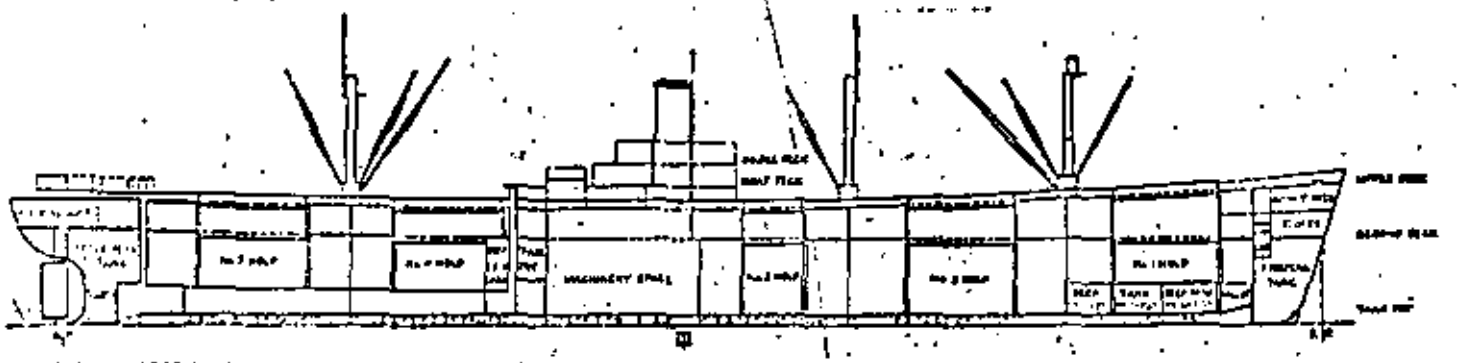


FIGURA No. 3

EC2 (LIBERTY) TYPE CARGO VESSEL

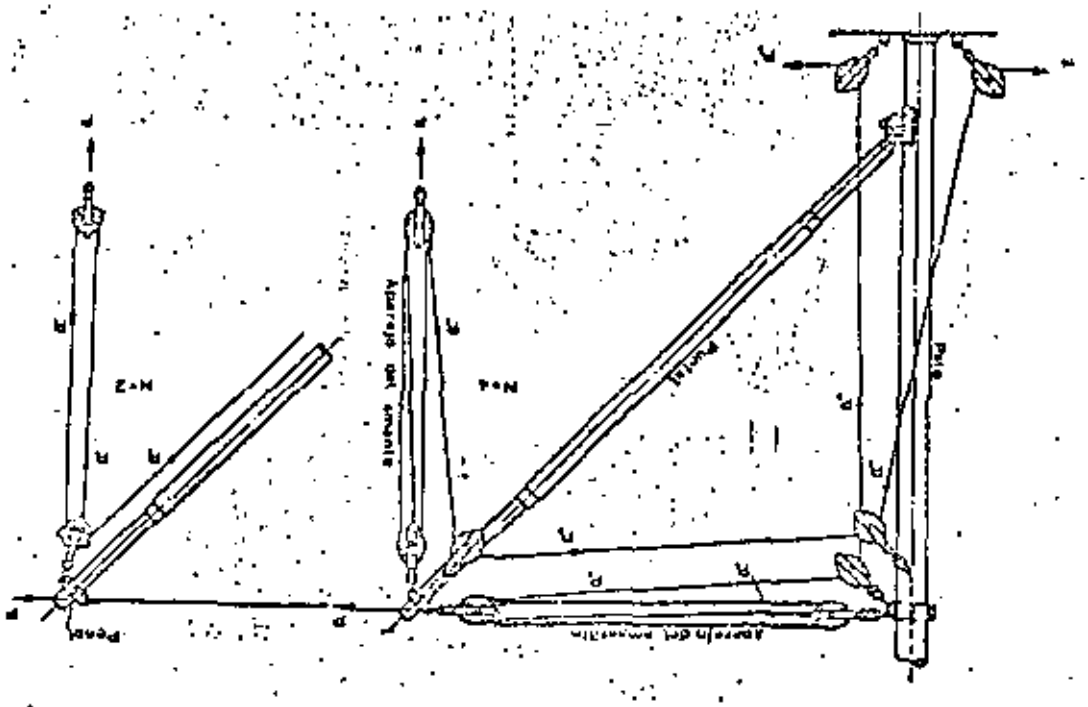


[illegible] MOLDED DIMENSIONS—L B P—[illegible], BEAM—[illegible], DEPTH [illegible] TO UPPER DK
[illegible] INC.—WITH STEAM RECIPROCATING PROPELLING POWER
[illegible] SHIPBUILDING CORP—WITH STEAM RECIPROCATING PROPELLING POWER
[illegible] SHIPBUILDING CO.—WITH STEAM RECIPROCATING PROPELLING POWER
[illegible] CONSTRUCTION CO., BRUNSWICK, GA—WITH STEAM RECIPROCATING PROPELLING POWER
[illegible] CONSTRUCTION CO., PANAMA CITY, FLA—WITH STEAM RECIPROCATING PROPELLING POWER
[illegible] CO., VANCOUVER, WASH—WITH STEAM RECIPROCATING PROPELLING POWER
[illegible] CORP—WITH STEAM RECIPROCATING PROPELLING POWER
NEW ENGLAND [illegible] CORP—WITH STEAM RECIPROCATING PROPELLING POWER
NORTH CAROLINA S.B.CO.—WITH STEAM RECIPROCATING PROPELLING POWER
[illegible] S.B.CORP—WITH STEAM RECIPROCATING PROPELLING POWER
PERMANENTE METALS CORP. [illegible] YARD No. 1—WITH STEAM RECIPROCATING PROPELLING POWER
PERMANENTE METALS CORP. [illegible] YARD No. 2—WITH STEAM RECIPROCATING PROPELLING POWER
[illegible] RIVER S.B.CO.—WITH STEAM RECIPROCATING PROPELLING POWER
SOUTHEASTERN S.B.CORP—WITH STEAM RECIPROCATING PROPELLING POWER
[illegible] S.B.CORP.—WITH STEAM RECIPROCATING PROPELLING POWER
WALSH-KAISER CO.—WITH STEAM RECIPROCATING PROPELLING POWER

STEAM EXTREME SUMMER DRAFT—[illegible]
BETHLEHEM-FAIRFIELD SHIPS [illegible]
GENERAL BASIC DESIGN: FLUSH DECK; FULL SCANTLING

FIG. 5

FIGURA No. 4



2.1.2. BARCO PORTA TARIMAS (PALLETS).- Para la carga y descarga se emplea un portalón que no es más que una escotilla en los costados, que comunica el muelle con el elevador de carga que unen los diferentes entrepuentes que tienen las bodegas.

Una distribución general de este tipo de barcos se podra observar en la Fig. No. 6.

El manejo de la carga en pallets, permite unitarizar la carga al permitirse agrupar a la carga colocada y sujetandola sobre las tarimas. En general son de madera, y ya existen de material aglomerado desechable con dimensiones varian, en la Fig. No. 6 se muestran sus características y dimensiones.

2.1.3. TRANSBORDADORES.- Son barcos que permiten transborde por rodadura, por medio de rampas con que cuentan los barcos, en proa, popa o en los costados, y que por medio de ellas apoyadas en el propio barco y en los atracaderos permiten la circulación de camiones del muelle a las bodegas del barco o viceversa.

Las bodegas cuentan con varios entrepuentes para permitir el acomodo de un mayor número de vehículos, en la Fig. No. 7 se muestra una disposición en planta de este tipo de barco.

Cuando los transbordadores no cuentan con rampa, hay que proporcionarla, adosandola a un muelle especializado como veremos en la parte correspondiente a las instalaciones. Hay transbordadores mixtos, en cuanto prestan servicio de carga y pasaje.

2.1.4. BARCOS PORTA CONTENEDORES. Barcos especializa

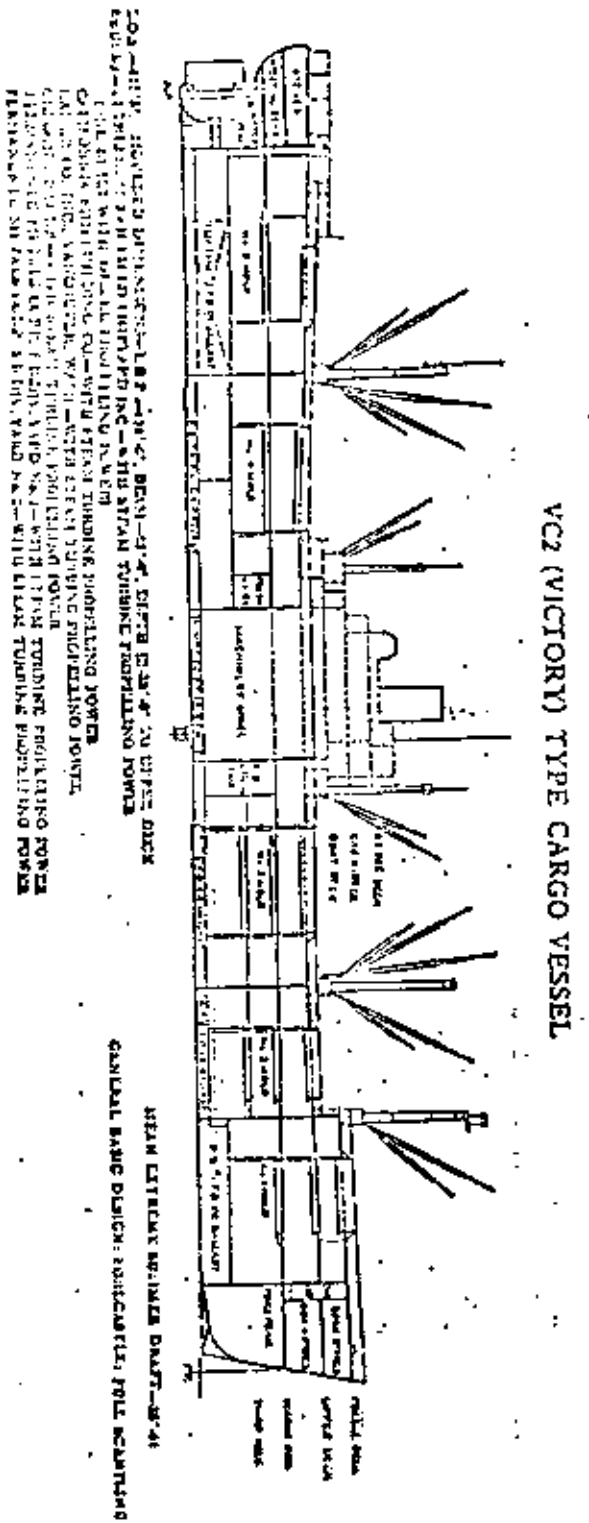
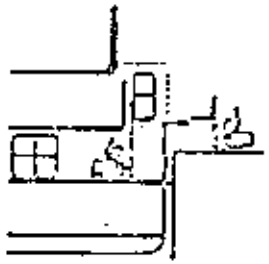
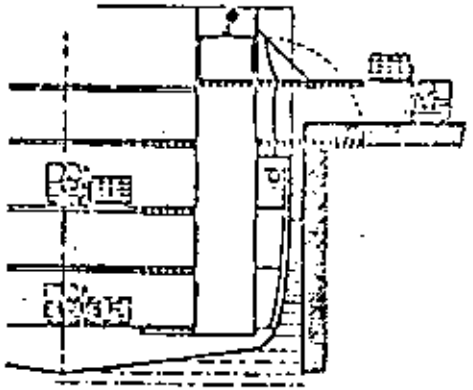
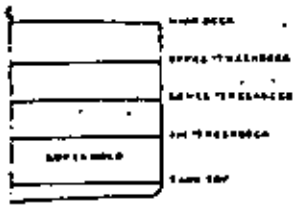


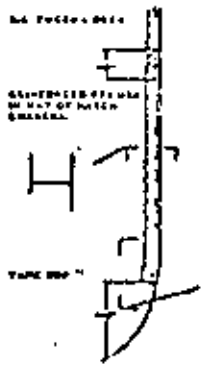
Fig. 54







Deck designations



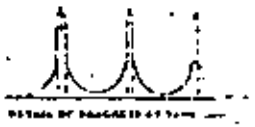
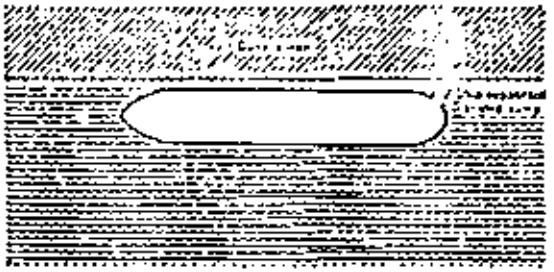


FIGURA No. 6

Roll-on/roll-off operation using a ship-supported angled ramp



Roll-on/roll-off operation using a stern ramp

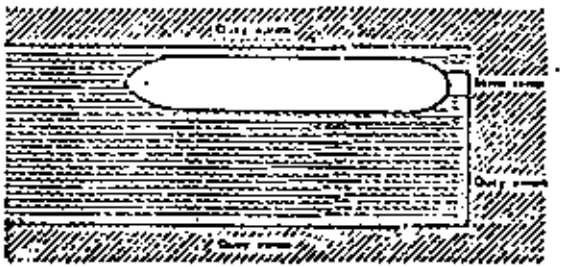


FIGURA No. 7

dos para el transporte de contenedores. En este caso los contenedores son movidos por elevación, por medio de gruas especializadas de muelle.

Los barcos portacontenedores iniciaron sus operaciones en 1960 cuando la compañía MATSON colocó su primer contenedor en un barco de carga general transformando para alojar contenedores en sus bodegas. Este tipo de barcos se dividen por su capacidad en barcos de la primera, segunda y tercera generación.

La primera generación se inicio con la tranformación de barcos de carga general y cargan de 100 a 800 contenedores a una velocidad de 15-20 nudos con peso muerto de 9-16 mil toneladas, cuentan con equipo propio para el manejo de contenedores y calado de 8 metros. Por su tamaño y escasa velocidad estan destinados a alimentar puertos donde arriban embarcaciones de mayor porte. Los de la segunda generación, desarrollan velocidades de 18 a 23 nudos con capacidad de 800 a 1500 contenedores y de 14 a 22 mil toneladas de peso muerto y 11.5 metros de calado.

Algunos de estos barcos estan equipados con gruas-portico que se mueven a lo largo de sus costados, destinados a tocar puertos que no cuentan con equipo de muelle.

La tercera generación, denominados "Los barcos de hoy y mañana" son más grandes y veloces, estan entre las 35 a 50 mil toneladas de peso muerto, velocidad de 25 a 33 nudos y cargan 1800 a 3000 contenedores y calado de 12.5 metros. Este tipo de barco es costoso en su construcción y operación, y dependen de las instalaciones en el puerto ya que no tienen su propio-

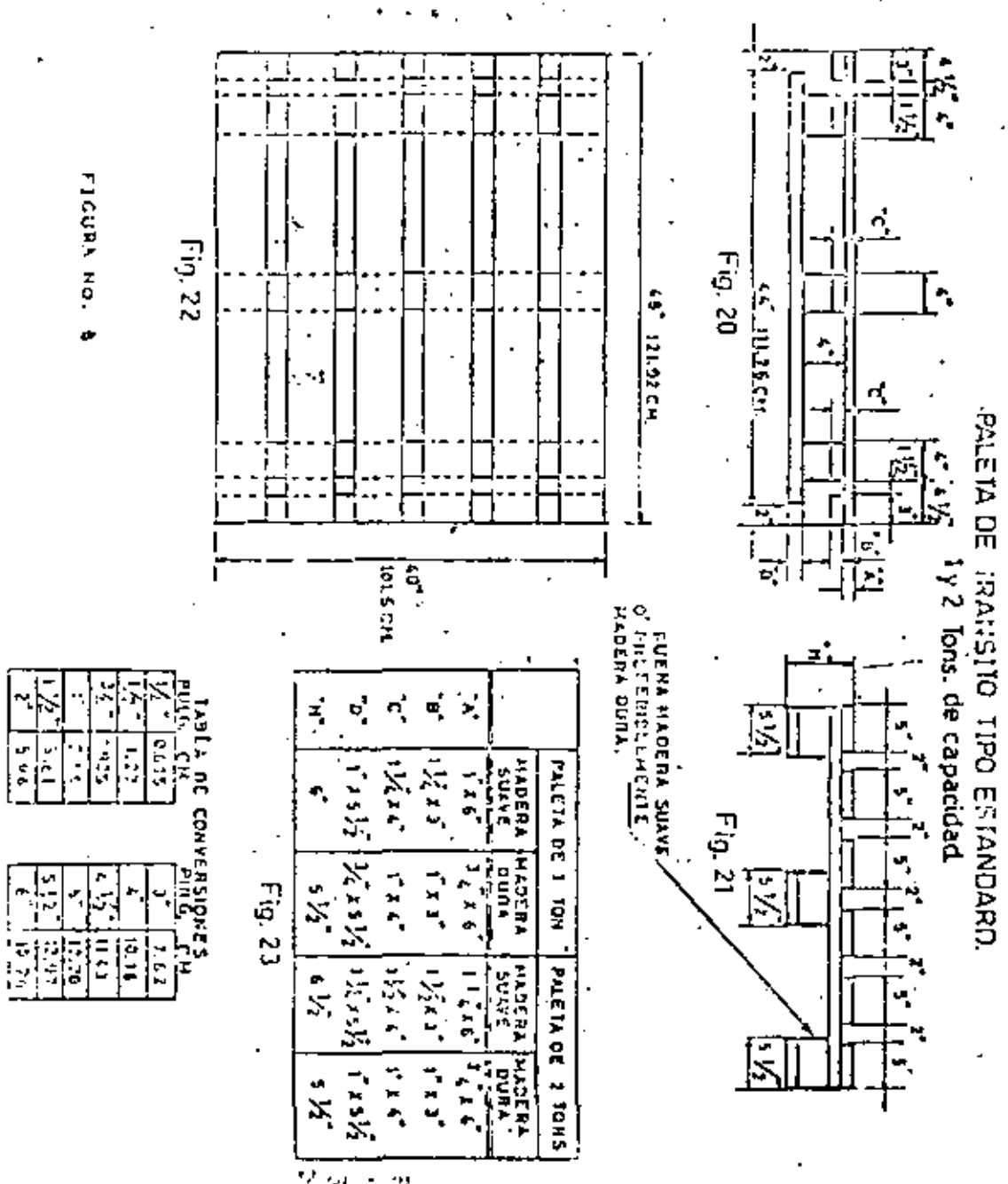


FIGURA No. 8

equipo para carga y descarga. Algunos estan --- equipados con propulsores a popa y proa para -- ayudar en el atraque o en la salida, helises de paso variable para ayudar en las maniobras, --- cuartos de maquinas automatizados, navegación - controlada por computadoras, etc.

NOTA: La capacidad en los barcos es con base a- las unidades (contenedores) de 20 pies de largo.

Las carecterísticas de este tipo de barcos se - pueden ver en la Fig No. 9 y en el apendice --

Los contenedores son recipientes de acero, aluminio, plastico o madera contrachapeada cubierta con fibra de vidrio que permite el transporte de carga, sellando sus puertas para permitir su traslado del origen en el local del usuario- por medio del transporte terrestre hasta el --- puerto de embarque y del muelle al barco y a la inversa. Los contenedores por lo general son de 40, 35 y 20 pies de largo ; 8 pies de ancho y 8 pies de alto. Los más utilizados son los de acero de 20 pies. Su peso vacio es de 1900 Kg. --- aproximadamente y su carga util de 18 toneladas, su cubicaje interno es de 32 M3. el piso es de- madera para distribuir el peso sobre las vigas- de acero del piso. El peso permisible sobre el- piso es de 980 Kg./M2. Estos contenedores son- a prueba de agua y tienen un sistema para proteJerlos de la humedad de condensación. Estan diseñados para ser izados por las 4 esquinas superiores.

El contenedor de 40 pies es el preferido para - la mayoria de los embarcadores y los operadores de los barcos portacontenedores de la tercera -

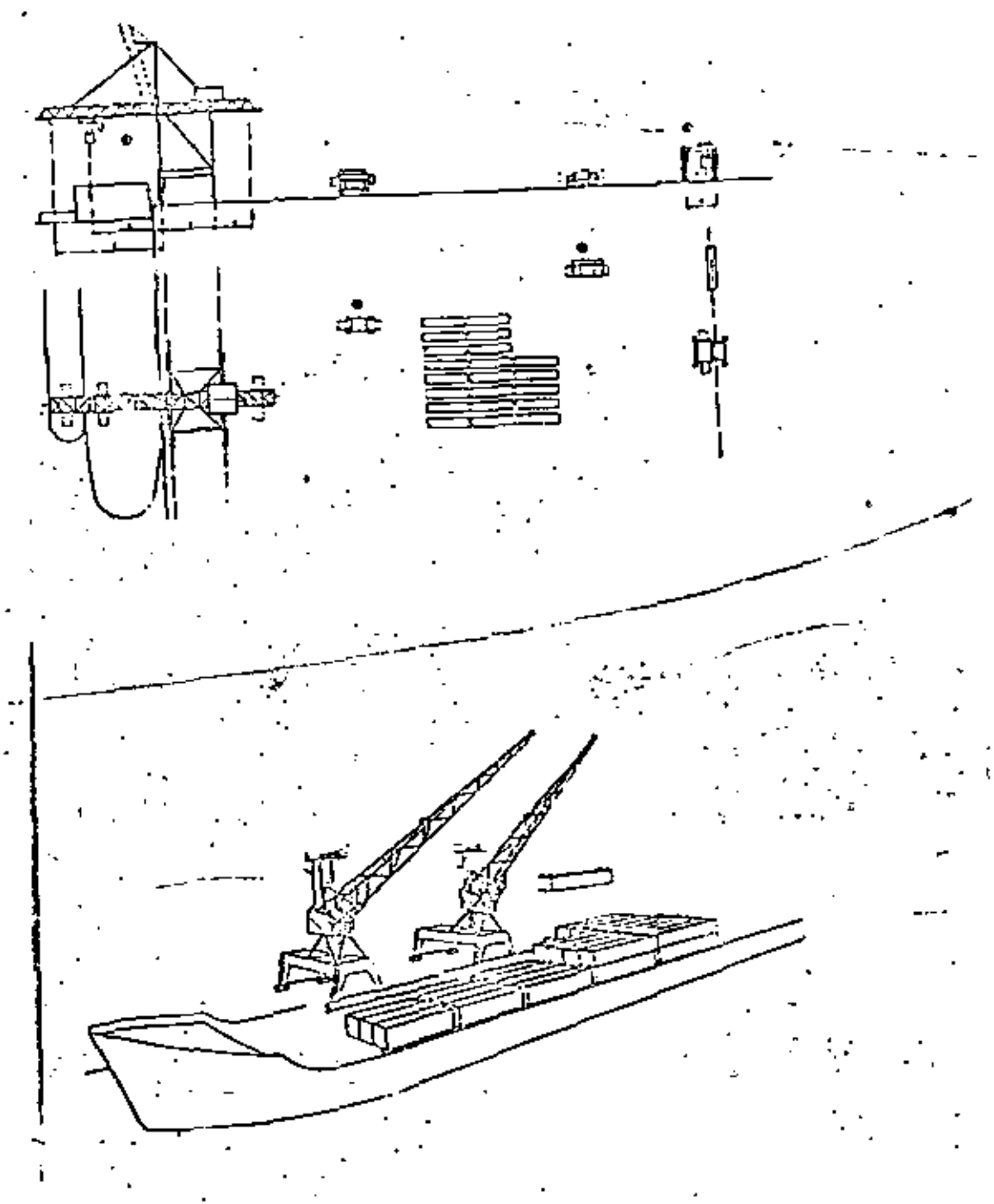


FIGURA No. 9

generación. Para el manejo en carretera existe menos peso en un contenedor de 40 pies que en 2 de 20. Su capacidad cubica es de 65 M3. y el peso vacío es de 3.400 kg. la carga útil es de 27 toneladas.

Los primeros contenedores eran basicamente para carga seca, actualmente se han modificado, poniendoles forros para manejar cereales, granos y otros productos a granel, a otros se les coloca material aislante para transportar carga con temperatura controlada. Para piezas pesadas, tuberia, estructuras, maquinaria, etc. se utilizan contenedores con la parte superior descubierta.

Tambien existen contenedores-tanque para el transporte de aceites, comestibles y algunos productos químicos, tambien existe un contenedor de 8 x 4 x 20 pies, usado para piezas que requieran estibarse desde la parte superior, o materiales densos que con poca altura alcanzan la capacidad en peso del contenedor, en este caso y en el anteriormente descrito pueden ser cargados con una grua de pórtico, y por último hay contendores plegables que cuando no es utilizado se estiba ocupando un mínimo de espacio.

2.1.5. BARCOS PARA TRANSPORTE DE PERECEDEROS.- Cuentan con bodegas con temperatura controlada y la carga y descarga de los productos es a traves de puertas localizadas en los costados del barco, o con escotillas tipo barco de carga general.

2.1.6. BARCOS PARA TRANSPORTE DE GRANELES-

BUQUE TANQUE.- Barco especializado para el transporte de granel líquido, en éste caso hidrocarburos. Este tipo de barco es de construcción más robusta que el barco de carga general-

ya que la carga en estos ultimos gravita sobre las cubiertas, no así en los Buque-Tanque cuya carga gravita sobre el fondo, forro exterior mamparos, ademas de que navegando en mar agitado se producen fuerzas de inercia que actuan sobre los costados y mamparos.

Este tipo de barco efectua la carga y descarga del producto por medio de tomas dispuestas sobre la cubierta a ambos costados y aproximadamente al centro del barco en sentido longitudinal, y cuenta con sistemas de bombeo independiente a las maquinas de propulsión.

En el apendice se podran ver las caracteristicas y tendencias de barcos petroleros.

2.1.7. BARCO DE PASAJEROS.- Son barcos especializados, cuyas características varian, dependiendo de las rutas y la demanda del servicio.

Los barcos tipo crucero (trasatlanticos) son como los mostrados en la Fig. No. 10 y como podra observarse el acceso de los pasajeros es por medio de puertas dispuestas en los costados de la nave.

2.2.- DIFERENTES TIPOS DE TRAFICO MARITIMO.

El tráfico marítimo llamado de "Altura" es el que se efectua de un puerto extranjero a uno nacional.

El tráfico marítimo de cabotaje es el que se realiza entre puerto nacional.

3.- EL PUERTO.

3.1. SERVICIOS AL BUQUE.

Una vez que el barco anuncia su arribo a un --- puerto determinado, a traves de las agencias -- consignatarias del barco a traves del servicio- de radio costera, la embarcación se situa en -- las zonas de fondeo fuera del puerto, en donde- es abordada por las autoridades de sanidad in-- ternacional, y si cumple con los requisitos esta blecidos se le autoriza el atraque, el cuál se- rá realizado por un práctico (piloto de puerto) auxiliado con remolcadores, la autoridad marítima fija el muelle en que opera.

COSTOS DE TRANSPORTE.

Los costos portuarios ha que estaran sujetas -- las embarcaciones comerciales de altura que --- atraque en muelles de propiedad federal (caso - de México) serán las siguientes:

A.- REMOLCAJE.

El servicio de remolcador se cobra se acuerdo - con el tonelaje bruto del buque y por maniobra- del atraque o desatraque que puede ser en tiem- po ordinario o extraordinario.

B.- LANCHAJE.

Este servicio se cobra de acuerdo a la distan-- cia y maniobra que se realize:

a) Llevar o traer al practico a la boya de reca lada.

b) Llevar o traer personal al fondeadero de ex-- plosivos.

c) Llevar o traer personal al fondeadero de cua rentena.

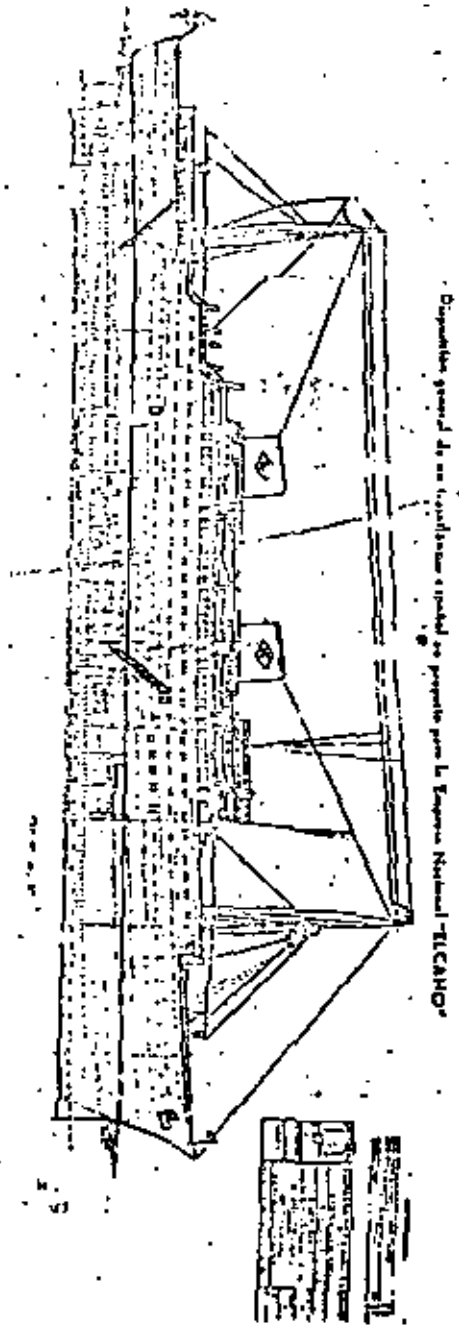


FIG. No. 10

d) Llevar o traer personal al fondeadero de la darsena.

e) Llevar personal y cabos a los duques de alba y/o boyas de amarre en la maniobra de -- atraque.

f) Soltar cabos al desatraque, revisar calados o enmendar.

C.- PRACTICAJE.

El pilotaje se cobra de acuerdo al tonelaje -- bruto del buque y el calado máximo del mismo,- por maniobras que se efectua:

a) De bahía a entrada a canal.

b) Entrada canal.

c) Atraque.

d) Desatraque.

e) Salida canal.

D.- SANIDAD.

Por reconocimiento de embarcación:

a) Sanidad Internacional

b) Sanidad Vejetal.

E.- MIGRACION.

Por reconocimiento de embarcación por el agente de migración.

(No se toma en cuenta la estadia, -- se cobra unicamente por visita).

F.- ADUANA I:

Se cobra por el personal de resguardo aduanal- que interviene en el puerto (interventores, almacenistas, vigilancia y de servicios adminis-

trativos).

(Se cobra unicamente el tiempo extraordinario- dado que el gobierno cubre el ordinario).

G.- ADUANA II:

Este impuesto se paga con relación al producto especifico movido y de acuerdo a la tarifa autorizada, los conceptos son los siguientes:

a) ADVOLAREM: Porcentaje que se paga por valor oficial comercial de la mercancía.

b) 3% Adicional.

c) 10% Adicional (sobre derechos de muellaje).

d) 1% Fomento exportación.

H.- CAPITANIA DE PUERTO.

Por concepto de vigilancia se cobra la canti-- dad de $ 120.00 por turno de 4 hrs. a partir - de las 15.00 hr. hasta las 08.00 hrs. del día- siguiente.

I.- DERECHOS PORTUARIOS.

a) Derecho de puerto.

b) Derecho de atraque.

c) Derecho de muellaje.

Los cobros se efectuan de acuerdo al decreto - establece las cuotas de los derechos por los - servicios portuarios y marítimos que presta la Secretaría de Marina (ahora Secretaría de Comunicaciones y Transportes). (13 de Agosto de- 1976).

J.- AMARRADORES.

Este servicio se cobra de acuerdo al tonelaje-

bruto de la embarcación y por maniobra, considerando, ya sea tiempo ordinario o extraordinario.

(Atraque, Desatraque).

K.- COSTOS CARGADURIA (ESTIBADORES).

Son los cobros que hacen por el manejo de la carga a bordo o en tierra.

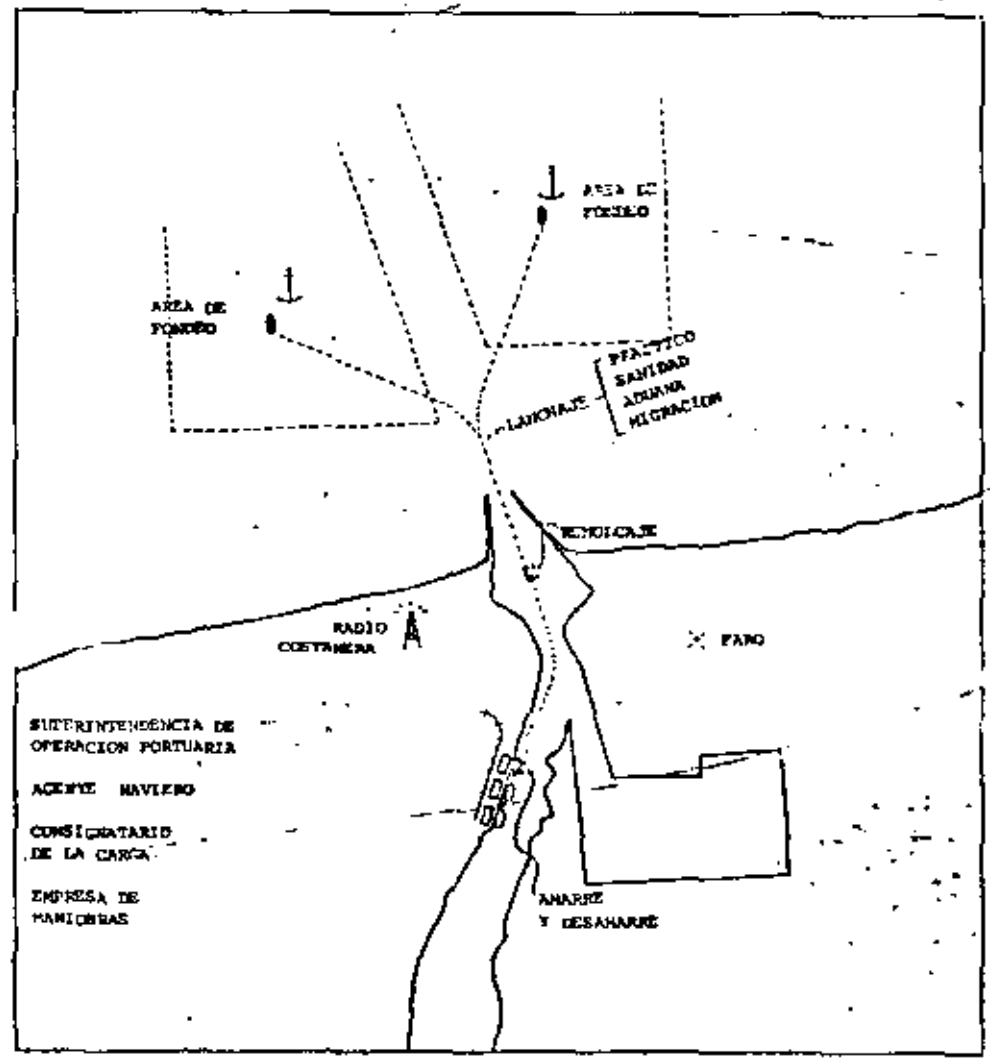
Para la comunicación en los puertos nacionales entre el barco y el personal del puerto se cuenta con el sistema de telecomunicación denominado radio costera que a continuación se describe:

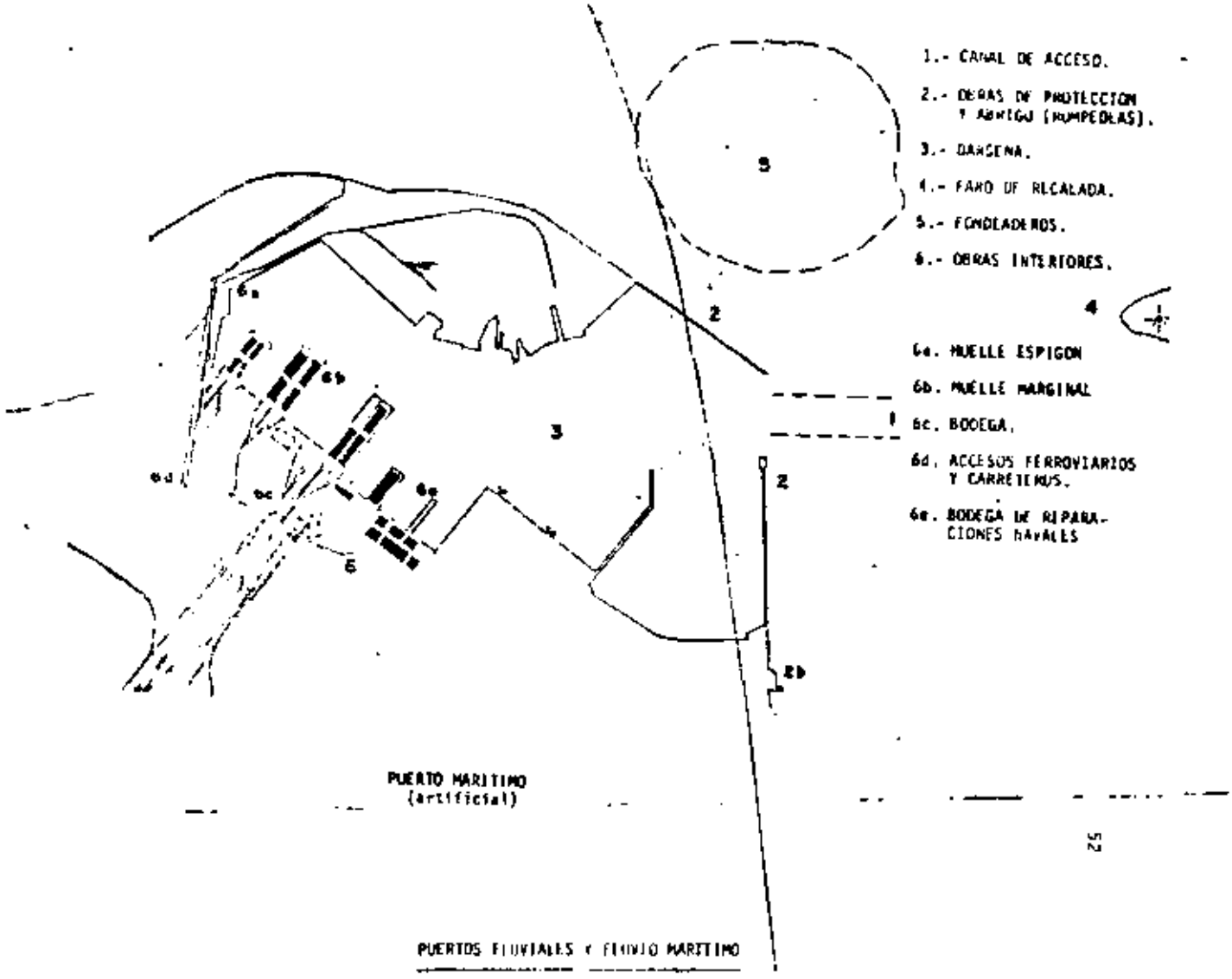
La red nacional de estaciones costeras, compuesta por catorce de estas, ubicadas estrategicamente en los principales puertos nacionales, y administrada desde 1971 por la Dirección General de Telecomunicaciones.

Mediante esta red se brinda protección a los navegantes en los litorales y mar patrimonial y se presta ayuda para la explotación de nuestros recursos pesqueros.

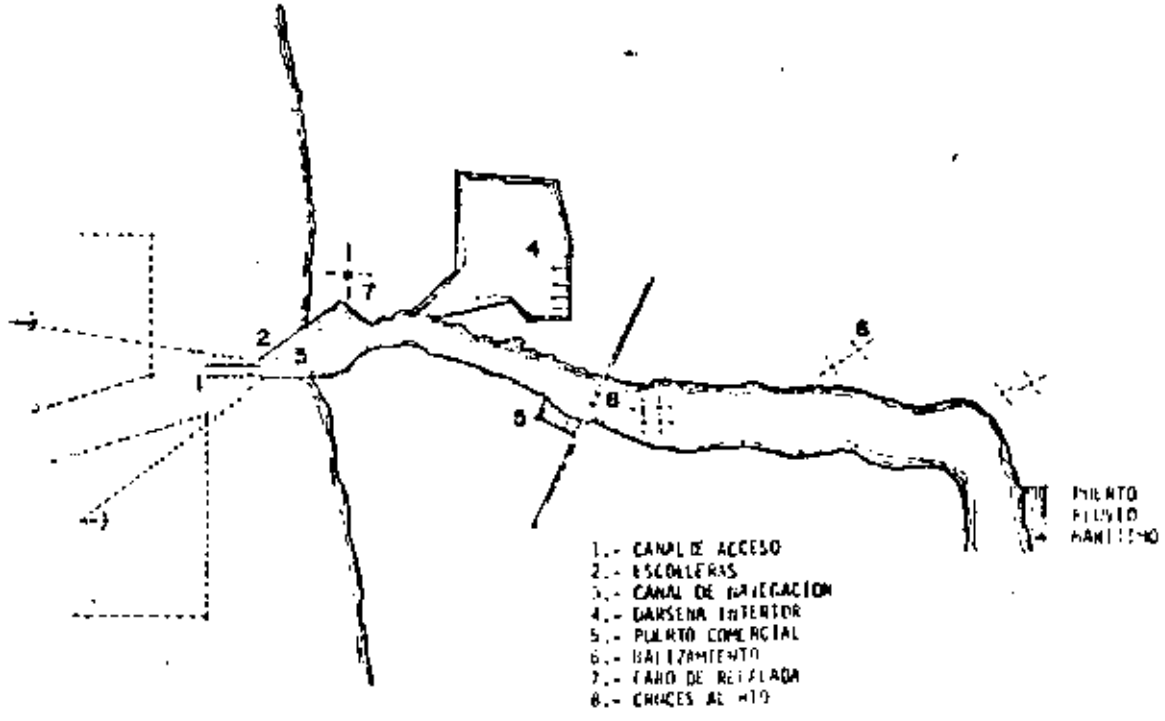
Los Servicios de radiotelegrafía y radiotelefonía pueden establecerse virtualmente desde cualquier lugar del mundo, de tierra a barco y viceversa. Las estaciones costeras, estan ubicadas en los siguientes puertos: Ensenada, B.C. Guaymas, Son.; La Paz, B.C.S.; Mazatlan, Sin.; Manzanillo, Col.; Acapulco, Gro.; Salina Cruz, Oax.; Chetumal y Cozumel, Q.Roo; Progreso, Yuc.; Cd. del Carmen, Camp.; Coatzacoalcos y Veracruz, Ver.; y Tampico, Tamps.

Se dividen en dos grupos, de primera y segunda categorias, segun su capacidad de servicios. Actualmente se encuentran en operación dos estaciones de primera: la de Mazatlan, Sin. y la de Veracruz, Ver.; ambas proporcionan servicios de radiotelefonia y radiotelegrafia. Las restantes son de segunda pero la de Ensenada, B.C., que presta servicio radiotelefoni





PUERTOS FLUVIALES Y FLUVIO MARITIMO



co, las de Manzanillo, Col.; y Chetumal, Q.Roo, que prestan servicio radiotelegratico junto con las dos primeras en total cinco, son las unicas capacitadas para establecer enlaces de largo alcance con embarcaciones de altura en viajes internacionales y tiene un horario de operación, exepto la de Chetumal, Q.Roo, de 24 hrs, todos los dias de la semana.

Ademas de los servicios de radiotelefonía y radiotelegrafía las estaciones costeras estan capacitadas para prestar los siguientes: Radioforos marítimos, muy importante, porque sirve de guía en la navegación de embarcaciones con fallas o sin equipo de radar, durante tormentas; brumas o con piloto manual solamente, cuando no hay visibilidad; boletines meteorológicos, referentes a las condiciones del tiempo prevaleciente en la zona de influencia de determinada estación costera, presión atmosferica, velocidad de los vientos, precipitación pluvial, etc., permitiendo a los navegantes tomar las debidas precauciones para navegar con seguridad; avisos para la seguridad de los navegantes, utiles para prevenirlos de obstaculos en su ruta, como restos de naufragios, minas explosivas o algun otro objeto peligroso; asistencia medica en altamar, consistente en diagnosticar y resetar, desde cualquier estación costera, en su zona, aun paciente a bordo de una embarcación en altamar, radiotelegrafica o radiotelefonicamente. Esta comunicación tiene prioridad sobre las otras, exepto las de socorro y seguridad, y ha demostrado su gran utilidad, ya que por medio de este servicio se han salvado muchas vidas; servicio de radiodeterminación, mediante el cuál es posible localizar bancos de pesca para su explotación; operaciones portuarias es un servicio que se presta a las embarcaciones solicitantes de permiso para efectuar movimientos en los puertos, mediante comunicacion telefónica entre los capitanes de puerto y de las embarcaciones; libre plática por radio consiste en recibir; con 8 hrs. de anticipación al arribo del barco, información de enfermedades a bordo, que sean objeto de lejislación, para que las autoridades de sanidad internacional pue

an determinar si es procedente o no el desembarco de pasajeros y tripulación, ahorrando así un considerable tiempo en trámites; y otros servicios igual de importantes y con implicaciones sociales y económicas.

Resumiendo, las estaciones costeras son un importante instrumento para dar cabal cumplimiento al compromiso contraido por nuestro país en el convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (Londres, 1960); ademas contribuyen en la eficiente vigilancia de nuestras costas y mar patrimonial; prestan ayuda a las embarcaciones; establecen contacto directo e inmediato, radiotelegráfico y radiotelefonico con embarcaciones nacionales y extranjeras, en viajes cortos y largos, desde cualquier parte del mundo y durante todo el año, expiden rapida y efectivamente los servicios radiotelefónicos por la correspondencia póblica; auxilian en la explotación pesquera y en la investigación oceanografica, con miras ha satisfacer la futura demanda de nuestro pueblo de productos alimenticios y de energéticos, y dan facilidades a las actividades turisticas y a la transportación de pasajeros y mercancías.

SERVICIOS MARITIMOS.- El tráfico marítimo de altura y cabotaje se prestan con embarcaciones de itinerario fijo (ó regulares) y tarifa fija con barcos "TRAMP" denominados "TRAMPA", que son barcos no sujetos a itinerario fijo y con tarifas flexibles. En el caso de México, el tráfico de altura se realiza con servicios de itinerario fijo y con barcos TRAMPA nacionales y extranjeros; no así el cabotaje que por ley exclusivamente debera emplear naves con bandera nacional.

3.- EL PUERTO.- DIMENSIONES GENERALES

3.1.- DIMENSIONES DE LA BOCANA

EL ANCHO DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO ESTA DEFINIDO POR LA ESLORA DEL BARCO TIPO DE MAYORES DIMENSIONES QUE SE ESPERA ARRIBE AL PUERTO; ESTO ES, EL ANCHO DE UNA ESLORA.

LO ANTERIOR COINCIDE CON LA RECOMENDACION DE ALONZO D. QUINN. QUE RECOMIENDA, 300 PIES (91.44 M.) PARA PEQUEÑOS PUERTOS, 400-500 PIES (121.92-152.40 M.) PARA MEDIANOS Y DE 500-800 (152.40-243.84 M.) PARA GRANDES PUERTOS.

AL RESPECTO PENSAMOS QUE DEBE REALIZARSE UN ESTUDIO ESPECIAL PARA DETERMINAR EL ANCHO CONVENIENTE PARA GRANDES PUERTOS EN LOS CUALES ARRIBEN BARCOS DE MAS DE 12. M. DE CALADO, YA QUE EN ESTE CASO LA AYUDA DE REMOLCADORES FACILITA EL CRUCE DE LA BOCANA Y PODRIA REDUCIRSE AL ANCHO DE LA MITAD.

UNA VEZ DETERMINADO EL ANCHO, PROCEDEREMOS A LA DETERMINACION DE LA PROFUNDIDAD. LAS CONDICIONES QUE DEBEN CONSIDERARSE SON:

A).- EL CALADO DE LOS BUQUES MAYORES QUE FRECUENTEN EL PUERTO A PLENA CARGA O QUE SE ESPERA HAGAN USO DEL PUERTO.

B).- LA CONSISTENCIA DEL MATERIAL QUE CONSTITUYE EL FONDO MARINO.

C).- EL ESTADO DE AGITACION DEL MAR Y LA VELOCIDAD A LA QUE NAVEGA EL BARCO EN LA ZONA CONSIDERADA.

CON RESPECTO AL INCISO A) EN PUERTOS EXISTENTES, ES NECESARIO

UNA ESTADISTICA DE LAS EMBARCACIONES QUE FRECUENTAN EL PUERTO. SE DETERMINARA LA FRECUENCIA CON QUE CIERTOS BARCOS TENGAN QUE ENTRAR O SALIR DEL PUERTO CON CARGA INCOMPLETA, DEBIDO A LAS PROFUNDIDADES EXISTENTES. SE LLEVARA EL COMPUTO DE LOS TIEMPOS PERDIDOS PARA CIERTAS EMBARCACIONES EN ESPERA DE LA MAREA ALTA PARA ENTRAR O SALIR DEL PUERTO. CUANDO LAS PERDIDAS POR LOS CONCEPTOS ANTERIORES IGUALEN O SUPEREN EL COSTO DEL DRAGADO PARA PROPORCIONAR LA PROFUNDIDAD NECESARIA SE PROCEDERIA A SU EJECUCION.

PARA EL PROYECTO DE NUEVOS PUERTOS, ES NECESARIO EL ANALISIS DETALLADO DEL TIPO DE BARCO QUE SE ESPERA ARRIBARA. PARA LOS BARCOS DE GRAN PORTE, SOBRE TODO BUQUES TANQUES ES NECESARIO TOMAR EN CUENTA EL PONDEO DE LA EMBARCACION; YA QUE ESTANDO EN LA CONDICION DE " A PLENA CARGA " Y SI LOS CALADOS EN PROA Y POPA SON IGUALES EN LO GENERAL, EL CALADO MEDIO SE LLEGA A INCREMENTAR HASTA EN $\frac{1}{1000}$ DE LA ESLORA DEL BARCO.

RESPECTO AL INCISO B) ES DECIR LA CONSISTENCIA DEL FONDO MARINO ESTE INCLUYE CONSIDERABLEMENTE EN LA DETERMINACION DEL TIRANTE LIBRE (COLCHON DE SEGURIDAD) QUE ES NECESARIO DEJAR ENTRE LA QUILLA DEL BARCO Y EL FONDO MARINO. SI SE TIENE FONDO SUAVE (ARCILLA, LIMO O ARENA SUELTA) Y EL CASCO DEL BARCO TOCA EL FONDO, NO SUFRIRA AVERIAS DE CONSIDERACION, EN ESTE CASO 30 CMS. SERAN SUFICIENTES DE COLCHON DE SEGURIDAD. CUANDO SE TIENEN FONDOS DUROS (ROCA O TERRENOS MUY COMPACTOS). DEBERA EVITARSE QUE LA EMBARCACION TOQUE FONDO EN CUALQUIER CONDICION, PARA LO CUAL, EL TIRANTE LIBRE DE AGUA SERA DEL ORDEN DE 90 CMS.

RESPECTO AL C) LA AGITACION DEL MAR, ORIGINA MOVIMIENTOS VERTICALES DEL BUQUE AL CRUZAR LA BOCANA (ARRIBO), POR LO QUE DEBERA QUE CONSIDERAR UNA PROFUNDIDAD SUPLEMENTARIA, DEL ORDEN DE MEDIA ALTURA DE OLA EN EL LUGAR.

LA VELOCIDAD QUE DESARROLLAN LAS EMBARCACIONES AL ARRIBAR AL PUERTO, ES DEL ORDEN DE LOS 8 NUDOS, DANDO EN LUGAR A UN ASENTAMIENTO DE LA POPA DEL BUQUE DE APROXIMADAMENTE 70 CMS. CANTIDAD QUE ES NECESARIO DEJAR COMO TIRANTE DE AGUA SUPLEMENTARIO. EN RESUMEN, LA PROFUNDIDAD EN CADA CASO SERA LA SUMA DE: EL CALADO

MAXIMO DE LA EMBARCACION DE MAYOR PORTE QUE LLEGUE AL PUERTO A PLENA CARGA. DERIVADO DE LA AGITACION DEL MAR EN EL SITIO ESTUDIADO, SE TENDRA UN TIRANTE ADICIONAL DE 1/2 ALTURA DE OLA, MAS EL ASENTAMIENTO DE LA POPA DEL BARCO PERFECTO DE LA VELOCIDAD Y QUE SERA DEL ORDEN DE 70 CMS. MAS UN TIRANTE ADICIONAL, PARA TOMAR LAS CARACTERISTICAS DEL TERRENO, VARIARA DE 30 A 90 CMS., SI SE TRATA DE TAREAS SUAVES O DURAS RESPECTIVAMENTE.

POR LO ANTERIOR, LAS PROFUNDIDADES EN BOCANAS Y CANALES DE ACCESO SERAN MAYORES QUE EN LAS DARSENAS.

EN CUALQUIER CASO EL TIRANTE TOTAL SUPLEMENTARIO (COLCHON DE SEGURIDAD) NO DEBERA SER MENOR DE 1.00 MTS. CONVIENE PREVEER PARA UN FUTURO EL ARRIBO DE EMBARCACIONES MAYORES DE ACUERDO CON EL DESARROLLO GENERAL DE PUERTO, YA QUE ES MUY COSTOSO EL RETIRO DEL MATERIAL PETREO DE LOS MOCEROS PARA PERMITIR UN MAYOR ANCHO DE ACCESO.

EN AQUELLOS LUGARES DONDE EXISTA TENDENCIA AL ASOLVE ES CONVENIENTE AL EFECTUAR EL DRAGADO, DAR MAYOR PROFUNDIDAD A LA MINIMA REQUERIDA, CON EL OBJETO DE DISPONER DE MARGEN SUFICIENTE PARA QUE LOS DRAGADOS DE CONSERVACION SEAN A LAPSOS MAYORES, POR LO QUE AL DETERMINAR EL ANCHO ENTRE OBRAS EXTERIORES HAY QUE PREVER LAS MERMAS DE SEGURIDAD EN EL FONDO MARINO PARA EVITAR SOCAVACIONES AL PIE DE LAS OBRAS EXTERIORES.

LAS PROFUNDIDADES DEL MAR ESTARAN REFERIDAS A LOS SIGUIENTES PLANOS DE COMPARACION O REFERENCIA, PROPUESTOS POR EL INSTITUTO DE GEOFISICA DE LA UNAM: EN EL GOLFO DE MEXICO Y MAR CARIBE, DONDE PREDOMINAN LAS MAREAS DIURNAS, SE TOMARA EL NIVEL DE BAJAMAR MEDIA QUE SE OBTIENE TOMANDO EL PROMEDIO DE LA BAJAMAR DIARIA.

3.2.-- CANALES DE ACCESO Y DE NAVEGACION.

PARA LOS CANALES RECTOS BASTARA TOMAR UN ANCHO DE PLANTILLA DE UNA ESLORA DEL BARCO TIPO DE MAYORES DIMENSIONES QUE SE ESTIME ARRIBARA AL PUERTO.

CANALES CURVOS.- PARA EL TRAZO DE ESTE TIPO DE CANAL, HAY QUE TOMAR EN CUENTA LOS RADIOS DE GIRO DE LAS EMBARCACIONES, CONSIDERANDO LA MANIOBRA CON SUS PROPIAS MAQUINAS, ES DECIR:

PARA EMBARCACIONES PEQUEÑAS	R= 3 E
PARA EMBARCACIONES DE PORTE MEDIO	R= 5 E
PARA GRANDES EMBARCACIONES	R= 7 E

PARA LOS CASOS ANTERIORES, EL ANCHO DE LA PLANTILLA DEL CANAL CURVO CONSIDERANDO LOS RADIOS DE GIRO ANTERIORES NOS DA:

ANCHO DE LA PLANTILLA DE CANAL PARA EMBARCACIONES PEQUEÑAS	S= 1.65 E
ANCHO DE PLANTILLAS DEL CANAL PARA EMBARCACIONES DE PORTE MEDIO	S= 1.50 E
ANCHO DE PLANTILLA DEL CANAL PARA GRANDES EMBARCACIONES	S= 1.37 E

3.3.- DARSENA DE CIABOGA

ES TAMBIEN LLAMADA, CIRCULO DE MANIOBRAS., O SEA EL AREA DE AGUA QUE NECESITA, UN BUQUE PARA VIRAR EN REDONDO, INVIRTIENDO EL SENTIDO DE SU MARCHA. ESTA OPERACION PUEDE EFECTUARLA EL BUQUE:

A).- POR SUS PROPIOS MEDIOS (MAQUINAS DEL BARCO)

B).- UTILIZANDO LAS ANCLAS

C).- SIRVIENDOSE DE REMOLCADORES.

EL PRIMER CASO A).- LOS VALORES DE LOS RADIOS DE GIRO MINIMO

R PARA ZONAS EN CALMA CORRESPONDEN A LA MITAD QUE EN ZONAS AGITADAS, POR LO QUE LOS DIFERENTES RADIOS SERAN:

PARA EMBARCACIONES PEQUEÑAS	1.5 E
PARA EMBARCACIONES MEDIAS	2.5 E
PARA EMBARCACIONES GRANDES	3.5 E

(VER FIGURA 1).

PARA CALCULAR EL DIAMETRO DEL CIRCULO DE MANIOBRAS TENDREMOS:

$$D1 = 2\ (R + 1/2\ E) = 2\ (0.58 \times 1.5\ E + 0.5\ E) = 2.75\ E$$
$$D2 = 2\ (R + 1/2\ E) = 2\ (0.58 \times 2.5\ E + 0.5\ E) = 3.90\ E$$
$$D3 = 2\ (R + 1/2\ E) = 2\ (0.58 \times 3.5\ E + 0.5\ E) = 5\ E$$

PUDIENDOSE INTERPOLAR PARA LOS CASOS DE EMBARCACIONES DE TAMAÑO INTERMEDIO. SIENDO CONVENIENTE TOMAR MEDIA ESLORA MAS, COMO MARGEN DE SEGURIDAD.

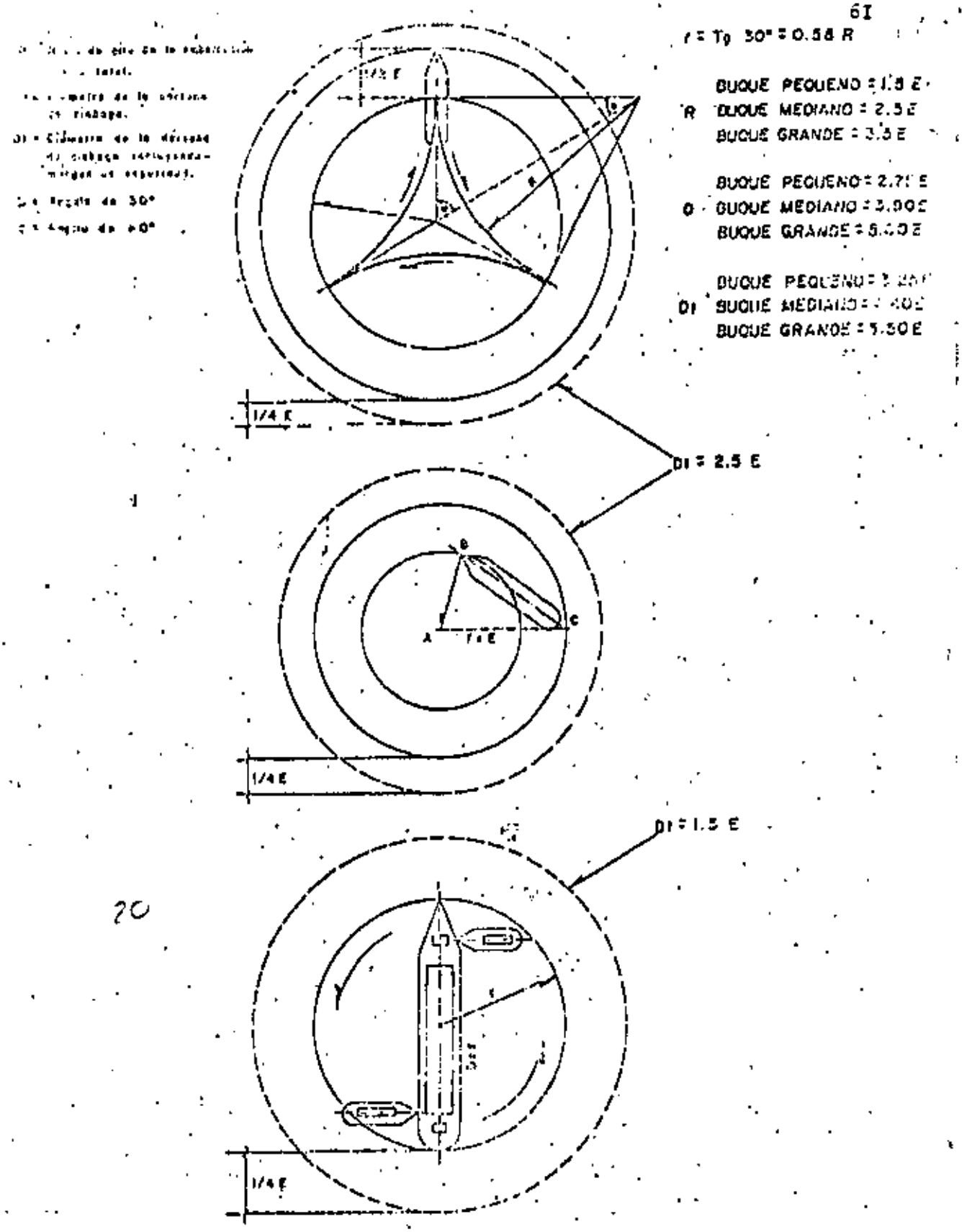
PARA EL CASO B): ES DECIR QUE EL BUQUE LLEVA A CABO LA MANIOBRA UTILIZANDO EL ANCLA, A DE FONDEARLA POR LA BANDA EN CUYO SENTIDO SE EFECTUA EL GIRO, DAR MAQUINA AVANTE DESCRIBIENDO EL CIRCULO CONCETRO EN EL ANCLA Y RADIO APROXIMADO DE UNA ESLORA, CONVINIENDO TAMBIEN TOMAR MEDIA ESLORA COMO MARGEN DE SEGURIDAD. (VER FIGURA 1).

$$D = R + 1/2\ E = E + 1/2 = 2.5\ E$$

PARA C).— EN CASO DE QUE LA MANIOBRA SE EFECTUE CON 2 REMOLCADORES, DE LOS CUALES UNO EMPUJA POR POPA Y EL OTRO POR LA PROA, EL BUQUE GIRA SENSIBLEMENTE SOBRE SI MISMO, Y EL DIAMETRO DEL CIRCULO DE MANIOBRAS SE APROXIMA A UNA ESLORA DEL BUQUE, CONVINIENDO TOMAR MEDIA ESLORA DE SEGURIDAD.

(VER FIGURA 1). $D = E + 1/2\ E = 1.50\ E$

ACTUALMENTE EXISTEN TAMBIEN SISTEMAS DE PROPULSION Y DIRECCION, COMO EL LLAMADO (TIMON ACTIVO) O PROPULSOR DE PROA, PERMITIENDOLE VIRAR CASI SOBRE SI MISMO SIN AUXILIO DE REMOLCADORES. PARA LA FIJACION DE LAS



20

DARSENAS DE CIABOGA.

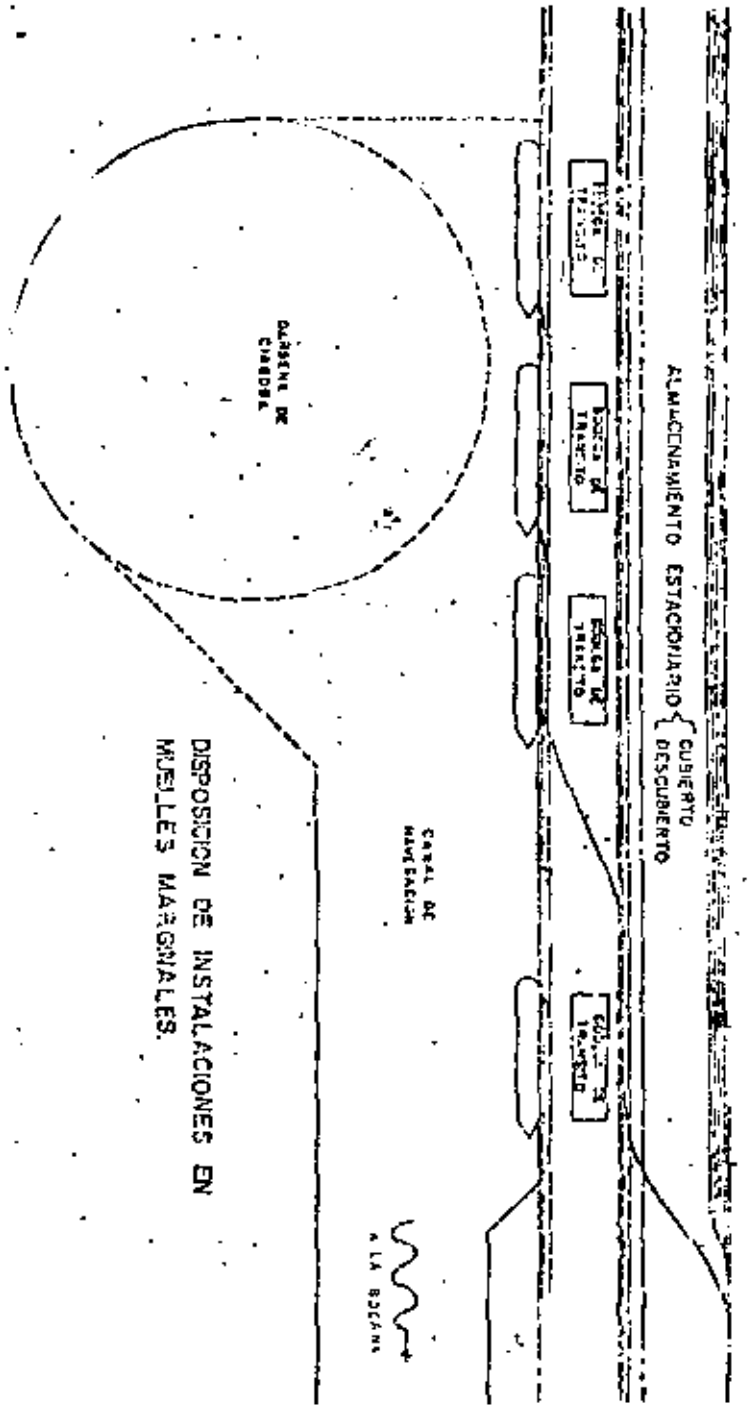
DIMENSIONES DE LOS CIRCULOS DE MANIOBRAS NO SE DEBEN TENER EN CUENTA ESTOS CASOS, SIENDO MAS CONVENIENTE ADOPTAR COMO MINIMO LAS RECOMENDACIONES ANTES EXPUESTAS.

EL AREA DE MANIOBRAS O CIABOGA SE UBICA EN LA PROXIMIDAD DE LOS MUELLES Y EN OCACION EN LOS ANTEPUERTOS, Y PARA SU LOCALIZACION HAY QUE TOMAR EN CUENTA QUE EL BARCO DEBE ENTRAR AL PUERTO A GRAN VELOCIDAD, POR SER ASI CUANDO MEJOR OBEDECE EL TIMON Y SE DEFIENDE DEL TEMPORAL, DETENIENDO SU MARCHA DENTRO DEL ANTEPUERTO. PARA ELLO ES NECESARIO DISPONER DE UN ESPACIO DE 5 A 7 ESLORAS PARA FRENAR LA EMBARCACION.

3.4.- DARSENAS DE OPERACION

EN MUELLES MARGINALES, LA DARSENA DE OPERACION SE LOCALIZA, CONTIGUA A LA DE CIABOGA DE ACUERDO A LA DISPOSICION MOSTRADA EN LA FIGURA 2.

EN MUELLES EN ESPIGON LA DARSENA DE CIABOGA SE COMUNICA CON LA O LAS DIVERSAS DARSENAS DE OPERACION, VER. FIG. 3.



DISPOSICION DE INSTALACIONES EN MUELLES MARGINALES.

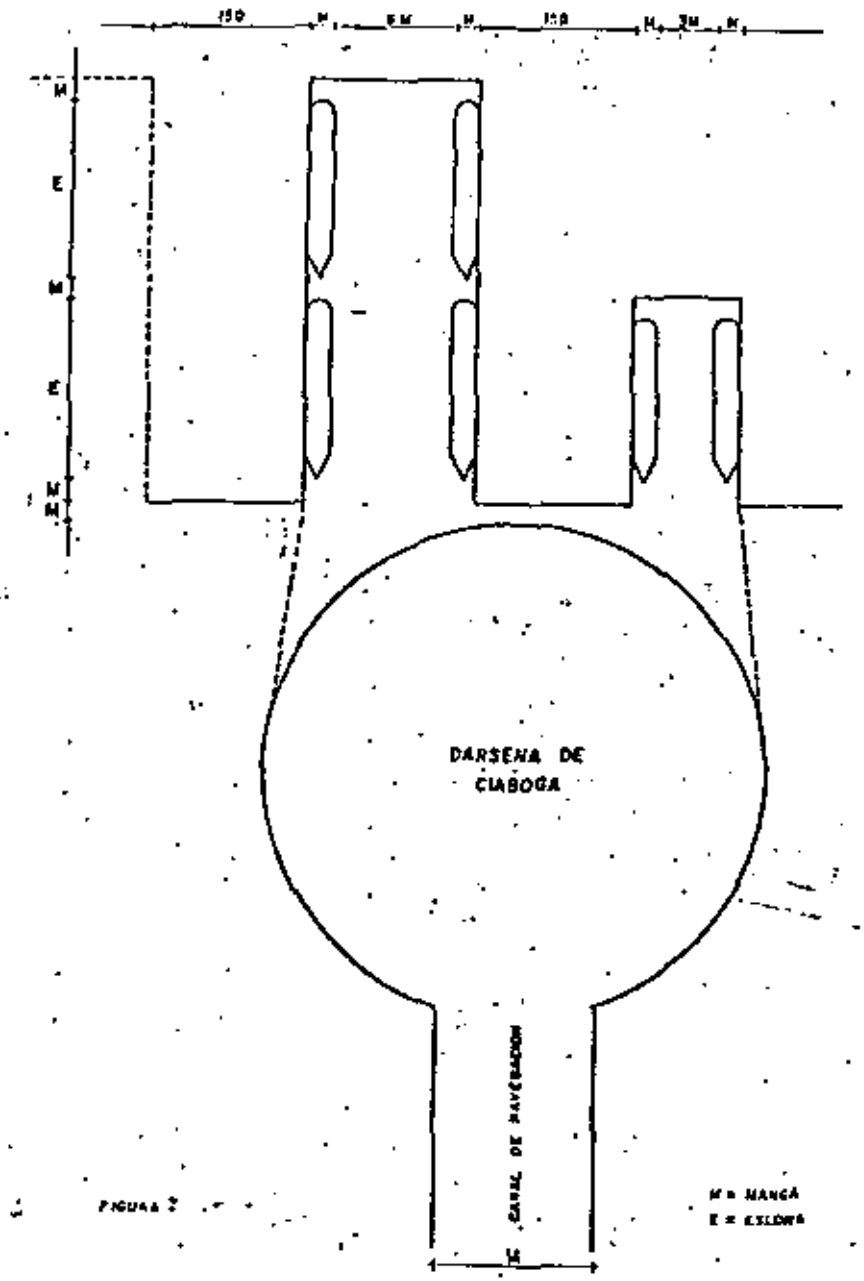


FIGURA 7

DISPOSICION DE LAS DARSENAS DE OPERACION Y CIABOGA

3.5.- OBRAS INTERIORES.

CON TAL DENOMINACION, DESIGNAREMOS A LAS INSTALACIONES QUE PRESTAN SERVICIO A LAS EMBARCACIONES UNA VEZ ATRACADAS, TALES COMO: INSTALACIONES DE: ATRAQUE Y AMARRE; DE ALMACENAMIENTO A CUBIERTO Y DESCUBIERTO; VIALIDAD Y SERVICIOS GENERALES.

ENTRE LOS FACTORES QUE ES PRECISO CONSIDERAR PARA OBTENER LAS DIMENSIONES DE UNA ESTACION MARITIMA TERMINAL SE ENCUENTRAN:

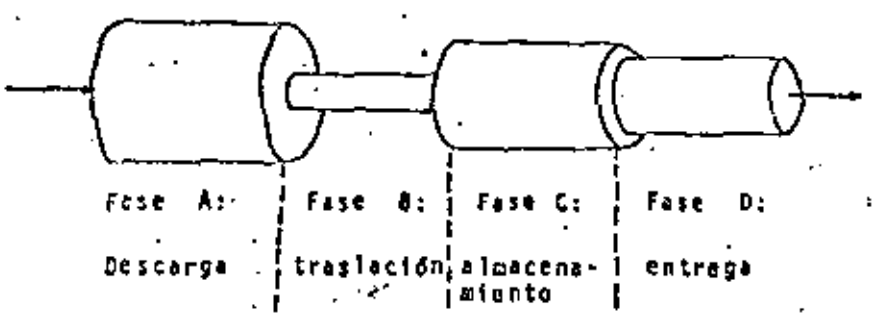
A).- CARATERISTICAS DE LOS BUQUES QUE HARAN ESCALA EN LA ESTACION TERMINAL.
B).- FRECUENCIA DE LOS ARRIBOS.
C).- TIPO DE CARGA QUE DEBERA MANIPULARSE Y FLUCTUACIONES DE SU VOLUMEN.
D).- MODO DE UNITARIZACION DE LA CARGA.
E).- PRODUCTIVIDAD PREVISTA DE LA COMBINACION ESTACION TERMINAL/BUQUE. TIPO DE CARGA (GRANEL, FRACCIONADA, CARGA PALIETIZADA, CONTENEDORES); METODO DE MANIPULACION (GRUAS DE MUELLE, GRUAS PARA MANEJO DE GRANELES, ETC); TAMAÑO DEL BUQUE.
F).- METODOS DE TRANSPORTE Y CARACTERISTICAS DE LA CARGA ENTRANTE Y SALIENTE Y SUS VARIACIONES ESTACIONALES.
G).- PRACTICAS COMERCIALES CON RESPECTO AL TIEMPO SIN SOBRESTADIAS DE LAS MERCANCIAS DE IMPORTACION Y EXPORTACION.

PARA OBTENER LAS CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES ANTES MENCIONADAS, SE DEBERA TOMAR EN CUENTA, PRIMERAMENTE, EL TIPO DE BARCO QUE ARRIBARA AL PUERTO, ES DECIR:

A).- DE CARGA GENERAL.
B).- DE CARGA GENERAL UNITIZADA ----- CONTENEDORES
C).- DE GRANELES SECO - GRANELEROS, MINERALES
LIQUIDO - TANQUES
CRIOGENICOS - GASEROS.
D).- DE PASAJEROS.
E).- DE PESCA.
F).- YATES.

4. LAS OPERACIONES EN EL PUERTO.

Las operaciones en un puerto se realizarán de tal manera que el flujo de carga o pasajeros en la transferencia del sistema de transporte marítimo al terrestre y viceversa sea regular, y con eficiencia, económica y seguridad.- El flujo a que nos referimos puede representarse esquemáticamente de la siguiente manera:



-FIG. No. 12

Así se representa una de las distintas vías que puede seguir las mercancías de importación al pasar por un puesto de atraque. Cada una de las cuatro fases tendrá una determinada capacidad de manipulación que será distinta de las capacidades de las demás. La situación es parecida a la de un líquido que circule por el interior

de una tubería de diámetro variable o desigual, en el sentido de que el ritmo de manipulación de las mercancías en el puesto de atraque vendrá determinado por la fase que tenga la menor capacidad de manipulación. (En la Fig. No. 12 se trata de la fase B: traslación).

De esta semejanza se observará que no se consigue nada con tratar de aumentar la capacidad de aquel elemento del puesto de atraque cuya capacidad es ya la mayor (en el ejemplo anterior, la fase A: Descarga).- En realidad solo se puede mejorar la capacidad del conjunto incrementando la capacidad del elemento más estrecho o reducido, de ahí la utilización del termino "Estrangulamiento". La capacidad el conjunto irá mejorando a medida que se incrementa la capacidad de la fase B, hasta que llegue a igualar la de la fase D: Entrega. Cualquier mejora adicional de la capacidad total exijira un aumento simultaneo de la capacidad de las fases B y D.

La línea de flujo de carga se podra observar en la Fig. No. 13, en la cuál se muestran las instalaciones en sección transversal para carga general, manejo de líquidos y de minerales.

.1. TERMINALES DE CARGA GENERAL.

En casi todo el puerto la carga general es la parte más importante del tráfico marítimo. El valor de la carga general es considerablemente mayor que el valor promedio de las mercancías de granel. El manejo de una gran variedad de pequeñas cargas requieren de mas espacio, más trabajo personal y un cuidado más meticuloso. Por lo tanto es justificado emplear un mayor detalle en la planeación de este tipo de instalaciones que para otras partes del puerto.

De acuerdo con el diagrama de flujo de mercancías anteriormente descrito, la fase de descarga o carga de embarcaciones, se realiza por medio de las gruas

del barco o por medio de las gruas del muelle, que - corren a lo largo del puesto de atraque, en México - se utiliza el primero de los dos sistemas. En otros- paises de Europa, Asia y America del sur, la carga - y descarga de embarcaciones se realiza empleando -- gruas de muelle. La eficiencia de ambos sistemas es- aproximadamente el mismo, siempre que se cuente con- suficiente y adecuado equipo de traslación de carga. En la fase "B" de translación de carga se efectua, en tre el frente de agua y la bodega de tránsito, a es- te espacio, se le denomina plataforma de trabajo, -- que debe tener suficiente ancho para alojar dos vías de ferrocarril y espacio para el tránsito de camio-- nes, debido al gran porcentaje de carga que es mani- pulada en maniobra directa de barco a tren o camión- o viceversa, este espacio se considera conveniente no- sea menor de 20 Mts. y 30 Mts. máximo, ya que de --- otra manera la distancia a la bodega de tránsito se- ría demadiado larga requiriendose un mayor número de equipo portuario de translación de carga. La longi-- tud del muelle para cada puesto de atraque, así como la profundidad de agua será determinada por el tama- ño y calado de los buques que arriben el puerto. La- tendencia al crecimiento en tamaño de barcos de car- ga general es menor que los graneles y los Buque-tan ques, al respecto tal parece que se llego al buque - de características optimas, que requiere una profun- didad de agua del orden de los 10 Mts.; previniendo- en el diseño de los muelles una posible profundiza-- ción a 12 Mts. para tomar en cuenta futuras necesida des. La eslora media se considera de 160 Mts. por lo que la longitud del atracadero sería de 180 Mts. per mitiendo con esto dejar 10 Mts. a cada lado del bar- co como margen de seguridad entre naves y para la su jeción de los cabos al muelle.

La productividad por atracadero depende del tipo y vo lúmen de carga, para carga general fraccionada se con cideré del orden de las 480 Ton/día/barco. Para grane les en descarga directa un promedio de 1000 Ton/día/- barco. Si en un muelle determinado se hallan los dos- tipos de carga anteriormente mencionados, la producti vidad estará en función de los volumenes de carga de- cada producto, conciderando un promedio aproximadamen te de 280-300 días de trabajo al año, para tomar en - cuenta días festivos descompostura de equipo del bar- co o de tierra y suspenciones por fenomenos meteorológi- cos. El rendimiento en las operaciones de carga o - descarga será del orden de 130,000 a 200,000 Ton/año.

Para planear nuevas instalaciones de atraque es indis- pensable efectuar un estudio de los rendimientos en - la terminal de carga general, ya que antes de progra- mar ampliaciones es necesario verificar que los rendi mientos en las maniobras de alijo sean las más conve- nientes, ya sea aumentando la productividad, el núme- ro de días laborales y los turnos de trabajo. Este as pecto se podra observar en la Fig. No. 14 que muestra la relación entre la productividad expresada en tone ladas-hora-gancho, el número de atracaderos y en núme ro de días disponibles del muelle, como ejemplo hemos considerado la comparación de dos rendimientos, uno - de 12.5 Ton/hora/gancho y el otro de 20.0 Ton/hora/-- gancho, obteniendo para el primer caso 6 atracaderos- para el manejo de 600,000 Ton./año y en le otro 4 --- atracaderos.

La gráfica mostrada fué tomada de la publicación "Port Development" de unctad publicado en 1978 y que fué -- elaborada considerando condiciones de piezas en vias- de desarrollo.

La fase "C" de almacenamiento, comprende la bodega de tránsito de mercancias, es el elemento más importante

de un atracadero de carga general. Todas las actividades estan concentradas dentro y alrededor de la bodega, su proposito es protejer la carga de la lluvia, del polvo y el viento así como de daños accidentales y robos. Actua como vaso regulador entre los sistemas de transporte marítimo y terrestre al permitir formar bloques de carga para la exportación e importación. Las cargas de exportación deben ser preparadas en la bodega para ser cargadas de acuerdo con el plan de estiba de las embarcaciones.

En ningún caso las bodegas de tránsito serán usadas para almacenamiento de larga duración, la carga no debe permanecer un mínimo de tiempo y ser retirada para evitar un cuello de botella en el flujo de mercancias. Para el almacenamiento de larga duración, deben preverse bodegas para este fin, denominadas bodegas estacionarias que se localizan por detras de las de tránsito.

Para evitar el congestionamiento y dar facilidades a los embarcadores, en México se permite el almacenamiento sin cobro por 15 días, despues de ese periódose inicia el cobro del almacenamiento de carga. si el muelle es de 180 Mts. la longitud conveniente de la bodega es del orden de los 120 Mts., localizada el centro del muelle , quedando espacio en las cabeceras para el estacionamiento de equipo almacenamiento de maquinaria, o carga y descarga de camiones..

El ancho de la bodega conviene tenga un mínimo de 40 Mts. y de ser posible si existe espacio tender a 50 Mts. para de esa forma extender más uniformemente la carga sin necesidad de apilar los diferentes lotes que se agrupan en su interior, de esta forma el acceso a cada lote es más facil con el consiguiente ahorro en tiempo y aumento de eficiencia.

La razón principal para aumentar lo más posible el ancho de la bodega es debido a que el espacio próximo al frente de agua es mucho más valioso que en la parte posterior ya que es facilmente accesible en la linea directa desde la bodega de cada buque, sin doble manejo de la carga y sin la necesidad de cruzar calles o rodear la bodega de tránsito.

Las bodegas de tránsito deberan tener puertas con dimensión mínima de 4.50 Mts. de ancho por 5.00 Mts. de altura a lo largo de sus costados y en las cabezas para facilitar la maniobra de carga y descarga de camiones.

Las puertas del costado o posterior de las bodegas comunican al transporte terrestre.

La iluminación diurna y nocturna es importante, para permitir el trabajo todo el día. Para la luz diurna se recomienda colocar lucernarios cuya superficie sea un mínimo de 7% del area total.

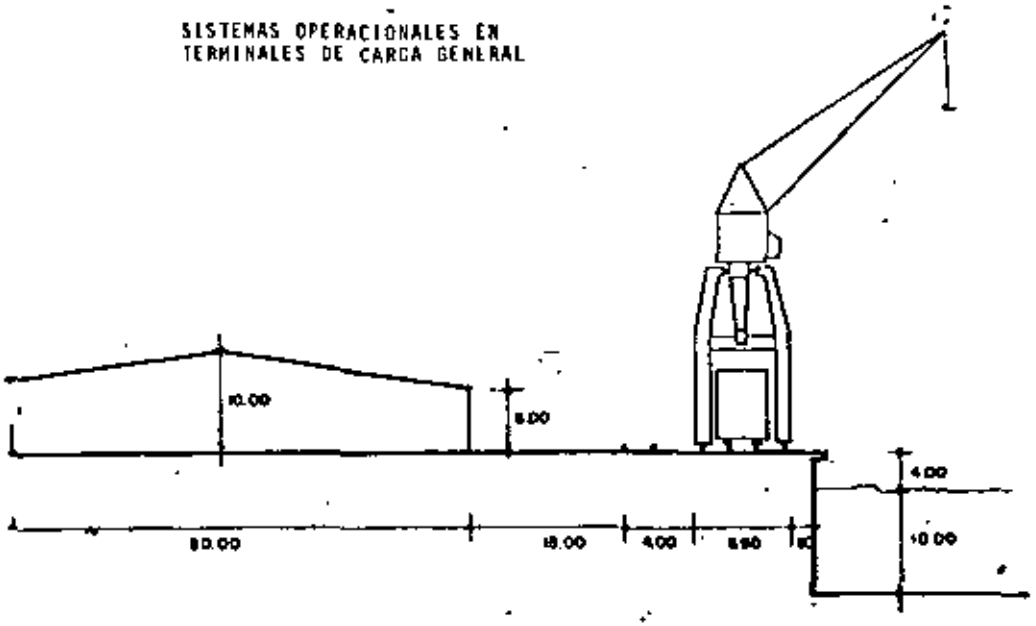
Para el almacenamiento de carga en tránsito a la intenperie, deben preveerse patios localizados en zonas próximas a las bodegas de tránsito convenientemente diseñados de acuerdo con el tipo de carga que se maneje por el puerto.

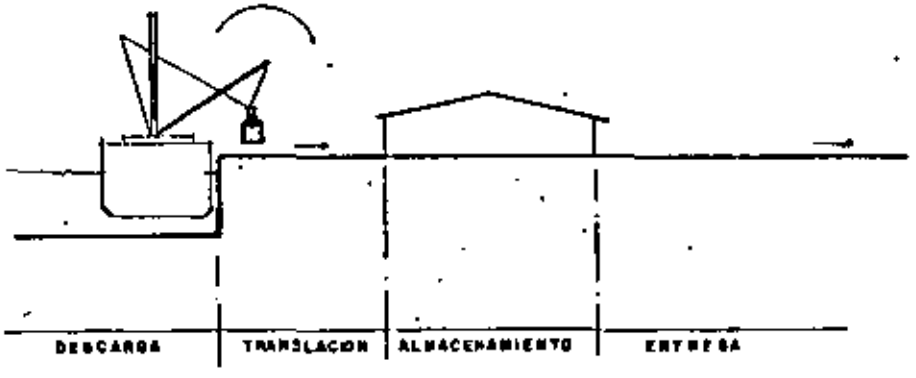
La fase "D", ó sea la entrega, se relaciona con los accesos para el transporte terrestre y deben ser planeados para un movimiento sin obstrucción de los vehiculos que llegan y salen, ya sea vacios o cargados, sin interferencia para las operaciones de manejo de carga y sin intersecciones con los patios de almacenamiento al descubierto debiendo existir acceso facil a las cargas almacenadas a la intemperie. Los accesos terrestres del puerto estarán conectados a las redes de carreteras y ferrocarriles-

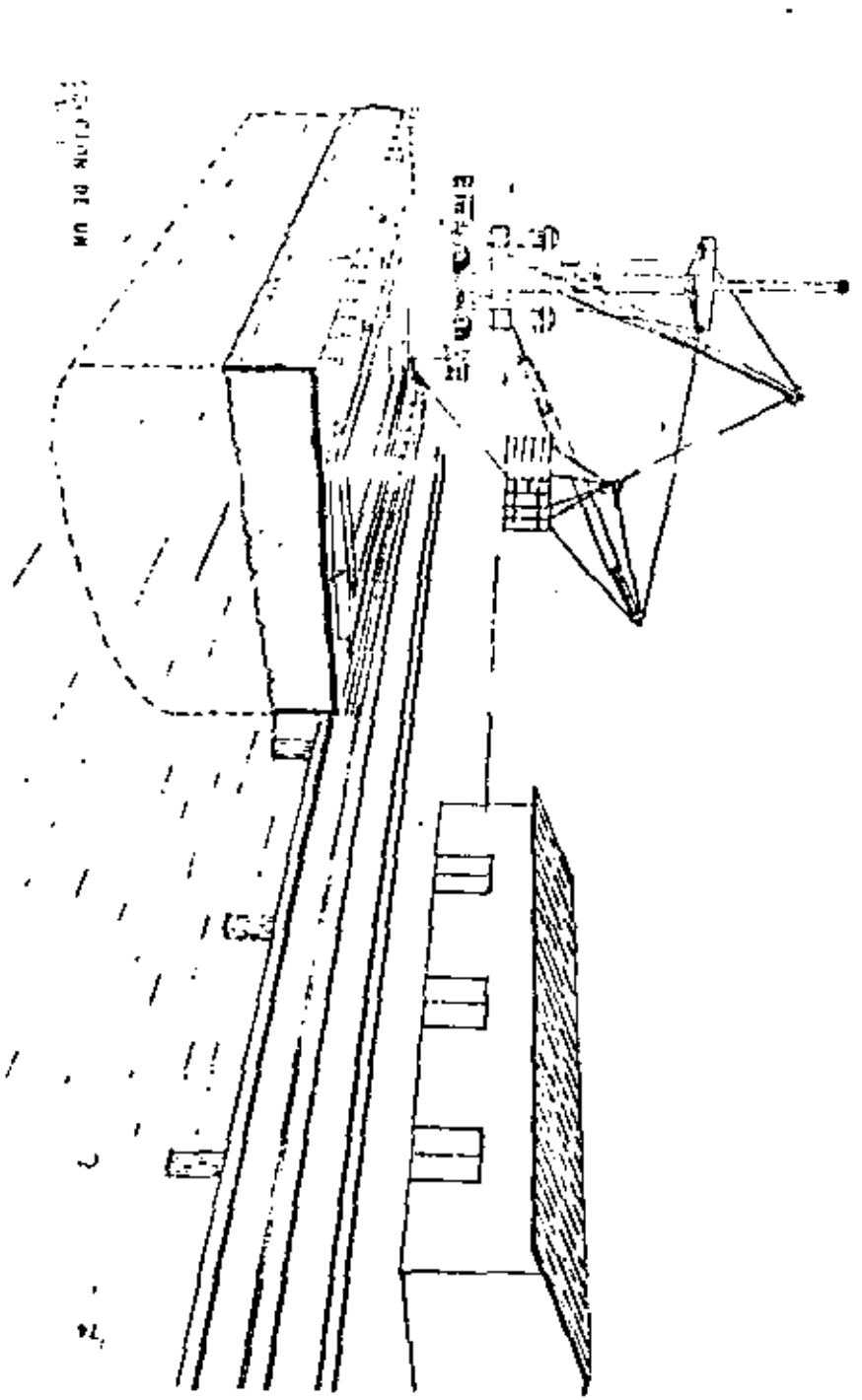
de tal manera que no existan congestionamientos que - nos proboquen un cuello de botella en el flujo de mercancías en la recepción de entrega.

Una disposición de terminal de carga general puede -- observarse en las figuras No. 16 y 17.

SISTEMAS OPERACIONALES EN TERMINALES DE CARGA GENERAL







MUELLE PARA CARGA GENERAL FRACCIONADA

APAREJOS DEL BARCO Y GRUAS DEL MUELLE

DIMENSIONAMIENTO DE UNA TERMINAL PARA MANEJO DE CARGA GENERAL FRACCIONADA

Las Naciones Unidas a través de UNCTAD a editado un manual "Desarrollo Portuario" el cuál cuenta con datos básicos para el dimensionamiento.

Dicho manual recopila datos de la actividad de un sin número de puertos del mundo y proporcionando datos básicos para la elaboración de anteproyectos, los cuales se deberan ajustar a las condiciones locales de la instalación que se pretende proyectar.

Empleando las graficas de planificación de la publicación antes mencionada, se podrá obtener el número de atracaderos necesarios para un determinado volúmen esperado de carga, tomando en cuenta los rendimiento en el manejo de carga en las embarcaciones.

El manual cuenta para este caso, con dos diagramas. Primer diagrama (grafica IA y IB), permite determinar las necesidades del puerto de atraque-dia (número de dias barco atracados) y el número aproximado de puertos de atraque necesarios.

Esos valores se utilizan como punto de partida para el segundo diagrama (IIA y IIB) que indica el tiempo previsto de permanencia del buque en puerto y puede utilizarse como base para un analisis de costo-beneficio.

los diagramas IA y IIA son aplicables a puertos con 2 a 10 atracaderos y los IB y IIB para puertos de 10 a 30 atracaderos. Con lo que respecta al diagrama I, se toma la productibilidad media por cuadrilla (número de toneladas cargadas o descargadas por hora y por cuadrilla) para el grupo de puertos de atraque de carga general fraccionada, cabe aclarar al repecto que en los puertos Europeos la productibilidad se basa en Ton/Hr./Cuadrilla y en America --- Ton/Hr.gancho, por lo que es necesario tomar en cuenta este dato para la aplicación de los diagramas.

Esta cifra deberá obtenerse de los rendimientos efectivo - almacenados en el puerto o, en caso de un nuevo puerto de observación e información obtenida en otros puertos de la región.

EJEMPLO DE APLICACION

Supongamos un puerto con 2 a 10 atracaderos con los siguientes datos:

Predicción del movimiento de carga en un año determinado:	600,000 Ton.
Rendimiento manejo de carga:	12.5 Ton/Hr/cuadrilla
Tiempo de trabajo	dos turnos de 8 Hrs. y 6 dias por semana
Numero de cuadrillas:	2.5 cuadrillas /buque
Número de dias de servicio por año:	350.

APLICACION A LA GRAFICA IA

1.- En el eje de "Promedio de Ton./Hr./Cuadrilla, marcamos 12.5 se traza una linea vertical descendente, hasta el punto en que esa linea corta la linea que representa la fracción de tiempo durante la cual se trabaja en los buques atracados. En nuestro caso esa fracción será:

$$\frac{\text{2turnos x 8 Hrs.}}{\text{24 Hrs. al dia}} \times \frac{\text{6 dias a la semana}}{\text{7 (semanas)}} = 0.572,$$ este factor tiene en cuanta, los dias en que no se trabaja en el puerto de atraque. (Se podra observar el impacto de el número de turnos de trabajo). En seguida se traza una linea horizontal hacia la izquierda hasta la intersección con la que representa el número de cuadrillas empleadas por buque en cada turno.

A continuación, se traza una linea descendente verticalmente hasta la curva que representa la predicción anual del tonelaje en nuestro caso 60.000 Ton. Continuando con una horizontal hacia la derecha hasta cortar la curva que representa el número de dias de servicio del puesto de atraque para recibir barcos, se traza otra linea vertical hasta cortar el eje que indica el número aproximado de puestos de atraque necesarios. La trayectoria de las rectas trazadas al cortar los ejes nos dan la siguiente información adicional: Toneladas por día y por cuadrilla, toneladas por buque y por día y necesida

des de puesto de atraque. Es decir en nuestro caso se obtiene:

Productibilidad media por buque 450 Ton. diarias y una necesidad de puestos de atraque-dia de 1330 dias por año, lo que representa aproximadamente seis puestos de atraque.

Este es un dato aproximado ya que no toman en cuenta el costo del tiempo de permanencia del buque en el puerto. Para conocer este costo, se utiliza el diagrama II con los datos obtenidos en I.

Para la utilización del diagrama IIA emplearemos los siguientes datos. Número de puestos de atraque-dia-1330
Número de puestos de atraque -5,6 6 7
Numero de dias de servicio al año 350
Costo diario de permanencia de barco en puerto 3500 dolares.

Con cinco puestos de atraque, el tiempo total de permanencia en el puesto es de 1800 dias, mientras que con seis puestos, el tiempo total de permanencia en el puerto se reducen a 1500 dias, si se dispone de siete puestos de atraque desminuirá el tiempo de permanencia del buque a 1400 dias. Teniendo en cuenta que las perdidas dividas a la insuficiencia de instalaciones portuarias en el caso de que, de manera imprevista, el desarrollo económico del país evolucione favorablemente, podrian ser superiores al costo de un nuevo puesto de

atraque. Por lo anterior el Ingeniero Portuario tendra que determinar se la reducción del tiempo de permanencia del buque que trae consigo la opción de seis puestos de atraque en relación con la de cinco puestos, justifica la inversión del nuevo puesto y de la misma forma de opción de siete puestos de atraque. Esto se efectua normalmente mediante un analisis costo-benificio.

GRAFICO 3

Terminal de carga general fraccionada — Diagrama de planificación I.A; necesidades de puestos de atraque (de 2 a 10 puestos)

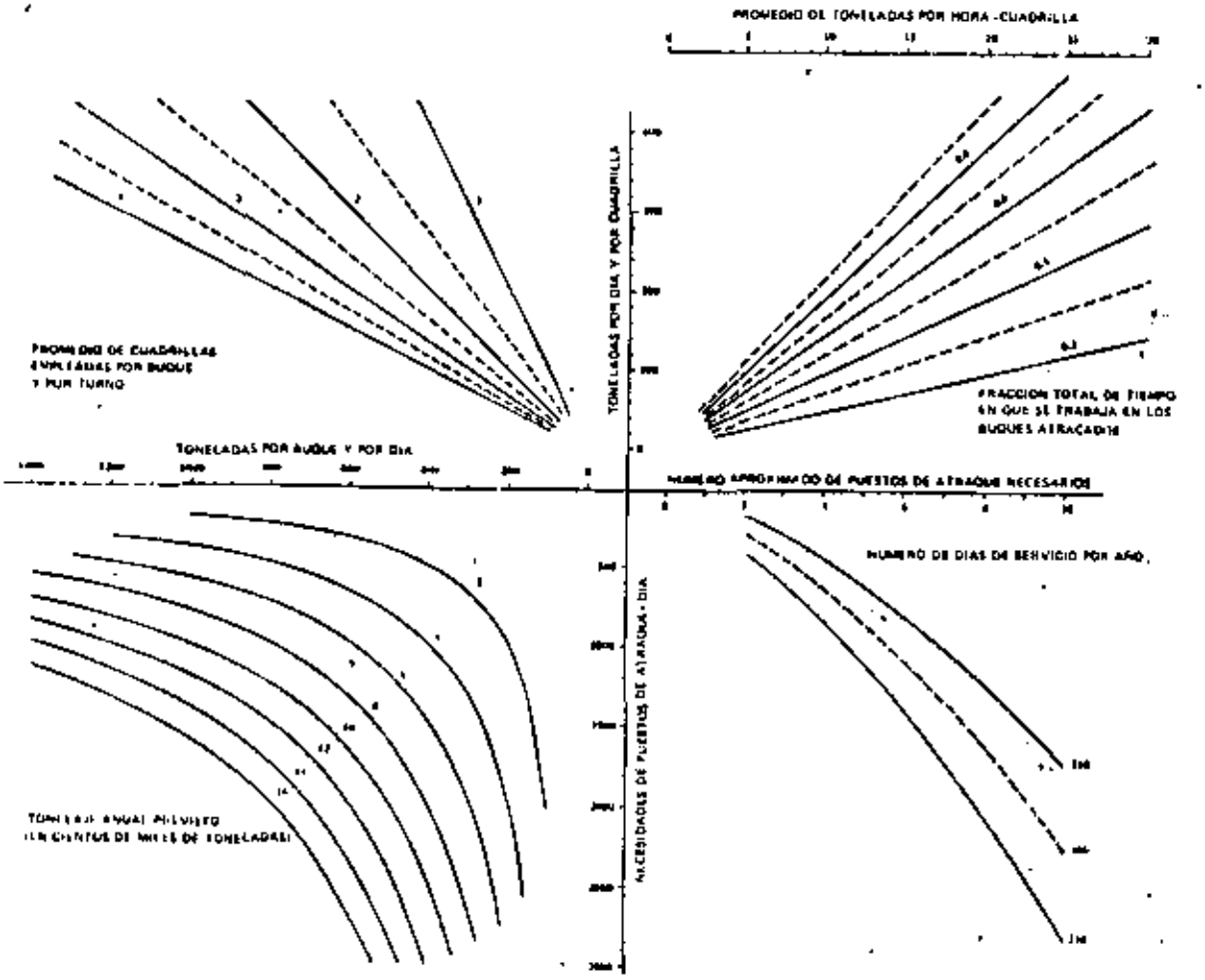


GRAFICO 4

Terminal de carga general fraccionada — Diagrama de planificación 1.81: necesidades de puestos de atraque de 10 a 30 puestos

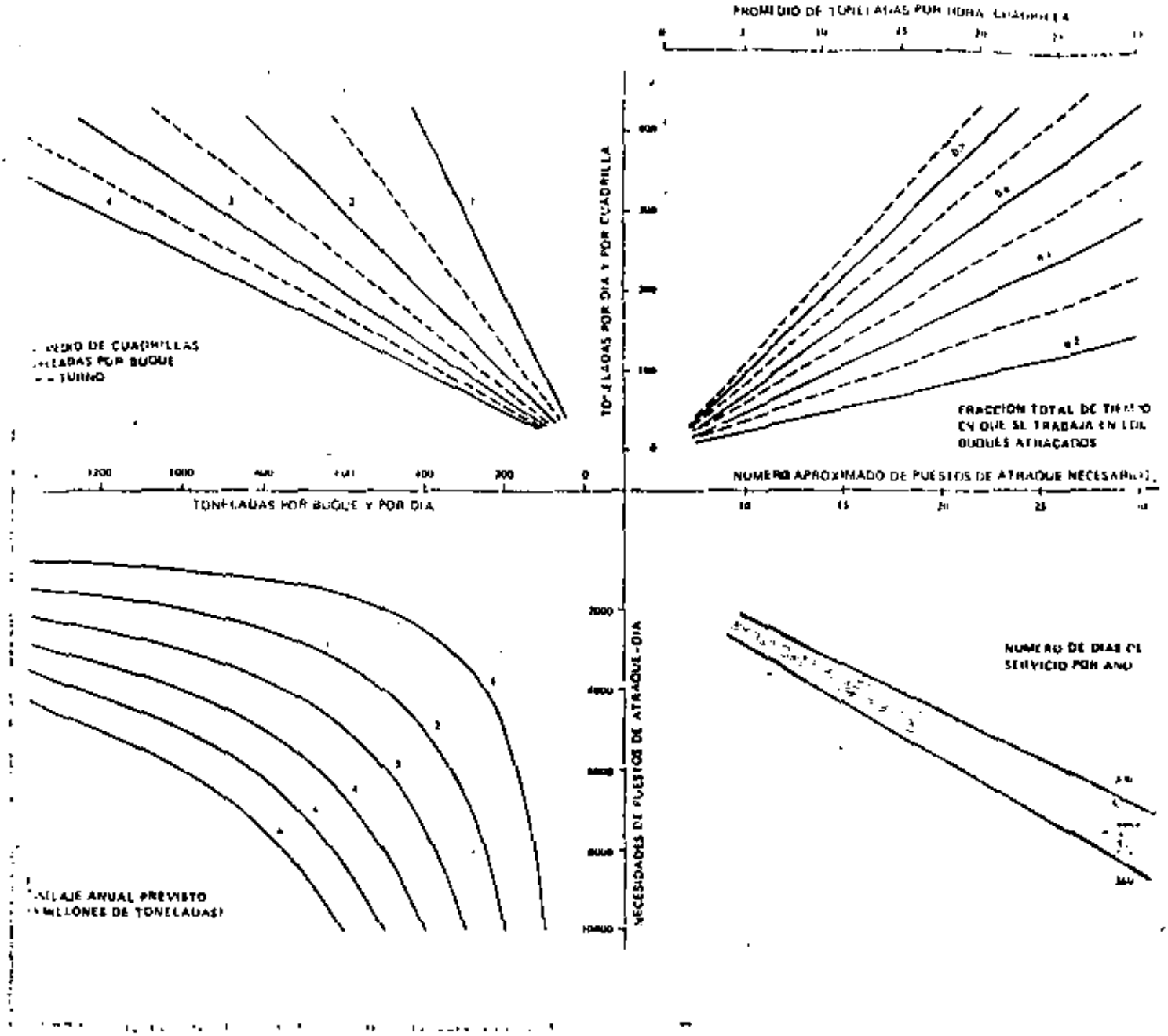


GRAFICO 5

Terminal de carga general fraccionada — Diagrama de planificación II.A: costo de permanencia del buque en el puerto (de 2 a 10 puestos de atraque)

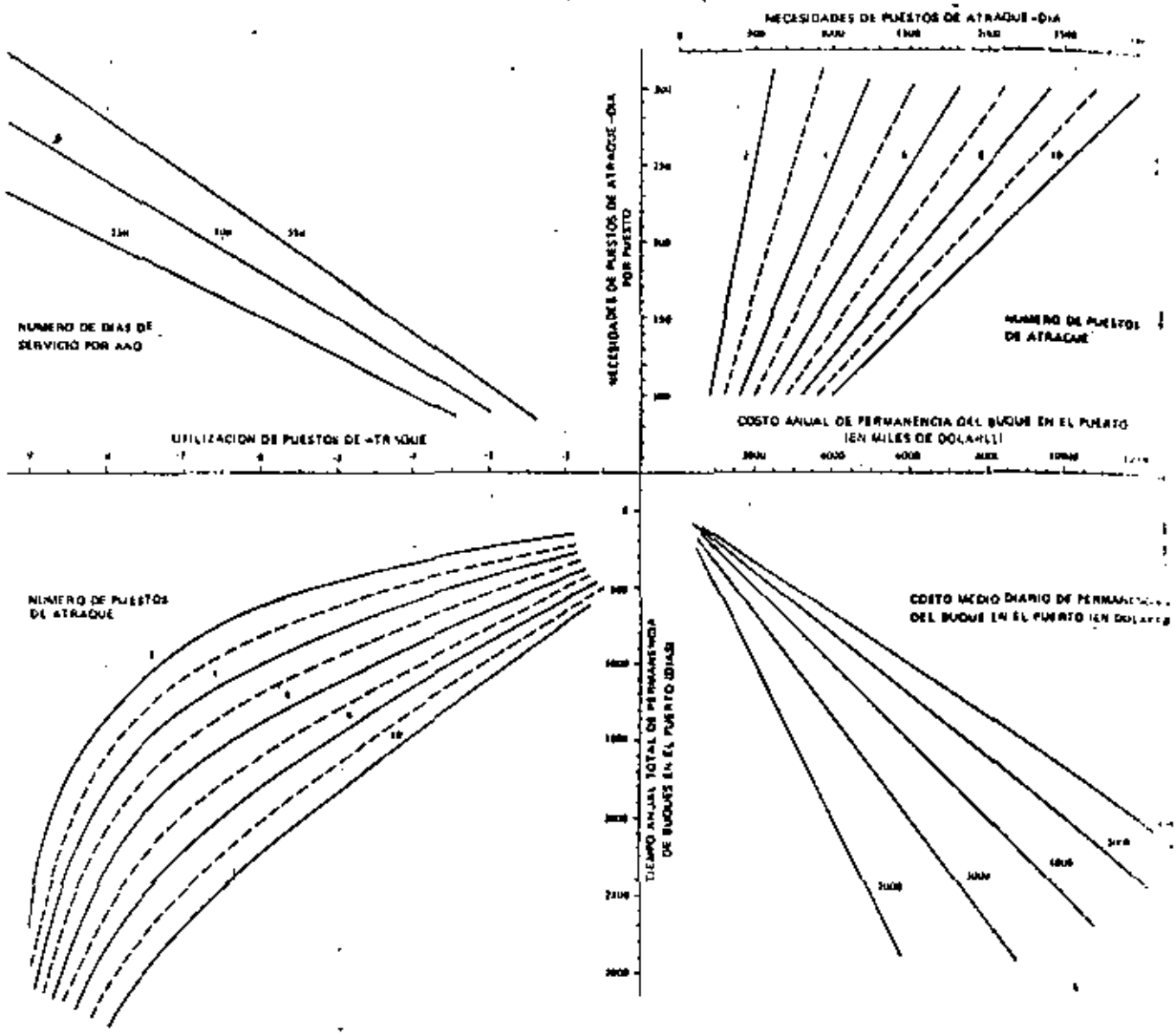


GRAFICO 6

Terminal de carga general fraccionada — Diagrama de planificación II.B: costo de permanencia del buque en el puerto (de 10 a 30 puestos de atraque)

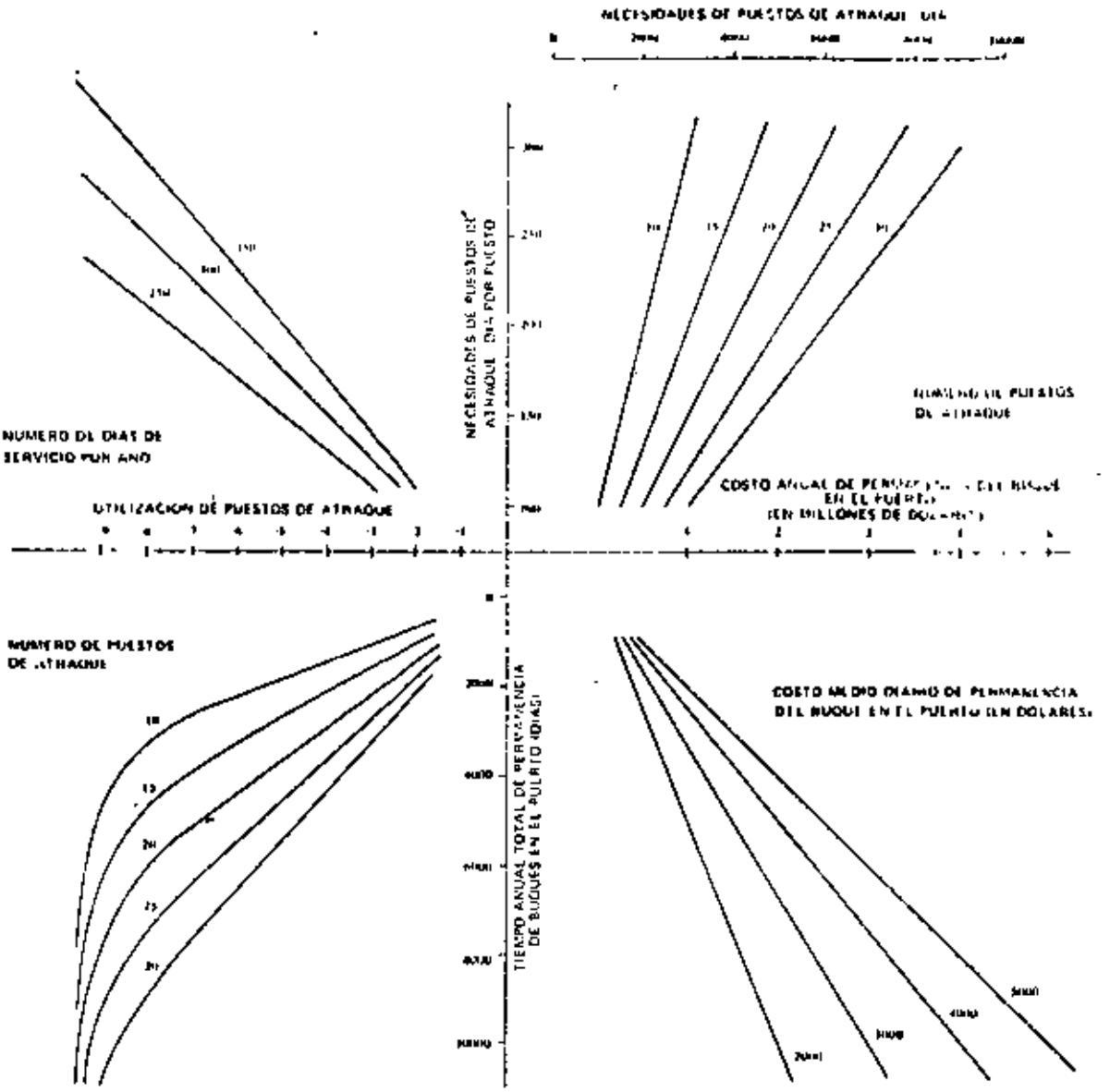


Gráfico 10

Terminal de carga general fraccionada — Diagrama de planificación III: necesidades de superficie de almacenamiento

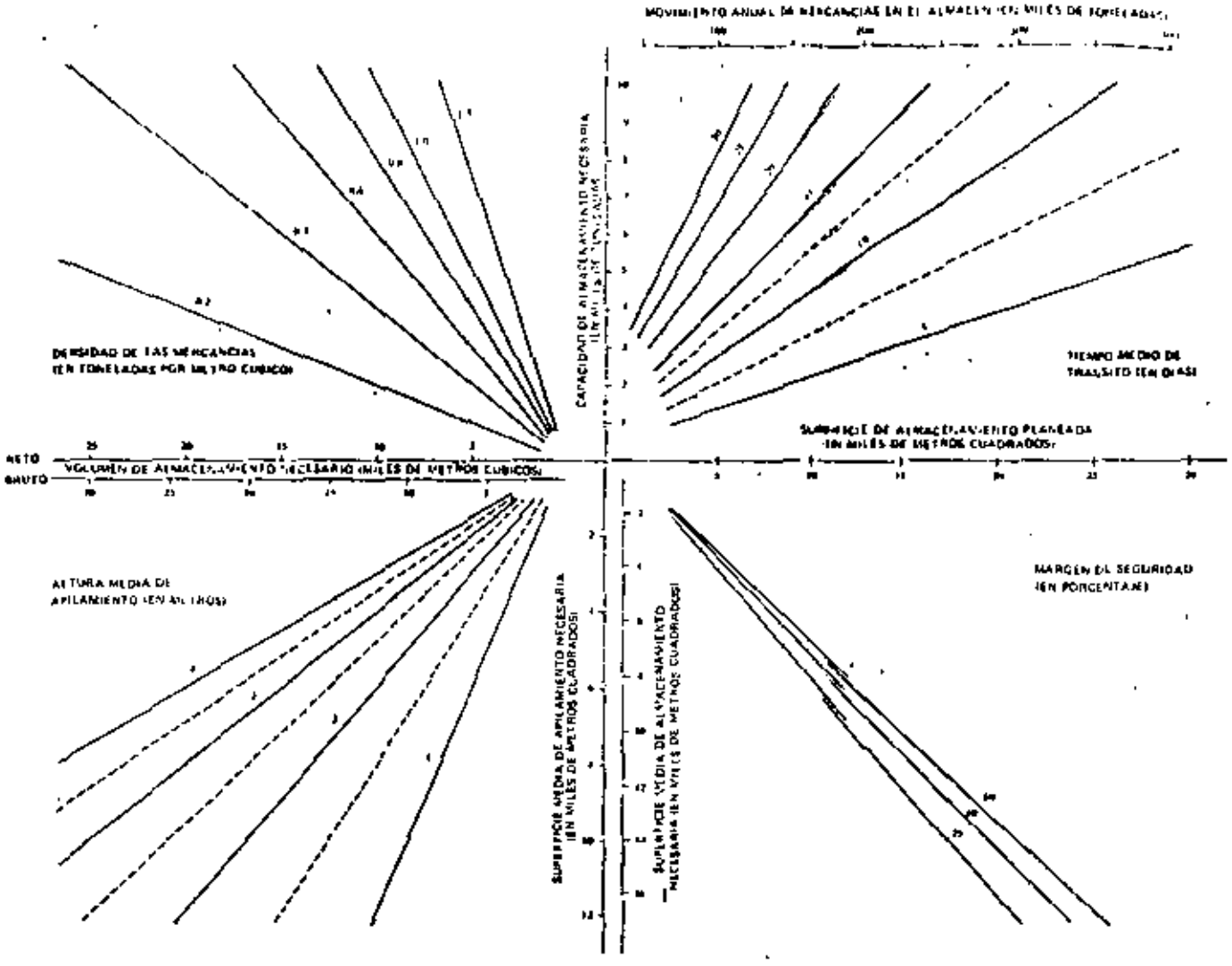


GRAFICO 7

Ejemplo de utilización del diagrama de planificación LA

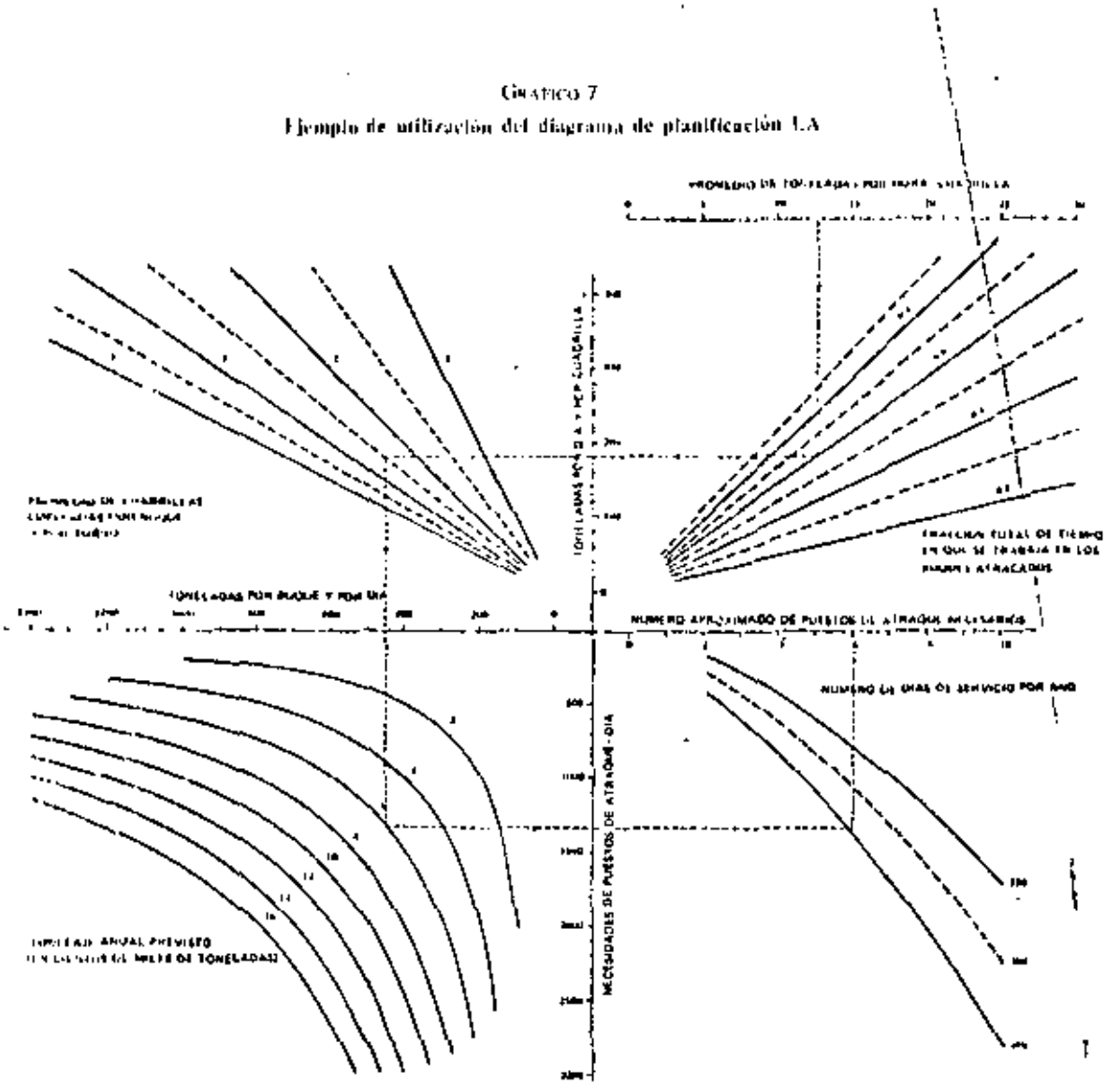
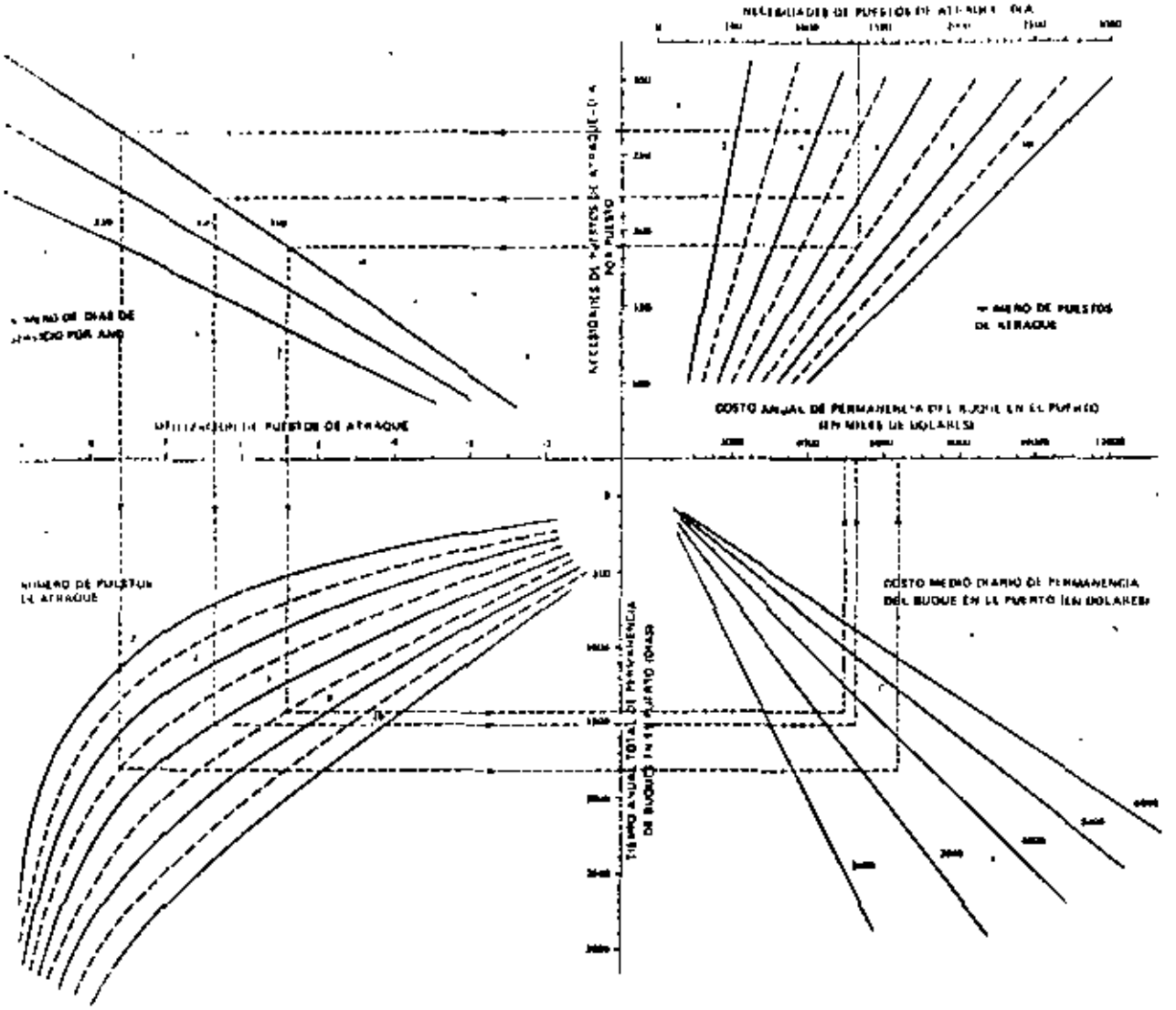


GRAFICO 8

Ejemplo de utilización del diagrama de planificación II.A



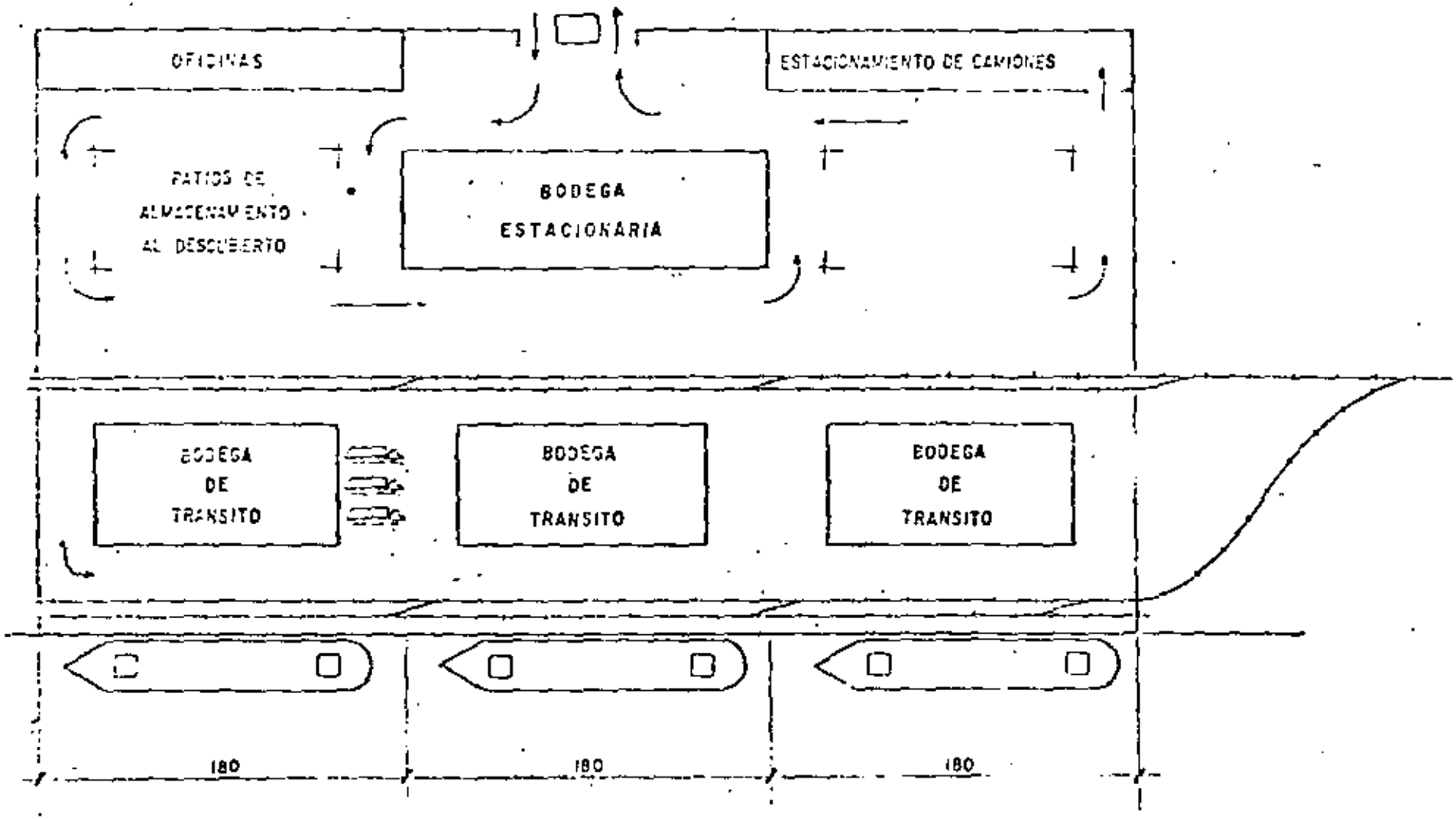


FIG. 16 TERMINAL TIPO, DE CARGA GENERAL MARGINAL.

4.2. TERMINALES ESPECIALIZADAS

4.2.1. TERMINALES PARA EL TRANSBORDO POR RODADERA -- (TRANSBORDADORES). Las instalaciones para dar servicio a los transbordadores, dependiendo - del tipo de barco. Existen embarcaciones ex-- clusivas para el transporte de carga, el cual se encuentra sobre equipo rodante ya sea en - trailes convencionales y especializados para- este fin con ruedas pequeñas para un mejor acomodo y de esta forma reducir los espacios vacios del barco. Otro tipo de barco es el mixto, - que transporta carga y pasajeros. Ambos tipos cuentan con rampas en el propio barco para la transferencia de la carga a los atracaderos y otros no, por lo que hay que disponer en los- muelles rampas para su operación.

Una disposición general para este tipo de instalaciones se muestra en las Figuras Nos. 18, 19 y 20.

La eficiencia en la operación de una terminal de este tipo dependerá del volúmen de carga y pasajeros.

En México se cuenta con mayor número de transbordadores que transportan carga y pasajeros- y no cuentan con rampas las embarcaciones. -- Por lo que en la disposición general deberá -- incluirse patios para estacionamiento de --- trailers y una terminal de pasajeros.

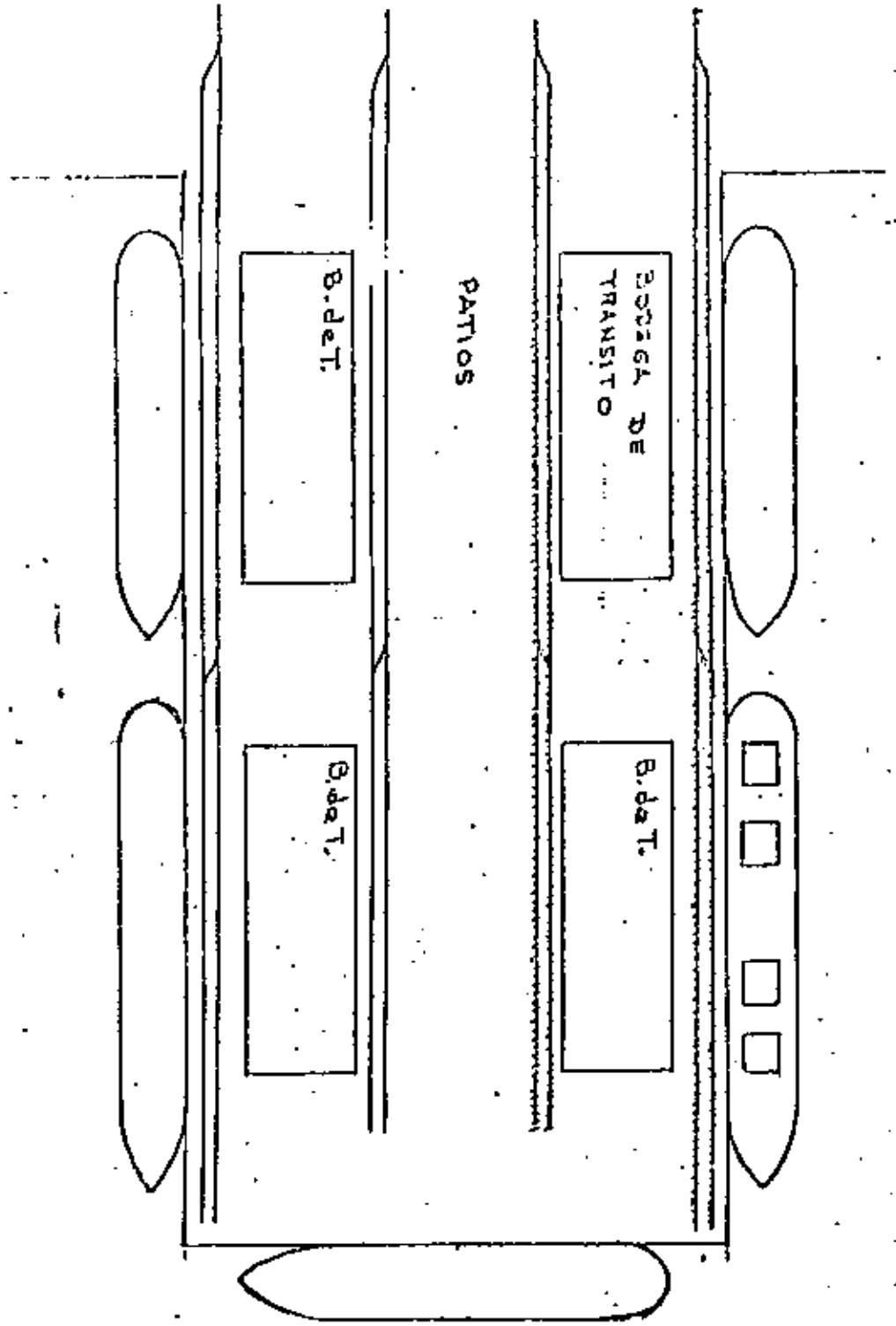


FIG. 17. MUELLE DE CARGA GENERAL EN ESPIGON.

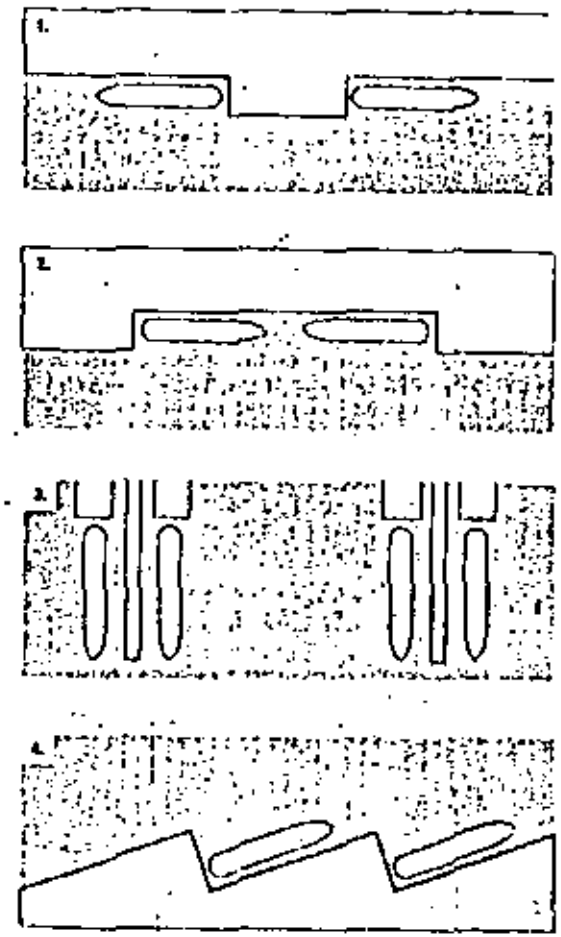


FIG. 3 18 ATRACADEROS PARA BARCOS TIPO TRANSBORDADOR

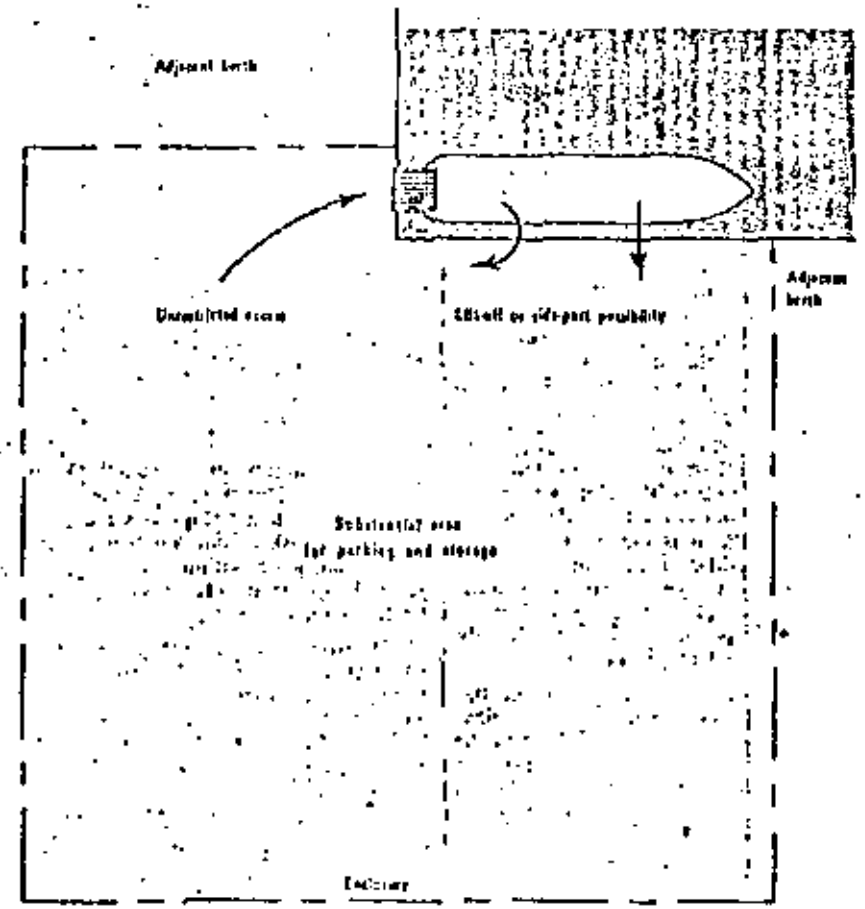


FIG. 3 19 ATRACADERO PARA TRANSBORDADOR

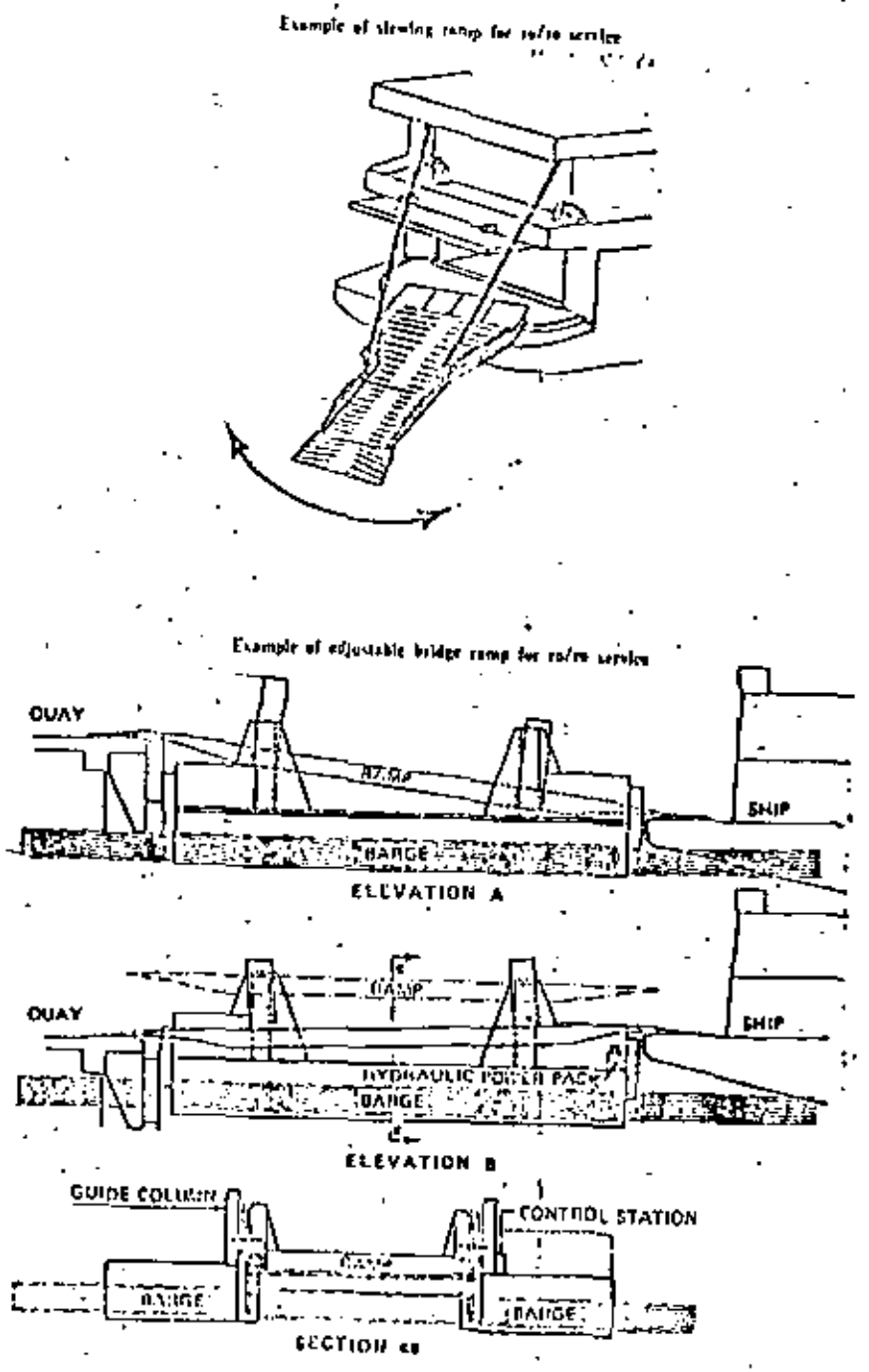


FIG. 5.20 RAMPAS PARA LA NOVILIZACION DE LOS VEHICULOS QUE TRANSPORTAN CARGA EN TRANSBORDADORES.

4.2.2. TERMINAL DE CONTENEDORES

Cuando el movimiento de carga general fraccionada en un puerto es de consideración y estatiene un flujo de importación y exportación del mismo orden se recomienda la construcción de una terminal para el manejo de contenedores. En una terminal de este tipo con un puesto de atraque se maneja aproximadamente 5 veces más carga que de un atraque de carga general convencional, dependiendo del grado de mecanización.

La eficiencia de la terminal se vera afectada por el número de contenedores vacios que serán movidos por falta de carga ya sea en la importación o en la exportación.

Una disposición de una terminal de este tipose muestra en la Fig. No. 21, la cuál deberácontar con las siguientes areas e instalaciones.

a) Muelle con gruas porta contenedores.
b) Plataforma de preapilamiento.
c) Area para contenedores de exportación.
d) Area para contenedores de importación.
e) Area para contenedores refrigerados
f) Area para contenedores vacios.
g) Taller de reparación de contenedores.
h) Bodega de consolidación de carga.
i) Oficinas.
j) Talleres, para mantenimiento de equipo portuario

4.2.3. TERMINAL DE CARGA PARA USOS MULTIPLES.

Técnicos de la Secretaría General de Unctad de Naciones Unidas, recomiendan que la transición

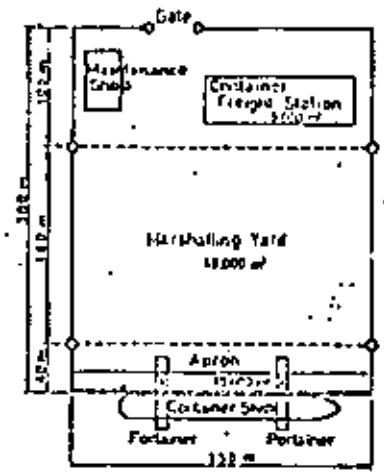


FIG. # 21 TERMINAL DE CONTENEDORES TIPO

entre las terminales de carga general convencional y las de contenedores sea con una etapa intermedia, por medio de una terminal que denominan "Terminal de carga general para usos multiples". Dicha terminal se muestra en las Figuras Nos. 22, 23, y 24 en las cuales se indican las diferentes fases de que se compone la terminal.

De este tipo de terminales es conveniente analizarla para una posible utilización en nuestro país por las ventajas económicas que reporta dado que es más económica que una terminal de contenedores.

En esta terminal se presta servicio a embarcaciones de carga general, de transbordadores y de contenedores.

4.2.4. TERMINALES PARA MANEJO DE MINERALES A GRANEL.

La mecanización en este tipo de instalaciones se hace necesaria sobre todo si los minerales a transportar son de baja ley ya que para hacer competitiva su colocación en el mercado Internacional por via marítima se tiene que recurrir a embarcaciones de gran porte cuyo valor y costo de estadía en puerto es alto, debido a lo anterior la productividad en puerto debe ser tal, que la permanencia de barco en puerto sea mínimo. El volúmen y tipo de producto, nos indica las características y tamaño del equipo de carga y descarga, así como de la profundidad de agua que se requiere para el barco tipo que se espera arribará al puerto.

El costo del transporte marítimo se reducirá al aumentar el tamaño del barco. Por lo que se deberá tender a llevar a un mínimo los -- costos de terminal al propiciar la mecanización.

Para puertos con áreas adecuadamente dispuestas para el manejo de minerales, el almacenamiento al descubierto es lo mas indicado.

En puertos con areas restringidas, con fuerte precipitación pluvial y con frecuentes rafagas de viento conviene instalar bodegas especializadas para el almacenamiento del mineral, la cuál protegerá el mineral de la humedad y a las zonas habitadas las proteje del polvo.

Varios tipos de cargadores y descargadores - de barcos se muestran en las Figuras Nos. 25, 26 y 27.

Los sistemas de almacenamiento se muestran en Fig. No. 28. Una disposición de terminal de - minerales es la mostrada en Fig. No. 29.

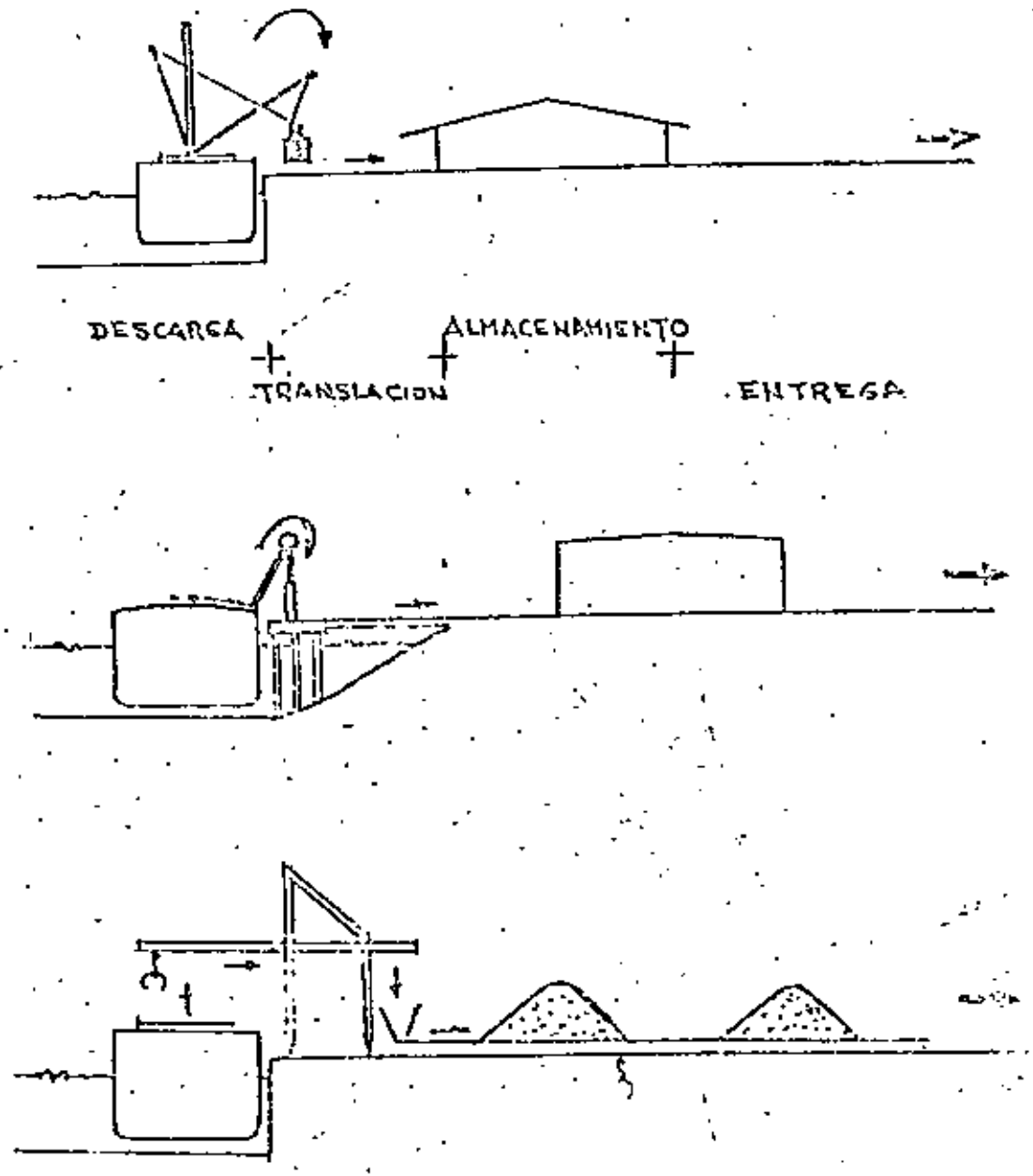


FIG. 13, FLUJO DE LA LINEA DE CARGA EN TERMINALES DE CARGA GENERAL, FLUIDOS Y MINERALES

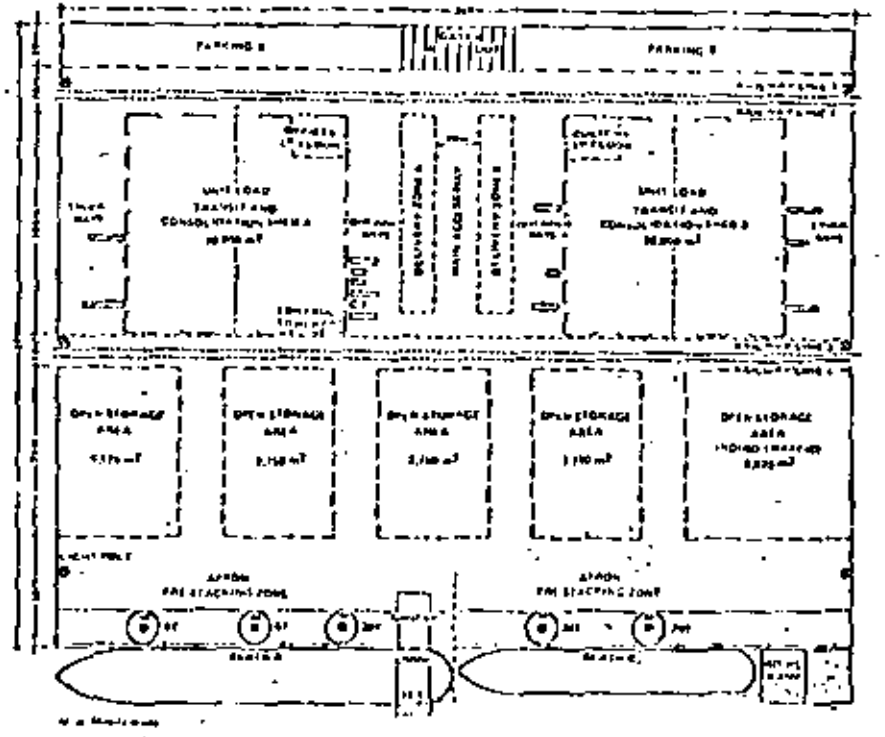


FIG. # 22 TERMINAL POLIVALENTE PARA USOS MULTIPLES

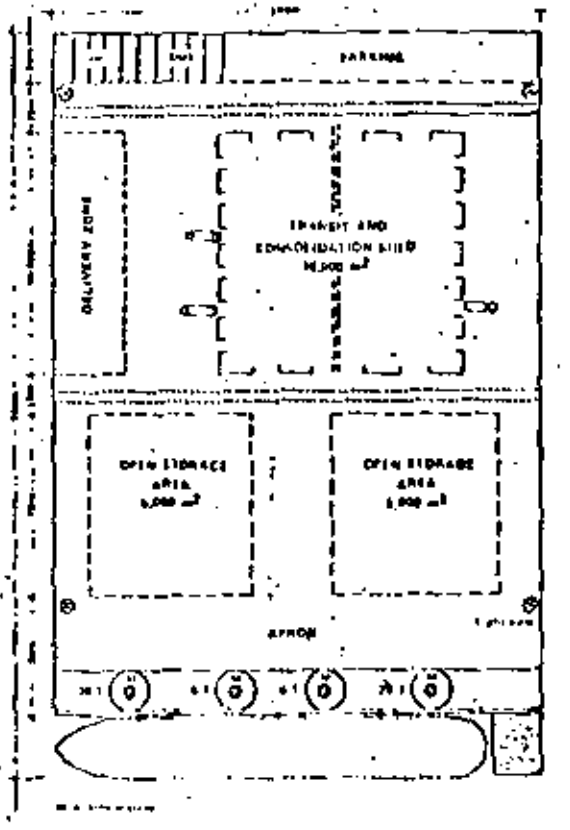


FIG. # 23 ALTERNATIVA

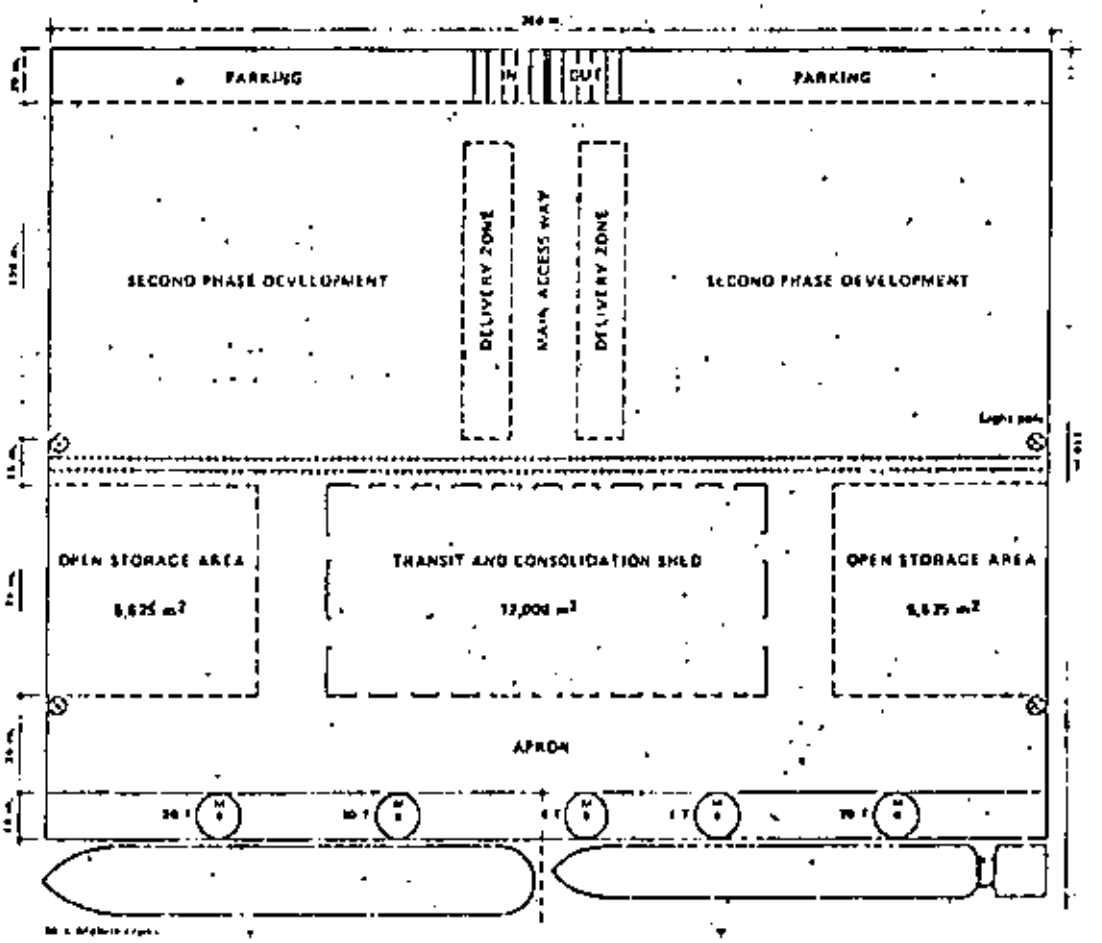


FIG. # 24 2a. ALTERNATIVA

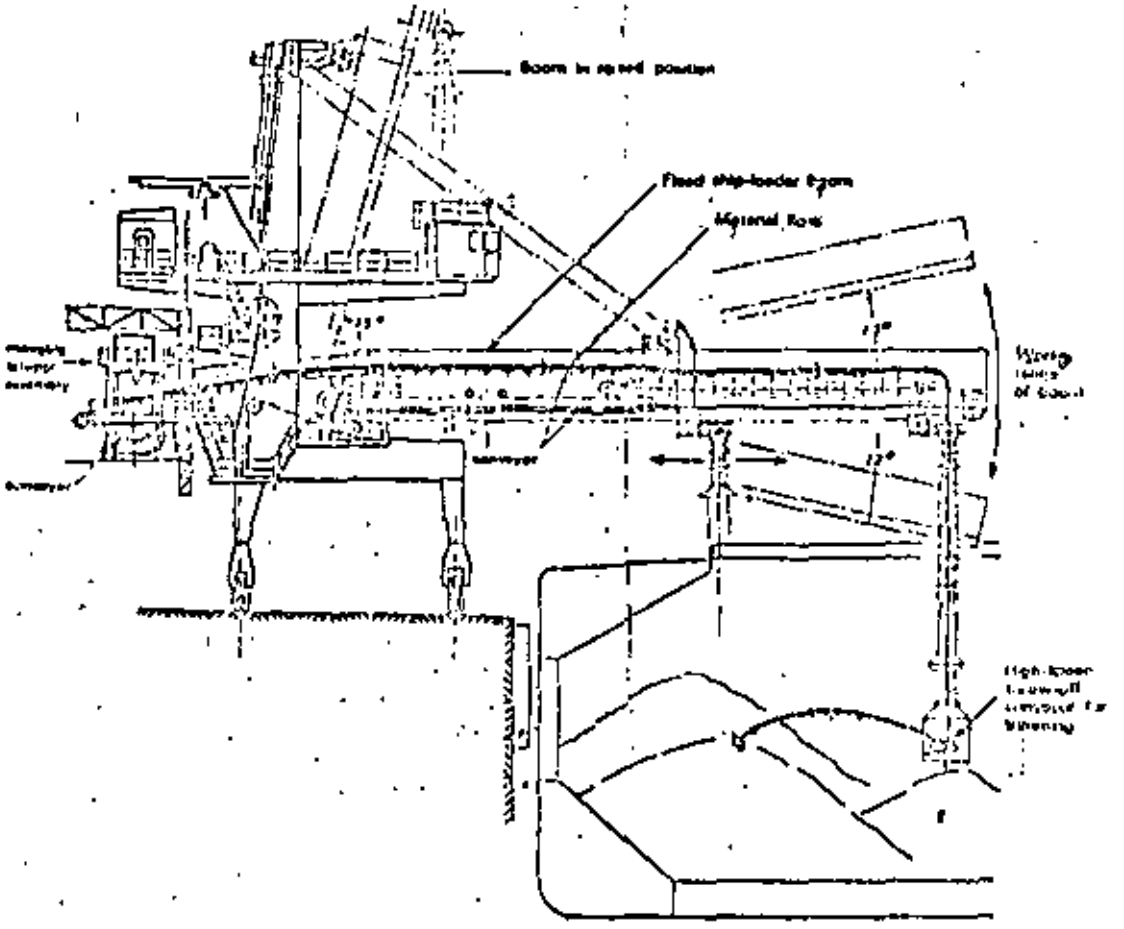


FIG. 25, CARGADOR 1000-7000 TON/HORA

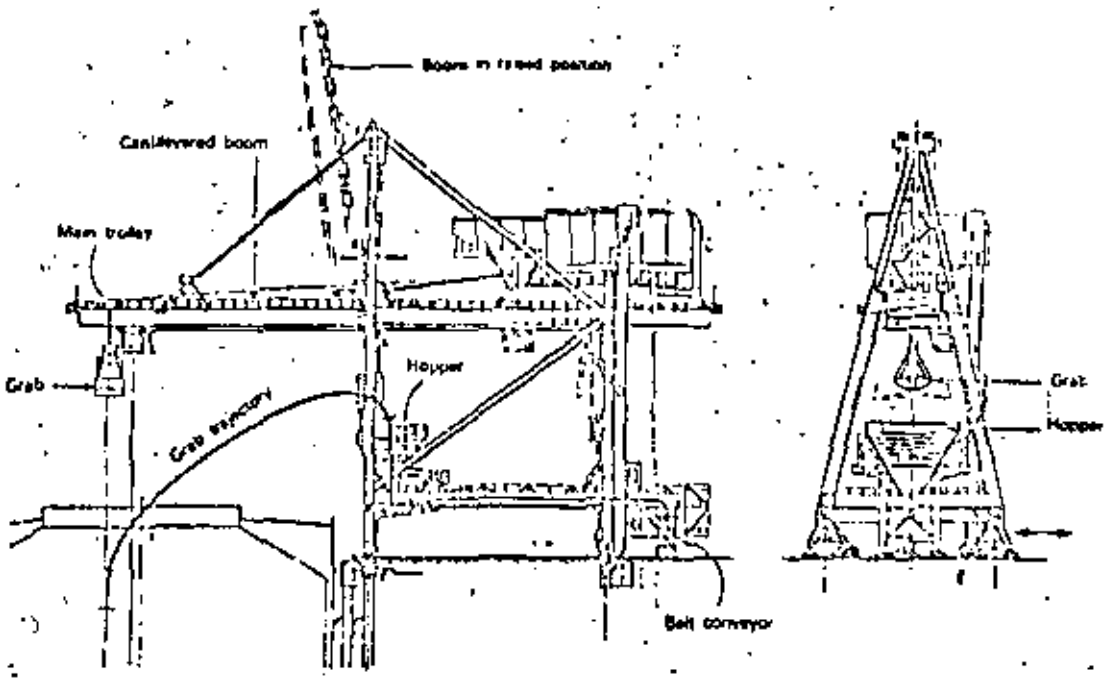
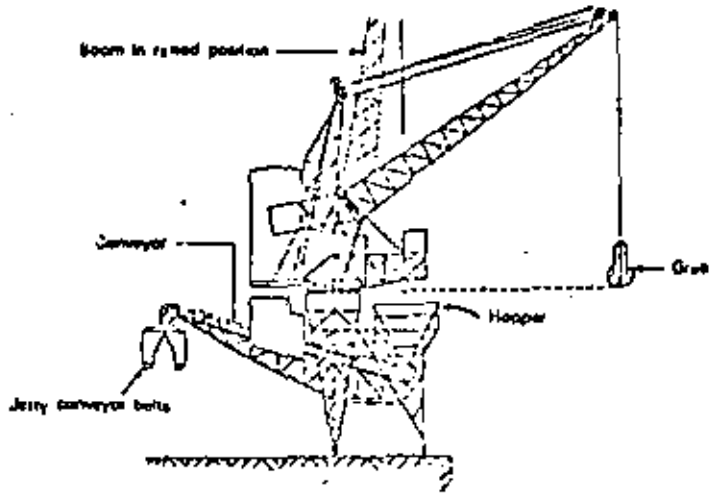
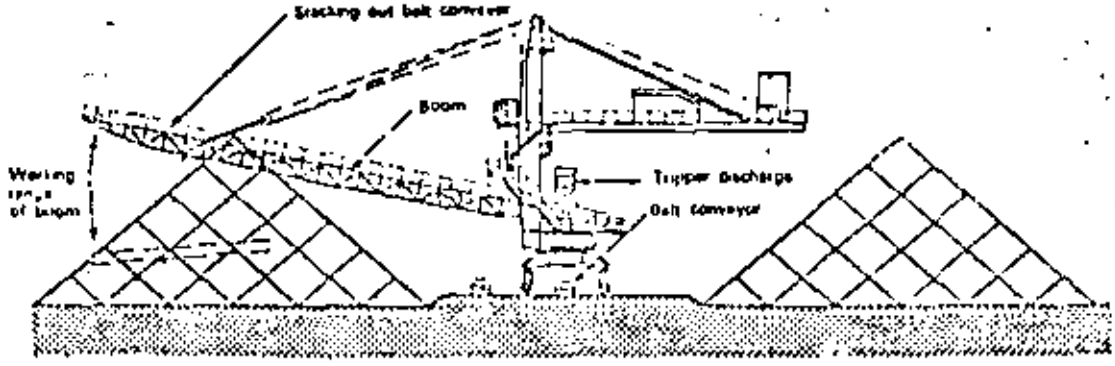


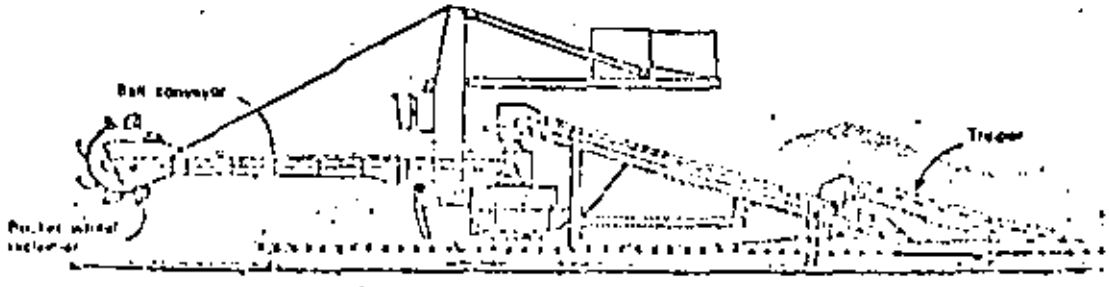
FIG. # 26, 500-2000 TON/HORA DESCARGADORES



300-700 TON/HORA DESCARGADOR



EQUIPO DE APILAMIENTO EN TIERRA



EQUIPO PARA DESPEJE R

FIG 23

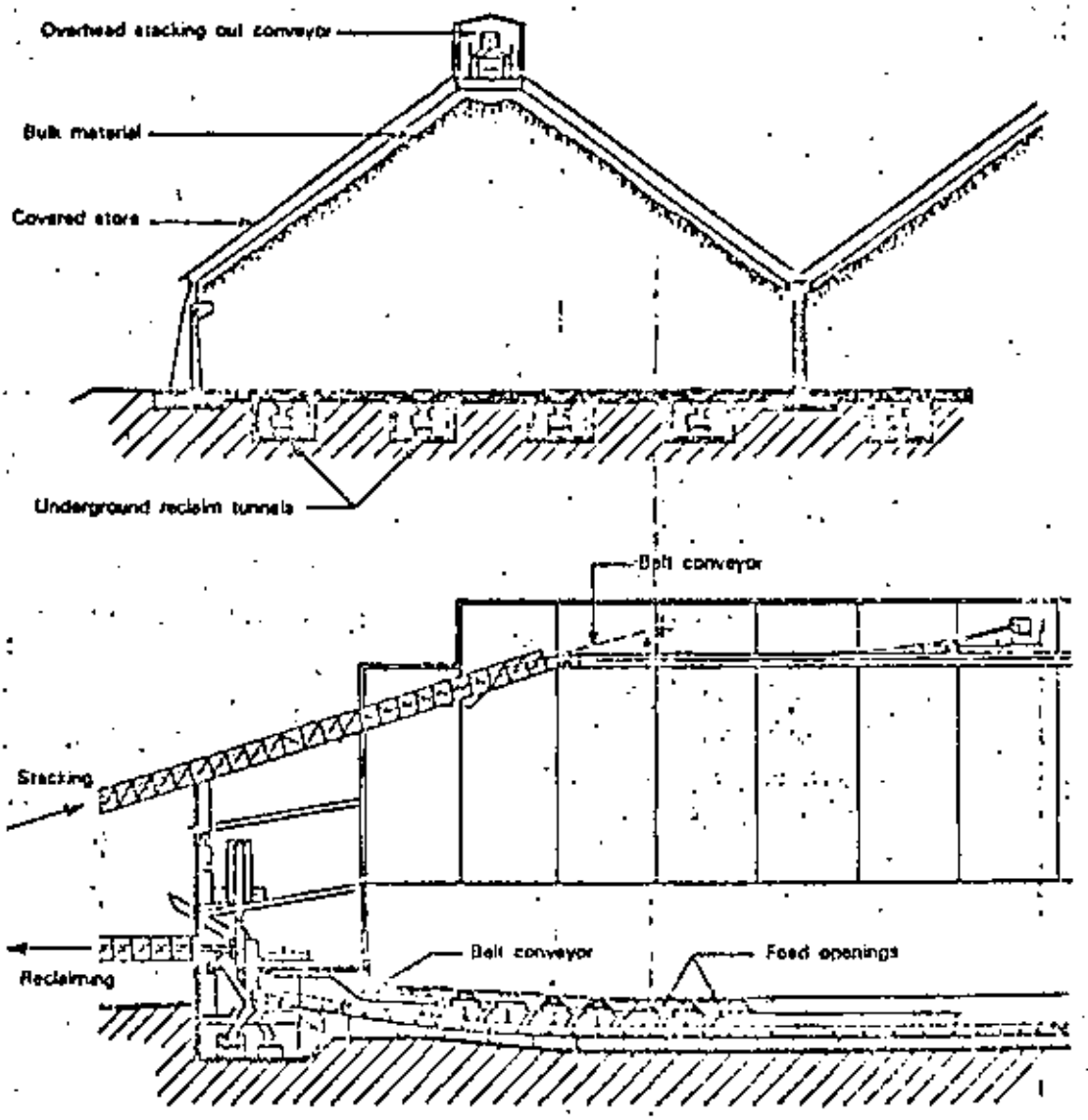


FIG. # 20 BODEGA MECANIZADA de MINERALES

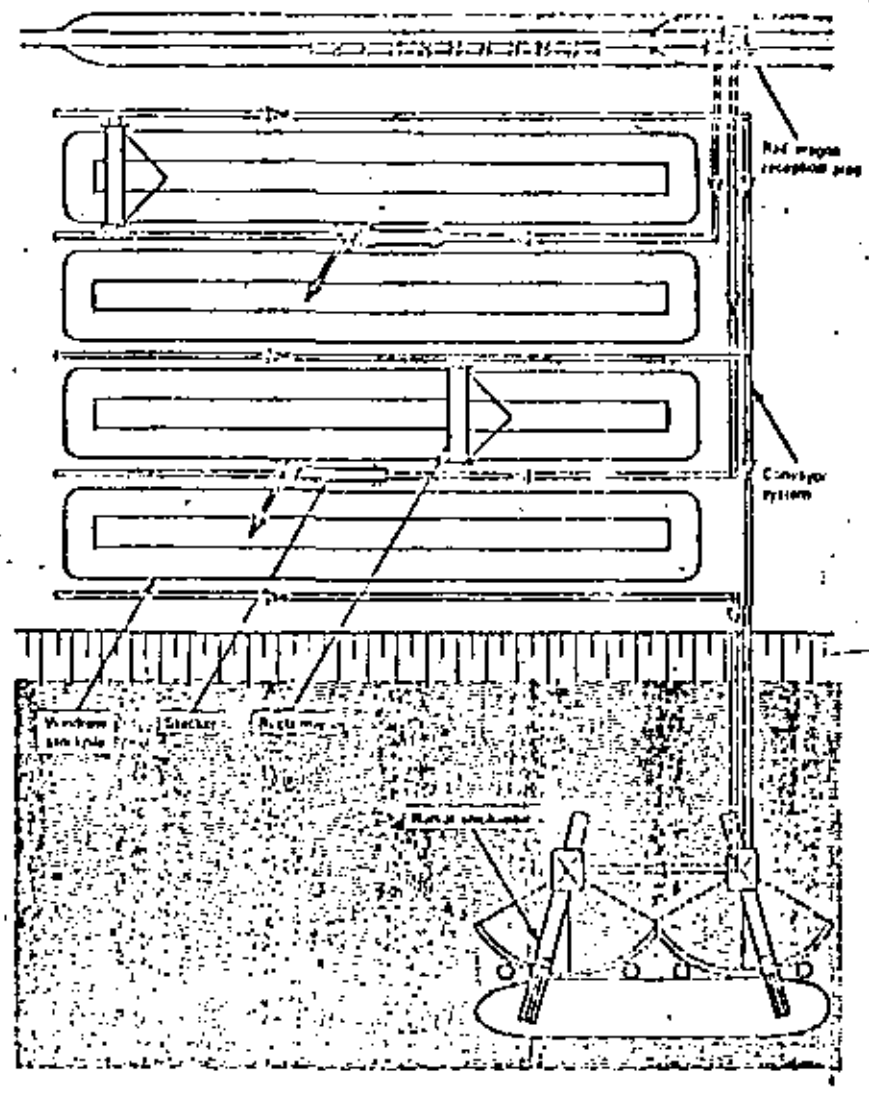


FIG. 9 29 DISPOSICION GENERAL DE UN TERMINAL DE HIDROMALES

PUERTOS E INSTALACIONES PESQUERAS

La actividad pesquera que requiere una mayor atención en el país, por la gran potencia del recurso de nuestros litorales, reclama estudios específicos en planeación y adaptación portuaria para atender los requisitos en este campo

La flota pesquera en el pasado, utilizaba las facilidades en puertos existentes posteriormente construyeron terminales en el interior de los Puertos Comerciales y en la actualidad se desarrollan programas para la construcción de Puertos Pesqueros.

Esta actividad, eminentemente Industrial Portuaria, se ha desarrollado en tal forma que una parte del producto de la captura unicamente es tranbordado en Puerto para su transporte al centro de la República. Al propiciar el establecimiento de zonas Pesqueras Industriales Marítimas redundará en beneficio de los consumidores al abatirse el costo final del producto.

La localización de terminales Marítimas Pesqueras en Puertos Comerciales existentes, deberá quedar integrada a la zona Industrial Marítima de pequeñas profundidades, alejadas de la zona urbana sin interferir con el tránsito de grandes embarcaciones. Cuando se trata de un Puerto Pesquero el dimencionamiento de la entrada, deberá asegurar el cruce a las embarcaciones en todo tiempo, es decir prever el arribo en temporadas cuando esto resulte antieconomico; por el excesivo ancho de la bocana y la mayor profundidad para es-

ta condición, el refugio de embarcaciones en temporales, deberá efectuarse en los Puertos Comerciales de la zona, de lo contrario se tendrá que cumplir con el dimencionamiento en temporales.

Por el tipo de embarcaciones, la pesca se divide en pesca costera y de alta mar. La primera cuenta con una flota de pequeñas embarcaciones con eslora menores de 10 Mts., la pesca de alta mar se realiza con embarcaciones destinadas a capturas especificas, de las cuales adquieran su denominación, tales como: Camaroneros, Escameros, Sardineros, Atuneros y arrastreros entre otros. De las embarcaciones anteriores los atuneros y arrastreros son los de mayor calado, con 5.70 Mts. al respecto es conveniente hacer notar que la profundidad maxima para alojar dicha flota será del orden de los 6.5 - 7. Mts.

Para el dimencionamiento de las terminales Pesqueras, a continuación mostramos las caracteristicas del barco tipo por especialidades de captura:

TIPO DE BARCO	ESLORA TOTAL M E T R O S	MANGA	CALADO	FRANCO BORDO	CAPASIDAD DE CARGA TON.	DESPLAZAMIENTO A PLENA CARGA TON.
CAMARONEROS	21.95	6.25	3.30	0.60	65	175
ESCAMEROS	20.42	6.00	3.00	0.60	50	150
SARDINERO	26.25	7.50	3.75	0.30	150	300
ATUNERO	53.00	12.00	5.70	2.20	800	1,600
ARRASTRERO	53.00	12.00	5.70	0.60	800	1,600

NOTA: En la columna "Capacidad de carga" se incluye... El franco bordo en los atuneros corresponde a la altura de entre puente.

Para el canal de navegación, Darsena y Atracaderos, la siguiente tabla ilustra las dimensiones medias, las cuales dependerán de las condiciones locales, tales como agitación del mar, densidad del agua y vientos dominantes entre otros.

TIPO DE BARCO	LONGITUD DE MUELLE QUE UN BARCO NECESITA PARA ATRACARSE M E	ANCHO PLANTILLA CANAL NAVEGACION T R	PROFUNDIDAD MINIMA EN CANAL DE NAVEGACION, DARSENA Y ZONA DE ATRAQUE. O S
CAMARONERO	25.00	30.00	3.50
ESCAMERO	23.00	30.00	3.50
SARDINERO	30.00	30.00	4.00
ATUNERO	59.00	60.00	6.00
ARRASTRERO	59.00	60.00	6.00

NOTA: La profundidad está referida al nivel de Bajamar media inferior y se deberá ajustar dependiendo de la agitación del mar en canal de navegación, Darsena y zonas de atraque.

Para obtener la longitud de bandas de atraque para barcos Pesqueros empleamos la siguiente formula:

$$L = \frac{T}{D} \times M \times E$$

L : Longitud de atraque necesaria.

T : Tiempo en dias de estadia en muelle.

D : Tiempo de duración en días de un viaje, incluyendo estadio en muelle y las maniobras de navegación y captura.

N : Número de barcos del mismo tipo que operan en el Muelle.

E : Longitud en metros de atraque necesaria para un buque, se define en función de la eslora total del barco tipo.

Al aplicar la formula, el resultado deberá redondearse a "N" espacios enteros "E". "N" Se obtiene dividiendo el resultado entre "E" .

La esta en Muelle corresponde a las maniobras de avituallamiento, descarga del producto y reparación a flote correspondiente al mantenimiento preventivo de la nave. El mantenimiento corrector deberá realizarse en la zona de reparaciónes navales que por la importancia en numero de barcos se tendrá que prever. El abastecimiento de combustible se se realiza en el tiempo destinado del avituallamiento y descarga del producto, está incluido en "T".

En la formula se supone que las embarcaciones ociosas no ocupan muelle, por lo que deberá preverse un atracadero especifico de espera.

Para dar una idea de los tiempor medios de operación de una flota (días) en la tabla siguiente podra observar,

debiendose ajustar dependiendo de la localización del recurso pesquero:

TIEMPO DE OPERACION (DIAS)

TIPO DE BARCO	ESTADIA EN MUELLE	MANIOBRAS DE NAVEGACION Y CAPTURA	DURACION DE UN VIAJE
CAMARONERO	2	13	15
SARDINERO O ANCHOVETERO	1	2	3
ESCAMERO	2	8	10
ATUNERO	15	60	75
ARRASTRERO	10	30	40

Con los datos anteriores la formula para calcular la longitud util de atraque para barcos pesqueros, queda de la siguiente manera:

Muelle Camaronero : L = 3.85 N.

Muelle Sardinero : L = 10.00 N.

Muelle Escamero : L = 4.50 N.

Muelle Atunero : L = 11.80 N.

Muelle Arrastrero : L = 14.50 N.

MARINAS:

INSTALACIONES DESTINADAS A PRESTAR SERVICIO A EMBARCACIONES DE PLACER TALES COMO YATES, VELEROS, ETC.

Las instalaciones de este tipo, requeriran de aguas tranquilas, así como de servicios complementarios en tierra.

El distanciamiento entre instalaciones de este tipo en una costa, depende de la autonomia de la flota significante.

Dependiendo del número de embarcaciones deportivas se presta servicio en un puerto especifico o en instalaciones deportivas en puertos existentes.

Las necesidades portuarias a este tipo de embarcaciones, depende de sus dimensiones, por lo general, menores de 8 metros, requeriran instalaciones para traslado a tierra y las mayores necesitan bandas de atraque.

Dado que en lo general este tipo de embarcaciones no requieren por ley de utilización del servicio de practicage por ser menor de 500 Ton. de desplazamiento, el dimensionamiento deberá estar regido por los siguientes lineamientos:

Acceso marítimo facil al puerto o a las instalciones de atraque.

Contar con accesos terrestres adecuados.

Bandas de atraque y/o amarre que permita la seguridad de

las embarcaciones.

Servicio en tierra: agua, luz, iluminación, telefono, casa club, avituallamiento, instalaciones navales, agentes de viajes.

Los aspectos importantes para la planeación de una terminal o puerto deportivo son: acceso marítimo, zona de maniobras, atraques y servicios a flote.

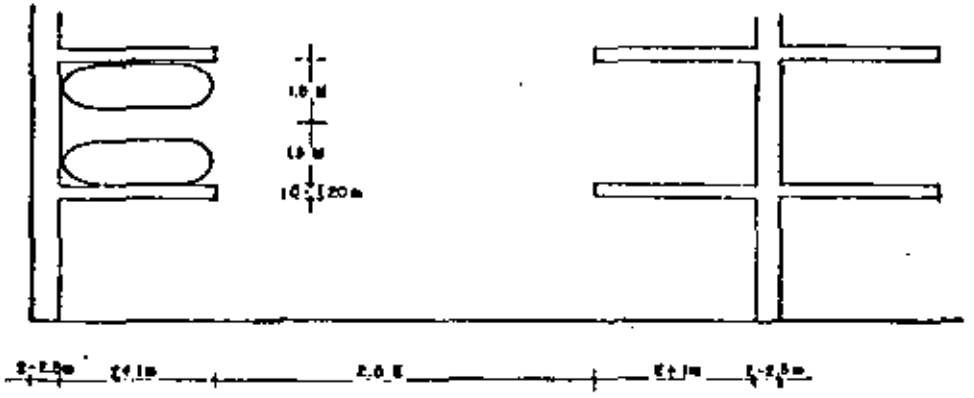
De cualquier manera, lo fundamental en este tipo de embarcación son aguas tranquilas en un puerto existente u obras de protección y abrigo (rompeolas) y las bandas de atraque. Los rompeolas por lo general se desplantan en la batimétrica -7 M. requiriendose una profundidad en canal y darsena de 5 M. y bocana un ancho de 50 a 70 M.

El acceso a un puerto deportivo requiere que los morros de los rompeolas no permitan el paso del oleaje y atravez un acceso facil de las embarcaciones

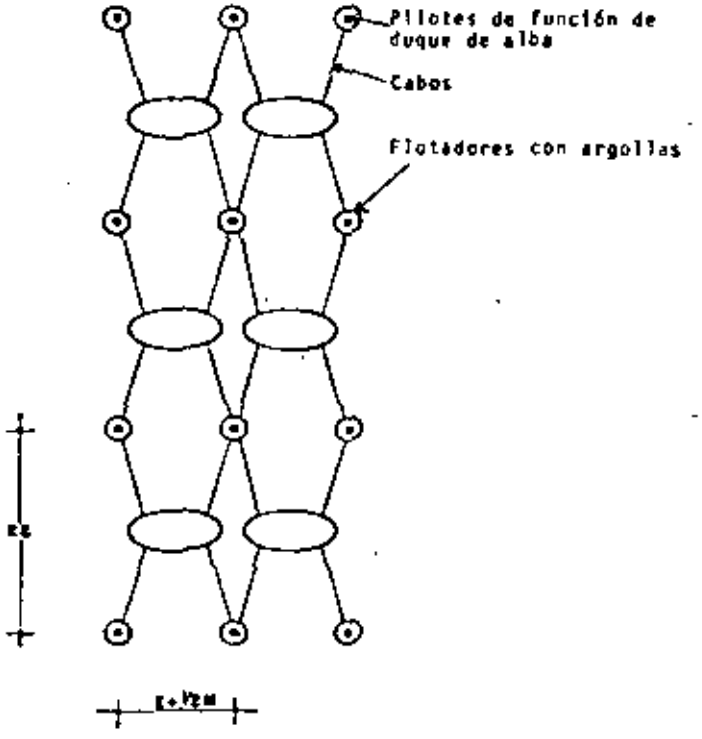
Por lo general en México estas instalaciones se alojan en puertos existentes cuyas caracteristicas de acceso y profundidad son mayores que las requeridas para embarcaciones deportivas por lo que su localización debe ser en zonas de aguas tranquilas de poca profundidad y acceso terrestres adecuados.

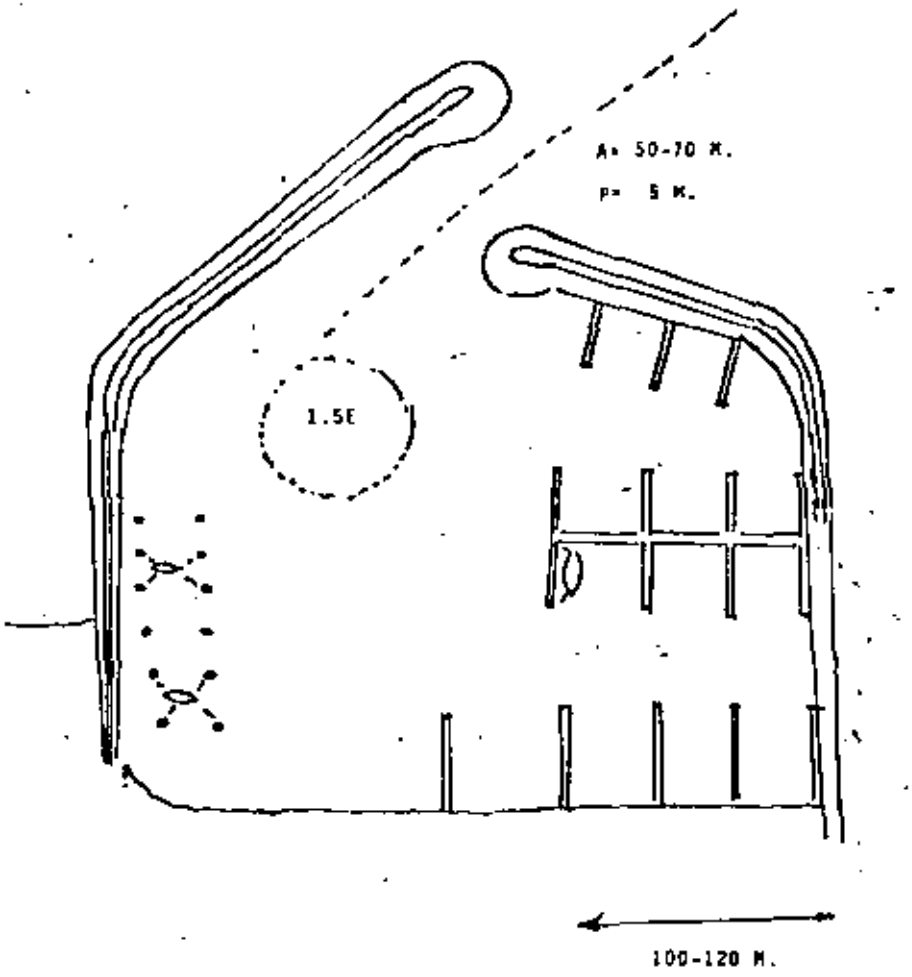
Una disposición de las instalaciones de este tipo podrán observarse en la siguiente figura.

DISPOSICION GENERAL DE UNA MARINA A BASE DE ATRACADERO.



AMARRADERO PARA YATES





PUERTO DEPORTIVO

EL CONGESTIONAMIENTO PORTUARIO Y SU INFLUENCIA EN EL DIMENCIONAMIENTO

Las inadecuadas instalaciones portuarias y de transporte - así como el umento del volúmen del tráfico de carga produ cen el congestionamiento portuario. Antes de proceder a la aplicación de un puerto conviene estudiar sus causas y primero tratar de resolverlo aplicando medidas del tipo económicas, técnicas y administrativas. Al reducir el congestionamiento redundará en veneficio de la economia nacional y el comercio internacional.

El congestionamiento produce un desperdicio de recursos -- humanos y fisicos cuando las flotas de buques comerciales estan esperando ociosas en puerto, aveces durente dias, semanas o meses. La perdida de flete daña economicamente a - las compañías navieras y los paises que comercian via marítima y las mercancias perecederas se deterioran.

Generalmente cuando se inicia el congestionamiento de un - puerto, es cuantificado por el número de barcos fondeados esperando turno de atraque y por el tiempo de espera ocioso. Sin embargo en los puertos con un gran congestionamiento, éste se presenta de dos clases diferentes, una es la - acumulación de barcos fondeados en espera de muelle (con-- gestión en el mar), la segunda, el excesivo volúmen de carga en bodegas, cobertizos y patios, permiten formar lotes de carga por consignatario (congestión en tierra).

La congestión del mar se produce cuando el volúmen de carga cor estino al puerto es mayor que el volúmen descarga-

do por día en los muelles del puerto. La diferencia entre las dos cifras es el indicador principal del grado de congestionamiento.

Un indicador de congestión en tierra determina obteniendo la diferencia entre el volúmen de descarga diaria en los muelles del puerto y el volúmen de carga desalojada del - del área portuaria. A lo anterior hay que adicionar el ciclo inverso de las exportaciones.

El congestionamiento en tierra se refleja en la estadia - de las ambarcaciones debido a que las operaciones de carga en bodegas y patios son mas lentas por el sobre almacenamiento. Es decir el congestionamiento en mar se ve agravado por el de tierra.

Las causas fundamentales del congestionamiento pueden dividirse en aspectos de planeación económico, técnicos y - administrativos.

La planeación económica deberá de prever el desarrollo -- económico del país procurando una evolución congruente -- con ese desarrollo de los sistemas portuarios y de dis-- tribución a travez de eficientes transportes hacia el interior del país.

El desequilibrio entre la producción y los servicios necesarios para su distribución, propician el congestionamiento, no nadamas en los puertos si no en los diversos modos de transporte que hacen posible esa distribución.

La capacidad de un puerto depende de diversos factores: La clase de carga a menejar, el tráfico estacional, la calidad de las operaciones de carga y descarga, el estado - físico de las instalaciones, número insuficiente de muelles para carga general y falta de terminales para tráficos especificos, tales como graneles, insuficiencia de patios y bodegas y cobertisos demasiado angostos, entre --- otros.

Las deficiencias técnicas en este aspecto podran aminorarse si por ejemplo: se perfeccionan las técnicas de manipuléo de carga, dinamizar los procedimientos de retiro de carga, pago de impuestos, reemplazar el equipo obsoleto y complementar el existente de acuerdo a los volumens de carga esperados. agilizar el manejo del auto transporte y equipo ferroviario. Iluminación eficiente para el -- trabajo nocturno, etc.

Administrativamente el congestionamiento se puede atacar por medio de implantación de sistemas expeditos de trámites de pago de impuestos de importación y exportación, reducir a menos de 15 días el tiempo libre en almacenes de tránsito y propiciar la construcción de bodegas de carga estacionaria. Congruencia entre los horarios del trabajo oficial y laboral. Aumentar las horas de trabajo y laborar los días de asueto y festivos. Programa de capacitación a todos los niveles. Concientizar a los usuarios para que colaboren con la autoridad porturia en la agilización de trámites.

Por lo anterior el Ingeniero portuario deberá tomar en - cuenta lo antes mencionado para apoyar sus propuestas de construcción de nuevas instalaciones.

DIVERSOS METODOS PARA EL DIMENCIONAMIENTO PORTUARIO

METODO DE ANALISIS PARA EL DIMENSIONAMIENTO PORTUARIO.
- EMPIRICO (I)
- MATEMATICOS
  - ANALITICOS (II)
  - SIMULACION (III)

I). En el método empirico se supone que el tránsito es uniforme a lo largo del año y la ocupación de muelles se obtiene basandose en una utilización continua de las instalaciones, sin tomar en cuenta la posible alteración en el arrivo de las embarcaciones, tampoco hace intervenir las posibles alternativas de valerización de los distintos elementos que intervienen en las operaciones del manejo de carga, tales como: Equipo, instalaciones, etc.

Este método puede emplearse para obtener anteproyectos, sobre el esquema general de un puerto.

II). Método analitico.- Por medio de un modelo del tipo "Probabilistico" y por "Teoria de Colas" podemos determinar el número de barcos que arriben al puerto y que

atracan en muelle ó que se fondearan por falta de muelle. Este método liga el arribo de barcos, el número de atracaderos, los tiempos de espera y servicio.

En todo puerto donde existe una demanda de servicio por parte de los usuarios que llegan sucesivamente y en forma irregular en el tiempo para ser atendidos en un número determinado de atracaderos se puede producir un fenómeno de espera.

Los aspectos básicos de este fenómeno son:

a). Esquema de servicio.- Manejo de carga en muelles. Servicios Generales; arribo de embarcaciones, practicaje, remolcadores, atraque.
Atracaderos.- Se concideran instalaciones especializadas por tráfico.

b). Arribo de embarcaciones.- Intervalos regulares. Intervalos desiguales pero determinados pero determinados. Intervalos desiguales siguiendo una formación de probabilidad aleatoria.

c) Número de Atracaderos.- Por tipo de tráfico y carga.

d) Tiempo de servicio en Muelle.- Constante, variable pero determinado, aleatorio.

El método satisface el principio básico de que el costo anual de los buques en espera de un atracadero mas el

costo anual de los atracaderos en espera de buque, deberá ser mínimo.

III). Métodos de simulación: En casos en que la complejidad de la actividad portuaria hace que no se cumplan las leyes supuestas en el modelo matematico, y se analizara el fenómeno a lo largo del tiempo en donde varian una serie de datos básicos, se recurre a los métodos de "Simulación".

El dimensionamiento de un puerto, lo podemos asimilar a un sistema y este sistema está formado por una serie de "Subsistemas" de pendientes entre si que se influyen mutuamente de forma que cualquier alteración en el ritmo ó método de trabajo de uno de ellos afecta a los demás en su rendimiento y resultados, y en consecuencia a la actividad portuaria en su conjunto.

Estos sistemas lo integran las 5 diferentes operaciones que debe realizar sucesivamente el barco, la instalación de transbordo y el transporte terrestre para permitir el tránsito de la mercancia, a travez del puerto como eslabón de la cadena del transporte.

El bien funcionamiento del puerto exige que todos sus elementos o subsistemas, trabajen a un ritmo y rendimiento adecuado y por tanto deben estar dimensionados equilibradamente, ya que la capacidad de un puerto será la del elemento de menos potencia y este repercutire en el resto de los elementos del "Sistema"

La capacidad de cada "Subsistema ó fase operativa depende de varias circunstancias cuyo valor se supone y es difícil de separar para tratar de conocer el escaso rendimiento de un elemento del sistema.

El esquema del puerto ó sistema, puede dividirse en las siguientes secciones operacionales ó subsistemas.

1.- Arribo de embarcaciones el puerto.
2.- Servicio de practicas.
3.- Servicio de remolcador.
4.- Operación de atraque.
5.- Instalaciones de transbordo.
   a) operación de carga y/o descarga.
   b) transporte a almacen, o carga directa a transporte terrestre.
   c) almacenamiento.
6.- Carga a transporte terrestre.
7.- Salida de mercancias del área portuaria.

Cada actividad ó subsistema estará representada por una ecuación y los diferentes factores que intervienen mediante variables.

Este método es de reciente aplicación, siendo una herramienta adecuada por su versatibilidad, para el dimensionamiento de puertos existentes y una base para los de nueva creación.

ETAPAS DEL PROCESO DE PREPARACION DE UN PLAN DE DESARROLLO PORTUARIO

1.- Politica general de desarrollo: Determinación de la función del puerto, y la planeación general a plazos, corto, mediano y largo.

2.- Predicciones del tráfico: Elavoración de las predicciones del tráfico para el período del plan de desarrollo.

3.- Politica técnologica: Con base en las predicciones, obtener para cada clase de tráfico y tipo de carga, determinar las posibles técnicas del manejo de carga y su efecto en la futura productibilidad.

4.- Asignacion del tráfico de caracteristicas similares ó compatibles y dotar a las mismas de terminales ó grupo de puestos de atraque planeados por separado.

5.- Dimensionamiento preliminar: Determinación aproximada de las dimensiones de cada terminal ó de los diagramas de planificación.

6.- Localización particular: Obtenar las posibles combinaciones de terminales ó grupo de puestos de atraque, las áreas terrestres , marítimas y la localización de ellas que no ofrecen obstaculos al tráfico de las zonas contiguas.

7.- Viabilidad técnica: Una vez localizada cada instalación, realizar los estudios técnicos, tales como suelos topograficos, meteorologicos etc., para relacionarlos con el tipo de instalación que se pretende establecer y realizar el estudio económico que corrobore la localización propuesta de otra manera se tendra que realizar la instalación por los costos de construcción elevados.

8. Estimación de costos: Estimación de los costos de construcción y equipamiento de cada una de las instalaciones.

9.- Elección de alternativas: Con la información anterior, u en base a los estudios, seleccioner las alternativas mas adecuadas.

10.- Examen de conclusiones preliminares: Presentación de las condiciones a la autoridad correspondiente para afinar el plan general de desarrollo.

11.- Plan administrativo-portuario: Obtener el esquema operacional y equipo necesario.

12.- Dimensionamiento final: Con la información de los puntos 10 y 11 afinar las dimenciones preliminares del punto 5.

13.- Ingenieria de proyectos: Planeación, analisis y diseño de las instalaciones que debera incluir; accesos marítimos y terrestres, muelles, bodegas, patios, etc.

14.- Costos: Estimación de costos de las obras y servicios para que sirvan de base a los analisis económicos y financieros.

15.- Analisis de costo-benefico: Analisis de las bases económicas de las posibles opciones.

16.- Analisis financiero: Analisis de la viabilidad financiera de cada opción.

17.- Selección definitiva: Analisis general y obtención de ventajas e inconvenientes de cada opción, para seleccionar la alternativa mas adecuada.

18.- Conclusiones: Presentación de la opción recomendada y obtener el acuerdo correspondiente.

19.- Informe: Elaboración de informe técnico detallado de la opción recomendada.

20.- Ejecución: Obtener la analización y recursos económicos para su ejecución.

126

A P E N D I C E .

T A M P I C O	FORMA	LONGITUD (M)	ANCHO (M)	ELEVACION DE LA PLATAFORMA DE MANIOBRAS.(M)*	PROFUNDIDAD	U S O
Muelle de Carga General de Zona Franca	Marginal	1,051.16	16.00	+ 3.175	10.00	Carga General
Muelle de Dragas	"T"	28.00	4.60	+ 3.00	4 a 6 M.	Atraque Dragas
Muelle de Metales	Marginal	152.00	22.27	+ 2.625	10.00	Movimiento de Minerales.
Muelle de Minerales	Marginal	154.16	22.27	+ 2.625	10.00	Movimiento de Minerales
Muelles Petroleros 1,2,3,4,y 5	"T"	70.00	18.00		10.00	Movimiento de Petroleo
Terminal de perforaciones marinas	Marginal	75.00	9.50	+ 1.750	3.5 a 5.0	Suministro a plataforma

*NOTA: Las elevaciones de las plataformas de maniobras están referidas al nivel de bajamar media.

Elevación de la marea máxima registrada respecto al nivel de bajamar media - 1.173 M.
Elevación de la marea mínima registrada respecto al nivel de bajamar media - 0.443 M.

TABLA NO. 3

CARACTERISTICAS DE VARIOS MUELLES EN PUERTOS DEL GOLFO DE MEXICO

I N D I C E

TAMPICO, TAMP.
TUXPAN, VER.
VERACRUZ, VER.
COATZACOALCOS, VER.
FRONTERA, TAB.
CD. DEL CARMEN, CAMP.
CAMPECHE, CAMP.
COZUMEL, Q. R.

T U X P A N	FORMA	LONGITUD (M).	ANCHO (M).	ELEVACION DE LA PLATAFORMA DE MANIOBRAS.(M.)*	PROFUNDIDAD (M)	U S O
Muelle 1 al 7 Tampamochoco	Marginal	350.00	8.00	+ 2.50	3.50	Suministro
Antiguo muelle Fiscal	Marginal	60.00	13.00	+ 2.50	4.50	Cabotaje
Muelle de pesca	Marginal	138.00	8.50	+ 2.50	5.00	Pesca
Muelle fiscal	Marginal	150.00	13.00	+ 2.50	6.00	Carga General - Altura-
Muelle de Etileno	"T"	40.40	7.00	+ 2.50	6.00	Petroquimica

* NOTA: Las elevaciones de las plataformas de maniobras, están referidas al nivel de bajamar media.

Elevación de la marea máxima registrada respecto al nivel de bajamar media + 1.117 M.
Elevación de la marea mínima registrada respecto al nivel de bajamar media - 0.498 M.

TABLA NO. 4

V E R A C R U Z	FORMA	LONGITUD (M)	ANCHO (M)	ELEVACION DE LA PLATAFORMA DE MANIOBRAS.(M)*	PROFUNDIDAD (M)	U S O
Muelle No. 1	Espigón	180.50	23.50	+ 2.74	- 10.00	Carga General
Muelle No. 2	Espigón	182.40	66.20	+ 2.74	- 10.00	Carga General
Muelle No. 4	Espigón	795.20	100.00	+ 3.229	- 10.00	Carga General
Muelle Granos	Marginal	250.00	20.00	+ 2.69	- 10.00	Mov. Granos.
Muelle de Cabotaje	Espigón	548.65	107.25	+ 2.54	- 10.00	Carga General
Muelle de la Armada	"T"	48.00	10.90	+ 2.29	- 7.00	Armada de México
Muelle turismo (Remolcadores)"T"	"T"	39.50	10.20	+ 2.69	- 7.00	Remolque

* NOTA: Las elevaciones de las plataformas de maniobras, están referidas al nivel de bajamar media.

Elevación de la marea máxima registrada respecto al nivel de bajamar media + 1.006 M.
Elevacion de la marea mínima registrada respecto al nivel de bajamar media - 0.483 M.

TABLA NO. 5

CARACTERISTICAS DE VARIOS MUELLES EN PUERTOS DEL OCEANO PACIFICO

I N D I C E

ENSENADA, B.C.N.
SAN FELIPE, B.C.N.
LA PAZ, B.C.S.
PUERTO PENASCO, SON.
TOPOLOBAMPO, SIN.
LAZARO CARDENAS, MICH.
ACAPULCO, GRO.
SALINA CRUZ, OAX.
PUERTO MADERO, CHIS.
GUAYMAS, SON.
MAZATLAN, SIN.
PUERTO VALLARTA, JAL.
MANZANILLO, COL.

PUERTO	FORMA	LONGITUD (M)	ANCHO (M)	ELEVACION DE LA PLATAFORMA DE MANIOBRAS.(M.)*	PROFUNDIDAD (M)	USO
FRONTERA						
Muelle Fiscal	Marginal	300.00	15.50	3.453	4.00	Carga General
Muelle de Pemex	Espigón	28.40	6.20	1.55	2.00	Pemex

* NOTA: Las elevaciones de las plataformas de maniobras, están referidas al nivel de bajamar media.

Elevación de la marea máxima registrada respecto al nivel de bajamar media + 1.135,M.

Elevacion de la marea mínima registrada respecto al nivel de bajamar media - 0.349 M..

CD. DEL CARMEN						
Muelle Fiscal	Marginal	141.15	10.00	+ 1.70	3.00	Pesca

* NOTA: Las elevaciones de las plataformas de maniobras, están referidas al nivel de bajamar media.

Elevación de la marea máxima registrada respecto al nivel de bajamar media + 1.174 M.

Elevación de la marea mínima registrada respecto al nivel de bajamar media - 0.564 M.

CAMPECHE						
Muelle de Pesca	Marginal	1,020.00	15.40	+ 2.80	2.80	Pesca
Muelle de cabotaje	Espigón	310.00 (Pla) (Pas)	15.00 7.00	+ 3.03	2.75	

* NOTA: Las elevaciones de las plataformas de maniobras, están referidas al nivel de bajamar media.

Elevación de la marea máxima registrada respecto al nivel de bajamar media + 0.798.M.

Elevación de la marea mínima registrada respecto al nivel de bajamar media - 0.482 M.

TABLA NO. 6

PUERTO	FORMA	LONGITUD (M)	ANCHO (M)	ELEVACION DE LA PLATAFORMA DE MANIOBRAS (M)*	PROFUNDIDAD (M)	USO
COZUMEL						
Muelle pasajeros Barcas y Transbordador.	"L"	125.80	12.00	2.60	12.00	Carga General

* NOTA: Las elevaciones de las plataformas de maniobras, están referidas al nivel de bajamar media.

Elevación de la marea máxima registrada respecto al nivel de bajamar media + 1.174 M.

Elevación de la marea mínima registrada respecto al nivel de bajamar media - 0.564 M.

TABLA NO. 7

PUERTO	FORMA	LONGITUD (M)	ANCHO (M)	ELEVACION DE LA PLATAFORMA DE MANIOBRAS (M)*	PROFUNDIDAD (M)	USO
ENSENADA						
Muelle de cabotaje	Marginal	474.15	42.00	+ 3.50	4.00	Carga General
Muelle de Altura	Marginal	724.72	25.65	+ 3.50	10.50	Carga General

* NOTA: Las elevaciones de las plataformas de maniobras, están referidas al nivel de bajamar media inferior.

Elevación de la marea máxima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior + 2.31 M.

Elevación de la marea mínima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior - 2.079 M.

SAN FELIPE						
Muelle de Pesca	Marginal	127.00	8.50	+ 7.00	3.50	Carga General

* NOTA: Las elevaciones de las plataformas de maniobras, están referidas al nivel de bajamar media inferior.

Elevación de la marea máxima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior + 5.956. M.

Elevación de la marea mínima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior - 1.156. M.

LA PAZ						
Muelle Fiscal	"T"	65.25(Pla) 120.40(Pas)	22.00 10.45	+ 3.00	6.60	Carga General
Muelle Turismo	Espigón	12.00	3.00	+ 2.45	2.50	Turismo
Muelle de Escuela Técnica Pesquera	"T"	120.00(Pla) (Pas)	7.50 5.95	+ 3.60	7.66	Carga General

* NOTA: Las elevaciones de la plataforma de maniobras, están referidas al nivel de bajamar media inferior.

Elevación de la marea máxima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior + 1.852 M.
Elevación de la marea mínima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior - 0.464 M.

TABLA NO. 8

'cbm.

PUERTO	FORMA	LONGITUD (M)	ANCHO (M)	ELEVACION DE LA PLATAFORMA DE MANIOBRAS.(M)*	PROFUNDIDAD (M)	USO
PUERTO PERASCO						
Muelle No. 1		168.26	8.50	+ 6.50	7.73	Pesca
Muelle No. 2		138.26	8.50	+ 6.50	7.73	Pesca

* NOTA: Las elevaciones de las plataformas de maniobras, están referidas al nivel de bajamar media inferior.

Elevación de la marea máxima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior + 5.956 M.
Elevación de la marea máxima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior - 1.156 M.

TOPOLOBAMPO						
Muelle Fiscal	Marginal	96.00	10.20	+ 3.18	5.00	Carga General
Muelle Pemex	"T"	39.00	12.50	+ 3.16	6.50	Carga General
Muelle de Propemex	Marginal	60.00	12.00	+ 3.26	3.50	Carga General

* NOTA: Las elevaciones de las plataformas de maniobras, están referidas al nivel de bajamar media inferior.

Elevación de la marea máxima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior + 1.759 M.
Elevación de la marea mínima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior - 0.618 M.

LAZARO CARDENAS						
Muelle de Metales y Minerales	Marginal	650.00	25.50	+ 4.00	14.00	Carga General

* NOTA: Las elevaciones de las plataformas de maniobras, están referidas al nivel de bajamar media inferior.

Elevación de la marea máxima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior + 1.199 M.
Elevación de la marea mínima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior - 0.447 M.

TABLA NO. 9

PUERTO	FORMA	LONGITUD (M)	ANCHO (M)	ELEVACION DE LA PLATAFORMA DE MANIOBRAS.(M)*	PROFUNDIDAD (M)	USO
ACAPULCO						
Muelle Fiscal	Marginal	198.00	11.00	+ 2.38	8.00	Carga General

* NOTA: Las elevaciones de las plataformas de maniobras, están referidas al nivel de bajamar media inferior.

Elevación de la marea máxima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior + 1.654 M.
Elevación de la marea mínima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior - 0.937 M.

SALINA CRUZ						
Muelle Zona Franca sección No. 1	Marginal	450.00	60.00	+ 3.60	10.00	Carga General
Muelle de Reparaciones a flote No. 1	Marginal	168.26	22.75	+ 3.60	3.00	Reparaciones

* NOTA: Las elevaciones de las plataformas de maniobras, están referidas al nivel de bajamar media inferior.

Elevación de la marea máxima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior + 1.877 M.
elevación de la marea mínima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior - 0.531.M.

PUERTO MADERO						
Muelle Fiscal	Marginal	151.00	31.00	+ 3.70	9.50	Carga General

* NOTA: Las elevaciones de las plataformas de maniobras, están referidas al nivel de bajamar media inferior.

Elevación de la marea máxima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior + 1.877 M.
Elevación de la marea mínima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior - 0.531.M.

TABLA NO. 10

PUERTO	FORMA	LONGITUD (M)	ANCHO (M)	ELEVACION DE LA PLATAFORMA DE MANIOBRAS.(M).*	PROFUNDIDAD (M)	USO
GUAYMAS						
Muelle de Pemex	Espigón	180.00	9.00	+ 3.12	10.00	Combustibles
Muelle Patio	"L"	(E)325.65 (S)351.07	56.00 24.00	+ 4.35	10.00	Carga General
Caminos y Puentes Fed. de Ingresos.	Marginal	47.00	6.83	+ 5.50	5.00	Pasajeros.
Muelle Fiscal de la ardilla	Espigón	78.20	28.60	+ 3.00	4.00	Carga General
Muelle Fiscal de Cabotaje	Marginal	47.20	6.40	+ 3.10	7.35	Carga General
Muelle de turismo	Espigón	7.00	7.00	+ 1.50	1.50	Pasajeros
Espigones de Algarón.	Espigón " " " "	7.00 7.35 7.05	7.00 7.35 7.05	+ 2.00	1.10	Pesca
Varadero Nacional	Marginal	130.00	1.90	+ 2.50	4.50	Reparaciones a flote.
1er. Muelle Zona Ind. Pesquera.	Espigón	110.00	8.50	+ 2.00	6.00	Pesca

* NOTA: Las elevaciones de las plataformas de maniobras, están referidas al nivel de bajamar media.

Elevación de la marea máxima registrada respecto al nivel de bajamar media + 1.34 M.
Elevación de la marea mínima registrada respecto al nivel de bajamar media - 0.672 M.

TABLA NO. 11

PUERTO	FORMA	LONGITUD	ANCHO	ELEVACION DE LA PLATAFORMA DE MANIOBRAS.(M)*	PROFUNDIDAD (M)	USO
MAZATLAN						
Muelle Fiscal No. 1, 2, 3 y 4	Marginal	981.00	18.00	+ 3.16	10.00	Carga General

* NOTA: Las elevaciones de las plataformas de maniobras, están referidas al nivel de bajamar media inferior.

Elevación de la marea máxima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior + 1.948 M.
Elevación de la marea mínima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior - 0.091.M.

SAN BLAS

Turistico y pesquero	"T"	65.00	8.50	+ 2.00	3.00	Pasajero y pesca

* NOTA: Las elevaciones de las plataformas de maniobras, están referidas al nivel de bajamar media inferior.

Elevación de la marea máxima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior + 1.518.M.
Elevacion de la marea mínima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior - 0.518 M.

PTO. VALLARTA

Muelle "A"	Marginal	200.00	10.00	+ 3.79	9.00	Pasajeros y Carga General

* NOTA: Las elevaciones de las plataformas de maniobras, están referidas al nivel de bajamar media inferior.

Elevación de la marea máxima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior + 1.518 M.
Elevación de la marea mínima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior - 0.518. M.

MANZANILLO

Muelle Fiscal	Espigón	180.00	60.00	+ 3.84	9.00	Carga General
Muelle de altura	Marginal	450.00	22.90	+ 3.50	12.00	Carga General

* NOTA: Las elevaciones de las plataformas de maniobras, están referidas al nivel de bajamar media inferior.

Elevación de la marea máxima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior. + 1.176 M.
Elevación de la marea mínima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior. - 0.623 M.

TABLA NO. 12

BARCOS DE CARGA GENERAL .

Como yá se mencionó, este tipo de embarcaciones no registra una pronunciada tendencia al incremento, lo cual se puede observar en la tabla No. 1 tomada del libro de Alonzo D. Quinn. Para obtener las características tales como : Tonelaje del Registro -- Bruto (T.B.R.), Tonelaje Neto (T.R.N.), Desplazamiento (D), Peso Muerto (P.M.), se puede observar la Gráfica No. 1 ; de la tabla y de la gráfica se obtiene que en términos generales el - calado máximo no sobrepasa los 10.66 m., manga de 25.00 m., y - que la eslora es del órden de los 160.00 m.

BARCOS PORTA CONTENEDORES .

Estudios desarrollados por la Comisión del Transporte,Marítimo de la Junta de Comercio y Desarrollo de las Naciones Unidas, - concluyen que las características de este tipo de barco son las que se muestran a continuación :

	Capacidad de Contenedores de 20' o su equivalente	T.P.M.	Eslora total (m)	Manga total (m)	Calado (m)
Buques porta Contenedores de primera generación	700-1000	11000	170	25	8.0
Buques porta Contenedores de segunda generación	1500	30000	225	29	11.5
Buques porta Contenedores de tercera generación	2500-3000	40000	275	32	12.5

BUQUES TANQUES .

La flota de buques tánques de Petroleos Mexicanos tiene las si-- guientes características (tabla No. 2). Las características de la flota mundial se podrán observar en la tabla No. 3 tomada del libro de Alonzo De Quinn y de la gráfica No. 2.

BARCOS PARA TRANSPORTE DE MINERAL .

Las dimensiones y tendencias podrán observarse en la tabla No. 4 de la cual se obtiene que en terminos generales se podría considerar que la embarcación de mayor tamaño es del órden de 12.80 m. de calado, 230.00 m. de eslora total, manga de 31.00 m.. puntal de 19.00 m.

BARCOS ESPECIALIZADOS .

A). Barcos para transporte de gas.
B). Barcos termo.
C). Tipo Lash y Seabee.
D). De pesca.

LASH. Tipo de barco porta barcazas; su característica principal - es que dispone de una grúa de 500 ton. Las barcazas Lash tienen una capacidad de 350 Ton. (18.74m. x 9.50 m. x 2.74 m.) siendo - 2.74 el calado a plena carga y los buques transportan de 73 a 89 barcazas.

SEABEE. Tipo de barco porta barcazas; tiene tres cubiertas y las barcazas se suben a bordo mediante un monta cargas. Las barcazas tienen una capacidad de 850 Ton., (29.70 m. x 10.67 m. x 3.25 m.) y un buque de este tipo puede transportar 38 unidades aproximadamente .

DE PESCA . En esta actividad, existen en México un sinúmero de - embarcaciones de varios tipos, desde el cayuco o pequeña embarca-

CARACTERISTICAS DE LA FLOTA DE BUQUES TANQUE DE PETROLEOS MEXICANOS

NOMBRE DEL BARCO :	AÑO DE CONSTR.	T. B. R.	T. N. R.	P. M. (Ton.)	D. MAX. (Ton.)	D.ROSCA
EMILIANO ZAPATA	1968	2,841.02	1,397.83	2,956	4,983	2,032
VICENTE GUERRERO	1967	5,772.81	3,052.62	8,893	12,476	3,549
MARIANO ESCOBEDO	1967	7,991.53	4,599.71	9,560	14,194	4,643
MIGUEL HIDALGO	1967	7,075.53	3,826.00	11,262	15,122	3,859
LAZARO CARDENAS	1955	11,065.49	6,225.13	16,566	22,352	5,609
CUAUHTEMOC	1967	10,085.72	5,724.97	17,473	22,128	4,686
PLAN DE SAN LUIS	1967	10,085.72	5,724.37	17,473	22,128	4,686
VENUSTIANO CARRANZA	1968	10,085.72	5,724.97	17,473	22,128	4,686
P. ELIAS CALLES	1968	10,085.72	5,724.97	17,473	22,128	4,686
ABELARDO L. RODRIGUEZ	1956	11,470.47	6,429.58	17,729	24,063	6,347
JUAN ALVAREZ	1955	12,417.04	7,157.36	19,405	25,875	6,459
GUADALUPE VICTORIA	1958	12,568.01	7,209.55	20,353	26,641	5,967
PLAN DE AYUTLA	1967	12,763.38	7,561.34	21,666	27,432	5,605
PLAN DE AYALA	1968	12,753.36	7,550.04	21,689	27,432	5,705
MARIANO MOCTEZUMA	1974	14,742.95	8,895.68	21,689	28,017	6,128
FRANCISCO J. MUJICA	1973	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible] AVILA CAMACHO	1973	14,743.69	[illegible]	[illegible]	26,017	6,313
[illegible]PENDENCIA	1974	14,742.95	8,895.68	21,704	28,017	6,314
REFORMA	1974	14,742.95	8,895.68	21,704	28,017	6,318
REVOLUCION	1975	14,743.69	8,895.68	21,704	26,017	6,313
MELCHOR OCAMPO	1968	12,753.36	7,550.04	21,727	27,432	5,692
PLAN DE GUADALUPE	1967	12,763.34	7,561.34	21,760	27,432	5,527
JOSE MA. MORELOS	1967	12,762.84	7,508.00	21,797	27,432	5,598
BENITO JUAREZ	1968	12,753.36	7,550.07	21,822	27,432	5,654
ALVARO OBREGON	1968	12,753.36	7,558.90	21,839	27,432	5,630
FRANCISCO I. MADERO	1968	12,758.65	7,562.50	21,889	27,432	5,593

TON. COEF.BLOCK	ES.T. m.	ES.P.P.m.	MANGA m.	PUNTAL m.	CALADO m.	F.BORDO m.
0.634	101.10	94.49	14.34	8.00	5.65	2.373
0.693	135.06	128.32	18.01	9.98	7.62	2.362
0.685	140.60	131.06	19.24	10.94	8.02	2.991
0.806	135.02	128.02	19.55	9.27	7.30	2.006
0.744	165.20	155.46	[illegible]	[illegible]	9.09	2.649
0.790	144.78	137.47	21.30	11.60	9.33	2.514
0.790	144.78	137.17	21.30	11.80	9.33	2.514
0.790	144.78	137.47	21.30	11.80	9.33	2.514
0.790	144.78	137.47	21.30	11.80	9.33	2.514
0.790	166.42	152.45	21.26	11.81	9.12	2.746
0.772	173.00	161.54	21.31	12.09	9.34	2.738
0.790	170.60	163.98	21.89	12.00	9.07	2.691
0.780	170.75	163.86	22.05	12.17	9.45	2.691
0.780	170.69	163.86	22.05	12.18	9.45	2.691
0.795	170.61	164.00	22.05	12.95	9.47	3.016
0.795	170.61	164.49	22.05	12.98	9.47	3.016
0.795	170.61	164.00	22.05	12.95	9.47	3.016
0.795	170.61	164.00	22.05	12.95	9.47	3.016
0.795	170.61	164.00	22.05	12.95	9.47	3.016
0.795	170.61	164.49	22.05	12.95	9.47	3.016
0.760	170.69	163.86	22.05	12.17	9.45	2.703
0.780	170.75	163.86	22.05	12.17	9.45	2.691
0.780	170.69	163.86	22.05	12.17	9.45	2.691
0.780	170.69	164.28	22.05	12.18	9.46	2.703
0.790	170.75	163.86	22.05	12.18	9.45	2.691
0.760	170.75	163.86	22.05	12.18	9.45	2.691

TABLA No. 16

4. Berthing Energy and Specifications of Vessels

The following tables show the dimensions of various kinds of vessels and corresponding requirements at various berthing speeds. (Berthing energy is calculated at 1/4 berthing)

(1) – A). Passenger ship

Gross tonnage	Loaded displacement tonnage	Length (m)	Width (m)	Depth (m)	Full draught (m)	Additional weight (tons)	Estimated weight (tons)	Berthing energy (ton-m)		
								Berthing speed (at 0.1 m/s)	Berthing speed (at 0.2 m/s)	Berthing speed (at 0.3 m/s)
500	500	50.0	8.2	4.5	4.0	644	1,144	0.29	1.17	2.63
1,000	1,000	65.0	10.0	5.3	4.5	1,050	2,050	0.53	2.10	4.73
2,000	2,000	82.0	12.0	6.4	5.2	1,784	3,784	0.97	3.88	8.69
3,000	3,000	95.0	13.5	7.3	5.7	2,483	5,483	1.40	5.60	12.59
4,000	4,000	105.0	14.8	8.0	6.3	3,353	7,353	1.88	7.50	16.88
5,000	5,000	113.0	15.8	8.6	6.8	4,204	9,204	2.35	9.40	21.13
6,000	6,000	121.0	16.7	9.8	7.2	5,050	11,050	2.82	11.28	25.37
7,000	7,000	127.0	17.5	10.2	7.6	5,902	12,902	3.29	13.17	29.62
8,000	8,000	135.0	18.2	10.8	8.0	6,952	14,952	3.81	15.28	34.33
10,000	10,000	145.0	19.2	12.0	8.5	8,429	18,429	4.70	18.81	42.31
15,000	15,000	165.0	21.5	13.0	8.8	10,281	25,281	6.45	25.80	58.04
20,000	20,000	180.0	23.0	13.8	9.0	11,731	31,731	8.10	32.38	72.86
30,000	30,000	210.0	26.5	15.5	9.5	15,249	45,249	11.55	46.17	103.89
50,000	50,000	245.0	30.5	18.0	10.5	21,733	71,733	18.30	73.20	164.70
80,000	80,000	290.0	36.0	21.0	11.7	31,941	111,941	28.56	114.23	257.01

B). Freighter

Dead-weight tonnage	Loaded displacement tonnage	Length (m)	Width (m)	Depth (m)	Full draught (m)	Additional weight (tons)	Estimated weight (tons)	Berthing energy (ton-m)		
								Berthing speed (at 0.1 m/s)	Berthing speed (at 0.2 m/s)	Berthing speed (at 0.3 m/s)
700	833	52	8.3	3.8	3.6	542	1,475	0.38	1.51	3.39
1,000	1,333	60	9.3	4.4	4.1	812	2,147	0.55	2.19	4.92
2,000	2,667	77	11.5	5.8	5.1	1,611	4,278	1.09	4.37	9.82
3,000	4,000	90	13.1	6.8	5.7	2,353	6,353	1.62	6.48	14.59
4,000	5,333	100	14.3	7.7	6.3	3,193	8,526	2.18	8.70	19.58
5,000	6,667	109	15.3	8.4	6.7	3,937	10,604	2.71	10.82	24.35
6,000	8,000	117	16.2	9.0	7.1	4,746	12,746	3.26	13.00	29.26
7,000	9,333	124	17.0	9.6	7.5	5,612	14,945	3.81	15.25	34.31
8,000	10,667	130	17.7	10.1	7.8	6,364	17,031	4.34	17.38	39.10
9,000	12,000	136	18.4	10.6	8.1	7,179	19,179	4.90	19.57	44.03
10,000	13,333	142	19.0	11.1	8.3	7,871	21,204	5.41	21.64	48.69
12,000	16,000	152	20.1	11.9	8.8	9,471	25,471	6.50	26.00	58.48
15,000	20,000	165	21.6	13.0	9.5	11,981	31,981	8.16	32.63	73.43
17,000	22,667	173	22.4	13.7	9.8	13,368	36,035	9.20	36.77	82.73
20,000	26,667	184	23.6	14.6	10.3	15,706	42,370	10.81	43.24	97.28

C) Tanker

Dead-weight tonnage	Loaded displacement tonnage	Length (m)	Width (m)	Depth (m)	Full draught (m)	Additional weight (tons)	Estimated weight (tons)	Berthing energy (ton-m) Berthing speed (at 0.7 m/s)	Berthing speed (at 0.2 m/s)	Berthing speed (at 0.3 m/s)
300	400	37	7.0	3.3	3.0	768	668	0.17	0.68	1.53
500	667	43	7.8	3.8	3.5	424	1,091	0.28	1.11	2.50
700	933	54	7.9	4.0	3.8	627	1,560	0.40	1.59	3.58
1,000	1,333	61	8.3	4.5	4.2	866	2,199	[illegible]	[illegible]	[illegible]
2,000	2,667	76	11.2	5.7	5.1	1,501	4,259	[illegible]	4.34	9.78
3,000	4,000	87	12.8	6.5	5.7	2,274	6,274	1.60	6.40	14.40
4,000	5,333	96	14.0	7.2	6.2	2,969	8,302	2.12	8.48	19.06
5,000	6,667	103	15.1	7.8	6.5	3,501	10,168	2.59	10.36	23.34
6,000	8,000	110	16.0	8.2	6.9	4,214	12,214	3.12	12.46	28.04
7,000	9,331	116	16.8	8.7	7.2	4,838	14,169	3.61	14.46	32.53
8,000	10,667	126	15.7	9.0	7.4	5,552	16,219	4.14	16.55	37.23
10,000	13,333	140	17.2	9.8	7.9	7,030	20,363	5.19	20.78	46.75
12,000	16,000	150	18.4	10.4	8.3	8,314	24,314	6.20	24.81	55.82
15,000	20,000	163	20.0	11.2	8.8	10,156	30,156	7.69	30.77	69.24
17,000	22,667	170	21.0	11.7	9.1	11,327	33,994	8.67	34.69	78.05
20,000	26,667	184	23.7	12.3	9.5	11,909	38,576	9.84	39.36	88.57
25,000	33,333	176	25.5	13.3	10.1	14,446	47,779	12.19	48.75	109.70
30,000	40,000	187	27.1	14.1	10.6	16,000	56,906	14.52	58.07	130.65
35,000	46,667	197	28.5	14.8	11.1	19,530	66,197	16.89	67.55	151.98
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	15.5	11.5	21,920	75,253	19.19	76.79	172.77
45,000	60,000	220	30.5	16.2	11.2	22,507	82,507	21.05	84.19	189.43
50,000	66,667	222	32.0	18.2	12.2	26,586	93,253	23.79	95.16	214.10
60,000	80,000	236	34.0	17.8	12.8	31,111	111,111	28.34	113.39	255.10
65,000	86,667	240	34.0	18.0	13.3	35,681	122,248	31.19	124.74	280.67
70,000	93,333	248	35.7	18.7	13.4	35,830	129,163	32.95	131.80	296.55
80,000	106,640	260	37.0	19.6	13.9	40,419	147,059	37.52	150.06	337.64
85,000	113,333	260	38.1	18.7	14.0	41,002	154,335	39.37	157.48	354.35
100,000	133,333	280	40.1	21.1	14.8	49,347	182,680	46.60	186.41	419.42
120,000	160,000	297	47.6	22.4	15.5	57,412	217,412	55.46	221.85	499.16
150,000	200,000	320	45.8	24.1	16.5	70,097	270,097	68.90	275.61	620.12
204,000	272,000	326	49.6	23.2	17.7	87,179	354,179	90.40	361.61	—
250,000	333,333	338	51.8	26.7	20.6	115,410	448,743	114.48	457.92	—

D) Ore carrier

Dead-weight tonnage	Loaded displacement tonnage	Length (m)	Width (m)	Depth (m)	Full draught (m)	Additional weight (tons)	Estimated weight (tons)	Berthing energy (ton·m)		
								Berthing speed (at 0.1 m/s)	Berthing speed (at 0.2 m/s)	Berthing speed (at 0.3 m/s)
1,000	1,333	61	8.9	4.8	4.3	906	2,239	0.75	2.28	5.14
2,000	2,667	77	11.1	6.0	5.1	1,611	4,278	1.09	4.37	9.82
3,000	4,000	88	12.7	6.8	5.7	2,300	6,300	1.61	6.43	14.46
4,000	5,333	98	13.9	7.5	6.1	2,874	8,207	2.09	8.37	18.84
5,000	6,667	104	14.9	8.1	6.5	3,535	10,202	2.58	10.41	23.34
6,000	8,000	118	16.6	8.3	6.9	4,520	12,520	3.16	12.78	28.74
8,000	10,667	130	17.6	9.5	7.4	5,728	16,395	4.18	16.73	37.64
10,000	13,333	140	18.5	10.5	7.9	7,030	20,363	5.19	20.78	46.75
12,000	16,000	150	19.4	11.2	8.5	8,720	24,720	6.31	25.22	56.76
15,000	20,000	149	21.3	11.5	8.8	8,867	28,867	7.36	29.46	66.28
20,000	26,667	164	23.4	12.7	9.2	11,169	37,836	9.65	38.61	86.87
25,000	33,333	176	25.1	13.6	9.8	13,600	46,933	11.97	47.90	107.76
30,000	40,000	187	26.6	14.4	10.3	15,962	55,962	14.28	57.10	128.48
40,000	53,333	206	29.2	15.9	11.0	20,055	73,388	18.72	74.89	168.49
50,000	66,667	222	31.4	17.1	11.7	24,451	91,118	23.24	92.98	209.35
60,000	80,000	235	33.3	18.1	12.3	28,606	108,606	27.71	110.82	249.35
70,000	93,333	248	35.0	19.0	12.8	32,693	125,026	32.15	128.60	389.35
80,000	106,667	259	36.6	19.9	13.2	36,310	142,977	36.47	145.89	328.26
100,000	133,333	278	39.0	21.4	14.0	43,841	177,174	45.20	180.79	406.78
150,000	200,000	300	45.0	25.0	16.0	61,695	261,795	66.80	267.20	601.06
200,000	266,667	315	50.0	28.0	18.0	82,120	348,787	89.00	356.00	—
250,000	333,333	330	53.5	30.0	20.5	111,587	444,920	113.50	454.00	—

G) Container

Gross tonnage	Dead weight tonnage	Length (m)	Width (m)	Depth (m)	Full draught (m)
16,240	19,636	187.0	26.0	15.5	10.5
17,184	16,977	208.8	23.8	14.3	9.2
21,057	20,400	196.0	27.0	16.0	10.5
23,600	23,650	212.5	30.0	16.3	10.5
40,000	26,100	242.0	32.2	19.6	10.5
51,500	28,900	245.0	32.2	24.0	11.0
54,500	33,000	252.0	32.2	24.4	11.0

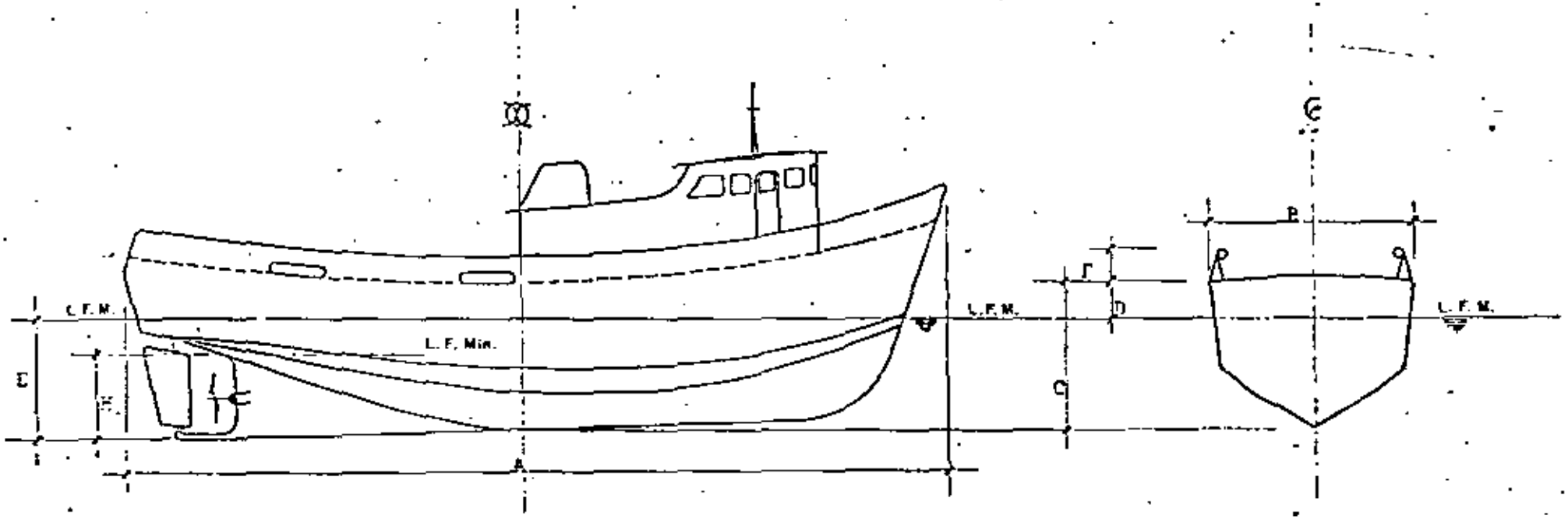
Dimensions of Piers and Berths

Tonnage	Passenger Ships		Freighters		Tankers		Ore Carriers		Big Fishing Boats	
	Depth of Berth (m)	Length of Berth (m)	Depth of Berth (m)	Length of Berth (m)	Depth of Berth (m)	Length of Berth (m)	Depth of Berth (m)	Length of Berth (m)	Depth of Berth (m)	Length of Berth (m)
500	4.5	65							5.0	65
700			4.5	60	4.5	60				
750									5.5	75
1,000	5.0	80	5.0	70	5.0	70			6.0	85
2,000	5.7	100	5.5	90	5.5	85				
3,000	6.5	115	6.0	105	6.0	100				
4,000	7.0	125	7.0	120	6.5	110	7.0	120		
5,000	7.5	135	7.5	130	7.0	120				
6,000	8.0	145	8.0	140	7.5	130	7.5	135		
7,000	8.5	150	8.0	145						
8,000	8.5	155	8.5	155	8.0	145	8.5	150		
9,000			9.0	160						
10,000	9.0	170	9.0	165	9.0	165	9.0	165	10.5	175
12,000			9.5	175	9.0	175	9.5	175		
15,000	9.5	190	10.0	185	9.5	185	10.0	185		
17,000			10.5	190	10.0	195			13.5	210
20,000	10.0	210	11.0	195	10.5	200	10.5	205		
25,000					11.0	210	11.0	220		
30,000	11.0	240			11.0	220	11.5	230		
35,000					11.5	230				
40,000					12.0	240	12.0	240		
45,000					12.0	250				
50,000	11.5	275			12.5	255	13.0	270		
60,000							13.0	275		
65,000					14.0	280				
80,000	13.0	320					15.0	300		
85,000					15.0	290				
100,000					16.0	310	16.0	310		
150,000					18.0	340				
200,000					19.0	380				

n The passenger ships and gishiri boats show their gross tonnages and the rest deadweight tonnages.

FUENTE: DEFENSAS SHIBATA.

CARACTERISTICAS DE UN CAMARONERO TIPICO



A.- Eslora total _____ 22.00m.

B.- Manga _____ 6.25m.

C.- Puntal _____ 3.50m.

D.- Franco bordo _____ 0.50m.

E.- Calado máximo en popa ____ 3.30m.

F.- Borda _____ 0.90m.

H.- Calado mínimo en popa ____ 2.30m.

D^1 Desplazamiento barco cargado _____ 175 ton.

D^2 Desplazamiento barco descargado _____ 110 ton.

L.F.Max.Línea de flotación barco cargado

L.F.Min.Línea de flotación barco descargado

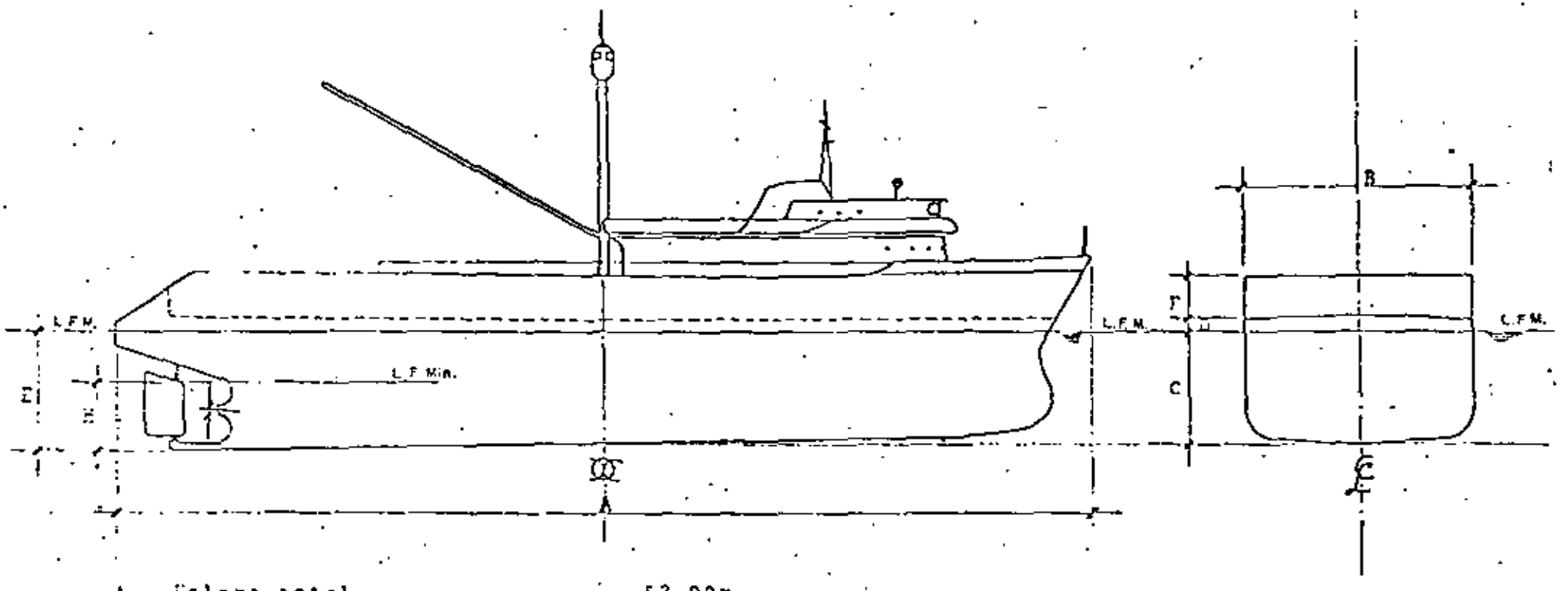
ANEXO 2

TABLA DE EQUIVALENCIAS DE UNA TONELADA METRICA.

PRODUCTO.	PIES CUBICOS	GALONES	BARRILES	LITROS	METROS CUBICOS
GASAVION	51.180	382.878	9.116	1449.275	1.449
GASOLMEX	49.275	368.676	8.778	1395.468	1.395
SUPERMEXOLINA	49.138	367.658	8.754	1391.588	1.392
GAS NAFTA.	45.275	338.702	8.064	1282.051	1.282
GASOLINA CRUDA	47.787	357.495	8.512	1353.180	1.353
PETROLEO DIAFANO E INCOLORO,- KEROSINA TRACTOMEX.	42.254	316.150	7.527	1196.633	1.197
DIESEL	40.535	303.289	7.221	1147.951	1.148
GAS OIL, SOLAR OIL.	39.238	293.539	6.989	1111.111	1.111
LUBRICANTES	38.729	289.776	6.899	1096.805	1.097
CRUDO LIGERO (0.930)	38.042	284.636	6.777	1077.349	1.077
CRUDO PESADO (0.960)	36.853	275.739	6.412	1043.577	1.044
COMBUSTOLEO (0.950)	37.241	278.642	6.634	1054.665	1.055

JPV/AJPS'mevl

CARACTERISTICAS DE UN ATUNERO TIPICO



A.- Eslora total _____ 53.00m

B.- Manga _____ 12.00m

C.- Puntal _____ 5.90m

D.- Franco bordo _____ 0.40m

E.- Calado máximo en popa _____ 5.70m

F.- Altura de entrepuente _____ 2.90m

H.- Calado mínimo en popa _____ 3.70m

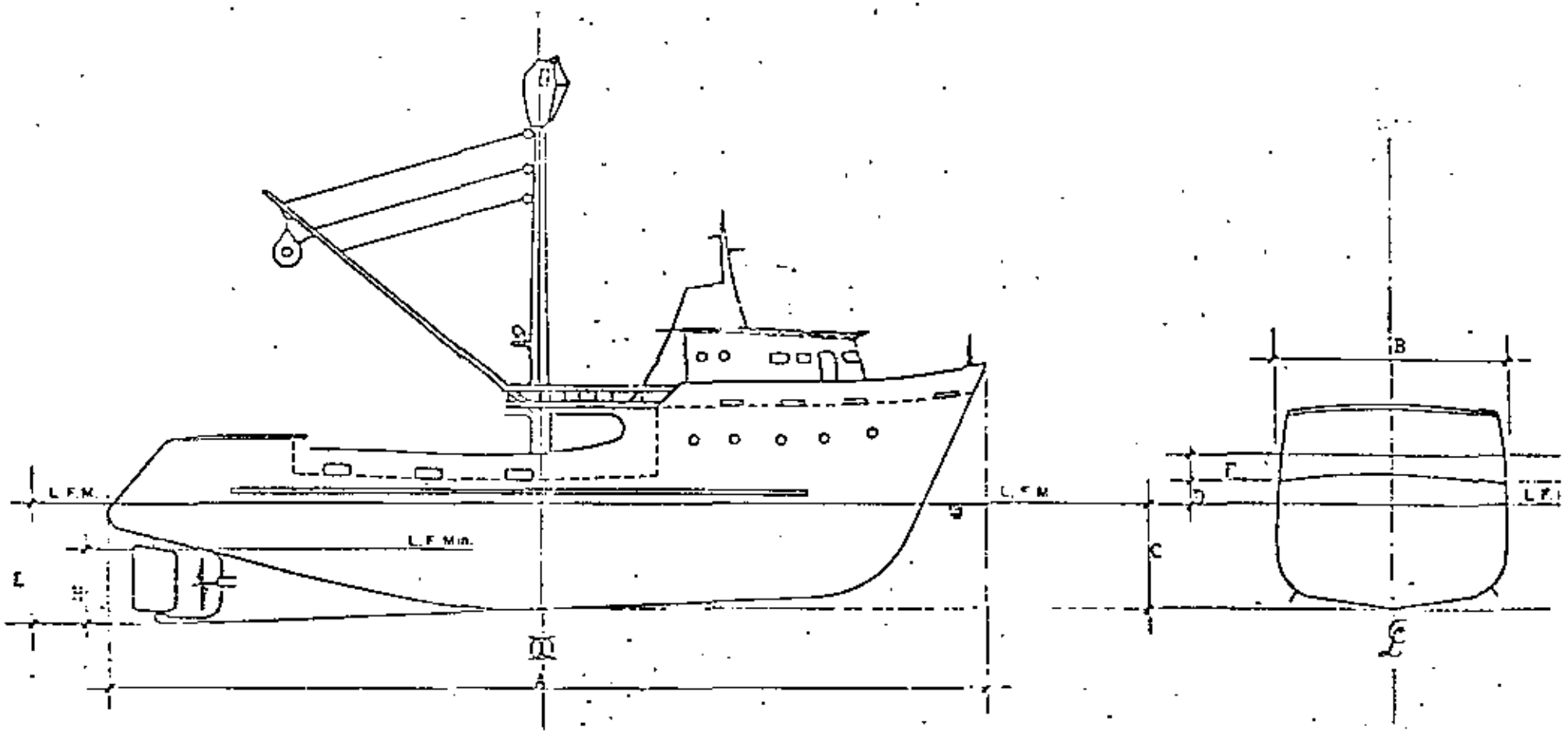
D^1 Desplazamiento barco cargado _____ 1,600 ton.

D^2 Desplazamiento barco descargado _____ 800 Ton.

L.F.Max.Línea de flotación barco cargado

L.F.Min.Línea de flotación barco descargado

CARACTERISTICAS DE UN SARDINERO TIPICO



A.- Eslora total _____ 16.25m.

B.- Manga _____ 7.50m.

C.- Puntal _____ 3.65m.

D.- Franco bordo _____ 0.30m.

E.- Calado máximo en popa _____ 3.75m.

F.- Borda _____ 0.75m.

H.- Calado mínimo en popa _____ 2.60m.

D^1 Desplazamiento barco cargado _____ 300 ton.

D^2 Desplazamiento barco descargado 150 ton.

L.F.Max. línea de flotación barco cargado

L.F.Min. línea de flotación barco descargado

PROPIETARIO	NOMBRE DE LA EMBARCACION	TONELAJE BRUTO	TONELAJE NETO	ESLORA	MANGA	PUNTAL	MOTOR	H.P.	MATERIAL DE CASCO	AÑO DE CONST.	VALOR ACTUAL	[illegible]
[illegible] Corporación	"Cumbero II"	92.63	28.96	21.95	5.80	3.04	Caterpillar	365	Fierro	1974	$ 1.875,000.00	Ensenada [illegible]
[illegible] Pesquera	"Cumbero II"	93.63	28.96	21.95	5.80	3.04	"	365	"	1974	$ 2.119,000.00	" "
[illegible] "Don David	Propeax 6	35.73	29.32	15.72	4.27	2.44	Cummins	165	"	1966	$ 445,675.67	" "
[illegible] C. S.C.L."	Propeax 31	65.61	47.43	18.28	5.54	2.34	Caterpillar	150	Madera	1965	$ 396,451.66	" "
	Propeax 25	110.09	52.46	21.94	6.10	2.90	Rolls	365	Fierro	1973	$ 1.650,000.00	" "
[illegible] Corporación	"Buenavista"	94.83	28.96	21.95	5.80	3.04	Caterpillar	365	Fierro	1974	$ 2.300,000.00	Ensenada [illegible]
[illegible] Pesquera	"Tandil"	94.83	28.96	21.95	5.80	3.04	"	365	"	1974	$ 2.300,000.00	" "
[illegible] "Marina de [illegible] S.C.L."												
[illegible] Navarro	"Olivino"	39.65	26.75	18.29	6.04	1.74	Cummins	175	Madera	1971		Ensenada
[illegible]	"Hermilia"	16.00	11.41	11.00	3.40	2.15	General M.	165	"	1963		"
	"Triton Africa"	45.38	20.21	15.24	4.87	2.44	General M.	190	"	1967		"
	"Triton Alicia"	17.[illegible]	17.[illegible]	10.[illegible]	3.62	2.20	Caterpillar	66	"	1[illegible]7		"
[illegible]	"Triton"	40.29	20.21	15.24	4.87	2.44	Cummins	165	"	1969		"
[illegible] Valentín Hdez.	"Alvarado"	23.45	12.80	14.19	4.12	1.62	Introp	80	"	1970		"
[illegible] Carmona Arias	"Don Simón"	26.60	14.34	24.00	3.97	1.50	Volvo Penta	150	"	1958		"
[illegible] Figueroa M.	"Guela"	17.89	12.20	10.00	3.50	1.83	Cummins	225	"	1968		"
[illegible] Figueroa M.	"Perla"	21.62	17.77	15.20	3.60	1.00	Introp	80	"	1960		"
[illegible] Rulo Valerio	"Sallo"	55.07	15.40	31.65	5.60	2.92	Caterpillar	115	"	1967		"
[illegible] Santiago R.	"Guadalupe"	55.67	26.90	20.39	5.12	2.13	General M.	220	"	1969		"
[illegible] Felipe S.	"Catalina"	52.57	43.30	16.55	5.34	2.10	General M.	220	"	1964		"
[illegible] Mata Cura	"Tarpito"	60.29	55.21	19.23	5.64	2.52	Cummins	190	"	1972		"
[illegible] Mata Cura	"Tapyca"	37.40	22.70	17.64	5.34	2.50	Cummins					"
[illegible] Domínguez S.	"Ambito"	16.93	13.17	12.20	3.40	1.40	General M.	165	Madera	1964		"

CUADRO I-3-2

RELACION DE EMBARCACIONES MENORES DE LA FLOTA QUE OPERA EN EL PUERTO DE ALVARADO, VER.

PROPIETARIO	EMBARCACION	TONELAJE BRUTO	TONELAJE NETO	ESLORA	MANGA	PUNTAL	MOTOR	H.P.	MATERIAL DEL CASCO	AÑO DE CONSTRUC.	VALOR ACTUAL	[illegible]
Sociedad Cooperativa Pescadores de la Barra de Chacahua, S.C.L.	"Camaronera I"	4.50	4.50	10.07	2.44	0.90	Renos		Madera		$ 16,000.00	Estado [illegible]
	"Camaronera II"	1.00	1.00	6.10	1.80	0.70	Renos		Madera		$ 5,000.00	Estado [illegible]
Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "La Tiesta", S.C.L.	"Lydia"	2.00	2.00	7.00	1.50	0.70	Yamaha	25	Fibra de vidrio		$ 47,000.00	Estado [illegible]
	"Perlita"	2.00	2.00	7.00	1.50	0.70	Evinrude	25	" "		$ 47,000.00	Estado [illegible]
	"Lucy"	1.00	1.00	4.00	1.00	0.50	Evinrude	20	" "		$ 32,000.00	Estado [illegible]
	"Sin Nombre"	2.00	2.00	7.00	1.50	0.70	Evinrude	25	" "		$ 47,000.00	Estado [illegible]
	"Sin Nombre"	2.00	2.00	7.00	1.50	0.70	Evinrude	25	" "		$ 47,000.00	Estado [illegible]
	"Mirna"	2.00	2.00	7.00	1.50	0.70	Evinrude	25	" "		$ 47,000.00	Estado [illegible]
	"Yaneris"	2.00	2.00	7.00	1.50	0.70	Evinrude	25	" "		$ 47,000.00	Estado [illegible]
	"Magali"	3.00	3.00	8.50	2.00	0.70	Johnson	40	" "		$ 63,000.00	Estado [illegible]
	"Angélica"	2.00	2.00	7.00	1.50	0.70	Evinrude	25	" "		$ 47,000.00	Estado [illegible]
	"Lolita"	2.00	2.00	7.00	1.50	0.70	Evinrude	25	" "		$ 47,000.00	Estado [illegible]
	"Vicki"	2.00	2.00	7.00	1.50	0.70	Yamaha	25	" "		$ 47,000.00	Estado [illegible]
	"Vivita"	2.00	2.00	7.00	1.50	0.70	Johnson	25	" "		$ 47,000.00	Estado [illegible]
	"Dolita"	2.00	2.00	7.00	1.50	0.70	Evinrude	25	" "		$ 47,000.00	Estado [illegible]
	"Julia"	2.00	2.00	7.00	1.50	0.70	Evinrude	25	" "		$ 47,000.00	Estado [illegible]
	"Negrita"	2.00	2.00	7.00	1.50	0.70	Johnson	25	" "		$ 47,000.00	Estado [illegible]
Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Costa de San Juan, S.C.L.	"No hay amigos"	0.90	0.90	6.09	1.20	0.50	Johnson	6	Madera		$ 7,500.00	Estado [illegible]
	"Así es todo"	0.90	0.90	6.09	1.20	0.50	Johnson	6	Madera		$ 7,500.00	Estado.
	"Cisco"	0.90	0.90	6.09	1.20	0.50	Johnson	28	Madera		$ 5,000.00	"
	"Delirio"	0.90	0.90	6.09	1.20	0.50	Johnson	20	Madera		$ 5,000.00	"
	"Acuarra"	0.80	0.80	5.79	1.10	0.48	Tohchsu	25	Madera		$ 4,500.00	"
	"Crecs"	0.80	0.80	5.79	1.10	0.48	Tohchsu	20	Madera		$ 4,500.00	"
Eulogio Urcaiga Ortiz	"Papi"	10.00	9.00	11.60	3.40	2.20						
	"Cotote"	15.00	6.00	11.10	3.70	1.90	Caterpillar	120	Madera	1969		

PROPIETARIO	NOMBRE DE LA EMBARCACION	TONELAJE BRUTO	TONELAJE NETO	ESLORA	MANGA	PUNTAL	MOTOR	H.P.	MATERIAL DEL CASCO	CONST.	VALOR ACTUAL	ESPECIE QUE CAPTURA
Productos Pesqueros Alvarado, S.A. de C.V.	Propemex A-15-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	General M.	185	Fibra de Vidrio	1975	108,522.00	Dils. Sardina y al
	Propemex A-16-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-17-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-18-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-19-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-20-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-21-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-22-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-23-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-24-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-25-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-26-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-27-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-28-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-29-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-30-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-31-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-32-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-33-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-34-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-35-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-36-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-37-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-38-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-39-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-40-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-41-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-42-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-43-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-44-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "
	Propemex A-45-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	" "	185	"	1975	108,522.00	" " "

CONTINUA ...

Propietario	Nombre de la embarcación	Bruto	Neto	Eslora	Manga	Puntal	Motor	H.P.	Material del casco	Año de const.	Valor actual	Destino de captura
Sociedad Cooperativa de Producción "Pesquera 15 de Octubre, S.C.L."	"15 de Octubre I"	93.83	28.96	21.90	6.00	3.50	Caterpillar	325	Fierro	1973	$ 1.000,000.00	Frezes, Tiburón, calamar,
	"15 de Octubre III"	93.83	28.96	21.90	6.00	3.50	"	325	"	1974	$ 1.000,000.00	"
	"15 de Octubre IV"	93.83	28.96	21.90	6.00	3.50	"	325	"	1974	$ 1.000,000.00	"
	"15 de Octubre V"	93.83	28.96	21.90	6.00	3.50	"	325	"	1974	$ 1.000,000.00	"
	"15 de Octubre VI"	93.83	28.96	21.90	6.00	3.50	"	325	"	1974	$ 1.000,000.00	"
	"Proyecex 11"	94.05	30.06	24.40	6.90	2.85	"	380	Madera	1968	$ 1.000,000.00	"
	"Proyecex 15"	161.85	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	Fierro	1969	$ 1.000,000.00	"
	"Proyecex 16"	161.85	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	"	1969	$ 1.000,000.00	"
	"Proyecex 17"	161.85	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	"	1969	$ 1.000,000.00	"
	"Proyecex 18"	161.85	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	"	1969	$ 1.000,000.00	"
	"Proyecex 19"	161.86	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	"	1969	$ 1.000,000.00	"
	"Proyecex 20"	161.86	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	"	1970	$ 1.000,000.00	"
	"Proyecex 21"	161.86	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	"	1970	$ 1.000,000.00	"
	"Proyecex 22"	161.86	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	"	1970	$ 1.000,000.00	"
	"Proyecex 23"	161.86	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	"	1970	$ 1.000,000.00	"
	"Proyecex 24"	161.86	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	"	1970	$ 1.000,000.00	"
	"Proyecex 25"	161.86	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	"	1970	$ 1.000,000.00	"
	"Proyecex 26"	161.86	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	"	1970	$ 1.000,000.00	"
	"Proyecex 37"	110.09	52.46	21.94	6.10	2.90	Rolls	365	"	1972	$ 1.000,000.00	"
	"Proyecex 38"	110.09	52.46	21.94	6.10	2.90	"	365	"	1972	$ 1.000,000.00	"
Sociedad Cooperativa de Producción "Pesquera "Anfitritas" S.C.L."	"San Pedro"	80.29	55.01	19.80	5.04	2.74	Caterpillar	170	Madera	1967	$ 600,000.00	Frezes y c
	"Neptuno IV"	90.97	68.90	20.42	5.87	3.04	"	165	"	1970	$ 1.800,000.00	" "
	"San Pablo"	93.83	54.04	21.95	5.25	2.75	"	365	Fierro	1974	$ 1.955,000.00	" "
	"San Juan"	97.50	48.05	20.13	5.83	3.05	"	365	Fierro	1974	$ 1.755,000.00	" "
	"Proyecex 14"	161.85	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	"	1969	$ 1.945,000.00	" "
	"Proyecex 15"	161.85	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	"	1969	$ 1.953,000.00	" "
	"Proyecex 34"	110.09	52.46	21.94	6.10	2.90	Rolls	365	"	1972	$ 1.933,000.00	" "
Cooperativa de Producción Pesquera "12 de Julio, S.C.L."	"Quiter"	93.43	70.25	20.42	6.20	3.00	Caterpillar	365	Fierro	1976	$ 2.372,872.75	Frezes, ca tiburón.
	"Saturno"	93.43	70.25	20.42	6.20	3.00	"	365	"	1976	$ 2.372,872.75	"
	"Urano"	93.43	70.25	20.42	6.20	3.00	"	365	"	1976	$ 2.372,872.75	"
	"Mercurio"	90.97	68.90	20.42	5.87	2.48	"	365	Madera	1976	$ 1.895,445.07	"
	"Proyecex 36"	110.09	52.46	21.94	6.10	2.90	Rolls	365	Fierro	1972	$ 1.650,000.00	"

CONTINUA ...

CARACTERISTICAS DE LA FLOTA ATUNERA-SARDINERA DEL PUERTO DE ENSENADA, B.C.

NOMBRE DE LA EMBARCACION.	CARACTERISTICAS FISICAS ESLORA	MANGA	CALADO	PUNTAL	MOTOR (H.P.)	MAT.-CASCO	CAPACIDAD TONS.BRUTO	CAPACIDAD TONS.NETO	CAP.TONS. ACARREO.
Santa Isabel	33.97	8.02	-	3.78	600	madera	291.21	154.00	220.00
Califia	32.94	8.82	-	4.86	675	acero	272.00	195.00	300.00
El Sauzal	32.94	8.82	-	4.86	675	acero	272.00	195.00	300.00
Nino	32.94	8.82	-	4.86	675	acero	272.00	195.00	300.00
Libertador del Sur	32.94	8.82	-	4.86	675	acero	273.00	195.00	300.00
Vizcaino	32.94	8.82	-	4.86	675	acero	273.00	195.00	300.00
Cipres	32.94	8.82	-	4.86	675	acero	273.00	195.00	300.00
San Juan	28.50	6.63	-	6.07	225	madera	204.09	155.18	150.00
Santa Maria	27.29	7.52	-	3.20	400	madera	194.84	122.60	68.00
San Pedro	24.40	7.04	-	2.12	500	madera	135.42	75.52	110.00
Denin	23.00	6.61	-	2.89	425	madera	120.00	00.00	95.00
Senador	26.57	6.93	-	2.42	365	madera	116.29	74.21	95.00
Marino II	22.80	6.43	-	2.95	400	madera	105.14	84.00	90.00
Nora Elena	19.65	6.17	-	2.20	365	madera	95.73	74.77	75.00
Tito	24.32	8.20	-	6.20	365	madera	88.12	55.30	90.00
Flayeto	17.90	5.50	-	2.50	240	madera	85.34	64.80	58.00
Tropenex E-9	20.78	5.87	-	2.32	460	madera	80.90	61.60	65.00
Tropenex M-12	18.67	5.50	-	2.00	220	acero	80.60	51.12	60.00
Tropenex M-11	18.67	5.50	-	2.00	220	acero	80.45	51.06	60.00
Crisar	20.37	5.80	-	2.74	225	madera	79.38	58.71	80.00
San Martin	22.05	6.30	-	3.00	365	madera	79.27	53.00	50.00
Libertador	16.60	6.76	-	2.93	342	madera	73.95	43.07	75.00
San Arturo	10.60	4.90	-	2.63	100	madera	72.37	61.01	43.00
Tortugas	15.76	4.57	-	2.43	180	madera	51.77	16.47	45.00
Punta Banda	16.76	4.58	-	2.63	336	madera	51.77	45.47	44.00
Sunray's	18.50	4.60	-	2.10	225	madera	51.00	38.00	40.00
Aries	15.24	4.26	-	2.05	165	madera	51.00	36.06	35.00
Celta I	16.50	4.90	-	1.80	240	madera	48.87	42.93	40.00
Largo	14.80	4.08	-	1.90	165	madera	40.58	26.90	25.00
Celta II	15.00	3.90	-	1.80	165	madera	38.88	27.50	28.00
César	13.00	4.20	-	1.87	165	madera	32.70	13.41	30.00
Susana	17.50	3.00	-	5.00	165	madera	29.45	24.08	14.00
Noble	22.55	6.70	2.44	3.66	425	acero			120.00

3/

C U A D R O No. I-3-1

RELACION DE EMBARCACIONES DE ALTAMAR DE LA FLOTA QUE OPERA EN EL PUERTO DE ALVARADO, VER.

PROPIETARIO	NOMBRE DE LA EMBARCACION	TONELAJE BRUTO	TONELAJE NETO	ESLORA	ANCHO	PUNTAL	MOTOR	H.P.	MATERIAL DEL CASCO	AÑO DE CONST.	VALOR ACTUAL	ESTADO DE CAPITAL
Empresas Pesqueras de Alvarado, S. A. de C.V.	Propesex A-1	139.660	83.20	25.[illegible]	7.22	2.93	Caterpillar	555	Fierro	1974	$ 4.016.[illegible]	Libres, [illegible]
	Propesex A-2	132.000	83.02	26.10	7.22	2.96	"	565	"	1974	$ 4.016.[illegible]	[illegible]
	Propesex A-3	132.000	83.02	26.10	7.22	2.96	"	565	"	1974	$ 3.453.[illegible]	"
	Propesex A-4	132.000	83.02	26.10	7.22	2.96	"	565	"	1974	$ 4.[illegible]	"
	Propesex A-5	132.000	83.02	26.10	7.22	2.96	"	565	"	1974	$ 4.[illegible]	"
	Propesex A-1-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	$ 2.[illegible]	"
	Propesex A-2-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	$ 2.[illegible]	"
	Propesex A-3-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	$ 2.[illegible]	"
	Propesex A-4-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	$ 2.[illegible]	"
	Propesex A-5-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	$ 2.[illegible]	"
	Propesex A-6-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	$ 2.[illegible]	"
	Propesex A-7-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	$ 2.[illegible]	"
	Propesex A-8-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	$ 2.[illegible]	"
	Propesex A-9-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	$ 2.[illegible]	"
	Propesex A-10-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	$ 2.[illegible]	"
	Propesex A-11-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	$ 2.[illegible]	"
	Propesex A-12-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	$ 2.[illegible]	"
	Propesex A-13-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	$ 2.[illegible]	"
	Propesex A-14-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	$ 2.[illegible]	"
	Propesex A-15-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	$ 2.[illegible]	"
	Propesex A-16-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	$ 2.[illegible]	"
	Propesex A-17-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	$ 2.[illegible]	"
	Propesex A-18-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	$ 2.[illegible]	"
	Propesex A-19-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	$ 2.[illegible]	"
	Propesex A-1-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	General M.	185	Fibra de vidrio	1975	$ 108,522.00	Libre. Motor libre
	Propesex A-2-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	" "	185	" "	1975	$ 108,522.00	" "
	Propesex A-3-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	" "	185	" "	1975	$ 108,522.00	" "
	Propesex A-4-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	" "	185	" "	1975	$ 108,522.00	" "
	Propesex A-5-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	" "	185	" "	1975	$ 108,522.00	" "
	Propesex A-6-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	" "	185	" "	1975	$ 108,522.00	" "
	Propesex A-7-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	" "	185	" "	1975	$ 108,522.00	" "
	Propesex A-8-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	" "	185	" "	1975	$ 108,522.00	" "
	Propesex A-9-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	" "	185	" "	1975	$ 108,522.00	" "
	Propesex A-10-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	" "	185	" "	1975	$ 108,522.00	" "
	Propesex A-11-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	" "	185	" "	1975	$ 108,522.00	" "
	Propesex A-12-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	" "	185	" "	1975	$ 108,522.00	" "
	Propesex A-13-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	" "	185	" "	1975	$ 108,522.00	" "
	Propesex A-14-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	" "	185	" "	1975	$ 108,522.00	" "

CONTINUA ...

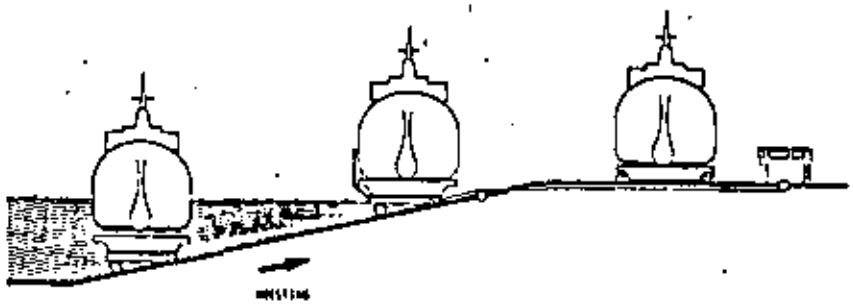
CARACTERISTICAS DE LA FLOTA ATUNERA DEL PUERTO DE ENSENADA, B.C.

NOMBRE DE LA EMBARCACION	CARACTERISTICAS FISICAS ESLORA	MANGA	CALADO	PUNTAL	MOTOR (H.P.)	MAT.- CASCO	TONS. B R U T O	CAPACIDAD TONS.NETO	TONS. ACEITE
Que Vadis.	61.87	8.53	6.10	-	3,100	-	1,325.00	541.00	970
Todos Santos	53.23	11.32	5.22	7.55	2,910.	acero	1,145.10	406.06	650
Albatún	53.16	11.30	5.25	7.53	2,910	acero	1,145.10	406.06	650
Indomable	53.18	11.31	5.24	7.54	2,910	acero	1,145.10	406.06	650
Estado 29	53.04	11.30	5.24	7.54	2,910	acero	1,145.10	406.06	650
General Zapata	52.98	11.30	5.25	7.54	2,910	acero	1,145.10	406.06	650
Lázaro Cárdenas	52.95	11.30	5.25	7.54	2,910	acero	1,145.10	406.06	650
Cuauhtémoc	52.00	11.10	-	7.70	2,500	acero	1,129.13	388.17	725
Gral.A.R.Rodríguez	49.34	1.10	5.0	7.80	2,500	acero	1,004.42	328.91	660
Juan A.R.Sullivan	51.42	11.10	5.0	7.80	2,500	acero	1,004.42	328.91	660
María Amalia	53.30	10.85	-	5.22	2,875	acero	1,000.00	500.00	950
Conquistador	50.41	10.97	-	5.95	2,575	acero	863.00	445.00	650
Flamingo	45.63	11.33	-	4.50	1,800	madera	613.46	203.12	400
San Martín	40.66	8.95	-	4.53	925	madera	546.00	381.00	380
Vencedor	43.07	8.97	-	5.19	840	madera	519.34	342.46	350
Ensenada	41.38	9.30	3.90	4.50	1,100	acero	495.32	205.31	320
Guaymas	41.38	9.30	3.90	4.50	1,100	acero	495.32	205.31	320

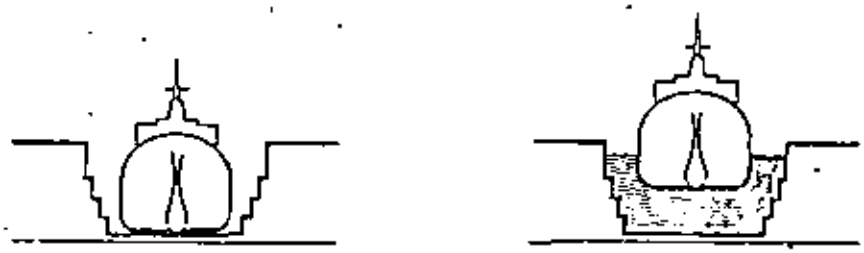
DELATTRE-LEVIVIER

4 SOLUTIONS EXISTENT EN MATIÈRE DE MISE A SEC DES NAVIRES
SOLUTIONS EXIST FOR DRY DOCKING SHIPS.

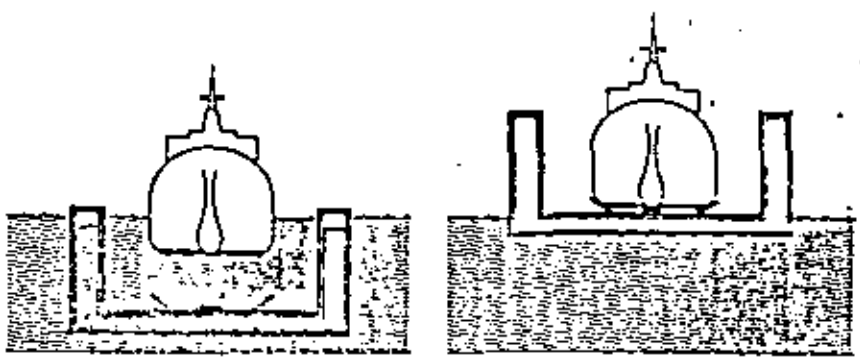
1 Slipway *Slipway*



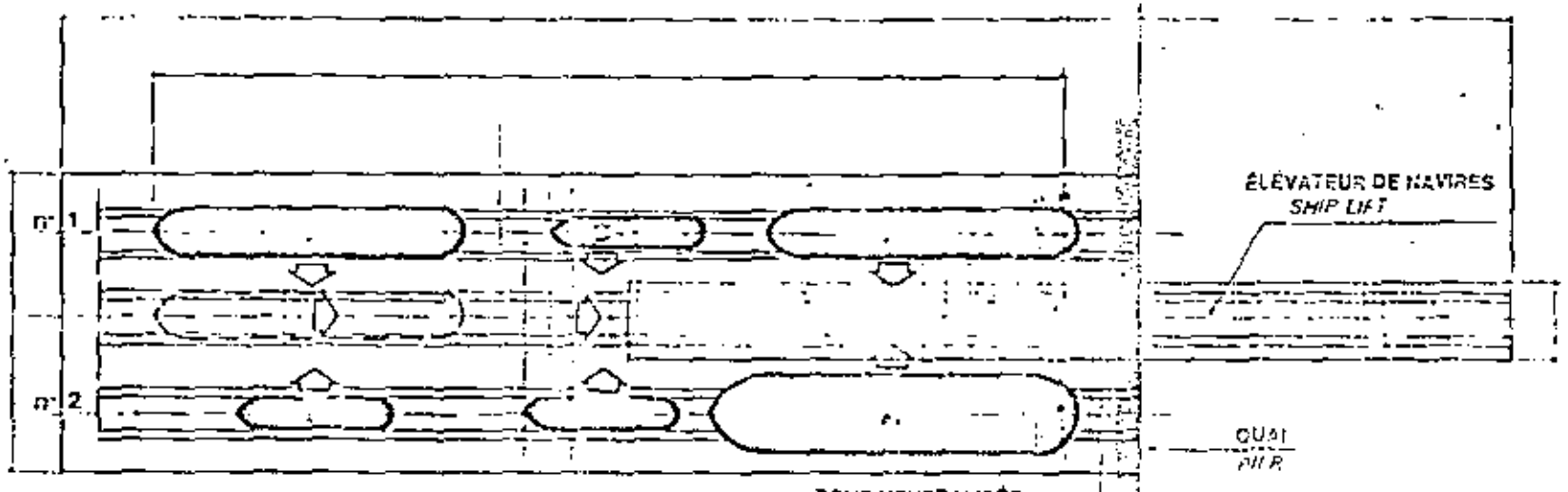
2 Cale sèche *Dry dock*

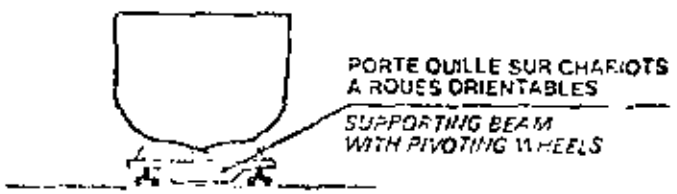


3 Dock flottant *Floating dock*



NOMBRE DE LA EMBARCACION	CARACTERISTICAS FISICAS ESLORA	MANGA	CALADO	PUNTAL	MOTOR (H.P.)	MAT.- CASCO	TONS. B R U T O	CAPACIDAD TONS.MATO	TONS. ACARREO
Mazatlán	41.83	9.30	3.90	4.50	1,100	acero	495.32	205.31	320
Delfín Azul	37.18	6.58	5.20	-	950	acero	495.00	415.00	320
Baja California	36.75	8.36	-	4.39	900	acero	470.92	290.63	220
Gavilán	40.23	6.71	5.20	-	1,125	acero	468.00	395.00	320
Virgilio Uribe	35.50	9.27	-	5.76	950	acero	350.00	345.00	300

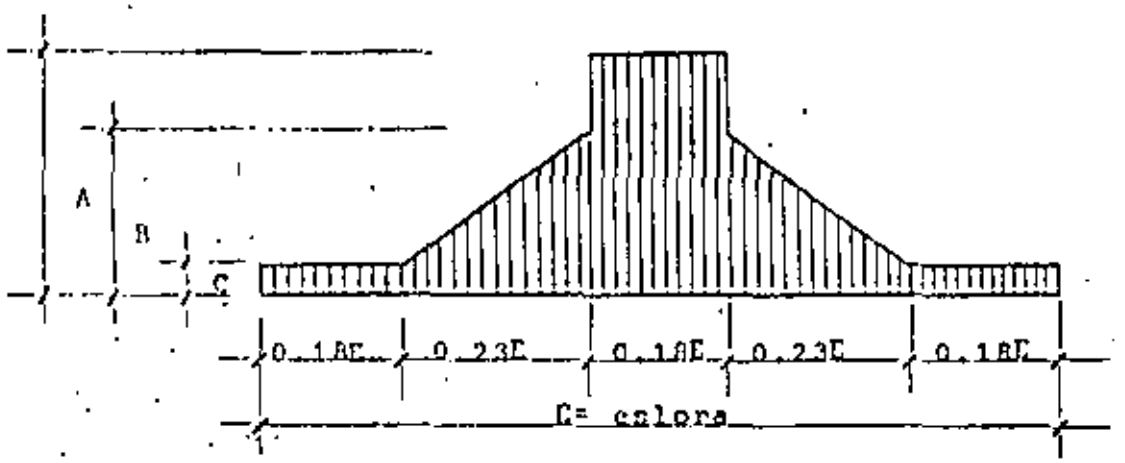




SECTION TRANSVERSALE
CROSS SECTION

MISE A TERRE DE NAVIRES ; EXEMPLE DE TRANSFERT LONGITUDINAL
EXAMPLE OF LONGITUDINAL SHIP TRANSFER SYSTEM

DIAGRAMAS DE DISTRIBUCION DEL PESO DE UN BARCO

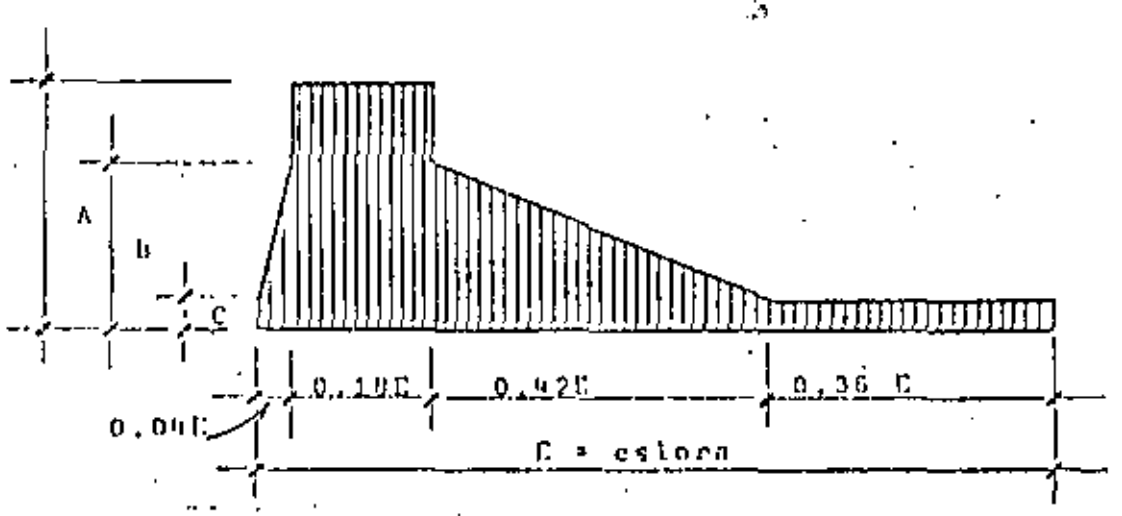


Maquinaria de impulsión en el centro del barco (Dr= Desplazamiento en rosca)

A = 0.025 Dr

B = 0.0166 Dr

C = 0.0033 Dr



Maquinaria de impulsión en la popa del barco (Dr= Desplazamiento en rosca)

TABLAS Y DATOS DIVERSOS
FACTORES DE CONVERSION

Multipliquese	por	Para obtener
acres	0.4077	Hectáreas.
atm.	760	mm. de Hg.
atm.	33.899	pies de agua.
atm.	30	Pulg. de Hg.
atm.	10.33	m. de agua.
atm.	1.033	Kg/cm.²
atm.	14.7	Lb/Pulg.²
Btu.	777.97	Pies-Lb.
Btu.	0.252	Cal.
Btu.	107.5	Kgm.
Btu/min.	0.0235	C.V. o H.P.
Btu/min.	0.0176	Kw.
C.V. o H.P.	0.9863	hp.
C.V. o H.P.	0.801	Kw.
Cal.	3.968	Btu/Lb.
Cal.	3087.8	Pies Lb.
Cal.	426.6	Kgm.
Cal/Kg.	1.8	Btu/lb.
Cal/min.	0.0935	C.V. H.P.
Cal/min.	0.0697	Kw.
Cm.	0.3937	Pulg.
Cm.²	0.155	Pulg.²
Cm.²	0.0010764	Pies.²
Cm³/seg.	0.061	Pulg.³
Cm³/seg.	0.0021186	Pies³/Min.
Cm³/seg.	0.032808	Pies³/Seg.
Cm³/seg.	0.0005	gpm.³
Dinas	0.00102	gramos.
Gal. americano	0.1337	pies.³
Gal. americano	231.	Pulg.³
Gal. americano	3.7851	l.
Gal. americano	0.0038	M.³
Gal. de agua americano	8.33	l.
gpm. americanos	0.002228	pies³/seg.
gpm. americanos	0.06308	l/seg.
Gal. inglés	1.20094	Gal. americano.
Gal. inglés	277.3	Pulg.³
Gal. inglés	4.546	l.
Gal. de agua inglés	10.01	lb.
°C + 17.8	1.0	°F.

Multiplíquese	por	Para obtener
°F — 32	0.5555	°C.
gr.	.03527	Oz-Avoid.
gr.	0322	Oz Troy.
gr.	15.432	gramos.
gr.	981.	Dinas.
gr/cm.³	0.03613	lb/Pulg.³
gr/cm.³	62.43	lb/pies.³
gramos	0.0648	gr.
Hectáreas	981.	Acres.
hp.	1.011	CV.
hp.″	76.	Kgm/seg.
hp.″	550.	Pies-lb/seg
hp.″	0.746	Kw.
hp-hr.	2544.6	Btu.
hp-hr.	641.24	Cal.
hp-hr.	273.745	Kgm.
Joules	0.7373	Pies-lb.
Kg.	2.205	lb avoid.
Kg/cm.²	5.599	lb/pulg.
Kg/cm.²	14.696	lb/pulg.²
Kg/cm.²	10.	m. de agua.
Kg/cm.²	32.8	Pies de agua.
Kg/cm.²	735.	mm. de Hg.
Kg/cm.²	36.117	lb/pulg.²
Kg/m.	0.672	lb/pie.
Kg/m.²	0.2048	lb/pie.²
Kg/m.³	0.06243	lb/pie.³
Kg.-Cal.	3.968	Btu.
Km.	0.6214	Millas.
Km.²	0.3861	Millas.²
Kw.	1.341	hp.
Kw.	14.34	Cal/min.
Kw.	56.92	Btu/min.
Kw.	856.9	Cal.
Kw.hr.	1.3410	hp.hr.
Kw.-hr.	3415.	Btu.
lb.	16.	Oz.
lb.	0.4536	Kg.
lb. avoid.	453.59	gr.
lb/pulg.	0.1780	Kg/cm.
lb/pulg.²	2.036	Pul. de Hg.
lb/pulg.²	0.0703	Kg/cm.²
lb/pulg.²	51.7	mm. de Hg.
lb/pulg.²	2.307	pies de agua.
lb/pulg.²	0.703	m. de agua.
lb/pulg.²	27.70	Pulg. de agua.
lb/pulg.³	0.0277	Kg/cm.³
lb/pulg.³	26.68	gr/cm.³
lb/pie	1.4881	Kg/m.
lb/pie²	4.8826	Kg/m.²
lb/pie³	16.0226	Kg/m.³

Multiplíquese	por	Para obtener
lb/pie³	0,016	gr/cm³
l.	61,024	Pulg.³
l.	0,03531	Pies.³
l.	0,2642	Gal. americano.
l/seg.	15,85	Gal/min.
mm.	0,03937	Pulg.
m.	39,3696	Pulg.
m.²	3,28083	Pies.²
m.	1,0936	Yd.
m.²	10,7639	pies.²
m.²	1,1959	Yd.²
m.³	35,3166	pies.³
m.³	1,3079	Yd.³
m.³	264,17	Gal.
Millas	1,6093	Km.
Millas	1760.	Yd.
Millas	1852.	m.
Millas²	2,59	Km²
Nudos	1,6093	Km./hora.
Nudos	1.	Milla/hora.
Oz. (troy)	31,10	gr.
Oz. (troy)	0,0685	lb.
Pies	0,3048	m.
Pies	30,48	cm.
Pies²	929,03	cm²
Pies³	16,387	cm³
Pies³	7,4805	Gal. americano.
Pies³	6,229	Gal. inglés.
Pies³	28,317	l.
Pies³	1728.	Pul.³
Pies — lb.	1,3563	Joules
Pies — lb.	0,1383	Kgm.
Pies/lb.	0,0003	Cal.
Pies/lb.	70,0013	Btu.
Pies de agua	0,4335	lb/Pulg.²
Pies de agua	0,88265	Pulg. de Hg.
Pies³ de agua	62,425	lb.
Pies³ de aire a 32°F y 1 atm.	0,080728	lb.
Pies/seg.	30,48	cm/seg.
Pies³/seg.	448,83	gal/min.
Pies³/seg.	1699,3	gal/min.
Pulg.	2,54	cm.
Pulg.²	6,1516	cm.²
Pulg.³	0,0164	l.
Pulg.³ de agua	0,0361	lb.
Pulg. de agua	0,03613	lb/pulg.²
Pulg. de agua	0,07355	Pulg. de Hg.
Pulg. de Hg.	0,49116	lb/Pulg.²
Pulg. de Hg.	13,596	Pulg. de agua.
Pulg. de Hg.	1,13299	Pies de agua.

Multiplíquese	por		Para obtener
Radianes	57.30		Grados ángulos
Ton.	2205.		lb.
T. inglesa corta	2000.		lb.
T. inglesa corta	907.2		Kg.
T. inglesa larga	1240.		lb.
T. inglesa larga	1016.		Kg.
Yd.	0.9144		m
Yd.²	0.8361		m²
Yd.³	0.7635		m³
barril petróleo	0.159		m3
	159		litros
	42		galones US.

Distr.
GENERAL

TD/B/AC.15/15/Corr.1
8 de diciembre de 1975

ESPAÑOL
Original: INGLES

Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo

JUNTA DE COMERCIO Y DESARROLLO
Grupo Preparatorio Intergubernamental para un Convenio sobre el transporte intermodal internacional
Tercer período de sesiones
Ginebra, 16 de febrero de 1976
Tema 2 a) del programa provisional

ASPECTOS TECNICOS Y FINANCIEROS DE LAS TECNOLOGIAS MODERNAS DE TRANSPORTE UTILIZADAS EN LAS OPERACIONES DE TRANSPORTE MULTIMODAL

Informe de la secretaría de la UNCTAD

Corrección

Anexo

Página 5, pregunta 10, cuadro del texto (1972)

Donde dice "2 700 TEU" debe decir "3 000 TEU".

Página 10, pregunta 19, último párrafo

Donde dice "Deben manipularse" debe decir "Pueden manipularse".

Página 19, pregunta 44, línea 1

Donde dice "por metro cuadrado útil" debe decir "por metro útil".

Página 25, pregunta 68, línea 5

Suprímase "parcialmente".

Distr.
GENERAL

TD/B/AC.15/15
24 de septiembre de 1975

ESPAÑOL
Original: INGLES

Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo

JUNTA DE COMERCIO Y DESARROLLO
Grupo Preparatorio Intergubernamental para un Convenio sobre el transporte intermodal internacional
Tercer período de sesiones
Ginebra, 16 de febrero de 1976
Tema 2 a) del programa provisional

ASPECTOS TECNICOS Y FINANCIEROS DE LAS TECNOLOGIAS MODERNAS DE TRANSPORTE UTILIZADAS EN LAS OPERACIONES DE TRANSPORTE MULTIMODAL

Informe de la secretaría de la UNCTAD

1. En los períodos de sesiones primero y segundo del Grupo Preparatorio Intergubernamental para un convenio sobre el transporte intermodal internacional se hizo patente que la falta de información y de datos adecuados sobre los aspectos técnicos y financieros de las tecnologías modernas de transporte utilizadas en las operaciones de transporte multimodal constituía para los países en desarrollo un problema de capital importancia. El presente informe ha sido preparado para ayudar a los países en desarrollo a tomar decisiones, en relación con los trabajos del Grupo y en el orden práctico, con respecto a la unitarización en sus puertos.

2. Para que la presentación de la información y los datos pertinentes fuera lo más clara y sucinta posible, la secretaría de la UNCTAD consideró que lo más apropiado sería presentar un texto redactado en forma de una serie de preguntas y respuestas. Por consiguiente, la secretaría encargó al Sr. A. Bahman, del Irak, que preparase las respuestas a una serie de preguntas relativas a los tipos principales y el costo del material utilizado en las técnicas modernas de transporte aplicadas en las operaciones de transporte multimodal.

La lista de preguntas y respuestas figura en el anexo al presente informe y abarca el transporte marítimo -incluidos los buques- y los puertos, así como el transporte por ferrocarril, por carretera, por vías de navegación interior y por vía aérea. Las preguntas giran en torno a los distintos métodos de unitarización de la carga que, si bien en principio no son necesarios para que pueda haber transporte multimodal, contribuyen a que se obtengan las máximas ventajas de esa forma de transporte.

Anexo I

PREGUNTAS Y RESPUESTAS SOBRE LOS ASPECTOS TECNICOS Y FINANCIEROS DE LAS TECNOLOGIAS MODERNAS DE TRANSPORTE UTILIZADAS EN LAS OPERACIONES DE TRANSPORTE MULTIMODAL

INDICE

A. TECNOLOGIAS MODERNAS DE TRANSPORTE Y OPERACIONES MULTIMODALES

1. ¿Qué es el transporte multimodal internacional?

El transporte multimodal internacional consiste en el porte de mercancías de un país a otro por dos o más modos de transporte en virtud de un contrato único. El documento o contrato de transporte multimodal (TM) - expedido por la persona o la empresa que organiza ese servicio -el operador de transporte multimodal (OTM)- y que asume además la responsabilidad de la ejecución de toda la operación. El sistema contrapuesto al transporte multimodal es el transporte fragmentado.

2. ¿Cuáles son las características principales del transporte multimodal?

Lo que caracteriza al transporte multimodal es la naturaleza de la relación contractual entre el OTM y el cargador. El OTM actúa como entidad con personalidad jurídica propia que ofrece a los cargadores un contrato único para el porte de mercancías por más de un modo de transporte.

3. ¿Qué se entiende por transporte de puerta a puerta?

El porte completo de la mercancía desde el local del expedidor hasta el local del destinatario.

4. ¿Ha de ser el transporte multimodal necesariamente de puerta a puerta?

No. Puede ser de muelle a puerta, de muelle a almacén en el interior, de puerta a muelle, de puerta a almacén en el interior y de almacén en el interior a almacén en el interior. Ahora bien, las ventajas pueden ser mayores si toda la operación de transporte se planea y realiza como una operación única de puerta a puerta.

5. ¿Qué modos de transporte pueden utilizarse en el transporte multimodal?

Todos los modos de transporte, es decir, por vía marítima, por carretera, por ferrocarril, por vía aérea o por vías de navegación interior, que sean compatibles con las unidades de mercancías acarreadas.

6. ¿El transporte multimodal, asume automáticamente la unitarización de la carga?

No. En teoría, el transporte multimodal es compatible también con la carga fraccionada. Sin embargo, como el movimiento de carga fraccionada entraña operaciones de manipulación de la carga en cada punto de transbordo de la cadena de transporte, quizá sea difícil que un solo operador asuma la responsabilidad de toda la operación y ofrezca un documento único de transporte directo. Es ahí que el transporte multimodal internacional ofrece su máxima utilidad en relación con el transporte unitarizado; de las diversas formas de unitarización, el sistema de contenedores es el que mejor se presta al transporte multimodal internacional, ya que permite la máxima protección contra daños y hurtos.

Buques celulares

Año de entrada en servicio	Capacidad de transporte de contenedores	Peso muerto	Eslora total	Manga total	Calado
Primera generación (1968)	750 TEU	12 000 T	175 m	25 m	8 m
Segunda generación (1970)	1 500 TEU	30 000 T	225 m	29 m	31 m
Tercera generación (1972)	2 400 TEU	35 000 T-50 000 T	275 m	32 m	12

Velocidad: 20-25 nudos (algunos alcanzan los 33 nudos)

Buques típicos de carga general y contenedores

Capacidad de transporte de contenedores	Eslora total	Manga total	Calado
792 TEU	202 m	23 m	10 m
233 TEU	171 m	23 m	9
247 TEU	150 m	22 m	8 m

Velocidad: 16-20 nudos

Buques LASH (buques portadores)[a/]
(Clase Seitz Bar)

Capacidad de transporte de contenedores o gabarras	Peso muerto	Eslora total	Manga total	Calado
288 TEU y 74 gabarras LASH	41 000 T	272 m	30,5 m	11,62 m

Velocidad: 22,5 nudos

---

a/ El buque portagabarras tipo LASH tiene una popa ancha en forma de U provista de una estructura que sobresale del casco y sirven para las operaciones de carga y descarga. Para descargar las gabarras se utiliza un pórtico de pórtico móvil montado sobre rieles. El buque es del tipo de cubierta única con 24 superestructuras a proa.

11. ¿Cuáles son las instalaciones de manipulación a bordo de los buques portacontenedores?

Algunos buques portacontenedores no van provistos de aparejos de carga. En los demás, es posible cualquier combinación del siguiente material de manipulación:

Pescantes de carga giratorios de gran potencia: pescantes de carga moderno provisto de dos amantillos gemelos que permiten un movimiento giratorio y basculante sin tensiones excesivas.

Grúas de cubierta móviles: grúas montadas sobre una plataforma giratoria común de tal manera que pueden funcionar juntas o independientemente.

Grúa-pórtico: aparato de elevación móvil cuyos pies se desplazan a lo largo de ambas bandas del buque. La viga entre cabos pies sostiene un carrillo que lleva el material de izada y que está dotado de un movimiento de traslación por el través del buque.

Montacargas (buques portagabarras): mecanismo de elevación hidráulico situado en la popa del buque que permite la carga o descarga de los contenedores (en gabarras)

Estiba mecanizada: dispositivos automatizados de las bodegas para facilitar el desplazamiento horizontal y la estiba de los contenedores.

Vehículos de plataforma baja: tipo de remolque que permite la máxima utilización del espacio en los buques Ro-Ro.

Instalaciones de acceso: tales como rampas en la popa o la aleta de los buques Ro-Ro que permiten el acceso del equipo de transbordo.

Carretilla-pórtico de silueta baja: equipo utilizado en los buques Ro-Ro para embarcar y desembarcar contenedores, grandes plataformas y otras grandes unidades.

12. ¿Cuál es el costo indicativo de algunos de esos buques?[c/]

Buque portacontenedor para el transporte de 800 contenedores de carga seca y 400 contenedores frigoríficos (25.000 TPM-22 nudos)	50,6 millones de dólares

---

c/ Datos obtenidos por cortesía de los editores del Fairplay Journal; nivel de precios a mediados de 1975 según las estimaciones publicadas en la sección "Venta de buques" del Fairplay Journal, números de febrero a junio de 1975. Los precios de las gaberras LASH y Seabee han sido tomados de Containerization International Yearbook, 1974.

características, puede utilizarse repetidamente o ser desechable. El término paletas comprende las paletas planas, las paletas-caja y las paletas con montantes:

- La paleta plana es una simple base de uno o dos pisos sin ninguna superestructura;
- La paleta-caja es una paleta plana con una estructura en forma de caja, cuyos lados pueden ser de red o macizos y que puede tener o no una cubierta;
- La paleta con montantes es una paleta plana con montantes de esquina ajustable y larguero desmontables.

16. ¿Qué paletas normalizadas se utilizan en el transporte multimodal?

Las recomendaciones de la ISO[d/] sobre las dimensiones normales de las paletas de doble piso para el transporte directo de mercancías y de paletas de mayor tamaño para los mismos fines, son las siguientes:

Pulgadas	Milímetros
32 x 48	800 x 1 200
40 x 48	1 000 x 1 200
32 x 40	800 x 1 000
48 x 69	1 200 x 1 600
48 x 72	1 200 x 1 800

17. ¿Qué es un contenedor?

Se ha dado del contenedor la siguiente definición internacional[e/]:

un elemento del equipo de transporte

a) de carácter permanente y por tanto suficientemente resistente para permitir su uso repetido;
b) especialmente ideado para facilitar el porte de mercancías por uno o varios modos de transporte, sin manipulación intermedia de la carga;
c) provisto de dispositivos que permiten su fácil manejo y, en particular, su transbordo de un modo de transporte a otro;
d) diseñado de manera que sea fácil de llenar y vaciar;
e) de un volumen interior de un metro cúbico (35,3 pies cúbicos), por lo menos.

El término contenedor no comprende los vehículos ni los embalajes de tipo corriente

---

d/ ISO 198-1961 y R 329 1963

e/ ISO 668.

20. ¿Cuál es el costo aproximado de los contenedores?[f/]

Contenedor de acero	20 pies	1 900 a 2 500 dólares
Contenedor de acero	40 pies	3 900 a 4 500 dólares
Contenedor refrigerado	20 pies	4 500 a 7 000 dólares
Contenedor refrigerado	40 pies	11 000 a 14 000 dólares

21. ¿Pueden transportarse los contenedores por todos los modos de transporte?

En general, sí. No obstante, los contenedores transportados por buques se ajustan generalmente a las normas de la ISO y no son compatibles con el transporte aéreo.

22. ¿Cuáles son los diversos sistemas de manipulación de los contenedores?

1. Sistema ordinario de manipulación
2. Sistema de transbordo por elevación (lift-on/lift-off)
3. Sistema de transbordo por rodadura (roll-on/roll-off)
4. Sistema de transbordo por flotación (float-on/float-off)

23. ¿En qué consiste el sistema ordinario de manipulación de contenedores?

Este sistema se suele emplear cuando el movimiento de contenedores es limitado, especialmente cuando éstos son transportados en buques de línea corrientes. Los contenedores pueden cargarse en el buque empleando los aparejos propios de éste, y la descarga en el muelle se efectúa con estos aparejos o con grúas instaladas en tierra. Los contenedores pueden ser transbordados directamente del buque a vagones de ferrocarril o vehículos de carretera, o bien trasladados con camiones plataforma o remolques de muelle a una zona de almacenamiento cercana. La carga y descarga de los vagones de ferrocarril y vehículos de carretera puede efectuarse con grúas móviles, grúas pórtico, carretillas de horquilla elevadora y otro material análogo.

24. ¿Qué es un sistema de transbordo por elevación?

Se trata de un sistema usual cuando el tráfico de contenedores es regular y considerable. Los contenedores se descargan del buque utilizando los aparejos de éste o bien grúas de gran potencia instaladas en tierra; en la mayor parte de los casos los contenedores se colocan directamente en un camión plataforma, en un chasis semirremolque arrastrado por un tractor de carretera ordinario, o en un tren de chasis consistente en un tractor que arrastra cierto número de contenedores hasta la zona de

---

f/ Cotizaciones de fabricantes de la República Federal de Alemania, sujetas a fluctuaciones (febrero de 1975).

7. ¿Cuáles son los diferentes tipos de remolques que se emplean en la manipulación y el transporte de contenedores?

Remolque plataforma:	Un chasis con una plataforma de madera y generalmente con un tablero delantero.
Remolque de chasis sencillo:	Bastidor sobre ruedas en el que se colocan los contenedores para transportarlos por carretera.
Semirremolque:	Remolques sin ruedas delanteras. La parte delantera se apoya sobre la unidad de tracción o, cuando está separada de ésta, en patas de soporte.
Remolque con ejes en tándem:	Remolque o semirremolque dotado de ejes dobles.
Chasis plano:	Chasis remolque con superficie totalmente plana, sin los rebordes de los remolques corrientes.
Chasis de carretera:	El remolque especial en que se colocan los contenedores para ser transportados por un vehículo o una unidad de tracción de carretera.
Remolque bajo:	Remolque de silueta baja, empleado en los buques Ro-Ro.
Semirremolque de toldo:	Semirremolque de costados bajos y pared posterior abatible. Provisto de anillas metálicas y lona impermeabilizada.
Semirremolque extensible:	Semirremolque que puede extenderse, en general de 40 a 60 pies; tiene ranuras y clavijas de cierre simétricas.
Semirremolque de volqueta:	Semirremolque con dispositivo neumático de descarga. Levantando un extremo del contenedor, permite volcar la carga a granel en silos, sin necesidad de emplear otro equipo de manipulación en los puntos de entrega.
Bogie:	Juego de ruedas especialmente destinadas a emplearse como ruedas traseras bajo los contenedores o chasis.
Tren delantero:	Juego de ruedas que puede colocarse en la parte delantera de un semirremolque para convertirlo en un remolque de cuatro ruedas.

Existen modelos adaptados a los diversos números y longitudes de contenedores del sistema modular de la ISO.

Los semirremolques especiales para el transporte de contenedores corresponden en general a una de dos categorías principales: los destinados a transportar contenedores dentro del perímetro de un terminal o en las operaciones de transbordo de un buque Ro-Ro, y los empleados para transportar contenedores por carretera.

32. ¿Debe el cargador o usuario pagar por una carga completa de contenedor aunque envíe sólo una carga parcial?

No, en tal caso el cargador paga un flete basado en un peso o volumen mínimo de utilización.

33. ¿Qué es una "carga completa de contenedor" (CCC)?

Es la enviada en un contenedor, generalmente cargado por un cargador o un agente de grupaje, a un destinatario, y por cuyo transporte se paga la tarifa de contenedor completo.

34. ¿Cómo se estiban los contenedores en los buques?

La estiba de los contenedores varía según el tipo de buque. En los buques corrientes de carga fraccionada, los contenedores se colocan unos junto a otros en sentido longitudinal, en la cubierta y sobre las tapas de las escotillas y se afianzan mediante dispositivos inmovilizadores. En los buques portacontenedores celulares, se apilan verticalmente en células con capacidad de hasta nueve contenedores. Las células están provistas de guías especiales que permiten el fácil deslizamiento de los contenedores. En la mayoría de los buques portacontenedores se apila del 25 al 35% de los contenedores sobre las tapas de las escotillas, que tienen dispositivos de anclaje adecuados. En los buques portacontenedores más pequeños que carecen de células, los contenedores se llevan en las bodegas sujetos con barras.

En los buques Ro-Ro, los contenedores se estiban sobre cubierta y se afianzan con dispositivos de amarre, o permanecen sobre remolques de diversos tipos durante el transporte.

Ante la perspectiva de una unitarización deben tenerse en cuenta los puntos de transbordo y la infraestructura que el puerto puede ofrecer. Hay que determinar, además, hasta qué punto los cargadores o usuarios se percatan de lo que es la unitarización y están en condiciones de organizar sus operaciones a base de unidades de carga. La elecció del método de unitarización, que influirá en definitiva en las inversiones destinadas a los servicios portuarios, dependerá también del tipo de mercancías que han de pasar por el puerto.

Debe dotarse al puerto de equipo adecuado para la manipulación o modificar el equipo existente. También deben efectuarse en la disposición material del puerto los cambios que sean necesarios para el movimiento de las unidades de carga que, según se prevé, han de pasar por el puerto. Por ejemplo, habilitar lugares para estacionamiento, preparar una zona de almacenamiento de contenedores o construir muelles adecuados.

38. <u>¿El hecho de que el movimiento de mercancías se haga por métodos multimodales supone un cambio en las operaciones del puerto?</u>

Sí. Cuando el movimiento de mercancías se hace por procedimientos multimodales, s operaciones del puerto son principalmente de tránsito. La manipulación de la carga y la estiba se reducen al mínimo. Sin embargo, en un puerto de tipo corriente se plantearán diversos problemas nuevos, sobre todo en el caso de la entrega directa. Habrá que proceder a una vasta reorganización del puerto de modo que se reúnan las condiciones necesarias para las operaciones de entrega directa a vehículos de carretera, trenes o gabarras. Por ejemplo, la maniobra de los vagones de ferrocarril constituirá un problema importante a menos que se creen las instalaciones necesarias. La regulación del tráfico por carretera es otro ejemplo de ello; la planificación de ese tráfico y la medida en que pueda satisfacer las exigencias del transporte multimodal influirá en las operaciones del puerto. Las operaciones requerirán menor densidad de mano de obra y exigirán más espacio abierto del que se dispone en la mayoría de los puertos de tipo corriente. Habrá que mejorar los métodos en materia de documentación y de información. El movimiento multimodal de las mercancías supone una comunicación más activa con los clientes y los destinatarios.

39. <u>¿Habrán falta en los puertos muelles especiales para manipular la carga unitarizada?</u>

Esto dependerá de la escala utilizada y del sistema de unitarización. Cuando el movimiento de contenedores no es grande la manipulación puede hacerse en los muelles corrientes de carga fraccionada que pueden consistir en un espacio o medio muelles

D. TERMINALES DE CONTENEDORES, DEPOSITOS E INSTALACIONES CONEXAS

42. ¿Cuál es la diferencia entre un muelle de contenedores y un terminal de contenedores?

Las expresiones "muelle" y "terminal" pueden denotar idénticas instalaciones. Ahora bien, desde un punto de vista técnico el muelle es un andén donde atracan los buques y donde los contenedores son cargados a los buques o descargados de ellos, mientras que la palabra "terminal" puede denotar el muelle y la zona, por lo general contigua al muelle, donde los contenedores son almacenados, llenados, vaciados y trasladados a trenes o vehículos de carretera. Pueden establecerse también terminales de contenedores en puntos situados en el interior.

43. ¿En qué consiste la explanada en un terminal para contenedores?

Por lo general el término "explanada" se refiere al andén paralelo al muro del muelle y adyacente a éste donde se clasifican los contenedores para proceder a su carga o descarga con grúas.

44. ¿Cuáles son los costos aproximados de construcción del muro del muelle y de la explanada? 1/

a) Muro del muelle: por metro cuadrado útil para grúa de contenedores	4.000 a 20.000 dólares EE.UU.
Relleno de explanada por metro cuadrado	28 a 42 dólares EE.UU
Pavimento de hormigón o asfalto, por metro cuadrado	7 dólares EE.UU.

45. ¿Cuáles son las partes integrantes de una terminal de contenedores?

a) La zona de clasificación que va del muro del muelle a la zona de apilamiento.

b) Las zonas de apilamiento y el espacio reservado para contenedores vacíos y averiados.

c) Los parques de remolques.

1/ Las cifras están basadas en datos publicados en "Aspectos técnicos de los sistemas de transporte de grandes contenedores" (ST/ECA/170) Nueva York 1970, págs. 105 112, y reajustados con arreglo a los precios registrados en junio de 1975 en el Reino Unido, conforme a un índice proporcionado por una firma de consultores en ingeniería de ese país.

contenedores ofrecen una fórmula eficaz, en sustitución del movimiento de contenedores de puerta a puerta, para los cargadores o usuarios que tienen cargas parciales o cargas completas de contenedores pero no cuentan con medios apropiados para efectuar ellos la carga.

49. ¿Quién puede organizar una estación de carga de contenedores?

Las estaciones de carga de contenedores pueden ser organizadas por las empresas navieras, los transportistas por carretera, los comerciantes al por menor que operan con mercancías homogéneas o bien por el Estado en forma de una red nacional de estaciones de carga auspiciadas por él, fórmula ésta que puede ser más ventajosa que la de un gran número de centros de grupaje administrados por entidades particulares.

50. ¿Son necesarias las estaciones de carga de contenedores en un puerto donde sólo se mueve un pequeño número de contenedores?

No. Sobre todo si los contenedores pueden trasladarse directamente afuera del puerto o a un tinglado corriente de carga fraccionada donde sea posible efectuar su llenado y vaciado, siempre que las dimensiones materiales de los tinglados permitan la maniobra sin obstáculos del equipo de traslación.

51. ¿Es posible instalar los servicios conexos, es decir, el tinglado de agrupación de la carga, la zona de almacenamiento y apilamiento, las zonas de entrega y conservación de contenedores en un lugar que no sea contiguo al muelle?

Aunque es posible contestar afirmativamente a esta pregunta, debe señalarse que, en caso de que el tráfico aumente considerablemente, esta solución impondrá ciertas limitaciones a las operaciones de manipulación de contenedores. Asimismo, al establecer los servicios conexos lejos de los servicios de grúas aumentarán los gastos de capital en equipo de traslación, disminuirá el ritmo de manipulación de la carga y se perderá flexibilidad, sobre todo en lo que se refiere a la elección del equipo de traslación. Por ejemplo las carretorillas-pórtico no son apropiadas para la traslación a distancia.

52. ¿Cómo pueden utilizarse los tinglados de carga fraccionada en puertos comunes para contenedores y carga fraccionada en caso de que aumente el tráfico de contenedores?

Si no transforma el muelle para destinarlo exclusivamente al movimiento de contenedores, los tinglados pueden utilizarse para el llenado y vaciado de contenedores siempre que esos tinglados, por su anchura y altura, permiten la maniobra del equipo de

E. UNITARIZACION Y MATERIAL DE MANIPULACION DE LA CARGA

53. ¿Cuál es el material necesario para manipular la carga unitarizada en el puerto?[1/]

El material diferirá de un puerto a otro según las distintas variedades de unidades de carga acarreadas a través del puerto y según la configuración física de éste. Sería imposible hacer una lista completa de todo el equipo de manipulación para todas las formas de unitarización. Ahora bien, el equipo para manipular la carga unitarizada en los puertos puede consistir en cualquier combinación de los elementos siguientes:

a) Grúas martillo, grúas de torre, grúas para la manipulación de contenedores, grúas-puente, grúas móviles, material para transporte sobre vagones plataforma (sistema "canguro"), etc.

b) Carretillas de carga lateral, dispositivos de elevación lateral y unidades de transbordo lateral.

c) Carretillas elevadoras provistas de una variedad de dispositivos: mecanismo de desplazamiento lateral, horquillas extensibles, soportes con vástago, dispositivo portabarriles, brazo con gancho, dispositivo portabidones, prensores, etc.[k/].

d) Gatos rodantes, gatos accionados mecánicamente.

e) Material de acceso para los contenedores: rampas de andén de carga, rampas móviles, rampas levadizas, plataformas elevadoras, etc.

f) Carretillas-pórtico.

g) Material de tracción: remolques, chasis, tractores, sistemas rodantes neumáticos o hidráulicos portátiles, "multifits", etc.

1/ El sistema de transbordo por rodadura y, hasta cierto punto, el sistema de transbordo por flotación, no necesita el mismo material de elevación de gran potencia que el sistema de contenedores. Sin embargo, el material utilizado para el transbordo y la traslación de las unidades de carga en todos los sistemas no es físicamente diferente. Aunque esta pregunta ha sido formulada con respecto a los puertos, parte del material enumerado es necesario para manipular cargas unitarizadas en cualquier punto de transbordo y en los terminales de contenedores.

k/ Los soportes con vástago se utilizan para izar alfombras, tubos, etc.

El dispositivo portabarriles consiste en dos pares de brazos superpuestos que ciñen el barril.

El brazo con gancho es un accesorio que habilita la carretilla elevadora para funcionar como grúa móvil.

El dispositivo portabidones es un aparato de elevación con movimiento vertical y un gancho para izar y manipular uno o dos bidones simultáneamente a modo de una eslinga.

Los prensores son un dispositivo consistente en dos brazos colocados en lugar de las horquillas que permiten asir, sujetándola por los lados, una unidad de carga o un solo artículo sin ayuda de paletas.

El costo aproximado de una grúa-pórtico es el siguiente:

Grúa-pórtico económica para la manipulación de contenedores, 30 toneladas, contenedor ISO 20'/30'/40', utilizado en barcos destinados a travesías cortas	500.000 dólares EE.UU.
Grúa-pórtico de 40 toneladas para la manipulación de contenedores, de un alcance útil de 115 pies con bastidor de suspensión, según el grado de automatización	2 a 3 millones de dólares EE.UU.

55. ¿Qué es una grúa móvil y cuál es su costo aproximado?

Una grúa móvil es una grúa automotriz destinada a funcionar sobre una superficie vial. Tiene múltiples aplicaciones y suele estar provista de eslingas y brazos de suspensión. Las grúas móviles pueden utilizarse para la manipulación de contenedores cuando el número de éstos es pequeño.

El costo de las grúas móviles, según su capacidad, que oscila entre 11 y 60 toneladas, y la longitud del aguilón, se sitúa entre 43.000 y 215.000 dólares.

56. ¿Qué es una carretilla de toma lateral y cuál es su costo aproximado?

Una carretilla de toma lateral es una carretilla elevadora cuyo mecanismo de izada está situado en un lado del vehículo para la manipulación de contenedores. Las carretillas de toma lateral provistas de bastidores de suspensión y horquillas se utilizan también para la carga y descarga de buques Ro-Ro y para el transbordo de contenedores desde las zonas de almacenamiento y hasta ellas. El mástil de elevación puede desplazarse de modo que el contenedor descanse sobre el chasis de la carretilla durante el transporte. Sus especificaciones técnicas son las siguientes:

Capacidad de elevación: 20 a 35 toneladas.

Apilamiento: 2 a 3 alturas de contenedores de 20 x 8 x 8 6 40 x 8 x 8.

Velocidad de izada: 12 m/minuto a 35 m/minuto, cargada.

Una carretilla de carga lateral con una capacidad de elevación de 35 toneladas permite manipular por término medio de 12 a 15 contenedores por hora, en la carga o descarga de vagones de ferrocarril o camiones.

58. ¿Qué es un dispositivo de elevación lateral y cuál es su costo aproximado?

Los dispositivos de elevación lateral son mecanismos de manipulación de contenedores montados en camiones, remolques y semirremolques de transporte por carretera y consisten en dos brazos elevadores accionados hidráulicamente con eslingas o bastidores de suspensión montados en cada extremo de un chasis. Estos elevadores laterales pueden alzar un contenedor del suelo y depositarlo sobre su propio chasis o sobre el de un camión o un vagón de ferrocarril. La capacidad y las especificaciones técnicas de los dispositivos de elevación lateral son las siguientes:

Un elemento de izada lateral de 20/40 pies montado sobre un semirremolque extensible equipado para contenedores ISO de 20/40 pies permite el transbordo de contenedores desde el suelo, un vagón de ferrocarril o un remolque sólo por un lado y apilar dos contenedores de 8' 6". Un elevador lateral, con una capacidad de elevación de 30 toneladas, permite manipular por término medio de 6 a 7 contenedores por hora, en la carga o descarga de vehículos de carretera o vagones de ferrocarril.

El costo aproximado de un dispositivo de elevación lateral es de 80.000 dólares.

59. ¿Qué son las unidades de transbordo lateral y cuál es su costo aproximado?

Las unidades de transbordo lateral consisten en brazos accionados hidráulicamente que desplazan lateralmente los contenedores empujándolos o arrastrándolos. Están provistas además de gatos niveladores hidráulicos, dos en cada extremo de chasis, lo que permite el transbordo intermodal en superficies a diferente nivel. Este sistema se utiliza para el transbordo de contenedores entre camiones de carretera y vagones de ferrocarril y para el almacenamiento intermedio sobre patas o soportes. El costo aproximado del material de transbordo lateral es de 60.000 dólares por unidad.

60. ¿Qué es un gato rodante y cuál es su costo aproximado?

Los gatos rodantes se componen de dos ejes independientes provistos de sendos mecanismos hidráulicos de elevación y bastidores. Los dos bastidores tienen a su vez dispositivos de cierre para su acoplamiento a las cantoneras de los contenedores de tipo corriente. La elevación se efectúa con una bomba de mano. Una vez izado el contenedor, se remolca toda la unidad desde el costado del buque hasta la zona de almacenamiento con un tractor ordinario. Las especificaciones técnicas de un gato rodante son las siguientes:

carretilla-pórtico recoge los contenedores y los transporta a la zona de almacenamiento y puede incluso cargarlos en camiones de carretera. Las especificaciones técnicas de las carretillas-pórtico son las siguientes:

Las destinadas a la manipulación de contenedores de dimensiones normalizadas (20, 30 y 40 pies) tienen una velocidad de traslación de 23 km/hora y una capacidad de elevación de 30 toneladas. Pueden subir pendientes de un desnivel máximo del 3%. Su altura de trabajo es superior a los 5 metros y pueden apilar hasta tres alturas de con contenedores.

La carretilla-pórtico puede maniobrar hacia adelante, hacia atrás y de lado. Su velocidad de traslación con una capacidad de carga de 30 toneladas es de 400 m/minuto.

El costo aproximado de una carretilla-pórtico es el siguiente:

Carretilla-pórtico capaz de apilar tres contenedores ISO de 20'/30'/40'	180.000 a 200.000 dólares EE.UU.
Tractor "Bigmaster" para contenedores ISO 20'/30'/40' sobre remolque, utilizado principalmente en el sistema de	17.000 dólares
transbordo por rodadura	37.000 dólares

El costo de los bastidores de suspensión es el siguiente:

Grúa de 40 toneladas para la manipulación de contenedores	60.000 dólares
Grúa de 40 toneladas de desplazamiento horizontal de la carga	57.000 dólares.

Estas cifras se basan en un diseño que permite una velocidad de 30 km por hora. Por otra parte, en muchos países, debido a las limitaciones del sistema de carreteras, la anchura máxima autorizada es de 2,40 m y la altura máxima de 1,80 m.

Las carreteras deben construirse con capacidad suficiente para soportar cargas por eje hasta de 13 toneladas si se prevé un tráfico de todos los tipos de contenedores ISO.

El número de carriles depende de la intensidad del tráfico. En zonas de poco tráfico, pueden bastar las carreteras de un solo carril, siempre que estén bien trazadas y se construyan zonas de cruce. Hay que determinar además la resistencia de los puentes de carretera. Si la resistencia del puente sólo permite que pase un vehículo con contenedor cada vez, habrá que regular el tráfico en consecuencia. Si el puente no tiene resistencia bastante para soportar el peso de un contenedor, habrá que hacer una desviación, a menos que se pueda reforzar el puente o construir uno nuevo.

65. ¿Cuáles son los costos de construcción y mejora de las carreteras y de la infraestructura de carreteras?

a) Carreteras[n/]

Pavimentación de una carretera de grava. Ensanchamiento de la plataforma de 8 a 11 metros. Mejoras secundarias del trazado. Costo total unos 138.000 dólares por km.

Construcción de una carretera principal de dos carriles para velocidades de 100 km/hora. Anchura del pavimento, 8 metros. Costo total, unos 340.500 dólares por km.

Construcción de una carretera con fines de desarrollo, incluidos varios puentes pequeños. Terreno quebrado. Ancho del pavimento, 6 metros. Costo total unos 48.000 dólares por km.

Al construir carreteras nuevas, el costo suplementario de aumentar la carga por eje será relativamente reducido.

---

n/ Los costos se refieren al Pakistán y se basan en cifras publicadas en "Aspectos técnicos de los sistemas de transporte de grandes contenedores" (ST/ECE/176), página 117, ajustadas a los precios de 1979 aplicando un índice basado en estimaciones de una empresa de consultores de ingeniería del Reino Unido. Las cifras de costos se indican órdenes de magnitud aproximados.

Costo de construcción de puentes

Tipo de puente	Costo (en dólares por m^2)
Puente colgante	450 - 900
Puente de celosía	300 - 375
Otros tipos	150 - 375

Costo de construcción de túneles por kilómetro cuadrado para una carretera de dos carriles: 750.000 - 1.500.000 dólares.

67. ¿Cuáles son las normas en cuanto a las características materiales y técnicas de una red ferroviaria utilizada en el transporte multimodal?

Más del 60% de las líneas ferroviarias de todo el mundo tienen un ancho de vía de 1,435 mm. Otros anchos de vías son 1,675 mm y 1,524 mm para dos tipos de vía ancha, 1.067 mm para las vías de El Cabo y 1,000 mm para la vía estrecha. En las curvas de pequeño radio se necesita un cierto ensanchamiento de la vía para que puedan pasar los vagones de más de dos ejes. Para una velocidad máxima de 70 km/h, el radio mínimo de la curvatura debe ser de 5.000 m y para velocidades máximas del orden de 75 a 100 km/h, el radio de curvatura mínimo debe ser de 10.000 m. Debe tenerse en cuenta los movimientos laterales y el hecho de que el peralte de los carriles y la fuerza centrífuga harán que los vagones sobresalgan más de los carriles cuando el tren está en movimiento. Por consiguiente, el espacio libre deberá ser mayor que la sección transversal máxima de los vagones junto con sus cargas. Los perfiles de carga deben diseñarse teniendo en cuenta las dimensiones del espacio libre, los movimientos laterales del tren sobre los carriles, las posiciones extremas de los vagones en las curvas y los márgenes de seguridad necesarios para túneles. Los ferrocarriles con perfiles de carga de la UIC pueden transportar asimismo todos los contenedores ISO de la serie 1. En los ferrocarriles de menor perfil de carga, el problema de la altura podrá resolverse utilizando vagones especiales con plataforma baja o bien vagones con ruedas de pequeño diámetro.

68. ¿Cuáles son las normas en cuanto a las características materiales y técnicas de los vagones de ferrocarril utilizados en el transporte multimodal?

Hay muchos tipos de vagones plataforma para el transporte de contenedores ISO. En los vagones plataforma ordinarios puede instalarse un dispositivo de sujeción que permita transportar dos contenedores de 20 pies en cada vagón. Puede ser necesario hacer ciertas modificaciones en los vagones plataforma de uso general, de manera que los contenedores queden parcialmente sujetos. Los vagones portacontenedores especiales tienen simples bastidores de hierro en vez de plataformas de tipo corriente; esto permite economías importantes en la tara, y por tanto, una mayor carga útil. Algunos vagones especiales están provistos de dispositivos de sujeción de contenedores que se accionan pulsando un botón y de señales luminosas que indican si los contenedores están firmemente sujetos a los vagones. Algunos están provistos de placas de guarda retráctiles. En un vagón equipado con 12 de estas placas, que permiten un desplazamiento

H. OPERACIONES MULTIMODALES Y VIAS DE NAVEGACION INTERIOR

70. ¿Qué condiciones deben reunir las vías de navegación interior para las operaciones de transporte multimodal?

Las vías de navegación interior deben estar coordinadas con los otros medios de transporte. Esto puede exigir inversiones en diversos programas relativos a las embarcaciones y al equipo. Tal vez sea necesario un servicio constante para mantener el calado de las vías de navegación de modo que éstas puedan ser utilizadas todo el año. En algunos países en desarrollo las vías de navegación interior pueden habilitarse para el movimiento de gabarras LASH y Seabee. Es indispensable, pues, que las vías de navegación interior tengan ciertas dimensiones mínimas que permitan el paso de gabarras LASH y de otro tipo que puedan transportar unidades de carga. En vías poco profundas dotadas de un canal de navegación cuya anchura y radio de curvatura sean suficientes, el transporte se puede efectuar eficazmente en grupos y "trenes" de gabarras. El "remolque de empujo" ofrece ventajas sobre los métodos tradicionales de desplazar las gabarras sin propulsión propia. Los remolcadores de empujo dirigen mejor las gabarras, sobre todo en los canales estrechos y sinuosos de poca profundidad. Las esclusas deben tener la suficiente profundidad, anchura y longitud para que quepa todo el tren de gabarras en el cuenco. En los puntos de distribución del interior debe instalarse equipo de manipulación de carga, tales como grúas de tierra firme, junto a los ríos o canales. En algunos casos pueden utilizarse pontones grúa. Puede ser necesario además techar ciertas zonas para proteger de la intemperie las operaciones de carga y descarga de las gabarras.

72. ¿Cuáles son los procedimientos de manipulación en el transporte de un contenedor por vía aérea?

En un viaje normal habrán las operaciones siguientes:

a) Carga de la mercancía por el cargador;
b) Traslado al almacén provisional;
c) Traslado del almacén al camión;
d) Traslado del camión al transportador de rodillos de la línea aérea;
e) Traslado del transportador de rodillos al almacén provisional del terminal;
f) Traslado del almacén del terminal a la paleta de avión;
g) Traslado al avión;
h) Estiba a bordo del avión;

Estas operaciones se harán a la inversa cuando el avión llegue a su destino.

J. LAS OPERACIONES MULTIMODALES Y LOS PAISES SIN LITORAL

73. ¿Es la unitarización de la carga beneficiosa para los países sin litoral?

Sí. Sobre todo porque la unitarización supone una mayor rapidez del tránsito, la simplificación de los trámites de aduanas, la reducción de la documentación, y la disminución de los hurtos y averías.

74. ¿Es posible el transporte multimodal para los países sin litoral?

Depende de la infraestructura que comunica al país sin litoral con los puertos de otros países. Puesto que el denominador común en los principales servicios de transporte multimodal es el uso de contenedores, el transporte multimodal será posible principalmente si los contenedores pueden transportarse por una red de ferrocarriles, carreteras y vías de navegación interior que comunique a los países sin litoral con los puertos.

I. OPERACIONES MULTIMODALES Y TRANSPORTE AEREO

1. ¿Qué condiciones debe reunir el transporte aéreo para las operaciones del transporte multimodal?

Los contenedores para el transporte aéreo difieren en tamaño, construcción y capacidad de los utilizados en otros modos de transporte. Los contenedores aéreos y los dispositivos de unidad de carga DUC, contenedores iglú o contenedores de cubierta inferior aprobados por la IATA, son mucho más ligeros que los contenedores ISO, pues responden a la preocupación principal de los portadores aéreos que es evitar todo daño al avión y aligerar el peso del contenedor. Los contenedores aéreos no tienen contenidos ni montantes pesados ni están provistos de una estructura que permita el transporte integrado por mar y no podrían resistir el transporte marítimo ni la manipulación que éste entraña. Además la forma de iglú no es compatible con las características que exigen los materiales de manipulación de contenedores ISO tales como las grúas pórtico o grúas de contenedores y sus bastidores de suspensión. Los dispositivos de unidad de carga DUC son compatibles con las operaciones de transporte por carretera. Pero todavía hace falta diseñar un contenedor intermodal que sea apropiado tanto para el transporte aéreo como para los demás modos de transporte. Los aviones de gran fuselaje de la nueva generación (B-747, DC-10, L-1011), que pueden transportar contenedores intermodales aire/carretera de 20 pies, tienen un servicio de transporte bimodal y hasta cierto punto hacen innecesaria la maniobra suplementaria en terminales aéreos. Se trata, sin embargo, de aviones que suponen cuantiosas inversiones de capital. Tal vez sea posible en el futuro que los contenedores utilizados por las líneas aéreas en el transporte multimodal tengan las dimensiones señaladas por la ISO y vayan provistos de contenedores normalizados. Esos contenedores habrían de tener resistencia suficiente para soportar el transporte por aire y por tierra. Es indispensable, sin embargo, que su peso sea mucho menor que el de los usados en el transporte de superficie. Mientras tanto, a fin de lograr un transporte más integrado, hay que usar los contenedores prescritos por la IATA, útiles para cien viajes por lo menos, que están construidos con paneles formados por un alma de madera de balsa en sección transversal recubierta por ambos lados con láminas de una aleación de aluminio. Hay que contar con materiales especiales de manipulación tales como tractores, piezas de izada, aparatos de elevación, espaldilleras trasladadoras, etc.

e 14 pulgadas en cada dirección, el contenedor queda afianzado y protegido contra los movimientos violentos. Los vagones deben estar dotados de dispositivos amortiguadores especiales para evitar los daños durante las maniobras.

9. ¿Es posible el transporte multimodal en redes ferroviarias con distintos anchos de vía?

Sí, en la medida en que este problema pueda superarse de modo que se evite el transbordo a base de cambiar los ejes en los puntos de empalme de vías de distinto ancho. Se considera que el nuevo tipo de vagones de ajuste automático suprimirá en breve los problemas que plantean los diferentes anchos de vía.

G. OPERACIONES MULTIMODALES Y TRANSPORTE FERROVIARIO

6. ¿Qué condiciones deben reunir los servicios ferroviarios para el transporte multimodal?

La adaptación del equipo existente o la adquisición de material móvil nuevo para que las unidades sean intercambiables, ya se trate de contenedores o paletas, de modo que se cuente con la capacidad de acarreo y la capacidad cúbica que requiera el transporte de unidades de carga. Es indispensable contar con terminales provistos de equipo de transbordo suficiente y situados en las inmediaciones de los terminales de contenedores. Al planificar redes nuevas o la ampliación de las ya existentes debe tenerse en cuenta la posibilidad de agrupar los envíos de mercancía en contenedores o paletas. Las reformas no tienen por qué ser muy ambiciosas ni llevarse a efecto con demasiado apresuramiento. Procediendo a una adaptación por etapas se podrán allanar obstáculos. Tal vez sea necesario adoptar un sistema de trenes-bloque. Un tren-bloque se compone de una serie de vagones y locomotoras permanentemente enganchados que funcionan formando una unidad en una determinada ruta, que el tren recorre en ambos sentidos con breves paradas en los puntos de transbordo. De esta manera es posible reducir al mínimo el tiempo de espera en los terminales, sobre todo si se trata de trayectos cortos o medianos. También es aconsejable adoptar el sistema de transporte "canguro"[n/] Este sistema permite trasladar rápidamente los remolques por ferrocarril de un terminal a otro y combina la flexibilidad de los camiones remolques para las operaciones de recogida y entrega con el transporte en masa que es la ventaja de los ferrocarriles. Puede ser necesario disponer de vagones plataforma provistos de bogies para gran velocidad que permitan transportar los contenedores ISO más grandes. Es recomendable el uso de vagones con bastidor de acero que no llevan la plataforma corriente y son más ligeros. Los contenedores se transportan directamente sobre el bastidor de acero. El peso que se ahorra con un vagón bastidor, en comparación con los vagones corrientes, es de 2.000 a 3.000 kg. Tal vez sea necesario revisar la organización, la política de precios y la infraestructura de la red ferroviaria con objeto de responder a las nuevas necesidades.

n/ El sistema "canguro" consiste en el transporte de camiones-remolque, cargados o vacíos, sobre vagones plataforma. Una denominación más oficial es la de transporte de remolque sobre vagón plataforma (TCVP). No es sino una modalidad de transporte por contenedores, que se materializa en remolques cerrados a los acopla un juego de ruedas trasneras (bogies).

Costos marginales de construcción al aumentarse la carga total

Carga por eje autorizada	8 toneladas	10 toneladas	13 toneladas
Costo marginal de una carretera de dos carriles (en dólares por km)	0	5 400	10 800
Costo de obras de refuerzo en dólares por km)			
Carga por eje actualmente autorizada	Refuerzo hasta 10 toneladas de carga por eje		Refuerzo hasta 13 toneladas de carga por eje
10 toneladas			12 000
13 toneladas	10 500		16 500
Ejes de 8 toneladas	18 000		28 500

b) Puentes[a/]

Sería conveniente que los puentes de nueva construcción fueran calculados para resistir una carga por eje de por lo menos 13 toneladas, o el correspondiente peso por eje y peso total. El costo marginal para aumentar la carga por eje de 8 a 10 ó 13 toneladas suele ser módico. En algunos casos hay la posibilidad de reforzar los puentes existentes en vez de recurrir a nuevas construcciones.

Ejemplo de mejoras en puentes para aumentar a 13 toneladas la carga por eje autorizada

Tipo de puente	Mejora	Costo (en dólares por unidad)
Tablero de madera	Viga de acero suplementaria	300 - 450 por tonelada
Viga de acero y tablero de hormigón	Tablero nuevo	45 - 75 por m^2
Armazón de rieostras	Refuerzo del armazón	2 250 - 22 500 por puente

a/ Los costos para Europa se basan en las cifras publicadas en "Aspectos técnicos de los sistemas de transporte de grandes contenedores" (ST/ECE/170) ajustadas a los precios de 1975 aplicando un índice basado en estimaciones de una empresa de consultores de ingeniería del Reino Unido. Las cifras de costos sólo indican órdenes de magnitud aproximados.

F. OPERACIONES MULTIMODALES Y TRANSPORTE POR CARRETERA

63. ¿Qué condiciones debe reunir el transporte por carretera para las operaciones de transporte multimodal?

La mayoría de las carreteras se han construido para responder a las necesidades locales y atendiendo a las características geográficas de la región. Puede ser que tales carreteras no satisfagan las exigencias del transporte multimodal y en particular del transporte de contenedores y otras grandes unidades de carga. Por este motivo es posible que sea necesario examinar las exigencias materiales del transporte por vehículos de carretera y la reglamentación aplicable, en lo que respecta a la idoneidad de las carreteras, así como al peso, la carga y las dimensiones de los vehículos que transportan las unidades de carga. Por ejemplo, para los efectos del transporte de los contenedores de mayor tamaño, bastarán cargas por eje sencillo de 10 toneladas y cargas por ejes en tándem de 16 toneladas como máximo. A fin de aumentar al máximo las cargas por eje autorizadas, es posible utilizar remolques de plataforma baja que puedan transportar contenedores apilados, siempre que no existan limitaciones en cuanto a la altura. Los transportistas por carretera tendrán que reorganizar sus servicios e instalar depósitos. La red de carreteras debe proporcionar un acceso adecuado a los puertos, los terminales de contenedores y las estaciones de carga de contenedores. Ahora bien, a fin de sacar el máximo provecho de las ventajas del transporte multimodal, la infraestructura de carreteras debería desarrollarse de tal manera que, a la larga, permita efectuar entregas puerta a puerta.

64. ¿Cuáles son las características físicas y técnicas que deben reunir las carreteras para el transporte multimodal?

Un requisito mínimo de la infraestructura vial es que la capacidad de carga de la red de carreteras sea por lo menos igual a las cargas por eje sencillo y por ejes en tándem y al peso bruto de los vehículos de carretera que transportan un contenedor cargado al máximo. Para el transporte de contenedores de 20, 30 y 40 pies, las carreteras deben reunir los requisitos siguientes:

Anchura del carril:	3 metros
Curva horizontal mínima:	30 metros
Pendiente máxima:	10%
Visibilidad mínima de parada:	25 metros
Altura libre mínima:	4 metros

Capacidad de elevación: 20 a 25 toneladas.

Altura de izada: 1,70 m (66,9 pulgadas).

El costo de un gato rodante oscila entre 5.600 y 6.300 dólares.

61. ¿Qué es una rampa y cuál es su costo aproximado?

Las rampas son una clase de material que se utiliza para salvar un espacio horizontal y/o vertical entre el piso de un andén de carga y el piso de un contenedor o de un camión o vagón de ferrocarril. Las rampas son de diversos tipos y tamaños. Las rampas móviles para la manipulación de contenedores permiten que las carretillas elevadoras introduzcan directamente las cargas en los contenedores, los camiones o los vagones de ferrocarril de puerta ancha.

Rampas de maniobra móviles

Capacidad: 7,26 a 11,34 toneladas.

Longitud: 9,15 a 10,97 m.

Anchura: 1,77 m.

Peso estimado: 1,6 a 1,96 toneladas.

Rampas de maniobra pequeñas:

Capacidad: 7,26 a 9,10 toneladas.

Longitud: 6,10 a 7,93 m.

Anchura: 1,77 m.

Peso estimado: 1,19 a 1,52 toneladas.

Hay dos tipos de rampas de esta clase:

La rampa de carga de paletas para la entrada horizontal en el contenedor que se está llenando y la rampa de carga directa que permite llegar sin interrupción hasta la cola del vehículo en que descansa el contenedor.

El costo de una rampa oscila entre 4.300 y 7.000 dólares. El de una rampa de paletas para salvar desniveles oscila entre 750 y 1.100 dólares.

62. ¿Qué es una carretilla-pórtico y cuál es su costo aproximado?

Las carretillas-pórtico son máquinas automotoras consistentes en un pórtico con patas que enmarca el contenedor. El pórtico lleva un dispositivo de elevación que puede ser un bastidor de suspensión; en algunos casos la carretilla está también provista de brazos elevadores que izan los contenedores por su parte inferior. La

El costo aproximado de una carretilla de carga lateral es el siguiente:

Con una capacidad de 20 y 25 toneladas para contenedores 20'/30'/40'	100.000 a 140.000 dólares EE.UU.
Con una capacidad de 35 toneladas para manipular contenedores de 20'/30'/40' por medio de un bastidor de suspensión hidráulico	221.000 dólares EE.UU.

57. ¿Qué es una carretilla elevadora y cuál es su costo aproximado?

La carretilla elevadora es el más versátil de todos los materiales de manipulación y consiste en un vehículo automotor provisto de horquillas de acero afiladas para manipular cargas paletizadas sobre patines y de horquillas de gran potencia para manipular contenedores. La carretilla elevadora puede estar provista de una serie de accesorios diversos para operaciones especializadas. Puede ir equipado con llantas de caucho de tipo macizo o neumático. Con una carretilla elevadora de gran potencia es posible manipular los contenedores al costado del buque y transportarlos a la zona de almacenamiento o cargarlos en camiones de carretera o en vagones de ferrocarril. Las especificaciones técnicas de las carretillas elevadoras son las siguientes:

La capacidad de elevación oscila entre 0,5 y 50 toneladas. La altura de izada normal oscila entre 2 y más de 5 metros. Una carretilla elevadora con una capacidad de elevación de 25 toneladas permite manipular por término medio de 15 a 20 contenedores por hora, en la carga y descarga de camiones y vagones de ferrocarril. Una carretilla elevadora de gran potencia dotada de un bastidor de elevación de contenedores intercambiable de 20 a 30 pies permite apilar tres contenedores.

Una carretilla elevadora con una capacidad de carga de 25 toneladas puede recoger o descargar un contenedor en un tiempo de 1 a 2 minutos. La velocidad de traslación es de 360 m/minuto.

El costo aproximado de una carretilla elevadora es el siguiente:

3 a 5 toneladas	25.000 dólares
7 a 12 toneladas	50.000 a 70.000 dólares
20 a 25 toneladas	130.000 a 160.000 dólares

h) Accesorios de manipulación de la carga: bastidores de suspensión, aparejo de estabilización automática de la carga, dispositivos de rotación de la carga, pulpos, dispositivos de vástago y sujetador[1/]

i) Eslingas y estrobos.

j) Transpaletas, eléctricas o manuales.

4. ¿Qué es una grúa-pórtico y cuál es su costo aproximado?[m/]

La grúa-pórtico es una grúa para la manipulación de contenedores y carga fraccionada. Cuando está instalada a bordo, abarca toda la anchura del buque. Existen también muchos tipos de grúas-pórtico de muelle para la manipulación de contenedores. Las grúas-pórtico para el transbordo ferrocarril/carretera, por ejemplo, pueden ser automotoras y desplazarse con ruedas que corren sobre rieles o con ruedas de caucho.

Las dimensiones de una grúa-pórtico varían según su diseño y capacidad. Una grúa típica de 20 a 30 toneladas con un mecanismo de izada auxiliar de 10 toneladas puede manipular contenedores de 20 a 40 pies. La velocidad de izada es de 45 m/minuto y 30 m/minuto, respectivamente.

Una grúa pórtico de terminal típica para la manipulación de contenedores tiene una capacidad de elevación en bastidor de suspensión de 30 toneladas. La altura de izada es de 10,1 m y la velocidad de izada de 9 m/minuto. La velocidad de traslación de la grúa es de 120 m/minuto.

La luz de las grúas-pórtico de mayor tamaño puede variar entre 10 y 25 a 30 m. La capacidad de carga oscila entre 30 y 40 toneladas.

1/ El dispositivo de rotación de la carga es un aparato que permite hacer girar la carga, una vez izada por la grúa, 360° en ambas direcciones por medio de un motor eléctrico conectado con una transmisión hidráulica situada dentro del soporte giratorio.

El pulpo es un dispositivo adaptado a las eslingas de la grúa y destinado a la carga y descarga de balas de pasta de madera. Se compone de varios elementos prensores de sección rectangular y brazos ajustables.

El dispositivo de vástago y sujetador es un accesorio especial para la manipulación del papel en bobinas. El vástago se inserta en el alma de la bobina y unos sujetadores se cierran mecánicamente para la izada.

m/ Los precios indicados en las respuestas a las preguntas 54 a 62 son precios en fábrica aproximados suministrados por varios fabricantes del Reino Unido, la República Federal de Alemania y el Canadá, y están sujetos a variaciones.

translación. La zona de tinglados habrá de tener mayor o menor amplitud según las necesidades del tráfico. Su extensión puede determinarse atendiendo al número de toneladas que han de manipularse en el tinglado al año.

Si los tinglados de carga fraccionada no son adecuados para las operaciones de llenado y vaciado, habrá que desmontarlos y utilizar el espacio para almacenar contenedores, sobre todo en reserva.

Si en algunos países en desarrollo se construyen terminales que estén expresamente destinadas a atender a la vez el tráfico de contenedores y el de carga fraccionada, los tinglados que se instalen no deben ser edificios de carácter permanente, sino estructuras desmontables constituidas de preferencia por elementos prefabricados.

d) Los andenes de recepción y entrega.

e) El tinglado de agrupación de la carga (que no se encuentra necesariamente en el terminal).

f) El taller de conservación y reparaciones.

g) Espacio para oficinas.

h) Otras instalaciones tales como la torre de control de operaciones, el puente-báscula, enchufes para contenedores refrigerados, las instalaciones de lavado de contenedores, etc.

46. ¿Cuáles son las funciones de un terminal de contenedores?

Las operaciones que se realizan en un terminal de contenedores son la carga y descarga de contenedores, su almacenamiento y agrupación y su traslado a vehículos de carretera y trenes. El terminal de contenedores puede dividirse en los elementos siguientes:

a) Zona de maniobra y embalaje para recepción de la carga y servicios de transportes.

b) Zona de maniobra y clasificación para la manipulación del equipo.

c) Zona de almacenamiento para contenedores cargados.

d) Zona de almacenamiento para contenedores vacíos.

e) Zona para llenar y vaciar contenedores.

f) Sector destinado a servicios de conservación del equipo y a administración.

g) Zonas de estacionamiento para remolques de chasis bastidor vacíos, vagones de ferrocarril, vagones plataforma y camiones de carretera.

47. ¿A qué nivel de tráfico se hace económicamente viable un terminal de contenedores?

Basándose en las prácticas actuales en materia de precios, se calcula que dada una inversión de 18 millones de dólares en un terminal de contenedores para grandes buques tendría que haber un movimiento de 30.000 a 35.000 cajones por año, para que los ingresos compensaran los gastos.

48. ¿Qué son las estaciones de carga de contenedores?

En estas estaciones de carga, llamadas también "centros de grupaje" o "centros de agrupación" de la carga se reciben los bultos o mercancías, que son agrupados y cargados en contenedores, descargados de ellos y distribuidos. Los depósitos de

que sólo son apropiados para los buques portacontenedores más pequeños o para los buques corrientes de carga fraccionada que transportan contenedores. Debe disponerse de espaci suficiente para almacenamiento detrás del muelle; de otro modo, los contenedores han de ser trasladados directamente de los buques a vagones de ferrocarril o a vehículos de carretera. En todo caso, los patios de los muelles corrientes de carga fraccionada no suelen ser apropiados para la buena marcha de las operaciones.

Así, pues, para poder implantar en gran escala el método del transbordo de contenedores por elevación, los muelles tendrán que ser más reforzados y las aguas junto a ellos más profundas que cuando sólo han de prestar servicios a los buques corrientes de carga fraccionada, y sus servicios de manipulación habrán de ser más complejos.

40. ¿Requiere un muelle para contenedores mayor espacio que un muelle para carga fraccionada?

Sí. En vista del mayor movimiento de mercancías que la contenerización lleva consigo así como del ritmo más acelerado de las operaciones de manipulación, del uso de equipo de manipulación de contenedores suplementario o especializado, y de las mayores dimensiones de los buques portacontenedores de tercera generación en comparación con los buques corrientes de carga fraccionada, es evidente que los puestos de atraque habrán de tener mayor amplitud.

41. ¿Será necesario que en un muelle de contenedores la zona de descarga y almacenamiento tenga una pavimentación especial? ¿Cuáles serían los costos? h/

Sí. Los costos dependerán del tipo de pavimentación, que a su vez dependerá del volumen y la densidad del tráfico. De todos modos, como cifras indicativas, puede calcularse 35 dólares de los EE.UU. por metro cuadrado de pavimentación de la zona del muelle destinada a las operaciones de carretillas-pórtico, y 30 dólares por metro cuadrado para la pavimentación de los tinglados, a base de los precios registrados en junio de 1975 al Reino Unido. El costo de construcción de los tinglados será de unos 50 dólares por metro cuadrado, a base de los precios registrados en junio de 1975 en Reino Unido.

---

h/ Las cotizaciones fueron comunicadas por una empresa de consultores de ingeniería del Reino Unido y deben considerarse únicamente como órdenes de magnitud.

C. LAS OPERACIONES MULTIMODALES Y LOS PUERTOS

35. ¿Qué supone para los puertos el transporte multimodal?

Un movimiento más rápido de las mercancías gracias a la unitarización. Ahora bien, el transporte multimodal exige inversiones suplementarias en las instalaciones que se necesitan para manipular la carga unitarizada y una reorganización de la estructura y las operaciones del puerto, sobre todo en lo que respecta a la mano de obra.

36. ¿Qué se necesita en los puertos para manipular carga unitarizada?

Las necesidades de los puertos en este aspecto, difieren mucho según el tipo de unitarización que se adopte y según las instalaciones de manipulación y control que en ellos existan ya. Entre las diversas formas de unitarización, la más compatible con las instalaciones portuarias tradicionales es la paletización, siempre que se disponga de un número suficiente de carretillas elevadoras, que éstas tengan vía libre para maniobrar y que se cuente en el terminal con una explanada provista de un número suficiente de pistas.

El sistema de gabarras tampoco exige muchos cambios en la disposición del puerto, siempre que el muelle tenga profundidad suficiente para gabarras de escaso calado y que se disponga de una zona para maniobra. Los buques portagabarras requieren asimismo un fondeadero de amplitud suficiente que tenga de uno a cuatro puntos de amarre.

El movimiento de contenedores, si el tráfico es reducido, puede hacerse también en un muelle de tipo corriente siempre que se disponga de ciertos elementos materiales ales como grúas y remolques para manipular la carga fraccionada ordinaria de los contenedores. Ahora bien, contrariamente a lo que ocurre en el caso de los muelles para slotes, el terminal especialmente construido para contenedores es muy distinto de un muelle para carga fraccionada en cuanto a las condiciones materiales que debe reunir a la organización interna. Es preciso contar con equipo de muelle idóneo para la manipulación, como, por ejemplo, grúas-pórtico y carretillas-pórtico, así como una extensa de muelles reforzados para clasificar y estacionar los contenedores. El terminal debe estar dotado además de tinglados, servicios de conservación, talleres de reparación parques de remolques.

37. ¿Cómo adaptar un puerto a la manipulación del tráfico unitarizado?

La mayoría de los puertos están en condiciones de manipular las unidades no en el tipo más sencillo, sino la manipulación de unidades más complejas y voluminosas exige cambios.

28. ¿Cuáles son las características materiales de los chasis portacontenedores y de los chasis remolque portacontenedores para transbordo por rodadura?

Chasis portacontenedores

Tamaño	Altura (milímetros)	Peso bruto (milímetros)	Peso muerto (toneladas)	Carga útil (toneladas)	Carga por eje (toneladas)
Contenedor de 20 pies	1 350	24,3	3,75	20 551	16
Contenedor de 40 pies	1 360	31	4,63	26 371	20

Chasis remolque portacontenedores para transbordo por rodadura

Longitud	Ancho	Altura de la plataforma	Capacidad
6,055 a 12,19 m	2,435 m	0,515 a 0,826 m	20/39/48/55 T

29. ¿Cuál es el costo aproximado de esos remolques?[g/]

Chasis portacontenedores	20 pies	9.500 dólares aproximadamente
Chasis portacontenedores	40 pies	10.000 dólares aproximadamente
Remolque para transbordo por rodadura	20 a 25 pies	3.000 dólares aproximadamente
Remolque para transbordo por rodadura	40 a 60 pies	5.500 dólares aproximadamente

¿Qué es la agrupación de la carga?

Es un servicio que permite reunir en un solo contenedor, para su transporte, envíos pequeños o diferentes que separadamente no alcanzan a llenar un contenedor. Así, pues, las cargas que se agrupan son "cargas parciales de contenedor" (CPC).

31. ¿Qué son las "cargas parciales de contenedor" (CPC)?

Son los envíos de carga expedida a más de un destinatario o por más de un cargador o usuario que se transportan en un mismo contenedor. El contenedor puede llenarse con CPC en una estación de carga de contenedores para que sea entregada como carga completa de contenedor (CCC) a un destinatario. Es posible también que un cargador empaque la mercancía como CCC para ser entregada como CPC, o que la empaque como CPC para que sea entregada como CCC.

---

g/ Precios basados en cotizaciones solicitadas a fabricantes de la República Federal de Alemania, febrero de 1975. Las cotizaciones sólo indican un orden de magnitud y están sujetas a fluctuaciones.

almacenamiento. Una vez en ella los contenedores se dejan sobre los chasis y pueden ser retirados directamente por los tractores de carretera para su remolque hasta el punto de destino definitivo; también pueden ser trasladados a una zona de maniobra donde, por medio de una grúa móvil, sea posible despacharlos en vagones de ferrocarril, gabarras o servicio de enlace de cabotaje.

Con este sistema también se pueden descargar los contenedores directamente sobre el muelle, donde una carretilla-pórtico los recoge uno por uno y los transporta a la zona de almacenamiento, desde donde son trasladados luego, por medio de carretilla-pórtico o de una grúa-pórtico, a camiones o vagones de ferrocarril. Para la manipulación en el muelle cabe emplear carretillas-pórtico, carretillas de elevación lateral, carretillas de horquilla elevadora o carretillas en U (la carretilla en U se emplea para levantar y transportar contenedores: éstos quedan sujetos a los brazos en forma de U de la carretilla por medio de un sistema de enganche especialmente adaptado a las piezas de esquina ordinarias de los contenedores).

25. ¿Qué es el sistema de transbordo por rodadura?

En este sistema se emplean buques especialmente diseñados que permiten efectuar las operaciones de carga y descarga conduciendo directamente a bordo o a tierra, a través de portalones laterales, de proa o de popa, y de las rampas del buque, el equipo de tracción o equipo de manipulación de poca altura, como por ejemplo carretillas de horquilla elevadora. Para el transbordo de la carga (contenedores) del buque al muelle, es posible utilizar también todos los sistemas de manipulación empleados en el transbordo por elevación. Los contenedores montados en semirremolques pueden conducirse directamente a bordo del buque o a tierra. Para el transbordo de contenedores con este sistema cabe emplear también carretillas de elevación lateral provista de bastidores de suspensión u horquillas. El material de manipulación suele ser de silueta baja debido a las limitaciones de altura en los buques.

(El bastidor de suspensión está suspendido de una grúa. El bastidor se apoya en la parte superior de un contenedor y por medio de un sistema de cerrojos giratorios sujeta al contenedor para izarlo.)

26. ¿Qué es el sistema de transbordo por flotación?

En este sistema un buque portagabarras transporta gabarras de 100 a 500 TRM. El buque puede izar las gabarras a bordo o descenderlas con una grúa o una plataforma elevadora. Las gabarras desconcidas desde el buque pueden ser arrastradas por remolcadores. Los contenedores transportados en gabarras se transbordan de éstas al muelle con grúas; su acarreo en el terminal suele hacerse con el mismo equipo que se utiliza para la manipulación de contenedores en el sistema de carga fraccionada.

18. ¿Cuáles son las características materiales de los contenedores?

Si bien los contenedores deben ser de construcción rígida, algunos son plegables, o pueden ser desmontados y luego ser montados nuevamente, en tanto que otros están montados de modo permanente. Pueden ser de acero, aluminio, madera contrachapada o fibra de vidrio o de una combinación de esos materiales. El contenedor puede tener una puerta en un extremo o en una pared lateral o aberturas en su parte superior para su llenado y vaciado. Los principales tipos de contenedores que se emplean actualmente son los de 20 pies, con un peso bruto máximo de 20 toneladas y los de 40 pies, con un peso bruto máximo de 40 toneladas. Debido a su estanqueidad, los contenedores protegen la carga de la intemperie.

19. ¿Cuáles son los diferentes tipos de contenedores?

Los contenedores pueden clasificarse en seis tipos principales:

Contenedores de carga general	- comprenden los contenedores cerrados con puertas en un extremo y en las paredes laterales; los de techo abierto; los de paredes laterales abiertas; los de paredes laterales y techo abiertos; los de paredes laterales, techo y extremo abiertos; los de media altura y los ventilados (no isotermos);
Isotermos	- contenedores aislantes, refrigerados o con calefacción;
Contenedores cisterna	- para el transporte de líquidos a granel y de gas comprimido;
Contenedores para carga seca a granel	- de descarga por gravedad o descarga a presión;
Contenedores plataforma	- esencialmente contenedores planos sin superestructura que no forman parte de los sistemas plenamente automatizados de transporte en contenedores ya que carecen de parte superior por donde puedan ser izados con su carga;
Contenedores especiales	- contenedores para ganado y contenedores plegables;
Contenedores planos	- los contenedores planos son en realidad grandes paletas, con paredes o sin ellas. Deben manipularse con grúas y están dotados de bordes especiales para tal fin. Los contenedores planos con paredes plegables pueden estibarse cuando son devueltos sin carga.

Buque de carga general polivalente con una capacidad de transporte de contenedores de 300 TEU (14.000 a 15.000 TPM-16 nudos)	14,4 millones de dólares
Buque de línea regular de segunda mano apto para su transformación y cuyo año de construcción se sitúa entre fines del decenio de 1950 y fines del decenio de 1960 (13.000 a 20.000 TPM)	4 a 9 "
Buq. LASH	50 millones de dólares, aproximadamente
Gabarras (LASH)	75.000 dólares por unidad
Buque Seabee	53,1 millones de dólares
Astilleros Valmet Helsinki) contratado a principios de 1975	
Gabarras Seabee	100.000 dólares, aproximadamente, por unidad

13. ¿Es posible transformar los buques de carga general corrientes para el transporte de carga unitarizada?

Sí. Los buques de carga general corrientes pueden ser adaptados para el transporte de contenedores, paletas y unidades preeslingadas o convertidos en buques Ro-Ro. Para estas transformaciones, los buques más adecuados son quizás los buques de línea de 10.000 a 13.000 TPM construidos a mediados del decenio de 1960.

14. ¿Cuál es el costo de una transformación de esta índole?

El costo de la transformación depende de múltiples factores, entre otros de la clase de buque, su edad y estado, el lugar en que se efectúe la transformación, el momento en que se lleve a cabo y las modificaciones accesorias realizadas.

15. ¿Qué es una paleta?

Una paleta es una tarima o plataforma de alrededor de 32 x 48 ó 40 x 48 pulgadas, generalmente de madera, en la que se puede colocar cierto número de bultos para formar una unidad de carga con objeto de proceder a su transporte, manipulación o apilamiento por medios mecánicos. La paleta puede tener o no una superestructura y, según sus

Buques Seabee[b/]

Nº de gabarras	Peso muerto	Eslora total	Manga	Calado máximo
38	39 000 T	267 m	32,36 m	11,90 m

Velocidad: 20 nudo

Ro-Ro (pequeño)

Capacidad de transporte	Eslora	Manga	Calado (cargado)	Toneladas de registro neto
5 TEU cubierta de vehículos 24 TEU cubierta superior	110 m	17 m	4 m	1 072

Ro-Ro con rampa en la popa

Capacidad de transporte de contenedores	Peso muerto	Eslora	Manga	Calado
1 200 TEU	20 650 T	199 m	287 m	9,6 m

Velocidad: 22 nudos

Buque celular Ro-Ro
(Clase Atlantic Champagne)

Capacidad de transporte	Eslora	Manga	Calado	Peso muerto
845 TEU y 990 vehículos	212 m	28 m	9,3 m	18 850 T

Velocidad: 24 nudos

---

b/ El buque portagabarras tipo Seabee tiene tres cubiertas de carga continua. Para izar las gabarras se utiliza una plataforma sumergible, con una capacidad de 2.000 toneladas, que se hace descender dentro del agua. Pueden estibarse 12 gabarras en la cubierta inferior, otras 12 en la cubierta principal y 14 en la cubierta superior.

B. OPERACIONES MULTIMODALES Y TRANSPORTE MARITIMO

7. ¿Qué tipos de buques se utilizan en el transporte multimodal?

Como el transporte multimodal es compatible, al menos en principio, con todas las tecnologías de transporte, se pueden utilizar buques de tipo tradicional o buques para carga unitarizada. De estos últimos, los tipos principales son los siguientes:

1. Buques portacontenedores:
   a) exclusivamente celulares
   b) parcialmente celulares
   c) Ro-Ro celulares
   d) portagabarras con bodegas celulares
   e) celulares frigoríficos
2. Buques de transbordo por rodadura (buques Ro-Ro)
3. Buques portagabarras
4. Buques portapaletas
5. Buques de carga fraccionada transformados
6. Buques graneleros
7. Buques de carga general polivalentes

8. ¿Qué son los buques celulares?

Buques especialmente destinados al transporte de contenedores y cuyas bodegas están provistas de células permanentes dotadas de guías verticales por las que pueden deslizarse los contenedores de modo que éstos queden firmemente apilados y se encuentren sujetos en todas las esquinas.

9. ¿Qué es el buque de transbordo por rodadura?

Es un tipo de buque en el que la mercancía se traslada por rodadura y no por elevación. La carga puede estibarse en las cubiertas del buque o permanecer sobre material rodante durante la travesía.

10. ¿Cuáles son las principales dimensiones de algunos buques portacontenedores?

Las principales dimensiones de los buques portacontenedores han variado con el tiempo conforme ha ido evolucionando la tecnología. Hay, pues, varias "generaciones" de buques portacontenedores:

4. Gran parte de la información suministrada en el anexo tiene un carácter puramente técnico y en rigor quizás no sea pertinente para los trabajos del Grupo Preparatorio Intergubernamental. Se incluye porque puede ser útil para los servicios técnicos de las entidades y organizaciones que se ocupan del transporte de los países en desarrollo cuando, en la práctica, tomen decisiones sobre unitarización.

5. Los datos de orden financiero proporcionados en el anexo al presente informe se refieren al costo por unidad de los principales tipos de materiales necesarios para la explotación de un servicio multimodal y no al costo global de todo el equipo. Este último variará según el número de unidades que se precisen, el cual, a su vez, dependerá de la escala de operaciones en cada país. Tampoco se facilita en el anexo información acerca del costo total de la nueva infraestructura o de las mejoras de la infraestructura existente que requieren los puertos y los sistemas de transporte interior, costo que también variará según los países, pero se proporciona información acerca de los niveles mínimos que es menester establecer.

6. De todos modos, la información que figura en el anexo pone claramente de manifiesto que la introducción de sistemas de unidad de carga, especialmente la contenderización en un sistema de puerta a puerta, requiere cuantiosas inversiones de capital[1/]. Unas inversiones de tal magnitud tendrían que ser costeadas en divisas y, sin duda, plantearían graves problemas financieros a la mayoría de los países en desarrollo. Además, tendrían que competir con las inversiones en los sectores agrícola e industrial y en otros sectores prioritarios de la economía de esos países.

7. Las observaciones que anteceden ponen de manifiesto la necesidad de que los países en desarrollo procedan con cautela al tomar una decisión acerca de la introducción de esos sistemas de unidad de carga más complejos que permiten llevar a cabo operaciones multimodales. De estas observaciones se desprende además la necesidad de que los gobiernos y las instituciones financieras de los países desarrollados, así como los organismos financieros internacionales, incluidos el Banco Mundial y los bancos regionales de desarrollo, faciliten a los países en desarrollo ayuda o créditos en condiciones preferenciales en todos aquellos casos en que se considere que en un país es oportuno implantar operaciones multimodales que ofrecerán ventajas económicas generales a todos los países participantes en una corriente de tráfico determinada.

1/ A este respecto, conviene señalar que a esos desembolsos de capital hay que agregar los gastos de explotación y, en especial, los desembolsos por concepto de conservación y reparaciones, que, habida cuenta de la fragilidad de la mayor parte del material descrito en el anexo, es probable que ascienden a sumas considerables.

SIGLAS Y ABREVIATURAS

ANSI	American National Standards Institute
CCC	carga completa de contenedor
CPC	carga parcial de contenedor
DUC	dispositivo de unidad de carga
ECC	Estación de carga de contenedores
FAK	flete uniforme para toda clase de mercancías
ISO	Organización Internacional de Normalización
LASH	buque portagabarras del tipo LASH
OTM	operador de transporte multimodal
Ro-Ro	buque de transbordo por rodadura
Seabee	buque portagabarras de tipo Seabee
T	tonelada
TM	transporte multimodal
TPM	toneladas de peso muerto
TEU	unidad equivalente a 20 pies (medida uniforme para expresar la cantidad de contenedores de diferentes tamaños)
UIC	Unión Internacional de Ferrocarriles (código)

D I V I S I O N D E E D U C A C I O N C O N T I N U A

U N A M

BIBLIOGRAFIA EN TEMAS MARITIMOS Y PORTUARIOS

C U R S O: PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS Y -- PORTUARIAS.

17 AL 28 DE AGOSTO DE 1981.

ING. JULIO PINDTER V.

BIBLIOGRAFIA EN TEMAS MARITIMOS Y PORTUARIOS

1.- "CURSO DE EXPLOTACION Y DIRECCION DE PUERTOS"

TOMO I - EL PUERTO Y SUS ACTIVIDADES

- Parte I - Las actividades Portuarias.
- Parte II - Las operaciones Portuarias.
- Parte III- Las Obras de Instalaciones.

TOMO II - LA PLANIFICACION Y ORGANIZACION DEL PUERTO

- Parte IV - La planificación y dimensionamiento.
- Parte V - La organización del Puerto.
- Parte VI - La Administración del Puerto.

DEL DR. ING. MODESTO VIGUERAS GONZALEZ.

Editado por: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Madrid.

"CALCULOS DE EXPLOTACION AL ORGANIZAR LOS TRABAJOS DE CARGA Y DESCARGA EN LOS --- PUERTOS MARITIMOS"

DE: N.F. LAZAREV.
Editorial Mir, Moscu.

"ESTUDIO DEL MOVIMIENTO DE MERCANCIA Y LAS OPERACIONES DE ESTIBACION"

DE: L.P. ANDRONOV.
Editorial Mir, Moscu.

"LOS PROBLEMAS PORTUARIOS EN LOS PAISES EN DESARROLLO"

DE: BOHDAN NAGOSSKI
Publicado por: Editorial Temas Marítimos (Gral León 10, México 18, D.F. Tel. 516 84 47)

"INGENIERIA MARITIMA"

DE: ING. ROBERTO BUSTAMANTE Y OTROS AUTORES.

Tel.(584 66 90)

"OBRAS MARITIMAS"

R. IRIBARREN y C. NOGALES
Editoras Dossat, Madrid 1954.

"PORT ENGINEERING"

DE: PER BRUUN
Editado por: Gulf Publishing Company
Book Publishing División
Houston, Texas.

"MOVIMIENTOS DE MERCANCIAS EN LOS MUELLES"

UNCTAD 17/9/1973
TD/B/C. 4/109 Ginebra.

"PORT DESIGN AND CONSTRUCCTION"

THE AMERICAN ASSOCIATION OF PORTS AUTHORITIES 1964

"DESIGN AND CONSTRUCCTION OF PORTS AND MARINE STRUCTURES"

DE: ALONZO DE F. QUINN

MC. GRAW-HILL BOOK COMPANY INC.

BIBLIOGRAFIA PARA HINCA DE PILOTES Y TABLESTACAS

"PILE DESIGN AND CONSTRUCCTION PRACTICE"

DE: MJ. TOMLINSON.

A. VIEWPO INT PUBLICACTION.

BIBLIOGRAFIA PARA HINCADO DE PILOTES Y TABLESTACAS

1. Pre fetting for long piles speeds driving; Construction Methods. Vol. 27 p.p. 80-82. Octubre de 1952.

2. Newmark N.-The effect of dynamic loads on offshore -- structures. Proceedings of the 8th., Texas Conference on offshore Technology. Houston, Texas, Septiembre 1956 paper No. 6

3. Chappelaar J.G.- Wave forces of groups of vertical piles, Journal of Geophysical Research, American Geophysical Union. Vol. 64, 1959.

4. Gantke F., Ihlefeldt J., Koch D. and Tappe W.- The Hoesch noice abatement tower, a contribution to silent sheet pile Driving Buildirg Research Establishment hibrary Translation 1809, Department of the Enviroment, Jonuary 1974.

SOBRE DIQUES SECOS.

"DESIGN AND CONSTRUCTION OF DRY DOCHKS"

DE: B.K. MAZURKIEWICZ

TRANS TECH PUBLICATIONS.

BIBLIOGRAFIA GENERAL

APENDICE I - BIBLIOGRAFIA

1. Parte I. La Actividad portuaria

1.1. Introducción General

Ports and Harbours
F.W. Morgan
Hutchinson University Library. London 1958

Geographie des Transports Maritimes
CH. Verlaque - Doin. Editeurs. París 1975

Economie Portuaire
Louis Baudez S.J.
Editions Lloyd Anversois. Anvers

Port Development
R.S. Mac Elwee
Mac Graw-Hill Book Company Inc. N.Y. 1926

Economía Marítima
S. Hernández Izal
Editorial Cadi. Barcelona 1968

Che cos'e un porto di commercio
Gaetano Serino
Instituto Universitario Naval. Nápoles

Les grands ports maritimes de commerce
Bellet. París

Estudio sobre el porvenir económico de los puertos españoles
Ministerio de Obras Públicas. Madrid 1957

e

Reflexions sur une politique portuaire
J. Volitchkovitch
Journal de la Marine Marchande. 1967

Les fonctions portuaires
M. Arphoux
Revue de la porte oceane. Octubre 1949

1.2. El desarrollo del Puerto y sus aspectos básicos

a) El desarrollo histórico

Historia de las Obras Públicas
Alzola
Varlaque (Obra citada)

Ports and Harbours. Capítulo II
F.W. Morgan (Obra citada)

Histoire des transports
Pierre Rouseau
París 1961

Las bases navales y las obras portuarias del mundo antiguo.
Casariego
Revista General de la Marina. Diciembre 1944

b) Factores que afectan al desarrollo de los puertos

Libros de Morgan, Baudez, Mac Elwee, Izal, citados anteriormente.

Quels Ports pour l'Europe?
René Pollier

XXI Congres International de Navigation
S.II.5
Les modifications, etc. .....
et dans quelle mesure elles sont influencées par les facteurs economiques, etc.

c) La zona de influencia del puerto e importancia del tráfico marítimo.

Economie Portuaire
Baudez, S.J. (Obra citada)

Port Development
R.S. Mac. Elwee (Obra citada)

Geographie des T.Maritimes
Verlaque (Obra citada)

El impacto económico de los puertos en las regiones
R.L.M. Vleugels
Conferencia I.A.P.H. Melbourne, Marzo-1969

The Economics of Sea Transport
Carleen O'Loughlin. Oxford 1967

El transporte y el desarrollo
J.I. Ramos Torre
VII Semana de la Carretera

Comercie Mondial et Transport
H. Jurgensen
Conferencia Bienal de I.C.H.C.A. Madrid. Junio 1971

La Structure du Commerce
S.G. Sturmery
X Conferencia Bienal I.C.H.C.A. Madrid. Junio 1971

El Transporte Marítimo y la balanza de fletes
J.A. Blanco Losada
B.O. Ministerio de Obras Públicas. Madrid

Transporte Marítimo, Construcción Naval y Balanza de Pagos
J.J. Chico Gárate
Sesiones Técnicas Ingeniería Naval. Bilbao

d) Las estadísticas y evaluación del tráfico

Estadísticas anuales de los puertos
Ministerio de Obras Públicas

Selection, Collection and presentations of ports statistic and information
TD/B/4/79. United Nations

Tables of Applied Mathematics
Glover. Ann Arbor. Michigan 1923

I Plan General de Puertos. 1964-1968
Ministerio de Obras Públicas

1.3. Los Usuarios

a) Mercancías

Véase la Bibliografía de la Parte II

b) Los Transportes Terrestres

An Introduction to Transport Engineering
William W. Hay
John Wiley and Sons In. N.Y. 1967

Port Development Capítulos XIV. XV y XVI
Roy. S. Mac Elwee
Mc. Graw-Hill Book Company N. York 1925

Informe del Grupo de Transporte por Tuberías
Comisión de Transportes del Plan de Desarrollo
Febrero 1963

Los Transportes Petrolíferos por Tubería
M. Moury
R. Información Consejo Superior Colegios Ingenieros de Minas

XV Congreso Internacional de Puertos
Baltimore 1961

c) Las Vías Navegables

Cycle d'études sur les nouvelles techniques dans la navigation intérieure
- Rapport polonais sur les types de bateaux
- Rapport french expert: advantages of navigation by pushing on inland waterways
C.E.E. Junio 1965

Rapport sur le role des voies navigables et sur leurs perspectives d'avenir
C.E.M. - C.S./V.N. (65)4

Les grandes problèmes techniques et les incidences economiques d'un systeme unifié des voies navigables europeenes
C.E.E. - Junio 1965
Sous-Comité des Transports par voie navigable

d) Las zonas terrestres e industriales

Industrial Port Development
R.E. Takel
Bristol 1974. Scientechnica, LTD.

Maritime Industrial Development Areas
M.H. Peston y R. Reps
National Ports Council. 1970

L'avenir des ports europeens
D. Perkins
College d'Europe. Brujes 1970. Tomo I

Puertos para el futuro desarrollo
M. Vigueras
Instituto Ingenieros Civiles, Madrid 1972

XXII Congres International de Navigation París 1969
Extensión territorial des ports. Section II. Sujet 6
A.I.P.C.N. Bélgica 1970

Informe Puerto Industrial Recife
M. Vigueras
Diper - Pernambuco 1975

Informe Puerto Industrial Recife
Comisión Puerto Marsella
Diper - Pernambuco 1975

III Plan de Desarrollo
Grandes Areas de Expansión Industrial
C.P.D. Madrid 1971

Urbanisme nº 122 - 1971
Industrialisation

L'avenir des ports Europeens
Collegue D'Europe
Semaine de Bruges 1970

Seaports and Seaports Terminals
J. Bird. Londres 1971

Consultar los libros citados anteriormente:

Ports and Harbour: Morgan: págs. 132/149

Economic Portuaire: Baudez: págs. 55/61

El Impacto Económico: Vleugels: Pág. 5

a) El Barco

Cours de Travaux Maritimes
M.H. Laval. Capítulos VI y VII
Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
París 1961/1962

Manual del Marino
J. Müller - J. Krauss - M. Berger
Editorial Gustavo Gili S.A. 1946

El Capitán de Yate
P. Nieto Antunez. La Coruña 1942

Nota sobre dimensiones y definiciones de capacidad y porte de buques
A. Alvariño
Lecciones E.T.S.I. Caminos 1967

Ship Tonnage Measurements
The Dock and Harbor Authority. Febrero 1962

Tonnage Measurement
Vservolod P. Nadeinsky
The Dock and Harbour Authority

Lloyd Register. Ships
Publicaciones anuales

Lista oficial de buques de España
Ministerio de Comercio. Subsecretaría de Marina Mercante

A Spanish View of the Future
J.B. Parga
Fairplay Spanish Shipping and Shipbuilding Survey
Octubre 1969

The influence of Ship Building on the design of Ports
R.B. Oram
IV Conferencia Internacional de Puertos - Amberes 1964

1.4. Los grandes tráficos

a) Petróleo

International Petroleum Enciclopedia
Library of Congress
Catalog Card Number 70 - 86361
by the Petroleum Publishing Co.
211. S. Cheyenne. Tulsa. Oklahoma.

World Bulk Trades
Fearnley and Egers Chartering Co. Ltd.
1972/1973/1974

Presente y futuro del transporte marítimo del petróleo
J.B. Parga (Ingeniero Naval)
Septiembre 1968

Los costes de explotación de los grandes petroleros
M. Ruiz Barrachina
Semana Técnica Ingeniería Naval - Bilbao

Evolución del transporte marítimo del petróleo
L'Observateur de L'OCDE 1968

Produits Petroliers et Gaz
E.J. Gornowsky
IX Conferencia I.C.H.C. Göteborg 1969

La Economía del transporte de petróleo, sus derivados y afines
A. Martínez Cattaneo
Información Comercial Española. Mayo 1969

Terminal facilities for V.L.C.C.
H.P. Dewry (Shipping Consultants) Ltd.
Londres 1972

Large Tankers and their problems
J.H. Kirby
Shibuilding and shipping Records. Junio 1969

World Tanker Fleet Review
John I. Jacobs and Company Limited. Londres
Diciembre 1973

Relatorio Puerto Suape
Diper. Estado de Pernambuco 1975

The Economics of Transport Oil
Michael Hubbard
Maclaren an Sons Ltd. Londres 1967

Superbarco
Noel Mostert
Ediciones Nauta. S.A. Barcelona 1975

La Recepción y el transporte marítimo de crudo en España en el período 1971-1972
Hispanoil. Abril 1970

b) Minerales

World Bulk Trades
Faernley and Egers. Chartering Co. Ltd.
Años 1972/73/74

El Transporte Marítimo del Mineral de Hierro
UNCTAD TD/B/C.4/105/Rev. 1.
Naciones Unidas. Nueva York 1974

Transports divers de Matiers Seches en vrac
Francis E. Hill
IX Conferencia Internacional Göteborg 1969

Seaborne Iron Ore Trade and Terminal Development
H.P. Dewry (Shipping Consultants) Ltd.
Londres 1972

Estudio sobre los Costes de los Transportes Marítimos de minerales de hierro
J.L. Niño y R. Martín Moyano
Semana Técnica Ingeniería Naval. Bilbao

Los transportes por mar de mineral de hierro, futuro de este transporte en España
J.A. de Sebastián
Semana Técnica Ingeniería Naval. Bilbao

La Minería del Hierro en España
L. Lamana
R. Economía Española. Enero 1975

c) Carga General y Combinada

Transportes Combinados. Estudios básicos
Consejo Superior de Transportes Terrestres, M.O.P.
Madrid 1967

Le development dans les transports maritimes par conteneurs et ses problemes
O.C.D.E. París 1971

Unitarización de la carga
Informe de la Secretaría de la UNCTAD
Naciones Unidas - Nueva York 1970

Del "Puerto a Puerto" al "Puerta a Puerta". El container
M. Chanon
Asociación Ingenieros Navales de España
Jornadas Técnicas de Bilbao

Conference Europe enne des Ministres des Transports
Comite de Suplentes sobre los problemas del transporte por Contenedores y Roll-on/roll-off

Los Containers y la Coordinación del Transporte
Olegario Llamazares
Economía Española. Mayo 1969

Presente y Futuro del Tráfico Marítimo de Containers
Roberto Velasco
Container y Transportes Combinados. Enero/marzo 1971

d) Pesca

Atlantic Ocean Fisheries
Varios Autores. Marzo 1961
Fishing News (Books) Ltd. England

Anuario Estadístico de pesca
F.A.O. Italia

Fishing Boats of the World
III Reunión F.A.O. 1967 Roma
Fishing News (Books) Ltd. England

Fishing Ports and Markets
Reunión F.A.O. Bremen 1960
Fishing News (Books) Ltd. England 1970

Ports de peche et Installations
Section II. Sujet 4
XXI Congres Internacional de Navigation
Stockholm 1965

Nociones de Pesca y sus Prácticas
Mariano Lobo Andrada.
Madrid 1958

Informe de Sofemesa sobre Varios Puertos Pesqueros Españoles
Julio 1965
Ministerio de Obras Públicas. España

Conferencias Nacionales Cofradías de Pescadores
Organización Sindical

Ministerio de Obras Públicas
Memorias anuales de los Puertos españoles

4.1.5. El presente y futuro del tráfico marítimo y los puertos

4.1.6. El futuro en España

The future of the European Ports
R. Regul. Semana de Brujas 1970
College of Europa. Brujas. Bélgica

Future Development of maritime transports, and its implications on harbours facilities .....
R. Regul. Brujas 1970

Le système portuaire français. Situation présente. Perspectives d'avenir
C. Brossier. Semana de Brujas 1970

The Size of Ships
R.O. Goss
Semana de Brujas 1970

Transhipment and importance of Ship Size
P.M.U. Rendall
Semana de Brujas

The Seaports of the future
D. Johnson

L'influence des ports sur les navies
H.C. Kieft
X Conferencia Bienal de I.C.H.C.A. Madrid 1971

L'influence des navies sur les ports
N.N.B. Ordman
X Conferencia Bienal de I.C.H.C.A. Madrid 1971

The function of maritime ports. The changes of structure
Foresable
P. Thornurn. Semana de Brujas 1970

World Bulk Trades - 1972
Faernley and Egers. Oslo. Noruega

Review, 1973
Faernley and Egers. Oslo. Noruega

World Tanker fleet Review - 1973
John I. Jacobs and Company Limited. Londres

El Transporte Marítimo en la década de los años 70
G. Alvarez de Miranda
B. Oficial M.O.P.

Galicia como solución. Estudio de un gran puerto a escala continental
C. Económico Sindical del Noreste
Santiago de Compostela 1969

Anuario Estadístico de España

Anuario Estadístico Naciones Unidas

Síntesis sobre el tráfico marítimo mundial y español
C. Isasa
Oficema. Madrid. Mayo 1970

Geographie des T. Maritimes
Verleque (Obra citada)

Buques y Astilleros. Panorama desde 1977
J.B. Parga
Sesiones Técnicas Ingeniería Naval. Cádiz 1972

A Spanish View of the future
J.B. Parga
Fairplay Spanish Shipping and Shipbuilding Survey
Octubre 1969

La Construcción Naval Española en 1980
J.B. Parga

4.2. Parte II. Las Operaciones Portuarias

4.2.1. El Esquema General de las Operaciones

Movimiento de Mercancías en los Muelles
UNCTAD 17/9/1973
TD/B/C. 4/109 Ginebra

The Unit Load
Captain M. Markusen
The Ship Research Institute of Norway 1966

Maritime Cargo Operations
Ch. Sauerbier 1956
New Work - John Wiley and Sons

Research into the mechanised Handling of General Cargo
Study Group National Committee for the Netherland
I.C.H.C.A. 1961

Relative Merits of Unitized and Containerized Cargos
D.L. Beattie
Reunión I.A.P.H. Australia 1969

Port Terminal Facilities
R. McElwee 1926
Mc Graw-Hill Book Company Inc. N.Y.

4.2.2. Las Operaciones a Bordo

Marine Cargo Operations
Captain Charles L. Sauerbier 1956 (Op. C.)

Stowage
Captain R.E. Thomas 1968
Brown Sons and Ferguson Ltd. Glasgow

Transportes Marítimos Estiba
E. del Villar 1961
Oficina Central Marítima. Madrid

Fletamentos y Términos de Embarque
J. Bes 1966
Oficina Central Marítima. Madrid

Cargo Handling Systems for General Cargo
J. Immer 1966
Work Soving International. Washington

Port Terminal Operation
E. Lederer
Cornell Maritime Press. New York 1945

Progress in Cargo Handling
International Cargo Handling Coordination Association
Nápoles 1954. Hamburgo 1957. New York 1961. Londres 1963

Estiba y Maniobra de buques
Antonio Vela 1946
Gustavo Gili. Barcelona

4.2.3. La Operación General Portuaria

Port Terminal Facilities
R. McElwee 1926 (Op. c.)
Mc. Graw-Hill. Book Company N.Y.

Wharf Management. Stevedoring and Stowage
McElwee and Taylor 1921
D. Appleton Company N.Y.

Port Terminal Operation
E.H. Lederer
Cornell Maritime Press. N.Y. 1945

Port Operation and Administration
Bown and Dove
Chapman and Hall Ltd. Londres 1960

Movimiento de las Mercancías en los Muelles
UNCTAD 17/9/1971
TD/B/C.4/109 Ginebra

The loading of Ships
Nelson and Landham
National Dock Labour Board 1957

Curva de masa para el control del funcionamiento de una bodega de tránsito
R. y M. Bustamante 1958
Revista Técnica Obras Marítimas. Mejico

Elements pour le projet d'un "complexe de quai"
A. Aubert
"Travaux". Diciembre 1958

The Modern Port
Fugl Meyer. Copenhagen 1957

Cargo Handling and the Modern Port
Oram
Pergamon Press London 1965

XX Congreso Internacional de Navegación
Baltimore 1961
Section 1. Sujet 6

4.2.4. Las Operaciones Especiales

a) El Pasajero

The Modern Port. Capítulo XII
M. Fugl Meyer. Copenhagen 1957

Travaux Maritimes. Capítulo VI
Joly Laroche. Dunod Paris 1951

Ports and Terminal Facilities. Capítulo XIII
Roy S. Mc-Elwee. Mac Graw-Hill. Nueva York 1926

Port Operation and Administration. Capítulo VIII
Bown and Dove Chapman 1960

Congreso Internacional de Navegación
Sección 2. Cuestión 2. Roma 1953

b) Pesca

Fishing Ports and Markets (FAO)
Fishing News (Books) Ltd. Londres 1970

Instalaciones y Servicios para el Desembarque y Comercialización en determinados puertos marítimos
Informe de la pesca de la FAO nº 36
Roma 1966

Informe sobre Pesca en puertos españoles
M.O.P. (Sofemasa) Julio 1965

c) Mercancía General Especial

Bibliografía sobre "Containerización" publicada por Ports and Harbours. Junio 1971
Es muy completo tanto en lo referente a libros como revistas, artículos, etc.

Containerisation
G. Van den Burg
Hutchinson of London 1969

National Port Council
Bulletin nº 2. Summer 1972
Londres

Rapport de la C.I. pour Normalisation du Roll-on/Roll-off, etc.
A.I.P.C.N. Bruselas 1971

XII Congres International de Navigation. Paris 1969
Section II. Sujet I.
Conditions de development du transport par container.
etc.

Folletos de Casas especializadas

Munck International A/S. Noruega
Mansen Consultants Systemes. Holanda.
MAFI. Fahrzeugwerk GmbH co. International
Clark International Marketing (Macmor. Madrid)

d) Graneles y Minerales

The Bulk Cargoes
Coram (Publishers) Ltd. 1954

La Manipulación Neumática. Sus principios y sus aplicaciones
R. Martinache
Manutención y Almacenaje. Abril 1970

La Manutention des Pondereux en Wrac.
Port de Dunkerque. R. Guitonneau
IV Conferencia Internacional de Puertos 1964. Amberes

Libro de Almacenamiento de Cereales
J. Velitchkovitch
IV Conferencia Internacional de Puertos. Amberes 1964

Dock and Harbour Engineering
Cap. 19. Bulk Handling Plant
H. Cornick
Charles Griffin and Company. Londres 1960

Manipulación de Graneles sólidos en Puertos
F. Enriquez Agos
Revista Obras Públicas. Julio 1965

Bulk Handling Equipment
I.H.C. Holland 1968

Etudes de Recherches sur la Manutention dans les Ports
R. Chapman et R. Jackson
L'Association de Recherche Britanique Fer-Acier

Optimun Seize of Ore Carriers
D. G. Nigman
Journal of the iron and Steel Institute. Nov. 1966

Muelles para descarga de minerales. Puerto Autónomo del Havre
Revue d'Information del Port. 1967

4.2.5. Organización y Rendimiento

Movimientos de mercancías en los muelles
Secretaría de UNCTAD
TD/B/C.4/109 Ginebra 1974

Unitarización de la carga
Informe de la UNCTAD
TD/B/C.4 Nueva York 1970

La normalización de las unidades de carga
J. Van Leeuw
IV Conferencia Internacional de Puertos. Amberes 1964

Ports Costs and the Demand for Port Facilities
M.H. Peston y R. Rees
National Port Council. 1971

Racionalización y Productividad
A. González Isla
B.M. Obras Públicas

Methodes de Manutención des Marchandises dans le Ports Americains et Europeens
Lerge C. Koushnareff
A.I.P.C.N. 1956

Handling of Cargo at European and USA Ports
Dr. Neumann
The Dock and Harbour Authority. Junio 1962

La Manutention en Profondeur
Cornelys H. Verwey
IX Conferencia Internacio. I.C.H.C.A. Göteborg 1969

Equipements Divers pour l'amelioration de la productivité
Hendrik K.J. Helessen
IX Congreso Internacional I.C.H.C.A. Göteborg 1969

Productividad Portuaria
F. Enriquez Agón
R. Obras Públicas 1961

Problemática de la Congestión Portuaria
F. Enriquez Agón
R. Obras Públicas 1968

Ideas de un armador ..... manipulación cargamentos
W.H. Kruyff
Oficina Central Marítima

The Costing of Materials Handling
Study Group (Institution of Production Engineers, etc.)
Maxwel Son and Company Ltd. Mayo 1964

How Can Dry Cargo Ships Be Made More Efficient?
Some Problems of Delivery
The Application of Modern Management Aids by a Port Authority
The Cargo Handling Problem as the Shipbuilder Sees it
Artículo de I.C.H.C.A. Enero 1965

4.3. Parte III. [illegible] e Instalaciones

a) Obras de tipo general

Dock and Harbour Engineering
Henry F. Cornick
Charles Griffin and Company Ltd.
Londres 1958

Docks, Wharves and Piers
F.M. Du-Plat-Taylor
Eyre and Spottiswoode. Publishers, Ltd.
Londres 1949

Seewasserstraßen und Seehäfen
Heinrich Press
Wilhelm Ernst and John. Berlin 1962

Travaux Maritimes
Joly Laroche Walter Rouville
Dunod. París 1951

Design Manual Navydocks. D.M. 24/5/6/7/8
Department of the Navy
Bureau of Yards and Docks
Washington D.C.

Cours de Travaux Maritimes
M.D. Laval
Ecole National des Ponts et Chaussées
1961/1962

Cours d'hydraulique maritime et de Travaux Maritimes
J. Larras
Dunod. París 1951

b) Obras Especificas

b_1) Exteriores

XX Congreso International de Navigation
Baltimore 1961 - Section II - Sujet 2
Orientation et forme des acces aux ports de mer ..... etc.

XXII Congres International des Navigation
Paris 1969 - Section II - Sujet 3
Problemes poses par les tres grandes navies.... etc.

II Comission International des Petroliers
Les grandes petroliers et leur reception
Rapport Final
A.I.P.C.N. Boletín nO 16 - 1973

Junta del Puerto y Ría de Bilbao
Proyecto del Dique de Abrigo del Abra

Harbour entrances, channels and turning basins
Dunsen Hay
Dock and Harbour Authority. January 1968

Water Depths Required for Ship Navigation
Richard G. Waugh
J.W.H.C. Division. A.S.C.E. Agosto 1971

Ordenación de Vías Navegables
Suárez Bores F.
Centro de Estudios y Experimentación de O.P.
Madrid 1969

Le probleme de gouverne de tres grands navies dans le chaneaux d'acces et des Bassins de Manoeuvre
Casimir J. Krey
Bulletin A.I.C.P.N. 1970 (Vol. III)

Channel Depths for Modern Ports
R.B. Talley
Procedings of the Institution of Civil Engineers. Febrero 1955

Obras Maritimas
R. Tribarren y C. Nogales
Editorial Dossat. Madrid 1954

Relatorio General Puerto de Suape
Diper. Estado de Pernambuco. Brasil
1975

Recomendaciones sobre proyectos y ejecución de Obras de Gragados
M. Vigueras
Laboratorio del Transporte M.O.P.
Madrid 1966

Proyecto de Señales Maritimas
R. Soler Gayá
Palma de Mallorca 1963

b_2) Interiores y Varios

Port Maintenance
The American Association of Ports Authorities
1964

Port Design and Construction
The American Association of Ports Authorities
1964

The Modern Port
H. Fugl Meyer
Danish Tecnical Press
Copenhagen 1957

Design and Construction of Ports and Marine Structures
Alonzo De F. Quinn
Mc-Graw-Hill Book Company Inc.

Travaux Maritimes
J. Chaplin. Editions Eyrolles. París 1967

Recomendaciones del Comité para obras en Puertos y Riberas (Zau 1970)
Editorial Index. Madrid 1975

c) Puertos Petrolíferos

Les Grandes Petroliers et leur Reception
II Comission International des Petrolliers (1970-74)
A.I.P.C.N. (Bruxelles 1974)

I^as Jornadas Nacionales del Petróleo
IV Ponencia: Aprovisionamiento y Distribución
Noviembre 1970

Docks and Harbour Engineering
Capitulo 19 - Oil Handling
H. Cornick
Charles Griffin and Company. Londres 1960

Dispositifs de reception de grands petroliers, etc.
S. II Q. II
A.I.P.C.N. Roma

Pantalán para Petroleros de 100.000 TPM (La Coruña)
Harris Bosch Aymerich, S.A.
Madrid 1966

Offshore Floating Terminals
E.H. Harlow
Journal of the Waterways Harbours - A.S.C.E.
Agosto 1971

Latest developments in offshore tanker Berths
The Mono-Moozing
P. Koppenol
De Ingenieur 1964

Esfuerzos contra la polución de aceites
Lloy's List and Shipping Gazette. Junio 1964

d) Puertos de Graneles y Minerales

A New Generation of Ports for 150.000 TPM Bulk Carriers
Paul Soros
Ports and Harbours. Mayo 1972

Planning, Investigation and design for large bulk carrier ports
N.J. Ferguson
The Dock and Harbour. Noviembre 1972

Size of Ore Carriers for the New Port Talbot Harbour
M.G. Meredith and C. Wordsworth
Journal of the iron and steel Institute

Anteproyecto de Cargadero de Minerales (Sierra Menera)
Onuba, S.A. 1973

Proyecto de Puerto Cementero en Alcanar
Onuba, S.A. 1969

e) Puertos Pesqueros

Fishing Ports and Markets
Departmen of Fisheries. F.A.O.
Fishing News (Books) Ltd. London 1971

XXI Congres International de Navigation
Ports de Peche et Installations.
Section II - Sujet 4.
Stockholm 1969

Instalaciones y Servicios para el desembarque y Comercialización en determinados puertos marítimos
Informe de pesca de la F.A.O. nº 36
O.N.U. Roma 1966

Proyecto y Ordenación de Puertos Pesqueros
M. Martínez Catena
R.O.P. Junio 1965

f) Puertos Deportivos

Marinas
Recommendations for design, Construction and Maintenance
Chaney, CH.
National Association of Engine and Boat Manufacturer
New York - 1961

Small Craft Harbour Development
Committe on Ports and Harbours
J.W.H.D./A.S.C.E. Agosto 1964

XXI Congres International de Navigation
Stockholm 1965
Ports de plaisance

Complejos Portuarios Turísticos-Deportivos
Díaz Fraga, A.
Primer Curso de Análisis, Planeamiento y Gestión del Medio Litoral. Málaga
Colegio de Ingenieros de C.C. y Puertos. Madrid 1974

Porti Turistici Marina Construzione e Gestione
Gallareto, E.
Hoepli Milano

Puertos Deportivos
Javier Peña
B. Ministerio de Obras Públicas

Almacenamiento Pequeñas Embarcaciones
González Isla, A.
A.I.P.C.N. Barcelona. Octubre 1971

Conception General des Ports de Plaisance
Vian, R.
A.I.P.C.N. 1968

Pantalanes para Embarcaciones Menores y de Recreo
Soler Gayá, R.
Revista O.P. Madrid, Mayo 1973

Puertos Deportivos
Martínez Catena, M.
M.O.P. 1973

Regional Application of Asce Manual nº 6
Treawelly Kycer
J.W.H.D./ASCE Febrero 1971

La Cuarta Flota
M.O.P. Dirección General de Puertos
Madrid 1975

Escales
Commission Nautique du Comité Regional
Cannes 1970

4.4. Parte IV. La Planificación y Dimensionamiento

4.4.1. La Planificación del Puerto

Libros

Port Development
Mac Elwee Roy S.
Mac Graw-Hill Book Company. Inc. New York 1926

Regional Planning
Hufschmidt. Maynard
Frederick A. Preager. New York

Mission: Port Development
Hedden. Walter P.
The American Association of Port Authorities 1967

Artículos Generales Planeamiento

La Planificación. El Planeamiento
Cañada, M.
VIII Semana de la Carretera. Madrid 1971

El Planeamiento, esa frustración
Figueroa, A.
VIII Semana de la Carretera. Madrid 1971

Informática de Gestión en Puerto
Enriquez, Francisco
B. Ministerio de Obras Públicas

Planning des Ports
Petersen, J.E.
Bulletin de la A.I.P.C.N.. Vol. 1/II - 1968/69

Importanza della Programmazione per una importazione equilibrata dello sviluppo dei porti italiani
Brega, Luigi
Convegno Internazionale degli Amministratori dei Porto
Génova 1963

A port director's view of planning
Perkins Dudley
Semaine de Bruges 1970

Port Planning in Britain
Morris Gedford J.
Semaine de Bruges 1970

Regional Approach to Port Development Planning
Mardsen Howard
J.W.W.D./ASCE Febrero 1971

Views of Port Industry
Gilman, Roger H.
ASCE Febrero 1971

El Puerto en la Ruta del Transporte
Enriquez, Francisco
R. Obras Públicas. Julio 1966

Predictions for Port Planning
Bertlin, D.P.
The Dock Harbour Authority. Diciembre 1966

4.4.2. Los Gastos Totales y su Influencia en la Planificación

Publicaciones y Libros

Comunicación sobre "Sistemas de Análisis de Costes"
Dirección General de Puertos
Madrid. Abril 1965

Borrador sobre "Evaluación de Proyectos en el Sector Público"
Ministerios de Hacienda y Obras Públicas

Economic Appraisal of Transport Projets
Adler, H.
Indiana University Press. 1971

Port Coste and the Demand for Port Facilities
Peston, M.H. Rees, R.
National Ports Council. Londres 1971

Articulos

Economic Efficiency of Harbour Investments
Cambon, J.
The Dock and Harbour Authority. Marzo 1971

Tarif ou ..... Taxe Portuaire
Cambon, J.
Journal de la Marine Merchande
Noeuveautes Techniques maritimes 1970

Economics of Channels and Maneuvering Areas for Ships
Waugh, R.
J. Wand H.D./ASCE. Noviembre 1971

Rentabilidad de las Inversiones
Uriol Salcedo.
Colegio de Ingenieros de Caminos. Madrid 1966

4.4.3. El Dimensionamiento de las Obras e Instalaciones

a) El Dimensionamiento

(Consultar los libros sobre Obras Marítimas - Parte III, sobre dimensiones y condiciones de las instalaciones y los libros generales citados en la Bibliografía General).

Articulos de tipo general

La Ricerca Operativa ed i porti Maritimi
Zignoli, Vittorio
L'Ingegnire. Febrero 1963

Extensión Territorial des Ports. Section II - Sujet 6
XII Congres International de Navigation
Paris 1969 - A.I.P.C.N.

Layout of Port Facilities on Land
Nagorski, B.
I.C.H.C.A. Second U.N. Ports and Shipping. Training Centre. Denmark 1962

Condiciones de entradas, accesos y fondeaderos
(Consultar Bibliografía - Parte III. Obras exteriores e interiores)

Dimensionamiento de muelles, dársenas y otras instalaciones
(Consultar Parte III. Obras exteriores e interiores)

b) Muelles, dársenas y terraplenes

Port Design and Construction
The American Association of Port Authorities
Washington D.C. 1964

Nouvelles Conceptions: a) dans la disposition, etc.
Section II. Navigation Maritime, C.2.
Congres Internacional de Navigation. Roma 1959

Elements pour le projet d'une "complexe de quai"
Aubert, A.
Travaux. December 1958

Le rendement des superficies dans le Port d'Alger
Chauvin, J.M.

Ports and Terminal Facilities
Mac Elwee, R.
Mc Graw-Hill Book Company, Inc. 1926

c) Puertos Especiales

Puertos Petroleros
(Consultar Bibliografía. Parte II - Tráficos Especiales y Parte III - Puertos Especiales)

Puertos Mineraleros
(Consultar Bibliografía. Parte II - Tráficos Especiales y Parte III. - Puertos Especiales)

Puertos e Instalaciones de Tráficos Combinados
(Consultar Bibliografía. Parte II - Tráficos Especiales y Parte III - Puertos Especiales)

Puertos Pesqueros
Id. Id. Id.

Zonas Terrestres e Industriales
Ver Parte I

d) Teoría de Colas

Libros Generales

Modelos y Métodos de la Investigación Operativa
Kauffman, A.
C.E.C.S.A. Méjico-España-Argentina

Les phenomenes d'attente
Kauffman
Dunod. París 1961

The Avanced Theory of statistics
Kendall, M. y Stuart, A.
Griffin Co. Ltd. London 1961

Queues, Inventories and Maintenance
Morse, P.M.
John Wiley & Sons, Inc. New York 1958

Queing Theory Recent Developments and Applications
Crown, P.
The English Univertities Press

Queues and Inventories
Prabhu
John Wiley and Sons, Inc. New York

Artículos

Prediction of Maximum Practical Berth
Fratar, T.J. / Goodman, A.S. / Brant, A.E.
Transactions. ASCE, Part IV. Vol. 126 - 1961

Optimum Size Port
Plumlee, C.H.
ASCE, Vol. 92 - Agosto 1966

Forecasting Delays to Ships in Port
Mettam, J.D.
The Dock and Harbour Authority - April 1967

Berth Planning by Evaluation of Congestion and Cost
Nicolau, S.N.
J.N.H.D./ASCE, Vol. 93 - Nov. 1967 y Vol. 95 Agosto 1969

Ship - Turn - Around Time at the Port of Bangkok
Jones J.H. and Blunden, W.R.
J.N.H.D./ASCE - Vol. 94 - Mayo 1968

The application of Statistical Methods of Port Planning at Port Kembla
Willis, H.D. and White, I.R.
Journal Institution of Engineers. Australia
Vol. 41 - Octubre/Noviembre 1969

The Economics of Berth Employments and Carrier Size
Daniels, W.J.
The Dock and Harbour Authority - Diciembre 1966

A Study on the Method of Port Improvement by Physical Distribution Cost Analysis
Nagao, Y. / Kanai, M.
XXII C.I. Navegación - Paris 1969

Queining at Single-Berth Shipping Terminal
Miller, A.J.
J.N.H.D./ASCE - Febrero 1971

The use of the waiting line theory in planning expansion of Port facilities
White, I.R.P.
The Dock and Harbours Authority. Febrero 1972

Problemática de la Congestión Portuaria
Enriquez, F.
Revista de Obras Públicas de Madrid. Mayo 1964

Systems analysis fort Port Planning
Agerschou, H. / Korsgaard, J.
The Dock and Harbour Authority. Mayo 1969

Planning, Investigation and Design for Large Bulk Carrier Ports
The Dock and Harbour Authority. Noviembre 1972

Aplicación de la Investigación Operativa a la Planificación de los Puertos
López, César
Tesis Doctorado. Madrid 1974

e) Métodos de Simulación

Libros y folletos

Les Methodes de Simulation
Agard, J.
Dunod - Paris 1968

Computer Simulation Applications
Reitman, J.
John Wiley & Sons, Inc. New York

Simport
Simmonds, J.R.
The National Ports Council - London

Desarrollo de los Puertos
UNCTAD. New York 1969

Aplicaciones de la Investigación Operativa a la Planificación de Puertos
López, César
Madrid 1974

Artículos

Simulation Electronique des Ports de Commerce
Kauffman, A.

Improvement in Port Operations and Related Installations, Optimizacion and Simulation Methods
Maffait, Georges
7 Th Conference in Montreal. Ports and Harbours

Rapport Francés
Barrillon, M. / Mandray, M. / Boisserreng, M.
XXII C.I. Navegation - Paris

4.4.4. El Plan General del Puerto

Plan de Puertos
Ministerio de Obras Públicas - Diciembre 1966

Economic Appraisal of Transport Projects
Adler, H.
Indiana University Press 1971

Rentabilidad de las Inversiones
Uriol Salcedo, J.L.
Colegio de Ingenieros de Caminos. Madrid 1966

Engineering and Port Development Studies
Elsby, W.L.
The Dock and Harbour Authority. Septiembre 1971

Rentabilidad de Inversiones en Transportes - 1965
Villar Mir, J.M.

Simport
Simmonds, J.
The National Ports Council. Londres

.5. Parte V. La Organización del Puerto

4.5.1. La Autoridad Portuaria

Administración Portuaria
Luis Coscolluela Montaner
Editorial Tecnos, S.A. - Madrid 1971

Administración Portuaria
Pablo Suárez -ESAPAC 1956

Port Administration
J.G. Baudelaire
International Seminar on Port Management
Delft. Netherlands 1966

Port Administration in the United States
Marvin L. Fair
Cornell Maritime Press
Cambridge Maryland 1956

Notas sobre Organización Portuaria
J. Peña 1965

Los diferentes regímenes de Administración Portuaria
J.M. López Jamar. B.O.P. 1965

Ideal Port
B. Nagorski. I.C.H.C.A. Congreso de Nápoles 1954

Mission Port Development Cap^os 4 y 6 y Apéndices
W.P. Hedden (Obras citadas)

El Progreso Técnico-Organizativo nel Settore Marittimo-portuale
Sergio Vaccá. Turin 1967

Le Regime Administratif et financier des Ports Maritimes
Primera Parte (Cap^os 1, 2, 3, 4)
J. Grosdidier des Matons. París 1969
Librería R. Pichou

Administración de Puertos
M. Martínez Catena
Escuela de Guerra Naval, Febrero 1970

Méritos Relativos de la Propiedad Privada, Estatal y Local de los Puertos
Howard Mann. Interports'65 . Londres

Free Ports and Foreing Trade Zones
Richard S. Thoman
Cornell Maritime Press 1956

La Importancia Económica del Puerto Franco
Heinz Kaufmann
Interports'65. Londres

Puertos Francos, Zonas Francas y Depósitos Francos en España
E. Socias Port. Comercio, Noviembre 1965

Consideraciones sobre la Instalacion de un Depósito o Zona Franca en el Puerto de La Coruña
M. Vigueras. F. Calderón, M. Olives
La Coruña 1963

A. Comparison of the Costs of Continental And United Kingdom Ports
National Ports Council. Enero 1970

Derecho Administrativo
Pedro García Ortega
C.E.I.A. Diciembre 1972

Ley de Juntas de Puertos y Estatutos de Autonomía
Ley de 27/1968 de 20 de Junio
Reglamento 9 Abril 1970 (B.O.E. 15 Mayo 1970)

Principios Generales de la Ley de Régimen Financiero de los Puertos
G. Viseda. B.O.P. 1966

Boletín de Disposiciones
Secretaría General Técnica M.O.P.

Colección de Legislación Vigente
Dirección General de Puertos y Señales Marítimas

Colección de Textos Legales
Boletín Oficial del Estado

4.5.2. La Estructura Administrativa del Puerto

Organización de la Administración del Estado
Presidencia del Gobierno. Secretaría General Técnica
Madrid 1972

Organización de la Administración
Pedro García Ortega. C.E.I.A.
Madrid 1972

Decretos sobre Reorganización del Ministerio de Obras Públicas
D. 2682/1971. 4 Nov. (B.O.E. 5 Nov. 1971)

Decreto sobre Modificación Reorganización M.O.P.
D. 2529/1973. 17 Ag. (B.O.E. 17 Oct. 1973)

Decreto Determinando Funciones y Estructurando los Servicios de las Juntas de Puertos
Decreto 3516/1974 de 28 Nov. (B.O.E. 10/1975)

El Trabajo Portuario
Juan M. Villar Mir
B.M. Obras Públicas

Ordenanzas de Trabajo de Estibadores Portuarios
Orden M. de Trabajo 5 Diciembre 1969 (B.O.E. 30/12)

4.5.3. La Organización de las Operaciones

Administración Portuaria
Luis Coscolluela Montaner
Editorial Técnos. S.A. Madrid 1973

Régimen Jurídico de las Operaciones de Carga y Descarga en el Tráfico Marítimo
J. Mª Condra Romero
Editorial Técnos, S.A. Madrid 1970

Fletamentos y Términos de Embarque
J. Bes
Oficina Central Marítima. Madrid 1966

Legislación Marítima Mercantil y Pesquera de España
J. Navarro Dagnino
Editorial Naval 1959

Organización de la Explotación Portuaria
Fidel Durán Crespo
Escuela N. de Administración Pública. Agosto 1972

La Marina Mercantil Italiana
Ministerio de la Marina Mercante de Italia
Roma 1968

Racionalización de las Operaciones de Manipulación de Mercancías en los Puertos
Bedaux
Dirección General de Puertos M.O.P. Madrid

Conocimientos de Embarque
UNCTAD. TD/B/C Rev. 1
Naciones Unidas 1971

Condiciones de Embarque
UNCTAD: TD/B/C. 4/36
Naciones Unidas 1969

"Incoterms" 1953
Cámara de Comercio Internacional

Ley sobre Unificación de Reglas para los Conocimientos de Embarque
Ley 22 Diciembre 1949 (B.O.E. 24 Dic. 1949)

Convenio para Facilitar el Tráfico Marítimo Internacional de Londres 9 Abril 1965
Ratificación Española 2/7/1971 (B.O.E. 26/9/1973)

Ordenanzas de la Renta
Ministerio de Hacienda
Decreto 17 Octubre 1947 (Gaceta 16 Dic.)

Control of Ocean Freight Rates in Foreing Trade
Deptº. Comercio U.S.A.
Bureau Comercio Exterior: 1938

4.6. Parte VI. La Administración de los Puertos

4.6.1. La Financiación

Le Regime Administratif et Financier des Ports Maritimes
Capítulo V
J. Grosdidier de Matons. París 1969

Port Administration in the United States. Capo. X
Marvin L. Fair - 1954

Port Administration. Capo. VIII
J.G. Baudelaire. Delft 1970

Financial Self-sufficiency for Ports?
Bodhan Nagorski
The Dock and Harbour Authority - Mayo 1964

Ports Economics. Capo. V
A.H.J. Bown - Londres 1953

Informe Rochdale

Mission: Port Development. Capo. V y Apéndice
Walter P. Hedden
The American Association of Port Authorities 1967

Tarificación Portuaria. Capo. 2º
UNCTAD TD/B/C.4/110. Agosto 1973

A Comparison of the Costs of Continental and U.K. Ports
National Ports Council - Enero 1970

Ley de Régimen Financiero de los Puertos

Subsecretaría de Marina Mercante
Estadística de Pesca

Planes de Desarrollo Económico y Social
Monografías del Sector Pesca

4.6.2. La Tarificación

Tarificación Portuaria
Conferencia de UNCTAD
TD/B/C.4/110 7 Agosto 1973

Le Regime Administratif et Financier des Ports Maritimes
Capítulo V
J. Grosdidier de Matons
R. Pichou - París 1969

Mission: Port Developments Capo. V
W.P. Hadden (op.c.)

Ports Economics Capo. 7
A.H.J. Bown (op.c.)

Port Administration Capo. VIII
J.G. Baudelaire (op.c.)

Ports Problems in Developing Countries
B. Nagorski (op.c)

A Few Principles To Apply and Mistakes To Avoid in Preparation of Ports Tariffs
F.X. Dera
Ports and Harbours - Diciembre 1971

The Simplification of Ports Charges
J.R. Sainsbury
P. and H. Diciembre 1971

A Propos de la Tarification des Services Publics
P. L'hermitte
Travaux

Tarifa ou ..... Taxe Portuaire
J. Cambon
Journal de la Marina Marchande 1970

Criterios de Importación a Tarifas de Obras y Servicios
Dirección General de Puertos - M.O.P. Abril 1975

Decreto de 21 de Julio de 1972 Sobre Tarifas Portuarias
B.O.E. 31/7/70

Normas Sobre Revaluación del Inmovilizado Existente en 31/12/74
Orden Circular 27 Junio 1975
Dirección General de Puertos M.O.P.

4.6.3. La Organización de las Juntas de Puertos

Ley de Juntas de Puertos

Reglamento de la Ley de Juntas de Puertos

Ley de Entidades Estatales Autónomas

Decreto de Organización de las Juntas de Puertos

O.M. Sobre Organización de Juntas de Puerto

Estatuto de Funcionarios de Puertos

Reglamentación N.T. de Obreros de Juntas

Reglamento de Policía del Puerto

4.6.4. La Coordinación de los Puertos

Le Regime Administratif, etc.
J.G. de Matons (op.c) CapQ. IV Lec. 1ª y 2ª

Port Administration in the USA Cap.Q. XIII
Marvin L. Fair
Maryland 1964

Mission: Port Developments CapQ. 7,8,9
Walter P. Hedden (op.c)

Port Economics CapQ. 7
A.H.J. Down (op.c)

Política Nacional del Transporte
Ideas sobre declaración de propósitos
Madrid - Octubre de 1970

Port Problems in Developing Countries
B. Kajorski (Dock and Harbour 1971)

World Ports-What Priority?
Joseph L. Stanton
Ports and Harbours - Diciembre 1971

Is Cooperation Between Ports Possible
R. Vleugels
Ports and Harbours 70 Conf. Montreal - Enero 1972

L'Integration du Transport
R.P. Holerbowicz
X Conference Bienale de L'ICHCA
Madrid - Junio 1971

Anexo III

OBRAS DE CONSULTA SOBRE DESARROLLO PORTUARIO

1. Las autoridades responsables de la planificación de los puertos necesitan más información de la que puede proporcionar un simple manual. Hay una abundante documentación sobre el tema y muchas veces a las autoridades les resulta difícil saber qué publicaciones les conviene seleccionar o procurárselas a tiempo para atender alguna necesidad concreta que pueda surgir en materia de planificación.

2. A cada autoridad le conviene constituir una documentación adecuada antes de emprender cualquier actividad concreta de planificación, de forma que, llegado el momento, los planificadores de un proyecto puedan encontrar rápidamente los datos necesarios. Con esta finalidad, la secretaría de la UNCTAD ha preparado una lista de obras de consulta sobre desarrollo portuario, que se reproduce más adelante.

3. La inversión de las muy considerables sumas que exige el desarrollo de los puertos debería basarse en la mejor información disponible, lo que justifica que se destine una modesta cantidad a la adquisición de todas las obras que integran la lista. Quizá convendría que las autoridades hicieran el pedido de todos los libros de la lista por conducto de algún importante agente comercial de librería, en vez de tratar de encargarlos uno por uno.

Lista de publicaciones recomendadas sobre desarrollo portuario

Autor	Título	Editor
Agnew, J. y Huntley, J.	Container stowage: a practical approach	Container Publications Ltd., Dover (Inglaterra), 1972.
American Association of Port Authorities	Port planning, design and construction: a manual prepared by Standing Committee IV, Construction and Maintenance	American Association of Port Authorities, Washington, D. C., 1973.
American Society of Civil Engineers, Task Committee on Port Structure Costs	Port structure costs	American Society of Civil Engineers, Nueva York, 1974.
Apple, J. M.	Plant layout and materials handling, 2.ª ed.	Ronald Press, Nueva York, 1963
Baker, C., ed.	Progress in cargo handling, vol. 4, Changing user requirements	Bowker Publishing Co. Ltd., Epping (Essex, Reino Unido), 1976.
Banco Mundial	Uses of consultants by the World Bank and its borrowers	Banco Mundial, Washington, 1970.
Banco Mundial	Guidelines for procurement under World Bank loans and IDA credits	Banco Mundial, Washington, 1975.
Baudelaire, J. O.	Port administration and planning: general introduction	Delft (Países Bajos).
Bird, J.	Seaport gateways of Australia	Oxford University Press, Londres, 1963.
Bird, J.	The major seaports of the United Kingdom	Hutchinson, Londres, 1963.
Bird, J.	Seaports and seaport terminals	Hutchinson, Londres, 1971.
Bown, A. H. J.	Port economics, 2.ª ed. revisada por W. A. Piere	Dock and Harbour Authority, Londres, 1967.
Braun, P. M.	Port engineering, 2.ª ed.	Gulf Publishing Co., Houston (Texas), 1976.
Chapon, J.	Travaux maritimes, vols. I y II	Eyrolles, París, 1974-1975.
Evans, A. A.	Technical and social changes in the world's ports	OIT, Ginebra, 1969 (Studies and reports, new series, 74).
FAO (publicado por la FAO)	Conference on fishing ports and port markets, Bremen, 1968	Fishing news, Londres, 1970.
Federación Internacional de Ingenieros Consultores (FIDIC)	Conditions of contract (international) for works of civil engineering construction, with forms of tender and agreement, 2.ª ed.	FIDIC, París, 1969

Autor	Título	Edición
Fugl-Meyer, I.	The modern port, its facilities and cargo handling problems	Danish Technical Press, Copenhague, 1957
Glassner, M. I.	Access to the sea for developing landlocked states	Martinus Nijhoff, La Haya, 1970
Hedden, W. P.	Mission: port development, with case studies	American Association of Port Authorities, Washington, D. C., 1967.
Hoyle, B. S.	The seaports of East Africa: a geographical study	East African Publishing House, Nairobi, 1967.
Ledcrer, T. H.	Port terminal operation: port terminal management	Cornell Maritime Press, Nueva York, 1945
Naciones Unidas	Unitarización de la carga	Publicación de las Naciones Unidas, N.º de venta: S.71.II.D.2
Naciones Unidas	Aspectos técnicos de los sistemas de transportes de grandes contenedores	Publicación de las Naciones Unidas, N.º de venta: S.73.VIII.1
Naciones Unidas	Las innovaciones técnicas en la esfera del transporte marítimo y sus efectos en los puertos	Naciones Unidas, documento TD/B/C.4/129 y Suppl. 1 y 2 (mimeografiado)
Nagorski, B.	Port problems in developing countries: principles of port planning and organization	The International Association of Ports and Harbors, Tokio, Japón, 1972
National Ports Council, Reino Unido	Port structures: an analysis of costs and design of quay walls, locks and transit sheds, vols. I y II	Benlin and partners, Londres, 1970.
National Ports Council, Reino Unido	Equipment evaluation: an examination of the use of fork-lift trucks in the ports	National Ports Council, Londres, 1973.
National Ports Council, Reino Unido	Bulletin N.º 9: port perspectives 1976	National Ports Council, Londres, 1976
ONUDI	Manual sobre el empleo de consultores en países en desarrollo	Publicación de las Naciones Unidas, N.º de venta: S.72.II.B.10.
Oram, R. B. y Baker, C. C. R.	The efficient port	Pergamon Press, Oxford, 1971.
Rath, E.	Container systems	John Wiley and Sons, Nueva York, 1973.
Regul, R., ed.	L'avenir des ports européens, vols. I y II	De Tempel, Brujas, 1971.
Tabak, H. D.	Cargo containers: their stowage, handling and movement	Cornell Maritime Press, Cambridge (Maryland), 1970.
Takel, R. E.	Industrial port development, with case studies from South Wales and elsewhere	Scientechnica, Bristol (Inglaterra), 1974.
Thoman, R. S.	Free ports and foreign trade zones	Cornell Maritime Press, Cambridge (Maryland), 1956
Thomas, R. E.	Stowage; the properties and stowage of cargoes, revisado por O. O. Thomas, 6.ª ed.	Brown, Son and Ferguson, Glasgow, 1968.
United States Department of Transportation	Guidelines for the physical security of cargo	United States Department of Transportation, Washington, D. C., 1972.

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

PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS

MODELOS HIDRAULICOS

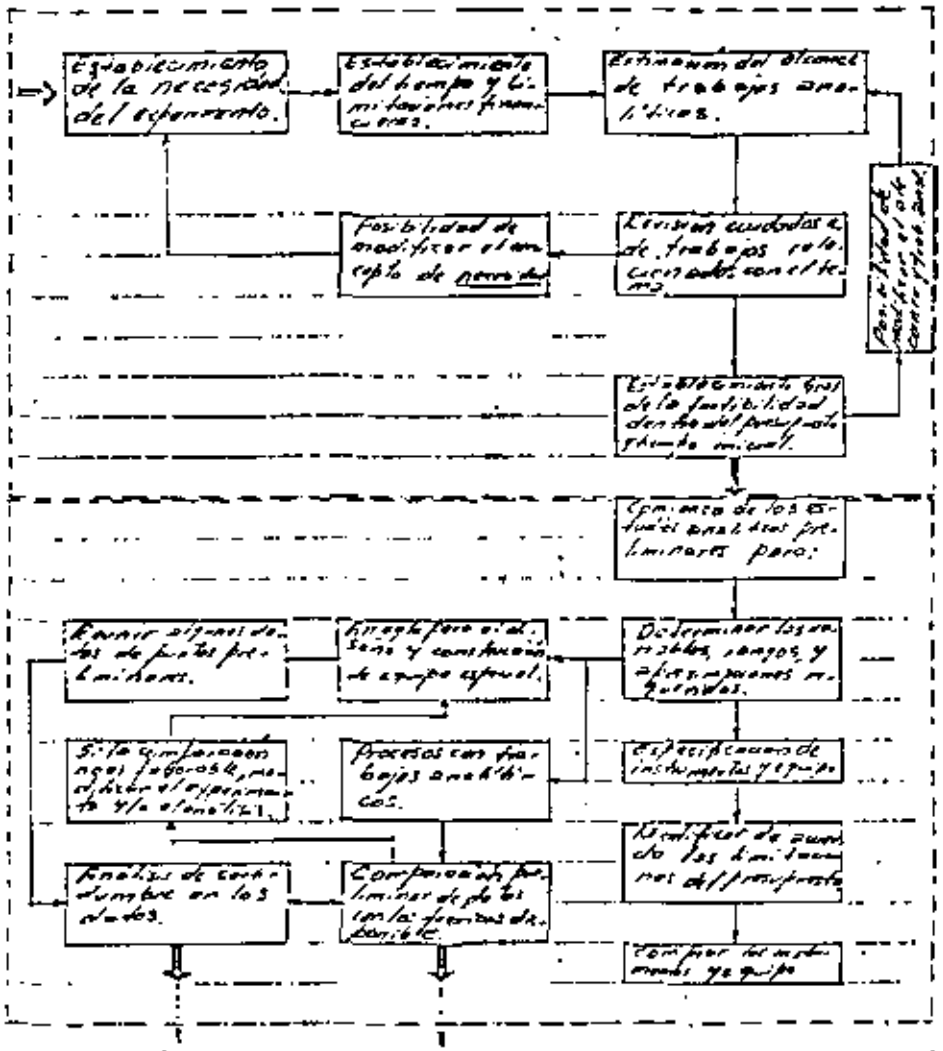
Ing Miguel Angel Vergara

Agosto, 1981

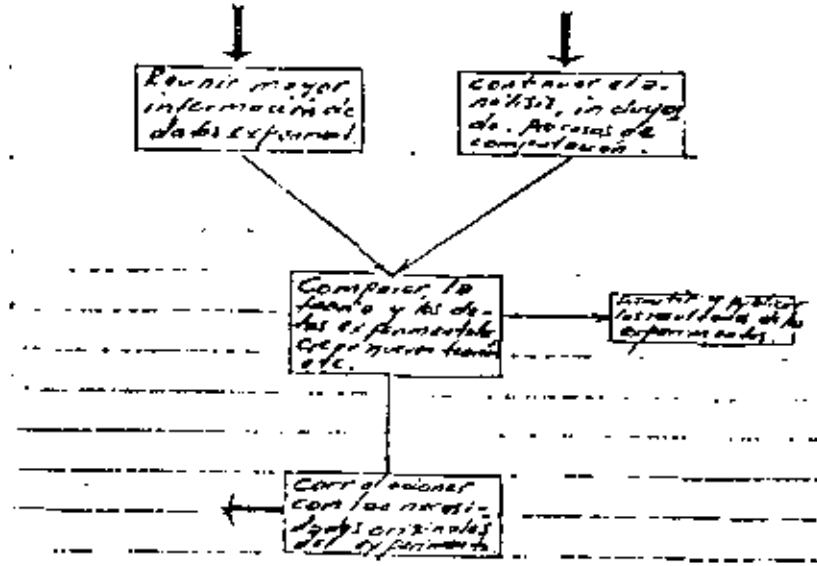
Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso México 1, D. F. Tel: 521-40-20 Apdo Postal M-2285

MODELOS HIDRAULICOS

Tema: Planeación de un experimento.



Tema: planeación de un experimento. (continuación).



Tema: ANALISIS DIMENSIONAL.

Magnitudes físicas.
- Fundamentales
  - L = long.
  - M = masa
  - T = tiempo
- Derivadas.
  - Area = A
  - Veloc. = V
  - ≡
  - etc.

Ecuación Dimensional:

Ejem: $[F] = [MLT^{-2}]$ = Ecuación dimensional de la fuerza.

Homogeneidad de ecuaciones...

Ejem: $V = (2gh)^{1/2}$ =

$[V] = [2][LT^{-2}]^{1/2}[L]^{1/2}$

$[V] = [LT^{-1}] = [2][LT^{-1}]$

$\therefore$ [2] es adimensional.

Luego la ec. anterior es homogenea.

Ejem: $V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$

$[V] = [\frac{1}{n}][L]^{2/3}$

$[V] = [LT^{-1}] = [\frac{1}{n}][L]^{2/3}$

$\therefore [n] = [L^{1/3}T] \Rightarrow$ NO HOMOGENEA.

Tema - ANALISIS DIMENSIONAL.

Teorema π ó Teorema de Buckingham.

En un problema específico intervienen las siguientes variables (magnitudes físicas) $A_1, A_2, A_3, \ldots, A_m$ mismas que se relacionan, a través de una ecuación homogenea de la forma:

$$\phi(A_1, A_2, A_3, \ldots, A_m) = 0$$

Siendo $A_i = A(a_1, a_2, a_3, \ldots, a_n)$

de manera que la función ϕ puede ser reducida a otra nueva función de la forma

$$F(\pi_1, \pi_2, \pi_3, \ldots \pi_r) = 0$$

donde $\pi_j = A_1^{x_1} A_2^{x_2} A_3^{x_3} \ldots A_m^{x_m}$ = Parámetro adimensional

y $r = m - n$

Ejemplo: En un flujo de un fluido líquido dentro de un conducto de forma arbitraria intervienen las siguientes magnitudes o variables.

Variables Geométricas:

magnitud lineal de la sección transversal = y.

Tema: ANALISIS DIMENSIONAL.

- otras magnitudes lineales; x, k_1, k_2, k_3, ...

Variables del flujo
- Presión = p
- Velocidad = v
- Aceleración de la gravedad = g

Variables del fluido.
- Viscosidad = μ.
- Tensión superficial = σ
- Módulo de elasticidad vol = E
- Masa específica = ρ

Cada magnitud física es función de las magnitudes fundamentales. L, M y T.

La función homogénea

$$\phi(y, x, k_1, k_2, k_3, \ldots, p, v, g, \mu, \sigma, E, \rho) = 0$$

Se transformará a través del teorema π. en:

$$F\left(\rho v y/\mu,\ v^2/gy,\ v^2\rho/E,\ v^2\rho/p,\ v^2\rho y/\sigma,\ y/k_1, y/k_2,\ y/k_3, \ldots\right) = 0$$

Tema: ANALISIS DIMENSIONAL...

$\pi_1 = vy/\nu/\rho = vy/\nu$ = Nº de Reynolds. R

$\pi_2 = v^2/gy$ = Nº de Froude. Fr.

$\pi_3 = v^2\rho/E$ = Nº de Cauchy. C

$\pi_4 = v^2\rho/p$ = Nº de Euler. E

$\pi_5 = v^2\rho y/\sigma$ = Nº de Weber. W.

$\pi_6 = y/k_1$

$\pi_7 = y/k_2$

$\pi_8 = y/x$

Luego: $F(Re, Fr, C, E, W, y/k_1, y/k_2, y/x \ldots) = 0$

Otros parámetros, con nuevas magnitudes físicas que intervienen en el flujo:

R_o = Nº de Rossby = v/Ω = fuerzas Iner/fuerzas

R_i = Nº de Richardson = $(v^2/gy)(T/\Delta T)$ = F. Iner/F. Iner.

S_t = Nº Strouhal = v/ny = F. iner/F. acel. del flujo

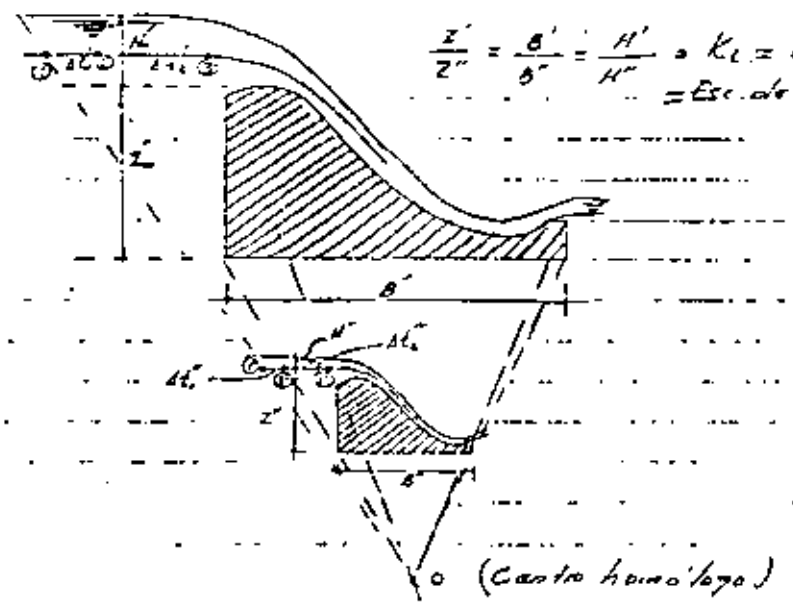
K = Nº de Karman = $E\,v\,y/\nu$ = F. iner/F. ns. en la frontera.

S = Nº de Smidt = ν/D = F. ens/F. def. molec.

Tema: MODELOS HIDRAULICOS

- Conceptos de:
  Prototipo
  Modelo.
  Similitud.

Similitud Geométrica.



$\frac{z'}{z''} = \frac{B'}{B''} = \frac{H'}{H''} = K_L = E_L$ = Esc. de long.

- Similitud Cinemática.
  $\Delta t_1'/\Delta t_1'' = \Delta t_2'/\Delta t_2'' = K_T = E_T$ = Esc. Tiempos.
- Similitud Dinámica
  $M_1'/M_1'' = M_2'/M_2'' = M_3'/M_3'' = K_M = E_M$ = Esc. Masas.

Tema: Modelos Hidraulicos.

- Escalas: = Magnitudes en prot. / magn. en modelo.

$$E_A = \frac{A_p}{A_m}$$

- Escalas Básicas.
  E_L, E_T, E_M.

Para Cualquier magnitud, su escala podrá ser derivada de las esc. básicas.

Ejem. $E_A = E_L^{x_1} E_T^{x_2} E_M^{x_3}$

para la velocidad.
$E_V = E_L E_T^{-1}$
para la fuerza.
$E_F = E_M E_L E_T^{-2}$

- Criterios de Similitud

La ley que gobierna el comportamiento de un fluido en movimiento debe cumplirse en modelo y prototipo, osea.

$$F(Re, Fr, C, E, W, y/L_1, y/L_2, y/x \ldots)_p = F(Re, Fr, C, E, W, y/L_1, y/L_2, y/x \ldots)_m$$

Tema: MODELOS HIDRAULICOS.

$$\frac{F(R_e, F_r, C, E, W, y/x_1, y/x_2, y/x_3, \dots)_p}{F(R_e, F_r, C, E, W, y/x_1, y/x_2, y/x_3, \dots)_m} = 1.$$

De esta igualdad se obtienen los criterios de similitud siguientes:

1).- Criterio de similitud de Reynolds.

$$\frac{(R_e)_p}{(R_e)_m} = 1 = \frac{(V y/\nu)_p}{(V y/\nu)_m} = \frac{E_V E_L}{E_\nu} = 1$$

2).- Criterio de similitud de Froude.

$$\frac{(F_r)_p}{(F_r)_m} = 1 = \frac{(V^2/g y)_p}{(V^2/g y)_m} = \frac{E_V^2}{E_g E_L} = 1$$

3).- Criterio de similitud de Cauchy.

$$\frac{C_p}{C_m} = \frac{(V^2\rho/E)_p}{(V^2\rho/E)_m} = \frac{E_V^2 E_\rho}{E_E} = 1.$$

4).- Criterio de similitud de Euler

$$\frac{E_p}{E_m} = \frac{(V^2\rho/p)_p}{(V^2\rho/p)_m} = \frac{E_V^2 E_\rho}{E_p} = 1.$$

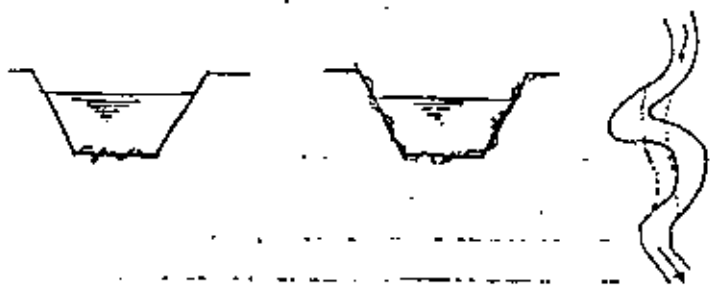
5).- Criterio de similitud de Weber.

$$\frac{W_p}{W_m} = \frac{(V^2\rho y/\sigma)_p}{(V^2\rho y/\sigma)_m} = \frac{E_V^2 E_\rho E_y}{E_\sigma} = 1.$$

Condición de Similitud de Reynolds.	Condición de Similitud de Froude	Condición de Similitud de Euler.	Condición de Similitud de Weber	Condición de Similitud de Cauchy.	Escalas derivadas de E_L, E_T y E_M.
$E_V = E_\nu E_L^{-1}$	$E_V = (E_g E_L)^{1/2}$	$E_V = (E_p E_\rho)^{1/2}$	$E_V = (E_\rho^{-1} E_L^{-1} E_\sigma)^{1/2}$	$E_V = (E_\rho^{-1} E_E)^{1/2}$	$E_V = E_L E_T^{-1}$
	Si: $g_p = g_m \Rightarrow E_g = 1$ Si el fluido en prototipo y modelo son iguales, esto implica que: $\rho_p = \rho_m$, $\nu_p = \nu_m$; Luego: $E_\rho = 1$ y $E_\nu = 1$. Entonces:				
$E_V = E_L^{-1}$	$E_V = E_L^{1/2}$	$E_V = E_p^{1/2}$	$E_V = (E_L^{-1} E_\sigma)^{1/2}$	$E_V = E_E^{1/2}$	$E_V = E_L E_T^{-1}$
	Ahora en base a las escalas Básicas E_M, E_L, E_T se obtiene:				
	$E_p = E_M E_L^{-1} E_T^{-2}$ Pero $E_M = E_\rho E_L^3$ como $E_\rho = 1 \Rightarrow E_M = E_L^3$		Luego: $E_p = E_L^2 E_T^{-2}$		
$E_V = E_L^{-1}$	$E_V = E_L^{1/2}$	$E_V = E_L E_T^{-1}$	$E_V = E_L E_T^{-1}$	$E_V = E_L E_T^{-1}$	$E_V = E_L E_T^{-1}$
	como $E_g = 1$ y como $E_g = E_L E_T^{-2}$ Entonces $E_T = E_L^{1/2}$ Luego:				
$E_V = E_L^{-1}$	$E_V = E_L^{1/2}$	$E_V = E_L^{1/2}$	$E_V = E_L^{1/2}$	$E_V = E_L^{1/2}$	$E_V = E_L E_T^{-1}$

Tema: MODELOS HIDRAULICOS. (RIOS y CANALES).

- Modelos de fondo fijo.
- Modelos de fondo móvil.



- Modelos a superficie Libre (de fondo fijo).

En un flujo a superficie libre dentro de un conducto de forma cualquiera, un fluido incompresible se comporta bajo la siguiente ley.

$$F\left(\frac{vy}{\mu/\rho}, \frac{v^2}{yg}, S, \frac{y}{k_1}, \frac{y}{k_2}, \ldots\right)=0$$

El flujo es no permanente y no uniforme.

La ecuación anterior se reduce a: $F(Re, Fr, S, X_1, X_2, X_3, X_4)=0$

Tema: MODELOS HIDRAULICOS. (RIOS y CANALES)

La similitud dinámica implica que:

$E_{Re}=1$; $E_{Fr}=1$, $E_S=1$.
$E_{X_1}=1$; $E_{X_2}=1$; $E_{X_3}=1$.

Solamente se ampliará $E_{Fr}=1$

y $Re > 2000$ para flujo en canales.

asi: $\left(\frac{vy}{\nu}\right)_p = \left(\frac{vy}{\nu}\right)_m > 200$

$$\frac{v_p y_p}{\nu_p} = \frac{\frac{v_p}{E_v}\frac{y_p}{E_y}}{\frac{\nu_p}{E_\nu}} > 200$$

$$\frac{E_v E_y}{E_\nu} < \frac{v_p y_p}{\nu_p} \cdot \frac{1}{2000}$$

Si $E_\nu=1$ y $E_y=1$

entonces de $E_{Fr}=1$

$E_v = E_y^{1/2}$

Luego:

$$\boxed{E_L < \left(\frac{v_p y_p}{2000\,\nu_p}\right)^{2/3}}$$

Tema: MODELOS HIDRAULICOS. (RIOS Y CANALES)

Ej m:

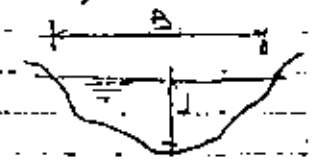
Si $V_m = 1.20\,m$.
$Y_p = 400\,m$.
$\nu_p = 10^{-6}\,m^2/s$ (20°c)

$$E_L < \left(\frac{1.20 \times 400}{2000 \times 10^{-6}}\right)^{2/3} = 179.25$$

Luego, la escala máxima a emplear para que el flujo en el modelo también sea turbulento es:

$1:179.25$

- Condición de similitud de fricción



$$V_p = \frac{1}{n_p} R_p^{2/3} S_p^{1/2}$$

$$V_m = \frac{1}{n_m} R_m^{2/3} S_m^{1/2}$$

$$E_V = \frac{1}{E_n} E_R^{2/3} E_S^{1/2}$$

Luego: $E_n = E_R^{2/3} E_S^{1/2} E_V^{-1}$

$E_S = 1$.
$E_R = E_y = E_L = E_x$.
si $B > 12d$.

De $E_{Fr} = 1 \Rightarrow E_V = E_L^{1/2}$
$E_n = E_L^{1/2}$.

Tema: MODELOS HIDRAULICOS. (RIOS Y CANALES)

Como $E_L > 1$.

entonces $E_n = E_L^{1/2} > 1$

Luego $n_m = n_p / E_n$

$$\boxed{n_m < n_p}$$

Condición de similitud para un flujo no permanente ⇒ condición de (2° criterio) similitud de Strouhal

$$St_p = St_m = (V/nY)_p = (V/nY)_m$$

$$\frac{E_V}{E_n E_Y} = 1$$

Como $n = \frac{1}{T}$

$$E_n = E_T^{-1}$$

Luego $E_T = E_Y E_V^{-1}$

Pero de $E_{Fr} = 1 \Rightarrow E_V = E_Y^{1/2}$

$$\therefore E_T = E_Y E_Y^{-1/2} = E_Y^{1/2} = E_X^{1/2}$$

Tema. Modelos Hidráulicos. (Ríos y canales).

- Modelos Distorsionados.

Causas:

- Área.
- Equipo de medición
- Fenómenos parásitos.

- Flujo a superficie libre. (con modelos distorsionados).

$E_x \neq E_y$.

Condiciones de similitud

de Froude,

de fricción.

resultando que.

$$E_n = E_R^{2/3} E_S^{1/2} E_U^{-1}$$

$$= E_y^{2/3} (E_y/E_x)^{1/2} (E_y)^{-1/2}$$

$$\boxed{E_n = E_y^{2/3} E_x^{-1/2}}$$

$$\boxed{E_S = E_y E_x^{-1}}$$

$$\boxed{E_t = E_x E_y^{-1/2}}$$

$$\boxed{E_U = E_y^{1/2}}$$

Tema: MODELOS HIDRAULICOS. (RIOS Y CANALES)

- Flujo a superficie libre (canales) no permanente y Distorsionados

Condiciones de similitud.

de Froude.

de Fricción

de Strouhal.

resultado que:

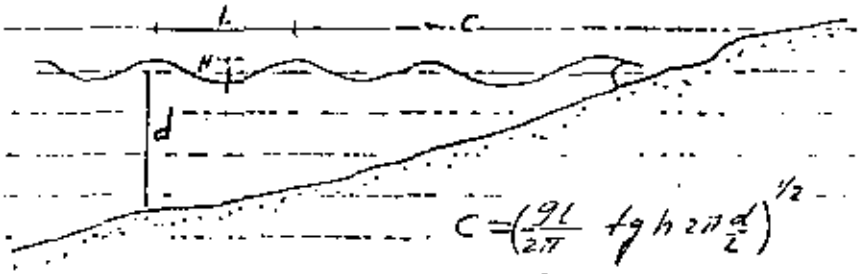
$$E_v = E_y^{1/2}$$

$$E_L = E_x E_y^{-1/2}$$

$$E_S = E_y E_x^{-1}$$

$$E_n = E_y^{2/3} E_x^{-1/2}$$

MODELOS MARITIMOS



$$C = \left(\frac{gL}{2\pi} \operatorname{tgh} 2\pi \frac{d}{L}\right)^{1/2}$$

$$C = \left[\left(\frac{gL}{2\pi} + \frac{2\pi\sigma}{\rho L}\right) \operatorname{tgh} 2\pi \frac{d}{L}\right]^{1/2}$$

Tema: MODELOS HIDRAULICOS (MARITIMOS)

Oleaje.

Condiciones de similitud.

- Froude.
- Airy
- Fricción.

Si $E_x = E_y$

De Froude: $E_v = E_y^{1/2}$.

De Airy: $E_C = \left[\left(\frac{gL}{2\pi} + \frac{2\pi\sigma}{\rho L}\right) \operatorname{tg} h\, 2\pi \frac{d}{L}\right]^{1/2}$

$$E_C = \left(E_g E_L \frac{\left(\operatorname{tg} h\, 2\pi\, d/L\right)_p}{\left(\operatorname{tg} h\, 2\pi\, d/L\right)_m}\right)^{1/2}$$

$$E_C = E_L^{1/2} = E_x^{1/2} = E_y^{1/2} = E_v$$

De fricción

$$\frac{V_4^2}{V_6^2} = 0.2 \left(\frac{k_s}{\delta_s}\right)^{1/4}$$ para cuando

$$\frac{V_4 k_s}{\nu} > 200$$

$$y \ \frac{k_s}{\delta_s} > 0.01.$$

Resulta que:

$$E_{C_0} = E_y$$

Tema: MODELOS HIDRAULICOS. MARITIMOS.

Si $E_x \neq E_y$.

de Froude: $E_v = E_y^{1/2}$.

$E_t = E_y$

de Airy:

$$E_C = \left[E_L \underbrace{\frac{\left(\operatorname{tg} h\, 2\pi \frac{d}{L}\right)_p}{\left(\operatorname{tg} h\, 2\pi \frac{d}{L}\right)_m}}\right]^{1/2}$$

Para que este valor sea igual a la unidad $\Rightarrow E_L = E_d = E_y$.

Luego: $E_C = E_y^{1/2}$ si $E_L = E_y$.

de fricción:

$$E_{C_0} = E_y \left(\frac{E_{k_s}}{E_y}\right)^{3/4}$$

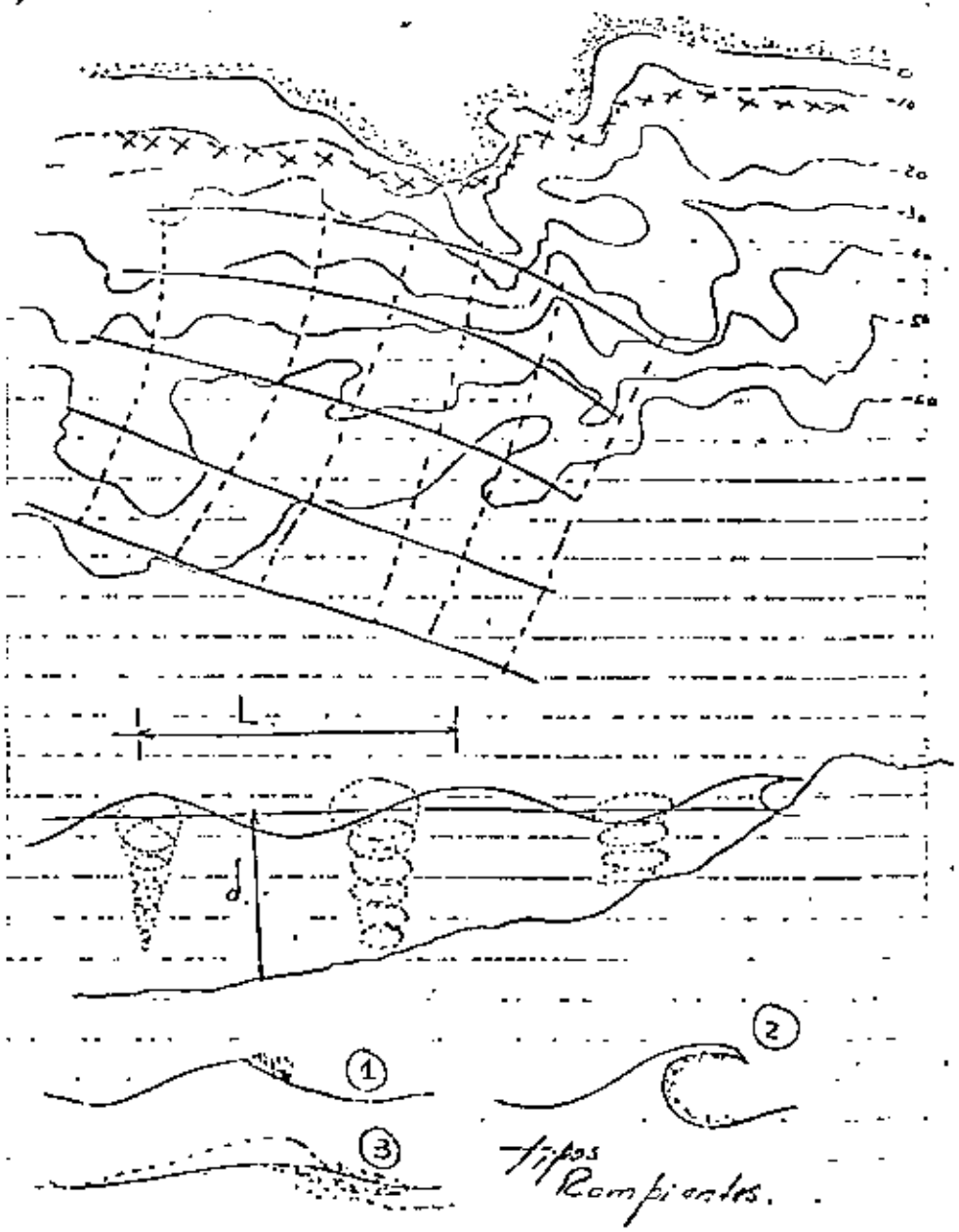
$$E_{C_0} = E_y \, \Delta_{k_s}^{3/4}$$

Oleaje + Marea

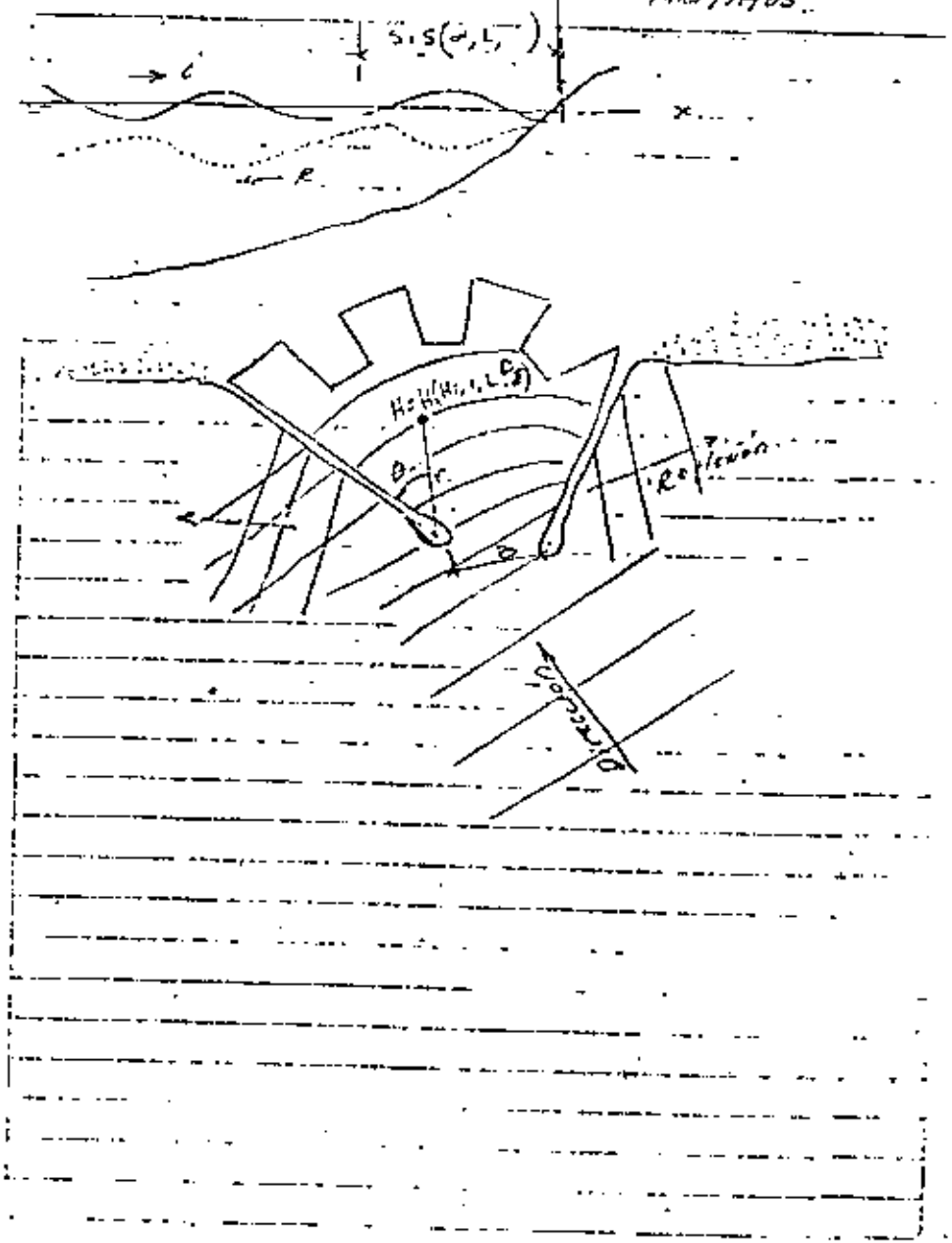
Condiciones de Similitud.

- De Froude.
- De Airy.
- De Fricción.
- De Strouhal.

Tema: MODELOS HIDRAULICOS MARITIMOS.



Tema: MODELOS HIDRAULICOS MARITIMOS.



Tema: MODELOS HIDRAULICOS MARITIMOS.

De Froude:

$E_U = E_L = E_Y^{1/2}$.

De Airy:

$E_C = E_Y^{1/2}$ si $E_{L_{ola}} = E_Y$.

De Fricción:

$E_{\tau_0} = E_Y \, \Delta t_s^{1/2}$; si el perfil de velocidades de tip. Log.

De Strouhal

$E_T = E_X E_Y^{1/2}$; siendo $E_{L_{onda}} = E_X$.

Tema: MODELOS HIDRAULICOS DE FONDO MOVIL. (Fluviales y Marítimos).

Condiciones de similitud.

- Características básicas del flujo y de pautas de flujo ⇒ Condición de Froude.

- De fricción.
  Para modelos de fondo móvil y totalmente turbulentos ⇒
  $n = D^{1/6}/k$. k=cte.

  y por tanto $R_* = u_* D/\nu > 500$.

- Transporte de sedimentos.
  - $R_{*c} = u_{*c} D/\nu > 500$
  - $F_{*c} = f(R_{*c}) = 1$
  - $\dfrac{q_s}{u_*(u_*^2/g)} = f(R_*, F_*, \sigma_D)$

    $\therefore R_* > 500$

    $F_* = 1 = \dfrac{u_*}{(g r' D)^{1/2}}$

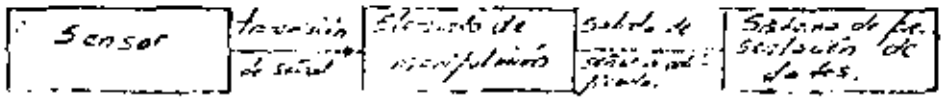
    $\sigma_D = 1$ = Desplazamiento est.

- Cinemática del mov. de sed.
  $u/x = w/y$ (veloc. caída)

Fenómenos y parámetros importantes.	Escalas.	
	Fluvial	Costero.
D. Iniciación de movimiento.		
• Número Reynolds crítico en la capa laminar. R_{*c}	$R_{*c} > 500$	1.
• Número de Froude crítico en la capa laminar. F_{*c}	1	1
E.- Características del transporte de sedimentos.		
• No. Reynolds en la Capa lim. R_*	$R_* > 500$	$R_* = 1$.
• No. Froude en la Capa lim. F_*	$F_* = 1$	$F_* = 1$
• Volumen de depósito o erosión	$E_x^2 E_y$.	$E_x^2 E_y$
• Tiempo morfológico	$E_x^{5/2} E_y^{-1}$	$E_x^2 E_y^{-1/2} \cdot E_x^{-1} E_y^{1/2}$

Fenómenos y Parámetros importantes.	Escalas.	
	Fluvial	Costero.
A.- Geometría		
• Long. Horizontal.	E_x	E_x
• Long. Vertical.	E_y	E_y
• Distorsión Δ	E_x/E_y	E_x/E_y
• Pendiente. S.	E_y/E_x	
B.- Del Flujo.		
• Profundidad. d, d_0	E_y	E_y
• Altura de ola H, H_0.		E_y
• Longitud de ola L.		E_y
• Periodo de ola T.		$E_y^{1/2}$
• Refracción (ángulo). α.		E_y
• Difracción, Reflexión.		1
• Tiempo hidráulico.		No hay semejanza.
• Velocidad de las partículas.	$E_x/E_y^{1/2}$	$E_y^{1/2}$
• Velo. de transporte de masa.	$E_y^{1/2}$	$E_y^{1/2}$
• Coeficiente de fricción f.	1/Δ	1/Δ (2nd Ramp).
• Coeficiente de Chezy.	$(1/\Delta)^{-1/2}$	$E_x^{1/2}$
• Velocidad al corte.	$E_x E_y/E_x$	
C.- Características del Sedimento.		
• Tamaño del Sedimento D.	$E_x^{1/2} E_y^{-1}$	$E_x^{1/2} E_y^{-1}$ (2nd Ramp).
• Peso específico sumergido γ'.	$E_y^{1} E_x^{-1/2}$	$E_y^{1} E_x^{-1/2}$
• Distribución del tamaño σ.	1	1

Tema: INSTRUMENTACION



Esquema general de un sistema de medición.

Factores que afectan en una medición.

1.- Tamaño ; 1.0192 m/s ; 1.02 m/s.
2.- Método ; pitotaleras, pitot gemelo, etc.
3.- Equipo ; Cronómetro, Calcómetro.

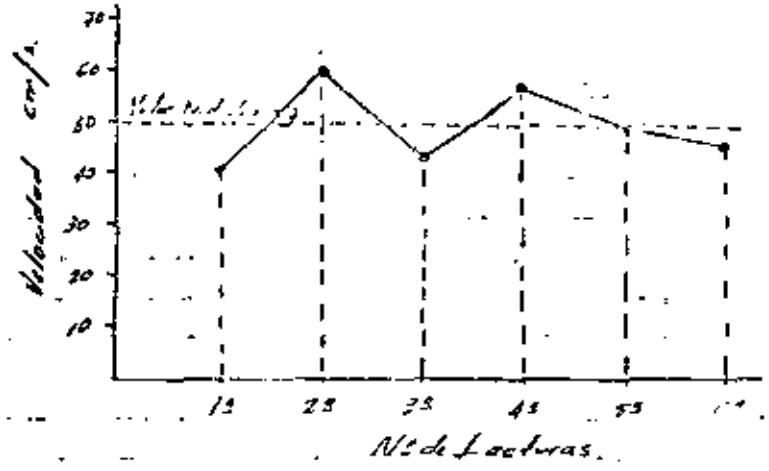
Errores en las mediciones.

1.- Sistemáticos.
2.- Instrumental
3.- observador.

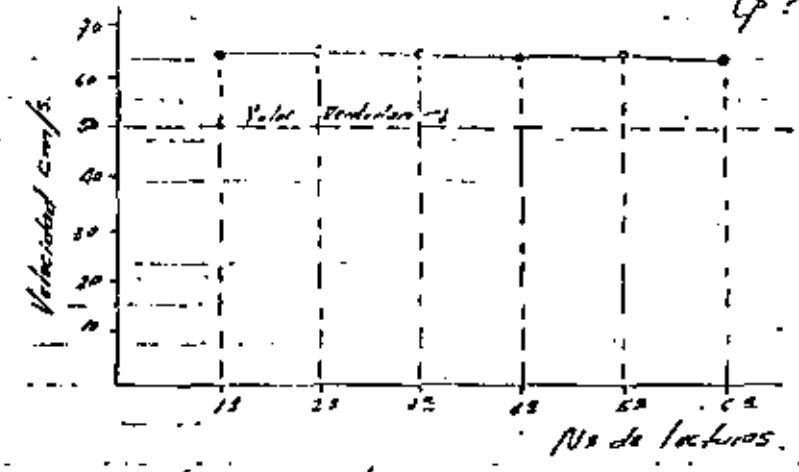
Características de un equipo de medición.

1.- Fidelidad ó precisión
2.- Exactitud.
3.- Sensibilidad.

Tema: INSTRUMENTACION



El equipo es impreciso pero exacto. ⇒ hacer más lecturas ó mejorar el equipo (¿?)



El equipo es preciso pero inexacto. ⇒ Calibrar.

Tema: ANALISIS DE DATOS EXPERIMENTALES.

Métodos:

1.- Rechazo
2.- Análisis estadístico
3.- Análisis Gráfico
4.- Análisis Numérico.

- Rechazo de datos:

Técnicas: + con fórmula de balance.

Ejm: Ec. de Continuidad

$V_1 A_1 = V_2 A_2$.

Si se conoce Q_1, A_1 y A_2.

se puede conocer si las V_1 y V_2 medidas son correctas o nó.

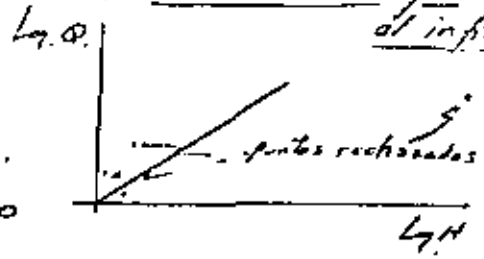
+ Cruce al origen y en al infinito

Ejm: $Q = CLH^{3/2}$

⇒ que si

$H=0$; $Q=0$.

$H=\infty$; $Q=\infty$



Tema: ANALISIS DE DATOS EXPERIMENTALES.

- Análisis estadístico.

Técnicas:

+ Inferencia estadística o estadística inductiva.

⇒ estimar parámetros de una población (media, varianza, etc) a través de parámetros muestrales.

+ Pruebas de hipótesis de significancia

⇒ Determinar la significancia entre dos muestras.

- Análisis gráfico.

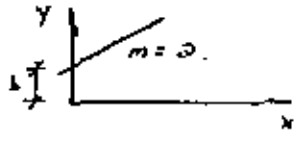
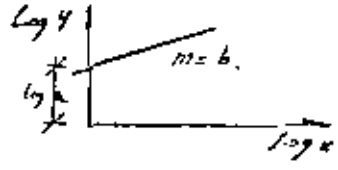
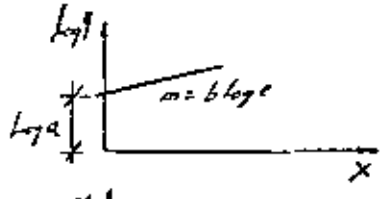
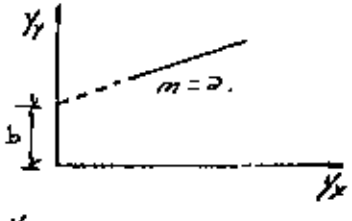
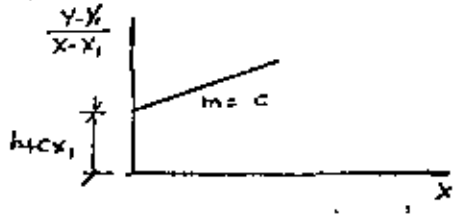
Técnicas:

+ Teoría de correlación

⇒ Curvas de regresión simple o múltiples. ⇒ ajustadas mediante el método de mínimos cuadrados.

Tema: ANALISIS DE DATOS EXPERIMENTALES.

Las curvas de regresión simple, normalmente conocidas reducirlas a expresiones lineales. Ej.m:

Ecuación	Gráfica
$y = ax + b$	
$y = ax^b$	
$y = ae^{bx}$	
$y = \frac{x}{a+bx}$	
$y = a + bx + cx^2$	

Tema: ANALISIS DE DATOS EXPERIMENTALES

Análisis numérico

Técnicas

+ Figuras significativas: ⇒ figuras del valor de la variable o parámetro a tratar y que escalado con regla de cálculo ó máquina.

+ Ajuste de polinomios. ⇒ herramientas matemáticas para determinar el grado de un polinomio en el análisis de correlación: $y = a + bx + cx^2 + dx^3 + \dots$

+ Interpolación de gráficas.

+ Integración y Derivación. Herramientas matemáticas para encontrar el área bajo una curva o la pendiente de la misma.

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

PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS

OBRAS EXTERIORES

Ing. Guillermo Macdonel Martínez

AGOSTO, 1981

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso México 1, D. F. Tel: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

OBRAS PORTUARIAS

J. Guillermo Macdonel *

1. ANTECEDENTES

En virtud de la creciente necesidad de materias primas por parte de los países desarrollados y de productos elaborados por los restantes, el desigual reparto de estas materias primas sobre la superficie de la tierra, lo cual obliga a la realización de transportes masivos desde los centros productores hasta los consumidores y por otras muchas razones, se ha originado la creación de una red de transportes que cubre toda la superficie terrestre.

Esta red forma una verdadera cadena, cuyos eslabones son los distintos medios de transporte o manipulación, pudiendo estos ser del tipo sencillo (unión de dos puntos por un transporte terrestre) o el de máxima complejidad cuando se trata de unir dos lugares situados en continentes diferentes, realizando la transferencia de mercancía entre los distintos modos de transporte.

Por lo anterior, es un tanto difícil definir a un puerto, sobre todo tratando de encerrar en una definición la misión del puerto conteniendo todas sus facetas. Podríamos entonces decir que:

> "Puerto: Es el conjunto de obras, instalaciones y organizaciones, que permite al hombre aprovechar un lugar de la costa más o menos favorable, para realizar las operaciones de intercambio entre el tráfico marítimo y terrestre, atender a las necesidades de los medios de transporte y facilitar el desarrollo de cuantas actividades con

* Ingeniero Civil. Coordinador de Sector en el Area de Infraestructura de la Gerencia de Puertos Industriales, Coordinación de Proyectos de Desarrollo de la Presidencia de la República.

> directa o relacionada se instalen en su zona"

Los puertos pueden clasificarse de muy diversas maneras, dependiendo entre otros muchos factores del emplazamiento o localización. En algunas ocasiones, la localización del puerto es tal, que la naturaleza proporciona en forma completamente natural, condiciones para que los barcos puedan navegar, y al mismo tiempo tener la protección que es requerida para poder hacer las operaciones de carga y descarga.

En algunas otras ocasiones, es necesario crear las condiciones de navegabilidad y abrigo por medio de obras de ingeniería, las que en términos generales son bastante costosas.

2. CLASIFICACION DE LAS OBRAS PORTUARIAS

Tratando de esquematizar de una manera general al puerto, podemos decir que este queda integrado por las siguientes zonas: (fig. 1 y 2)

2.1 Zona marítima
- Zona de acceso y maniobra
- Areas de abrigo y fondeo
- Esclusas y dársenas

2.2 Zona marítima y terrestre portuaria
- Areas de atraque
- Muelles
- Terraplenes de primera línea para operaciones

2.3 Zona terrestre portuaria.
- Zona de bodegas de tránsito y almacenamiento
- Enlaces viales
- Segunda zona de almacenamiento
- Zona auxiliar

Para los fines de esta conferencia nos interesa con detalle la zona marítima, la que con las obras de acceso, abrigo y dársenas constituyen lo que genéricamente se conoce con el nombre de OBRAS EXTERIORES.

3. OBRAS DE ACCESO Y MANIOBRA

El diseño de las obras de acceso y maniobra en la época actual debe tomar muy en cuenta los grandes cambios que el tráfico marítimo ha sufrido en los últimos años. Como es de todos conocido, los barcos han ido creciendo en tamaño y ahora es de lo mas natural hablar de barcos con portes de 100,000 TPM hasta 500,000 TPM. Es lógico suponer entonces que, estos barcos requerirán de áreas y distancias de frenado mayores que los más pequeños. Así mismo, la maniobrabilidad de ellos requiere de áreas mayores para mantener la seguridad en todas las operaciones.

Es pues muy importante que para el diseño de este acceso se defina con mucho cuidado el "barco de proyecto"; con lo que quedarán definidas la "eslora", "manga" y "calado" respectivos.

Por otra parte, también deberán establecerse las condiciones de operatividad del puerto, entre las cuales se pueden mencionar:

- mareas: astronómicas y de tormenta.
- viento
- Oleaje
- Corrientes
- Visibilidad

3.1 Profundidad del canal de acceso.

La profundidad en el canal de acceso es una función de los siguientes factores:

- Calado del buque. Se deberá elegir siempre el de plena carga.
- Sentado del buque por efecto de oleaje. (squat)

Este fenómeno se presenta cuando el buque entra en aguas bajas y que consisten en el hundimiento que este sufre por el incremento en la altura de ola. Este fenómeno se ha estudiado y es posible establecer este valor de una manera empírica. (Fluctúa entre 0.5m a 1.0m para barcos de 40 000 TPM a 250,000 TPM respectivamente)

- Oleaje de operación. El que en términos generales depende del regimen medio anual, pero que podría considerarse H= 3.0 m.
- Resguardo bajo la quilla, el cual permite dejar un espacio para que el barco pueda gobernar adecuadamente y con seguridad. (0.5 m en fondo arenoso 1.0 m en fondo rocoso)
- Aterramiento y dragados; los cuales en virtud de que son difíciles de precisar, deberan dejar un espacio libre como factor de seguridad en la profundidad. (0.5m)

forma resumida, en la fig. 3 siguiente se indican los facto anteriores.

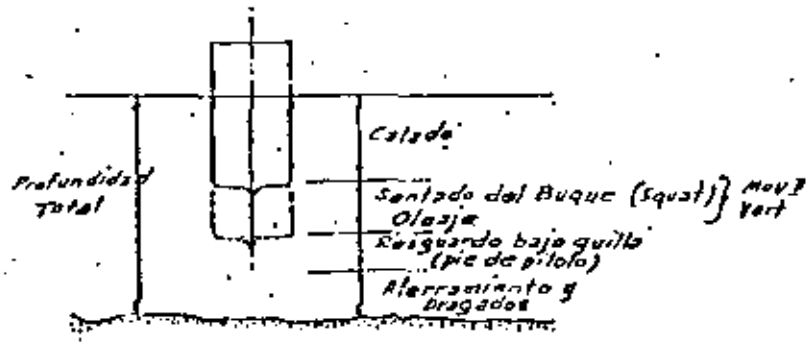


Fig. 3. Profundidad del Canal de Acceso

3.2 Ancho del Canal de Acceso

El ancho del canal de acceso depende también de varios factores, entre los cuales podemos mencionar:

- la manga, velocidad y maniobrabilidad del barco de diseño
- El número de sentidos de navegación
- La profundidad del canal
- El trazo en planta del canal
- La estabilidad de los taludes del canal
- Los vientos, corrientes y oleajes de través al eje del canal.

En términos generales no se recomienda que los canales de acceso permitan dos líneas de navegación y se sugiere que el ancho en la plantilla no sea menor de 5 veces la manga del barco de diseño.

De todas maneras, el ancho final, así como también la profundidad deberán ser analizadas en modelos especiales de maniobrabilidad.

3.3 Trazo del Canal de Acceso.

El canal de acceso debe trazarse de tal manera que la navegación se realice sin maniobras difíciles que sean originadas por corrientes transversales a dicho canal.

El trazo ideal del canal de acceso es el rectilíneo, lo cual es casi siempre difícil, ya que las batimetrías en general son irregulares y hacen por lo tanto necesario el cambio de dirección.

de preferencia, la dirección del canal deberá ser la misma que la del temporal, para que los anchos sean los mínimos.

En el caso de requerirse curvas, estas deberán ser muy amplias y los radios de cuando menos cinco esloras del barco de diseño.

En estas curvas, el ancho del canal también deberá ser incrementado en un ancho adicional igual a $\frac{L}{40}$, donde L es la eslora del barco.

Para mayores detalles en el dimensionamiento, se refiere al lector a la siguiente publicación:
" Big Tankers and Their Reception". Final Report 1974. Permanent International Association of Navigation Congresses."

4. OBRAS DE ABRIGO Y FONDEO

El abrigo necesario para los puertos ha de conseguirse mediante unas obras que impidan la acción del mar (salvo en los casos en que se trate de puertos naturales) y que al mismo tiempo cumplan con las condiciones necesarias en la entrada, evolución y giro; y que dejen superficie abrigada suficientemente.

De acuerdo con su trazo en planta podemos agrupar a los diques de abrigo en los siguientes tipos principales.

- Diques paralelos a la costa, (figura 4)
- Puede ser de dos tipos, dique arrancado desde la costa o dique aislado abierto por los dos extremos.
- Diques Convergentes (fig 5)

Este tipo de diques se utilizan en los puertos en que las profundidades se encuentran alejados de la costa, en donde existen algunos problemas de acarreo litoral, etc. Tiene el inconveniente de que si no se proyectan con la debida amplitud, el puerto puede quedar saturado en poco tiempo.

Tambien tienen el inconveniente de que permiten el paso del oleaje, no existiendo zona totalmente abrigada; en cambio ofrecen facil entrada al barco.

- Diques convergentes con antemurales

En algunos puertos con diques convergentes, donde los morros están muy separados entre sí dejando una boca muy amplia y poco abrigo, en vez de prolongar uno de los diques se prefiere dejar dos bocas a base de construir delante otro dique aislado.

Este tipo de diques presentan muchos inconvenientes para la navegación y son poco empleados.

- Diques paralelos entre sí.

Se usa esta disposición de diques en los puertos creados avanzando sobre tierra o bien en las desembocaduras de ríos navegables. Ofrecen muchos inconvenientes, con azolvamientos importantes, malas condiciones a la navegación penetración de la agitación.

Las obras de abrigo, de acuerdo a las características de la estructura que la constituye las podemos clasificar como sigue:

- Diques rompeolas. (fig. 8) (a talud)

Este tipo de dique ofrece grandes ventajas desde el punto de vista constructivo, pocos peligros de destrozos y averías, facil reparación de las que se originen, bajas cotas de corona-

ción, aunque en cambio requieren la existencia de canteras en lugares mas o menos próximos, pues en caso de no existir, es necesario utilizar elementos prefabricados en las capas exteriores, lo cual hace que se incremente el costo y el plazo de ejecución.

Por otra parte, tambien tienen el inconveniente de que resta superficie util a la zona abrigada, por la gran longitud de taludes.

Diques Verticales (fig. 8)

El empleo de este tipo de dique es menos común que el rompeolas a talud mencionado anteriormente, por las condiciones especiales de cimentación y profundidad, debiendo esta última ser mayor de 2 H para evitar que las olas rompan contra ellas. Estos diques estan constituidos por grandes cajones de concreto, que se llevan flotando hasta el sitio de colocación en donde se hunden y se rellenan con arena. Tienen la ventaja de no requerir de canteras en las proximidades, y la relativa rapidez de construcción. Pueden además utilizarse como atracaderos, ya que presentan paramento vertical; aunque sus anchos no permiten que sobre la corona se realicen operaciones de carga general.

- Diques Mixtos.

Este tipo de dique utiliza enrocamientos en la base y cajones de concreto sobre estos, y su uso se restringe a profundidades en donde se obliga a romper al oleaje sobre el enrocamiento y la energía que queda se refleja con el muro vertical.

5. ESTABILIDAD DE DIQUES A TALUD

Una estructura de enrocamiento a talud se compone de varias capas de rocas colocadas al azar, protegidas con una coraza, que bien puede ser de piedra o de elementos de concreto con determinada forma. Los elementos de la coraza deben colocarse de una manera ordenada, a fin de que se logre una buena interconexión entre cada una de las unidades individuales.

El fenómeno que se presenta sobre los taludes de las obras, y las fuerzas que se generan, no es posible analizarlas de una manera teórica, sino que el problema se ha resuelto en una forma empírica y los resultados que se pueden obtener han sido satisfactorios. Desde luego, siempre es conveniente analizar los casos particulares por medio de modelos hidráulicos de estabilidad, tanto en dos como tres dimensiones.

Los factores que deben tomarse en cuenta para el diseño son los siguientes: las características del oleaje en aguas profundas, la profundidad del agua en el extremo de la estructura, la batimetría y el peso específico del agua en donde se construirá la obra.

De los factores anteriores, uno de los importantes es la profundidad, ya que ésta determinaría si la estructura estará sujeta a oleaje rompiente, no rompiente o ya roto para una determinada condición. Por otra parte, también la altura de la ola depende de la profundidad por el efecto de los fenómenos de refracción y fricción de fondo.

También, la profundidad a la que se encuentra ubicada la estructura se puede ver modificada por otros efectos tales como las mareas astronómicas y las mareas de tormenta.

Por todo lo anterior, se puede observar la importancia de estos efectos que son función de la profundidad y que deberán ser tomados en cuenta para un buen diseño. Es importante recordar que las condiciones de diseño para una estructura tendrán que ser más estrictos si no se pueden permitir fallas que conduzcan a altos costos de mantenimiento.

6. OLEAJE DE DISEÑO

El otro factor fundamental para el diseño de estas obras es el relativo a las características del oleaje; el cual se puede obtener de muy diversas maneras, ya sea de estudios de medición directa, de información proporcionada por alguna agencia hidrográfica, o de predicción basada en condiciones meteorológicas.

Generalmente la altura de la ola de diseño para una estructura de enrocamiento a talud es menor que la máxima dentro de una distribución de alturas (generalmente la altura significante); y esto es debido a que en caso de existir una falla debida a oleaje mayor, ocurre en una forma progresiva y el desplazamiento de elementos de la coraza y su pérdida, no significaran una pérdida completa de protección. Sin embargo, puede en ocasiones utilizarse la máxima altura del tren y de esa manera no permitir daño alguno.

En algunas otras ocasiones, la altura de ola de diseño es la que puede ocurrir a la profundidad a que llega la obra, es decir, este es el criterio de la máxima ola que puede romper a esa profundidad.

Como es sabido, para una ola periódica que avanza sobre un fondo con pendiente, eventualmente se vuelve inestable y rompe y la altura y profundidad de rompiente, son una función de la pendiente de la playa y de la relación de esbeltez en aguas profundas. Para el caso de olas periódicas que se propagan

en agua de profundidad constante, la altura y profundidad de rompiente es función solamente de la relación de esbeltez. Para el caso de ondas de tipo solitario, en aguas de profundidad constante, el criterio de rotura es independiente de la relación de esbeltez, y de acuerdo con Mc Cowan la máxima altura de ola en la rompiente es

$$Hb = 0.78\ db \qquad (1)$$

De acuerdo con Keulegan y Patterson

$$Hb = 0.73\ db \qquad (2)$$

La ecuación (1) se ha utilizado para olas periódicas a profundidad constante, o cuando la pendiente de fondo es pequeña y la relación $d/L < 0.1$

7. DISEÑO DE UN ENROCAMIENTO A TALUD

El diseño de un enrocamiento a talud consiste en determinar tanto los pesos como espesores de las capas que los constituyen.

En las figuras 9 y 10 se muestran diferentes tipos de enrocamientos a talud, en donde se tienen diferentes condiciones de diseño. Tales como ola rompiente, o no rompiente, con overtopping o sin el, etc.

Hasta el año de 1930, el diseño de estas estructuras se basaba exclusivamente en la experiencia y conocimiento específico del sitio donde se construirían. Posteriormente se desarrollaron fórmulas empíricas que proporcionan los pesos de los enrocamientos para resistir ciertas condiciones de ola de diseño.

Dentro de las investigaciones que iniciaron en forma racional estos análisis podemos mencionar a Iribarren(1938, 1950) y más recientemente a Hudson (1953, 1959 a 1961) el cual hizo investigaciones extensas en el U.S. Army Engineer Waterways Experimen Station (WES) y desarrolló una fórmula que determinará la estabilidad de este tipo de estructuras. Esta fórmula se basó en un extenso programa de ensayos en modelo hidráulico y es la siguiente:

$$W = \frac{Wr\ H^3}{Kd\ (Sr-1)^3 \cot \theta} \qquad (3)$$

donde:

W = Peso en Kg. de cada unidad en la capa de coraza. Cuando la coraza está compuesta de dos capas de enrocamiento, el peso puede variar entre 0.75W a 1.25W con un 75% de las piedras pesando mas que W.

Wr= Peso específico de la unidad de coraza en kg/m^3.

H = Altura de la ola de diseño en el sitio en metros.

Sr= Gravedad específica de la unidad de coraza

$$Sr = \frac{Wr}{Wagua} = \frac{2560}{1026} = 2.495$$

θ = Angulo de la pendiente de la estructura medido de la horizontal en grados.

K_D= Coeficiente de estabilidad que varía principalmente con la forma de las unidades de la coraza, rugosidad y grado de interconexión logrado durante la construcción (En la Tabla 1 se muestran los valores recomendados para el diseño).

La expresión anterior (3) nos fija entonces el peso de los elementos, sean estos de enrocamiento natural o de concreto prefabricados.

Estos elementos prefabricados se han desarrollado en virtud de que en algunas ocasiones, dada la carencia de roca en las proximidades de la obra, es preferible fabricarlos. En la Figura 11 se muestran algunos de estos elementos, en la Figura 12 las especificaciones del Tetrápodo y en la Tabla 2, los tipos existentes a la fecha, el País en donde se ha desarrollado y la patente, en caso de existir.

En relación con el coeficiente K_D que se muestra en la Tabla 1, podemos indicar que no considera daño permisible en la estructura. Sin embargo, a fin de poder tener inversiones iniciales menores es posible considerar en el diseño que se podría aceptar un por ciento de daño, lo que equivale a un gasto de mantenimiento anual. Esto lo podemos lograr aumentando los valores de K_D de acuerdo a lo que nos muestra la Tabla 3.

Se hace notar que no existe problema en aumentar un poco el valor de K_D en virtud de que durante la construcción existen asentamientos y reajustes en la interconexión de elementos que pueden hacerla más estable que la estructura original.

En la tabla 3 se muestran los resultados de las pruebas de daño donde H/H_{DM} y K_D son funciones del por ciento de daño D.

En la tabla H es la altura de ola significante correspondiente a un daño D; H_{DM} es la altura de ola significante para condición de no daño y K_D el coeficiente de estabilidad correspondiente para la condición de daño seleccionada.

Ejemplo:

Si un enrocamiento rugoso a talud de 2 capas en coraza, para una condición de ola no rompiente y no overtopping tiene una ola significante H_{DM} = 2.4m y K_D = 4; encontrar:

a) Porciento de daño producido por una ola de 2.70m.
b) Porciento de daño producido usando K_D = 8.2 en el análisis de estabilidad.
c) ¿Cuáles serán los valores de H y K_D para un daño de 30-40 %.

a) $H/H_{DM} = \frac{2.70}{2.40} = 1.125$

El valor de D queda comprendido entre 10% y 20% pero más cerca de 10%.

b) Si K_D = 8.2 D estaría entre 15% y 20%

c) Si D = 30-40%

De la tabla 3

$\frac{H}{H_{DM}} = 1.47$ $K_D = 12.4$

$\therefore H = 1.47\ H_{DM} = 1.47 \times 2.4 = 1.53$ m.

Un factor muy importante a considerar es el relativo al peso específico de las unidades de coraza; ya que la estabilidad de la estructura es función directamente de éste. En el caso de la piedra natural, los pesos específicos son muy variables, dependiendo del tipo de roca, y otros factores. En el caso de los concretos, ocurre una cosa similar; y así podemos tener diferentes tipos de acuerdo al agregado utilizado.

En la Figura 13 se muestra dicha variación tanto para concreto como piedra natural.

Ejemplo:

Una unidad de 24 toneladas de concreto se requiere para proteger un rompeolas. El peso así determinado se hizo en base a un concreto con W_r = 2300 Kg/m^3 encontrar.

¿Cuál sería el peso del elemento para un

W_r = 2200 kg/m^3 y W_r = 2700 kg/m^3.

Usando la fig.13

Para W_r 2200 f= 1.38
W_r 2700 f= 0.62
W_r 2300 f= 1.18

Entonces para W_R = 2200 kg/m^3

$$W = 24 \times \frac{1.38}{1.18} = 28 \text{ ton.}$$

Si W_R = 2.700 kg/m^3

$$W = 24 \times \frac{0.62}{1.18} = 12.6 \text{ ton.}$$

8. ALTURA Y ANCHO DE LA CORONA

La altura de una estructura como la que hemos analizado hasta ahora depende de si se permite el que exista "overtopping" (salto de la ola) sobre ella.

La existencia o no de este overtopping depende del fenómeno de "run up" (tamido de la ola) y este a su vez depende de la pendiente, porosidad y rugosidad de la capa de coraza.

Cálculo del "run up"

Para calcular este efecto, se han realizado estudios muy completos en modelo hidráulico y los resultados se muestran en las Figuras 14 a 18 .

En éstas, la nomenclatura utilizada es la siguiente:

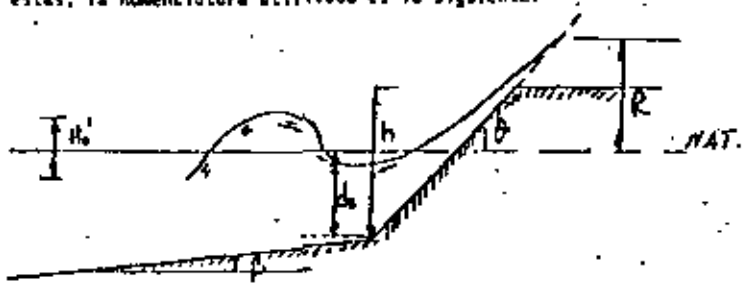


FIG.14 DEFINICION DEL RUN UP Y OVERTOPPING .

Donde:

H_0' = Altura de ola en aguas profundas sin considerar refracción. (Tabla C-1)

Para tomar en cuenta los efectos de escala se ha preparado la Figura 19 en la que se hace la corrección respectiva

Sin embargo, se puede observar que todas las gráficas corresponden a taludes lisos e impermeables, y que en la realidad no se presenta ese caso, por lo que es necesario tomar en cuenta esa rugosidad, para lo cual Battjes en 1974 definió valores de un coeficiente "r" para diferentes calidades de superficie y las cuales se muestran en la siguiente tabla.

TABLA 4 VALORES DE "r"

CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	COLOCACION	r
Impermeable, lisa	----------	1.0
Bloques de concreto	Colocados	0.90
Bloques de basalto	Colocados	0.85 a 0.90
Bloques tipo Gobi	Colocados	0.85 a 0.90
Pasto	---------	0.85 a 0.90
1 capa de piedra (apoyo impermeable)	Azar	0.80
Piedra	Colocada	0.75 a 0.80
Piedra redondeada	Azar	0.60 a 0.65
3 capas de piedra	Azar	0.60 a 0.65
Piedra	Colocada	0.50 a 0.55
Unidades de concreto (50% vacíos)	Azar	0.45 a 0.50

se define a "r" como

$$r = \frac{R \text{ (pendiente rugosa)}}{R \text{ (pendiente lisa)}} = \frac{R/H_0' \text{ (pendiente rugosa)}}{R/H_0' \text{ (pendiente lisa)}}$$

Ejemplo:

Se tiene una estructura con una pendiente lisa de 1:2.5 y sujeta a una ola de diseño de 2.1 m medida en un bidgrafo fondeado a d=4.5 m. El período de diseño es de T= 8 seg. La profundidad al pie de la obra es de d_s= 3 m.

Encontrar

a) La altura sobre SWL a la cual la estructura deberá construirse para evitar el overtopping de la ola de diseño.

b) La reducción en altura de la estructura suponiendo que en la pendiente se le coloca un enrocamiento.

Solución

a) La longitud de onda

$$Lo = 1.56\ T^2 = 1.56 \times 64 = 99.84\ m.$$

$$\frac{d}{Lo} = \frac{4.5}{99.84} = 0.450$$

De la tabla C-1 del apendice.

Para $\frac{d}{Lo} = 0.0450$ $\frac{H}{Ho} = 1.042$

$$\therefore\ H_o' = \frac{H}{1.042} = \frac{2.1}{1.042} = 2.015\ m.$$

Para calcular el run up.

$$\frac{H_o'}{gT^2} = \frac{2.015}{9.81 \times 64} = 0.00321$$

d_s = 3.0 m.

Entonces

$$\frac{d_s}{H_o'} = \frac{3.0}{2.015} = 1.48$$

Interpolando entre las Figuras 16 y 17

De la Fig.16, para $\theta = 2.5$, $\frac{d_s}{H_o'} = 0.80$ y $\frac{R}{H_o'} = 2.8$

De la Fig.17, para $\theta = 2.5$, $\frac{d_s}{H_o'} = 2.0$ y $\frac{R}{H_o'} = 2.7$

Interpolamos para $\frac{d_s}{H_o'} = 1.48$ $\frac{R}{H_o'} = 2.75$

Entonces el run up, sin tomar en cuenta los efectos de escala:

$$R = 2.7\ (H_o') = 2.7 \times 2.015 = 5.44\ m.$$

El factor de corrección por escala se puede ver en la Figura 19.

$$\tan\theta = \frac{1}{2.5} = 0.40 \qquad k = 1.17$$

Entonces el run up corregido.

$$R = 1.17 \times 5.44 = 6.37\ m.$$

b) Veamos como decrece el run up con el enrocamiento a talud 1:1.5

$$\left[\frac{R}{H_o'}\right]_{liso} = 3.1$$

De la figura 21

Con $\frac{H_o'}{gT^2} = 0.033$ y $\frac{d_s}{H_o'} = 1.5$

$$\left[\frac{R_o}{H_o'}\right]_{enrocamiento} = 1.6$$

Por lo tanto,

$$\frac{\left[R/H_o'\right]_{\text{enrocamiento}}}{\left[R/H_o'\right]_{\text{liso}}} = \frac{1.5}{3.1} = 0.48$$

Si aplicamos esta corrección

$$R_{enroc.} = 0.48\ R_{liso} = 0.48 \times 6.37 = 3.05\ m.$$

9. ANCHO DE LA CORONA

El ancho de la corona de un enrocamiento a talud depende principalmente de la cantidad de overtopping que se desee permitir, de las limitaciones constructivas; y en general se calculan con la siguiente expresión:

$$B = n\,k_\Delta \left(\frac{W}{W_r}\right)^{1/3} \qquad (4)$$

donde

- B = ancho de la cresta, metros
- n = número de rocas (n=3 mínimo recomendado)
- k_Δ = coeficiente de capa (Table 5)
- W = peso de las unidades de coraza kg.
- W_r = peso específico de la unidad de coraza (kg/m^3)

TABLA No.5 COEFICIENTES DE CAPA Y POROSIDAD PARA DIFERENTES UNIDADES DE CORAZA

UNIDAD	...N	COLOCACION	COEF. DE CAPA K_Δ	POROSIDAD P (%)
Piedra redondeada	2	Azar	1.02	38
Piedra rugosa	2	Azar	1.15	37
Piedra rugosa	3	Azar	1.10	40
Cubo (Modificado)	2	Azar	1.10	47
Tetrápodo	2	Azar	1.04	50
Cuadrípodo	2	Azar	0.95	49
Hexapodo	2	Azar	1.15	47
Tribar	2	Azar	1.02	54
Dolos	2	Azar	1.0	63
Tribar	1	Uniforme	1.13	47
Piedra	Graduada	Azar	---	37

Espesor de las capas

El espesor de las capas que constituyen a los enrocamientos está determinado por las siguientes fórmulas

$$r = n\,k_\Delta \left(\frac{W}{W_r}\right)^{1/3} \qquad (5)$$

donde

- r = espesor promedio capa, metros
- n = número de elementos que componen la capa de coraza
- W = peso de las unidades de la capa en kg.
- W_r = peso específico de los elementos kg/m^3.

La densidad de colocación de los elementos está dada por la ecuación (6)

$$\frac{N_r}{A} = n\, k_\Delta \left(1 - \frac{P}{100}\right)\left(\frac{W_r}{\gamma}\right)^{2/3} \qquad (6)$$

donde

N_r = número de elementos requeridos para un área dada

A = área dada en (m^2)

k_Δ = coeficiente de capa (Tabla 5)

P = porosidad promedio, en % (Tabla 5)

Es importante mencionar que como lo indican las figuras 8 y 9 los pesos de los elementos de las diferentes capas están dados por esas especificaciones, tales como que la capa secundaria sea W/10 y el núcleo de W/200 a W/4000. Sin embargo, se comprende que durante la construcción, es imposible lograr que los tamaños que se obtienen de la cantera sean uniformes, por lo que los valores estimados tienen tolerancias que fluctuan entre el 75 y 125%.

Lo que es importante es considerar que estos enrocamientos funcionen con las condiciones de un filtro de tal manera que las piedras pequeñas del núcleo no vayan a salir por los vacíos de la capa secundaria, y que los elementos de ésta a su vez, no vayan a salir por la de la coraza.

Por lo anterior, se debe revisar que la condición de filtro cumpla con la siguiente especificación:

$$D_{15}\ (\text{filtro}) \leq 5\ D_{85}\ (\text{cimentación})$$

Finalmente es conveniente mencionar que siempre es recomendable colocar una plantilla entre el fondo natural y la estructura ya que esto la protegerá de erosiones que se presentan al pie provocadas por oleaje. Las condiciones en las cuales no sería necesario la utilización de esta plantilla son:

- Cuando la profundidad es mayor de 3 veces la altura de ola.
- Cuando el fondo es rocoso
- Cuando las corrientes producidas no sean lo suficientemente grandes para mover material del fondo.

10. DISEÑO DE DIQUES VERTICALES

Como ya se mencionó, en el caso de que la profundidad de desplante de estas estructuras sea mayor que 2H, la ola incidente no rompera y se reflejará en el muro vertical.

Se llama clapotis al patron de oleaje estacionario que se forma al reflejarse la onda.

La presión de una onda estacionaria, de acuerdo con la teoría de 2º orden de Miche está dada por la ecuación (7):

$$\frac{p}{\rho g} + y = \frac{H}{2}\,\frac{\cosh 2\pi(y+d)/L}{\cosh 2\pi d/L}\,\operatorname{sen}\frac{2\pi x}{L}\,\operatorname{sen}\frac{2\pi t}{T}$$

$$-\frac{\pi H^2}{8L}\,\frac{\cos^2 2\pi t/T}{\operatorname{senh} 2\pi d/L\,\cosh 2\pi d/L}$$

$$\left[\cosh\frac{4\pi}{L}(y+d) + \cos\frac{4\pi x}{L} - 1\right]$$

$$+\frac{3\pi H^2}{16L}\,\frac{\cosh 4\pi(y+d)/L}{\operatorname{senh}^3 2\pi d/L\,\cosh 2\pi d/L}\,\cos\frac{4\pi x}{L}$$

$$\cos\frac{4\pi t}{T} + \frac{\pi H^2}{4L}\tanh\frac{2\pi d}{L}\,\cos\frac{4\pi t}{T} \qquad (7)$$

Sin embargo, para simplificar los diseños, sabiendo que los resultados estarán un poco dentro del lado de la seguridad se utiliza la teoría de Sainflou, que para el fondo da el mismo valor

$$\frac{Pb}{\rho g} - d = \pm\frac{\bar{H}}{\cosh\frac{2\pi d}{L}} \qquad (8)$$

donde: $\bar{H}$ se refiere a la altura de ola que existiría en el muro si este no estuviera ahí y Pb se refiere a la presión máxima y mínima durante un ciclo de ola (esto es, cuando la cresta y valle de la ola se encuentran en el muro.)

A fin de poder calcular las presiones máximas y mínimas es necesario encontrar el nivel medio de la onda estacionaria, el cual está dado por la ecuación (9)

$$\Delta h = \frac{\pi\bar{H}^2}{L}\left[1 + \frac{3}{4\operatorname{senh}^2\left(\frac{2\pi d}{L}\right)} - \frac{1}{4\cosh^2\left(\frac{2\pi d}{L}\right)}\right]\coth\frac{2\pi d}{L} \qquad (9)$$

En la figura 28 se muestra el diagrama de presiones y a continuación se describe el fenómeno.

(1) es la elevación máxima de la ola en el muro y (10) es la elevación mínima. El nivel medio de la ola sobre SML es Δh y la distancia (1) (2) es $\bar{H}$. La carga hidrostática d, se dibuja en el fondo a partir de (12) como (3) ó (7). El triángulo formado por (12) (2) (3) es la distribución de presiones hidrostáticas sobre el muro debido al agua en el nivel SML.

La presión dinámica se obtiene dibujando $\frac{Pb}{\rho g} - d$ en tanto la dirección (+) como la (-) a partir de (3) ó (7) esto es (4) y (11). Estas son las presiones máximas y mínimas en el fondo. La fuerza total aproximada por unidad de longitud son los triángulos (4) (12) (1) y (11) (12) (10).

En el caso de que exista agua con la misma profundidad en ambos lados del muro vertical con la presencia de oleaje de un solo lado, existe una distribución de presiones hacia el lado del mar que está dada por (3) (2) ó (7) (2). La distribución resultante de presión en el muro vertical está dada por (6) (5) (1) cuando el agua está a su máxima elevación y por (9) (8) (2) cuando el agua está en su mínima elevación.

La fuerza resultante R por unidad de longitud para un muro vertical así como el momento M con respecto al fondo y el punto de aplicación l medido desde el fondo están dados por las siguientes ecuaciones en las que el índice "C" se refiere a la máxima elevación de la ola y "t" a la mínima elevación de ella.

$$R_c = \frac{1}{2}(d + Ah + \bar{H})\left[d + \frac{\bar{H}}{\cosh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)}\right] - \frac{d^2}{2} \qquad (10)$$

$$M_c = \frac{1}{6}(d + Ah + \bar{H})^2\left[d + \frac{\bar{H}}{\cosh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)}\right] - \frac{d^3}{6} \qquad (11)$$

$$l_c = \frac{M_c}{R_c} \qquad (12)$$

$$R_t = \frac{1}{2}(d + Ah - \bar{H})\left[d - \frac{\bar{H}}{\cosh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)}\right] - \frac{d^2}{2} \qquad (12)$$

$$M_t = \frac{1}{6}(d + Ah - \bar{H})^2\left[d - \frac{\bar{H}}{\cosh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)}\right] - \frac{d^3}{6} \qquad (13)$$

$$l_t = \frac{M_t}{R_t} \qquad (14)$$

Ejemplo:

Si tenemos una ola con H = 6.0 ft y L = 100 ft que se refleja en un muro en el que d = 20 ft.

$$\frac{d}{L} = \frac{20}{100} = \underline{0.2}$$

De las tablas de funciones hiperbólicas,

$$\sinh\frac{2\pi d}{L} = 1.614 \quad \cosh\frac{2\pi d}{L} = 1.899 \quad \tanh\frac{2\pi d}{L} = 0.1501$$

$$Ah = \frac{\pi \times 6^2}{100}\left(1 + \frac{3}{4 \times 1.614^2} - \frac{1}{4 \times 1.899^2}\right)\frac{1}{0.1501} = 1.62 \text{ ft.}$$

$$\frac{\bar{H}}{\cosh\frac{2\pi d}{L}} = \pm\frac{6}{1.899} = \pm 3.15 \text{ ft.}$$

$$R_c = \frac{1}{2}(20 + 1.62 + 6)(20 + 3.15) - \frac{20^2}{2} = 119 \text{ ft.}$$

Tomando como $\gamma = 64$ lb/ft³

$R_c = 119 \times 64 = 7620$ lb/ft. lineal

$M_c = 1590$ ft-lb/ft = 102,000 ft-lb/ft lineal

$l_c = 13.4$ sobre el fondo

$R_t = -68.5$ lb/ft = 4380 lb/ft lineal

$M_t = -41500$ ft-lb/ft lineal

$l_t = 9.5$ ft sobre el fondo

(E) signo (-) indica que el sentido de Rt y Mt son hacia el mar.

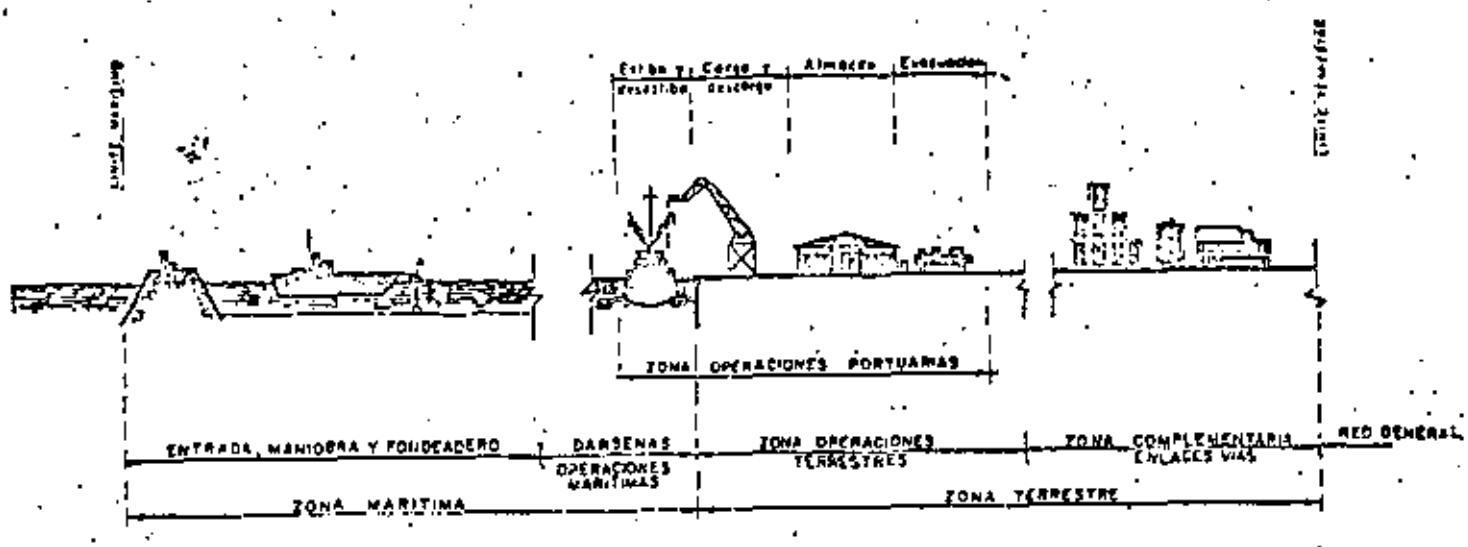


Fig. 1. ESQUEMAS DE LAS OBRAS, INSTALACIONES Y SERVICIOS

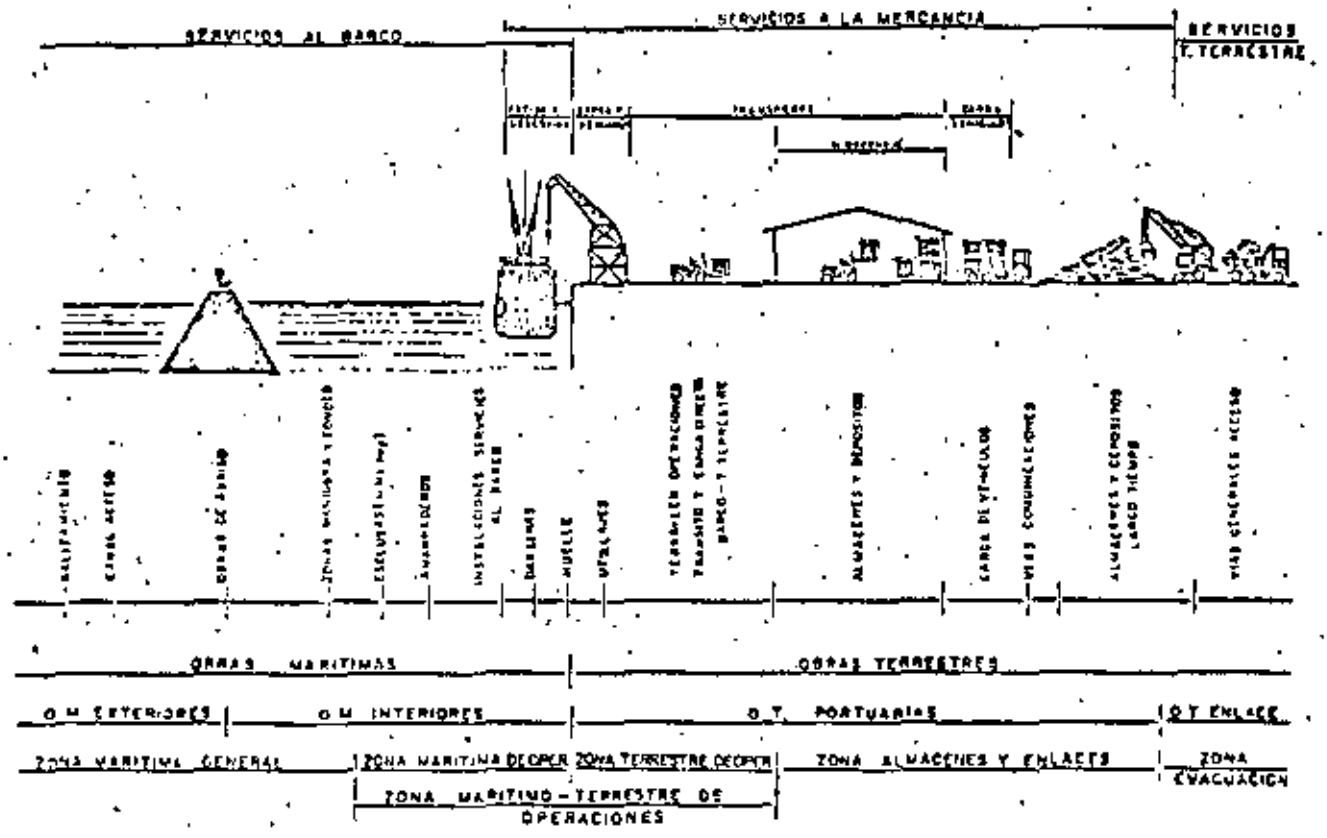
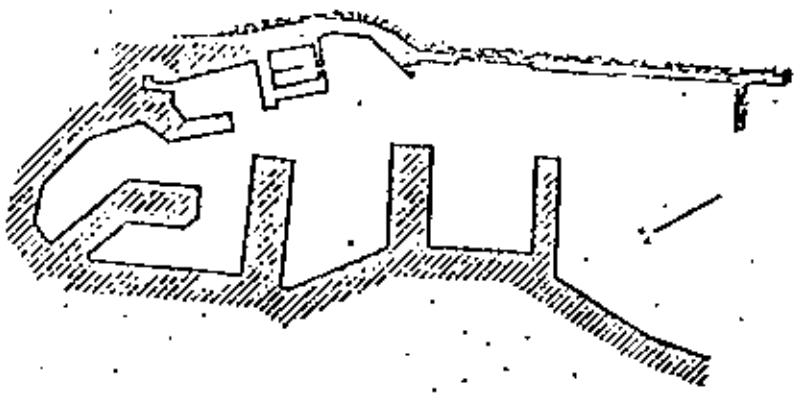
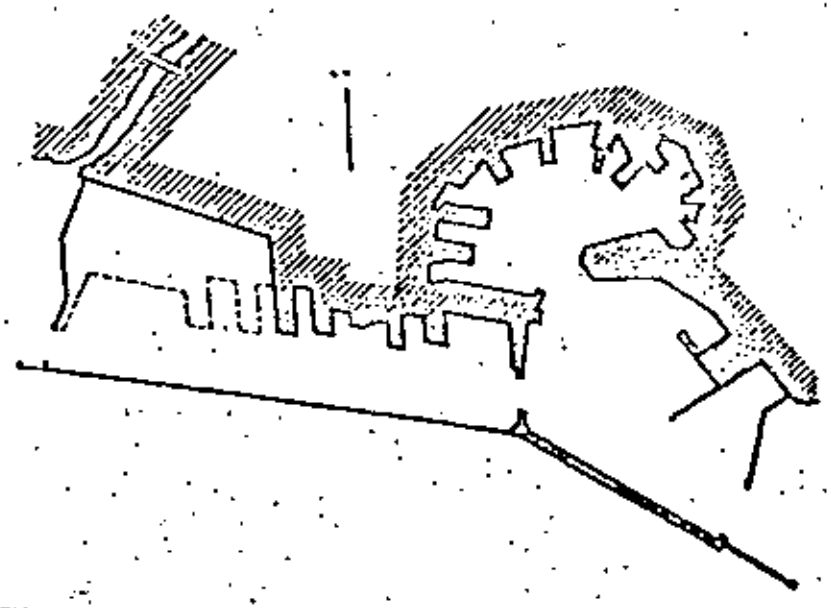


fig. 2.



DIQUE PARALELO A LA COSTA UNIDO A TIERRA.- BARCELONA



DIQUE AISLADO PARALELO A LA COSTA.- GENOVA

fig. 4

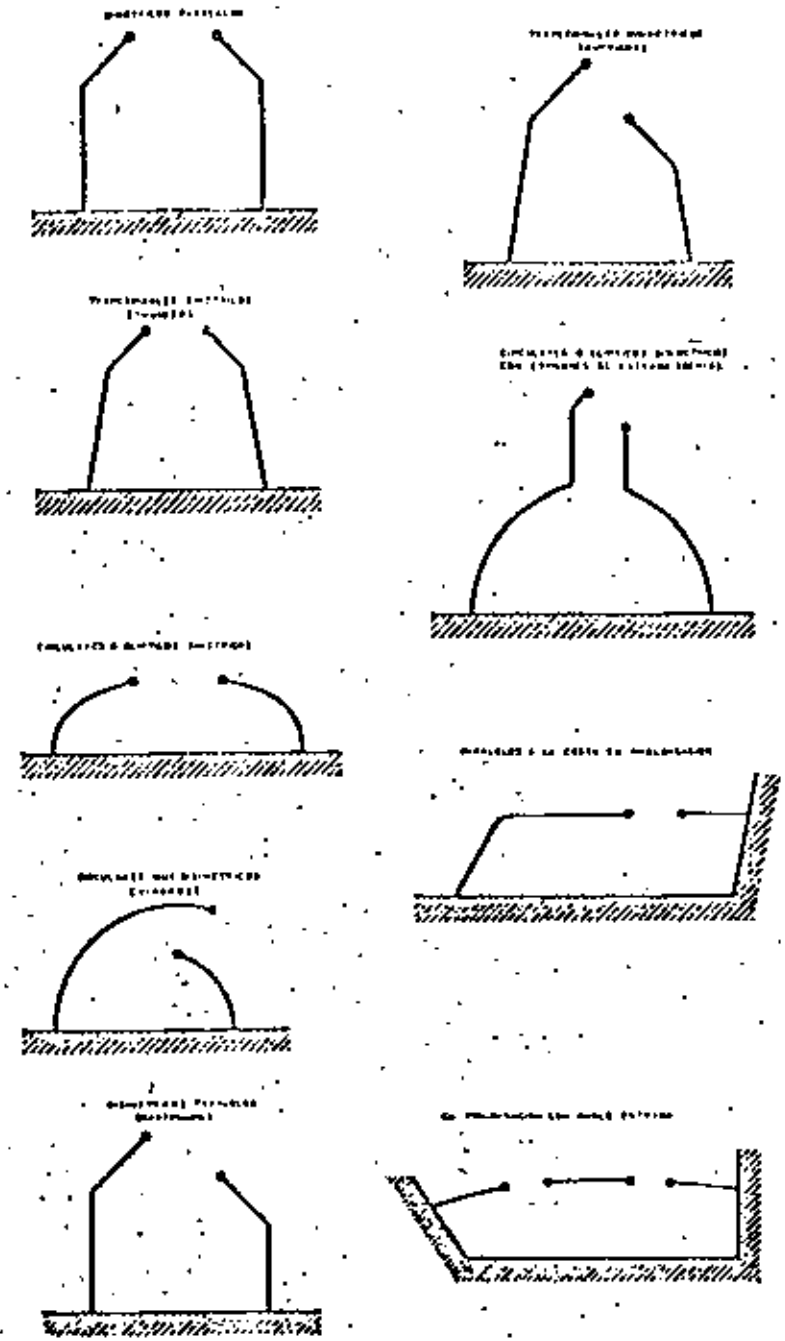
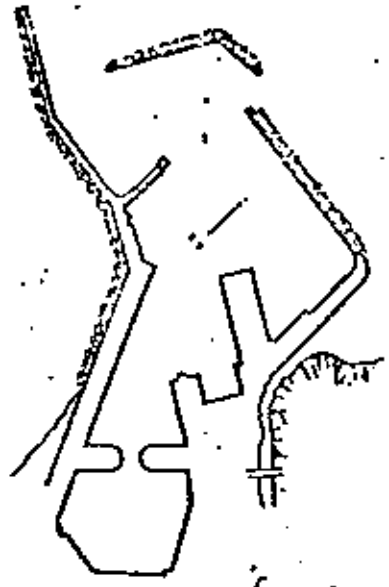
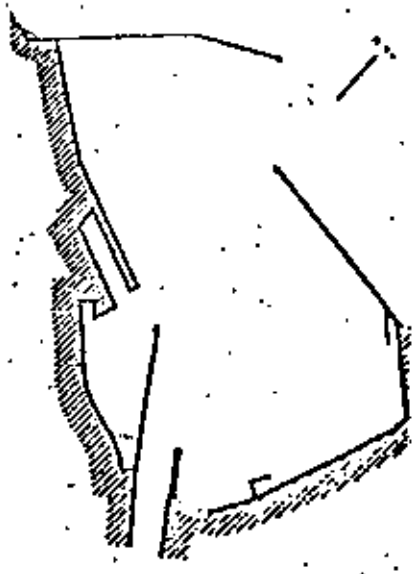


fig 5.



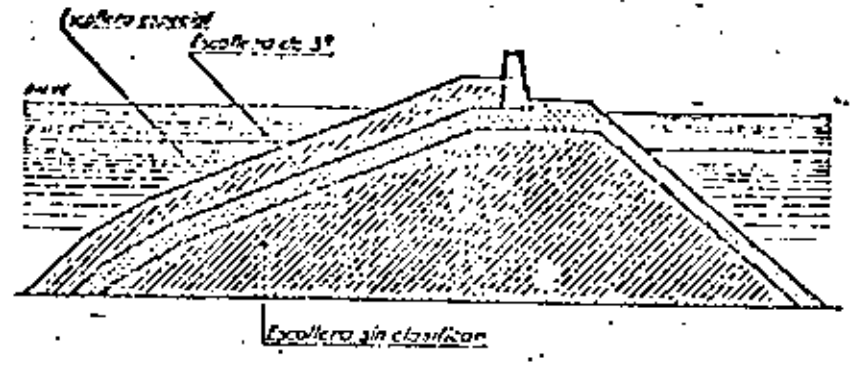
VALENCIA

fig. 6

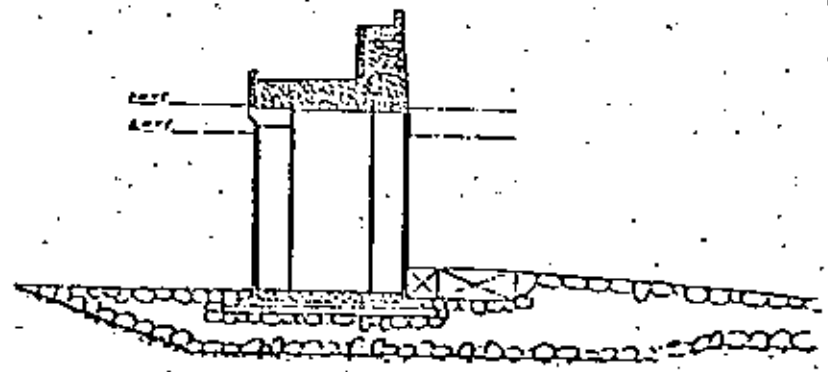


BILBAO

fig. 7

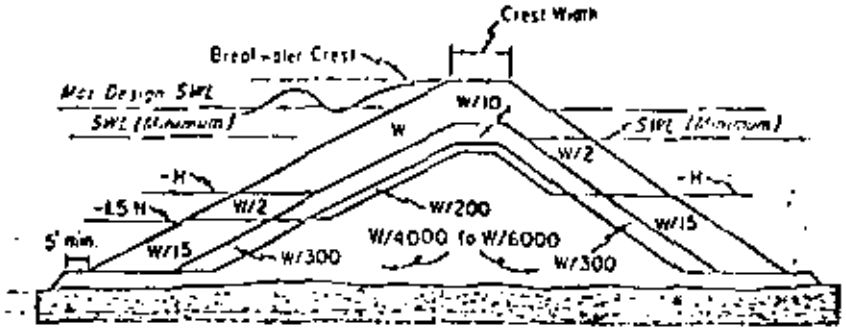


SECCION TIPO DE DIQUE ROMPEOLAS



SECCION TIPO DE DIQUE REFLEJANTE

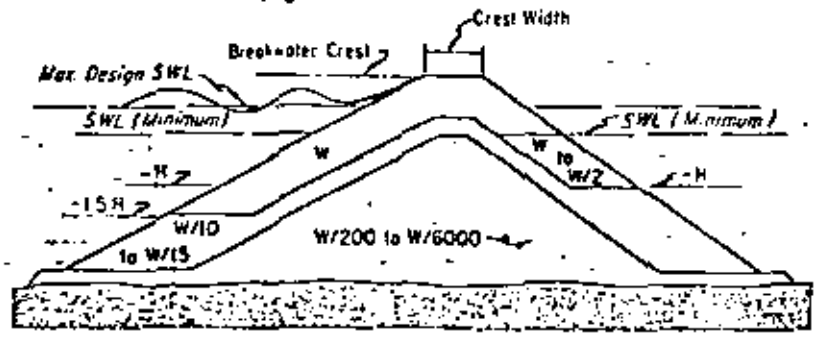
fig. 8



Idealized Multilayer Section

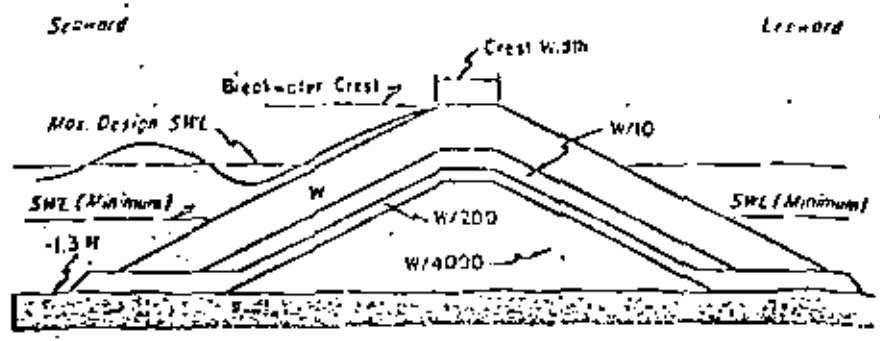
Rock Size	Layer	Rock Size Gradation (%)
W	Primary Cover Layer	125 to 75
W/2 and W/15	Secondary Cover Layer	125 to 75
W/10 and W/300	First Underlayer*	150 to 70
W/200	Second Underlayer	150 to 50
W/4000–W/6000	Core and Bedding Layer	170 to 30

*See Section 7.377g



Recommended Three-layer Section

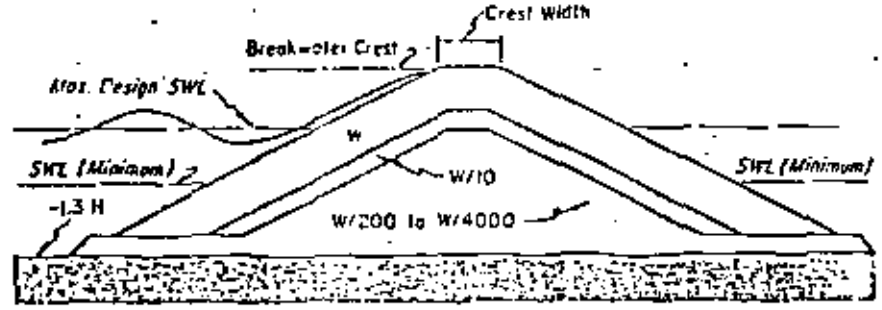
FIG.9 ENROCAMIENTO A TALUD PARA CONDICION DE OLA NO ROMPIENTE (NO OVERTOPPING)



Idealized Multilayer Section

Rock Size	Layer	Rock Size Gradation (%)
W	Primary Cover Layer	125 to 75
W/10	First Underlayer*	150 to 70
W/200	Second Underlayer	150 to 50
W/4000	Core and Bedding Layer	170 to 30

*See Section 7.377g



Recommended Three-layer Section

FIG. 10 ENROCAMIENTO A TALUD PARA CONDICION DE OLA ROMPIENTE (OVERTOPPING MODERADO)

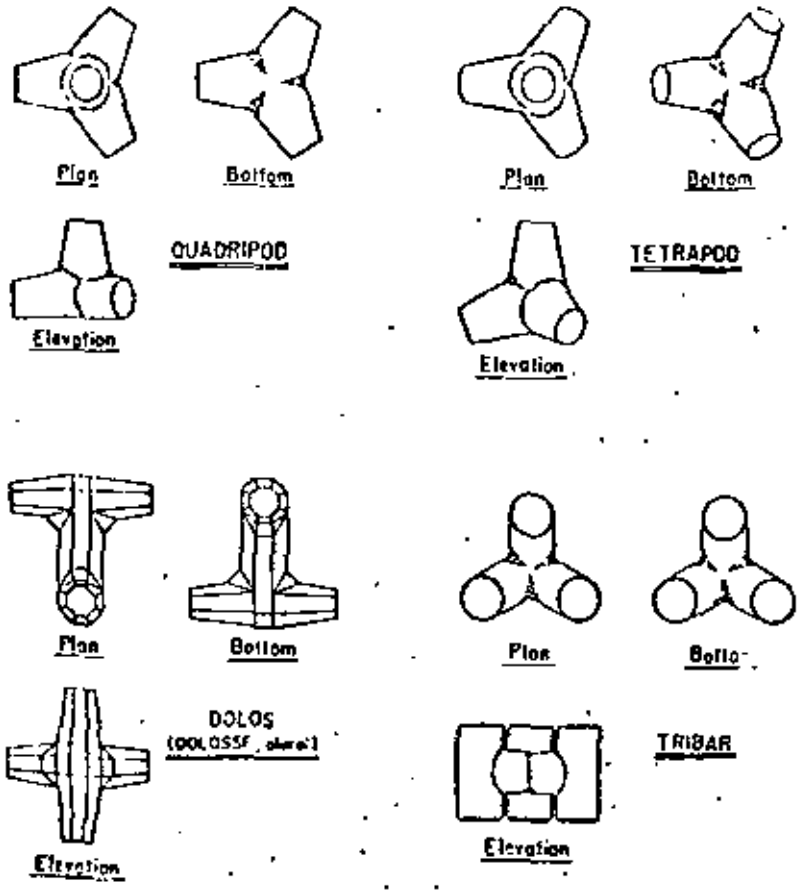


FIG. 11 ELEMENTOS DE CONCRETO PREFABRICADOS

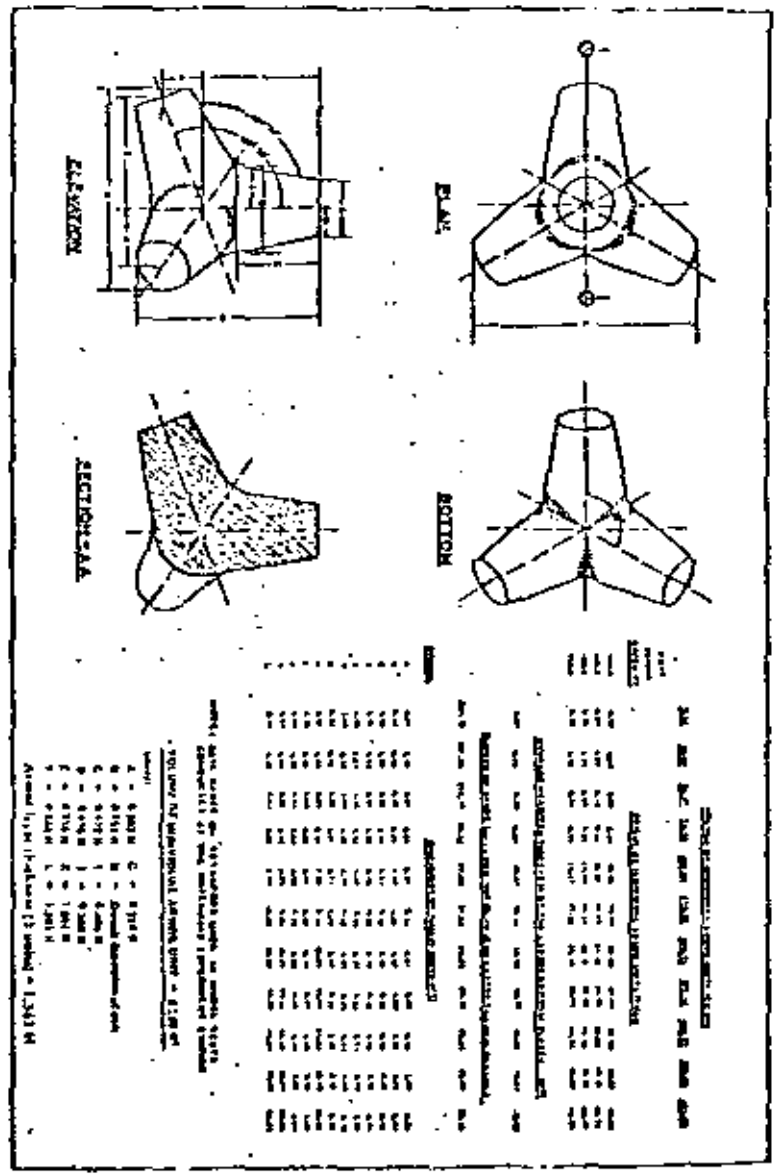


FIG. 12 ESPECIFICACIONES DEL TETRAPODO

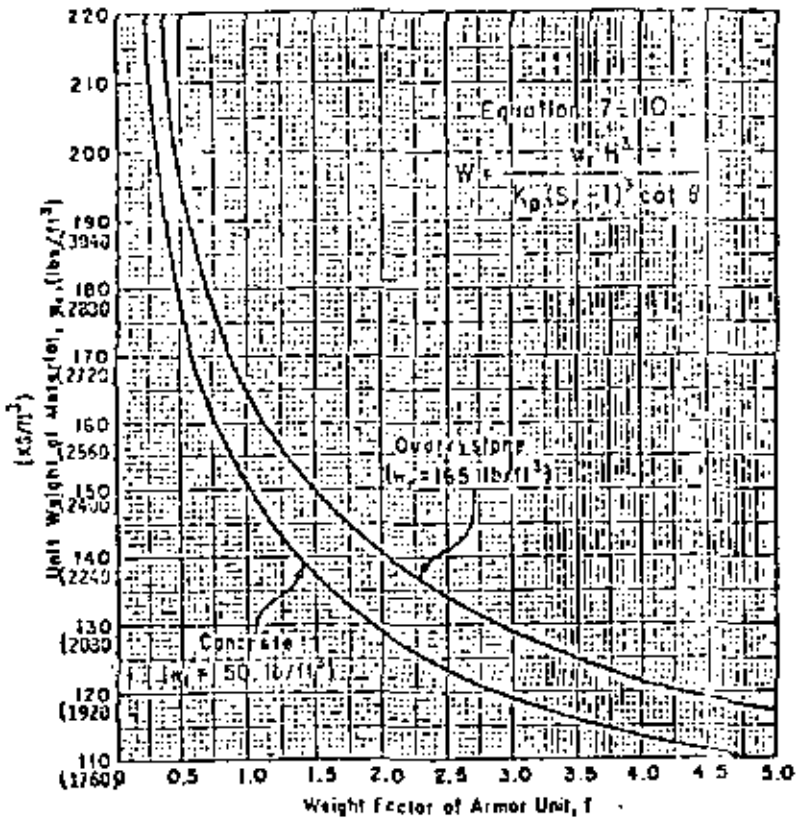


FIG.13 EFECTOS EN EL CAMBIO DE PESO ESPECIFICO DE UNIDAD DE CORAZA

Concreto W_r = 2400 Kg/m³
Piedra W_r = 2650 Kg/m³

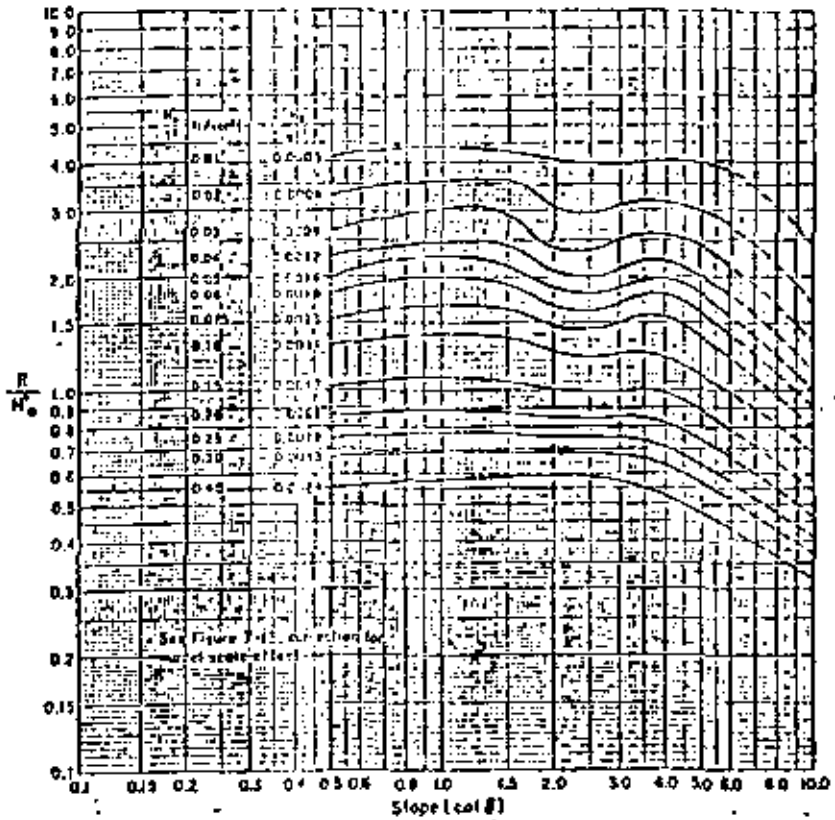


FIG. 15 RUN UP EN PENDIENTE IMPERMEABLE Y LISA
$d_s/H_o' = 0$ B = 1:10

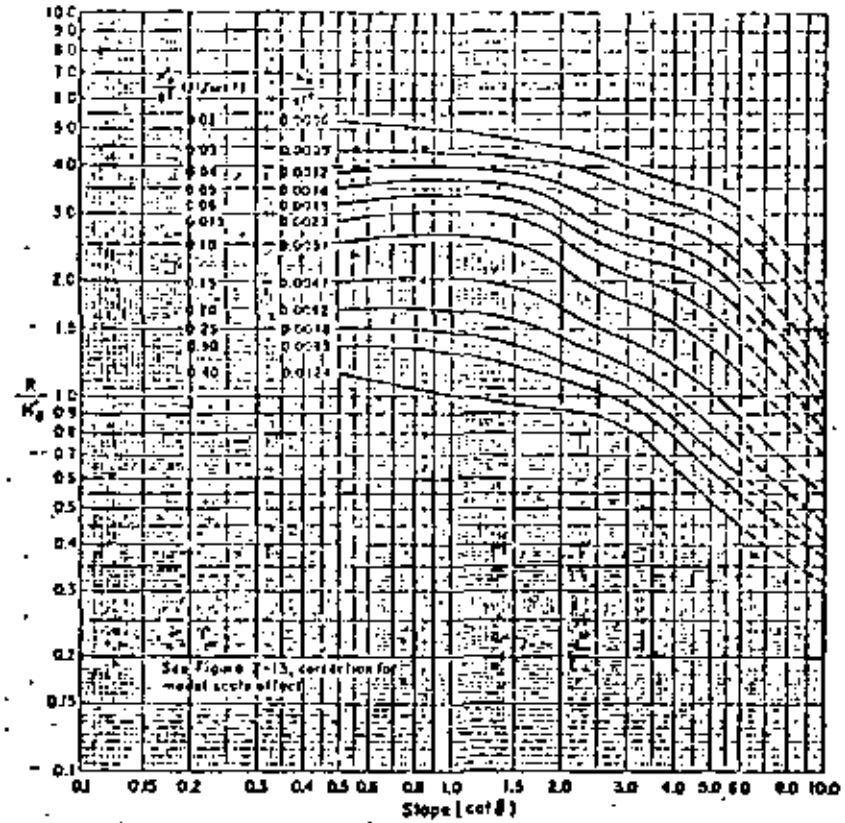


FIG. 16 RUN UP EN PENDIENTE IMPERMEABLE Y LISA,

$d_s / H'_0 = 0.45$ B= 1:10

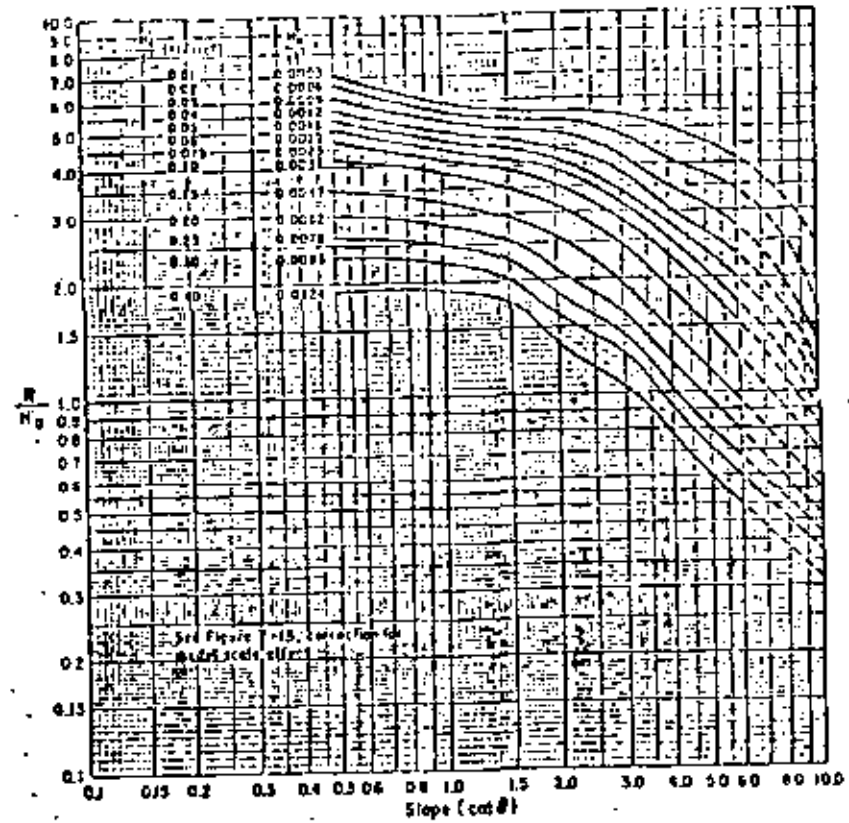


FIG. 17 RUN UP EN PENDIENTE IMPERMEABLE Y LISA,

$d_s / H'_0 = 0.8$ B: 1:10

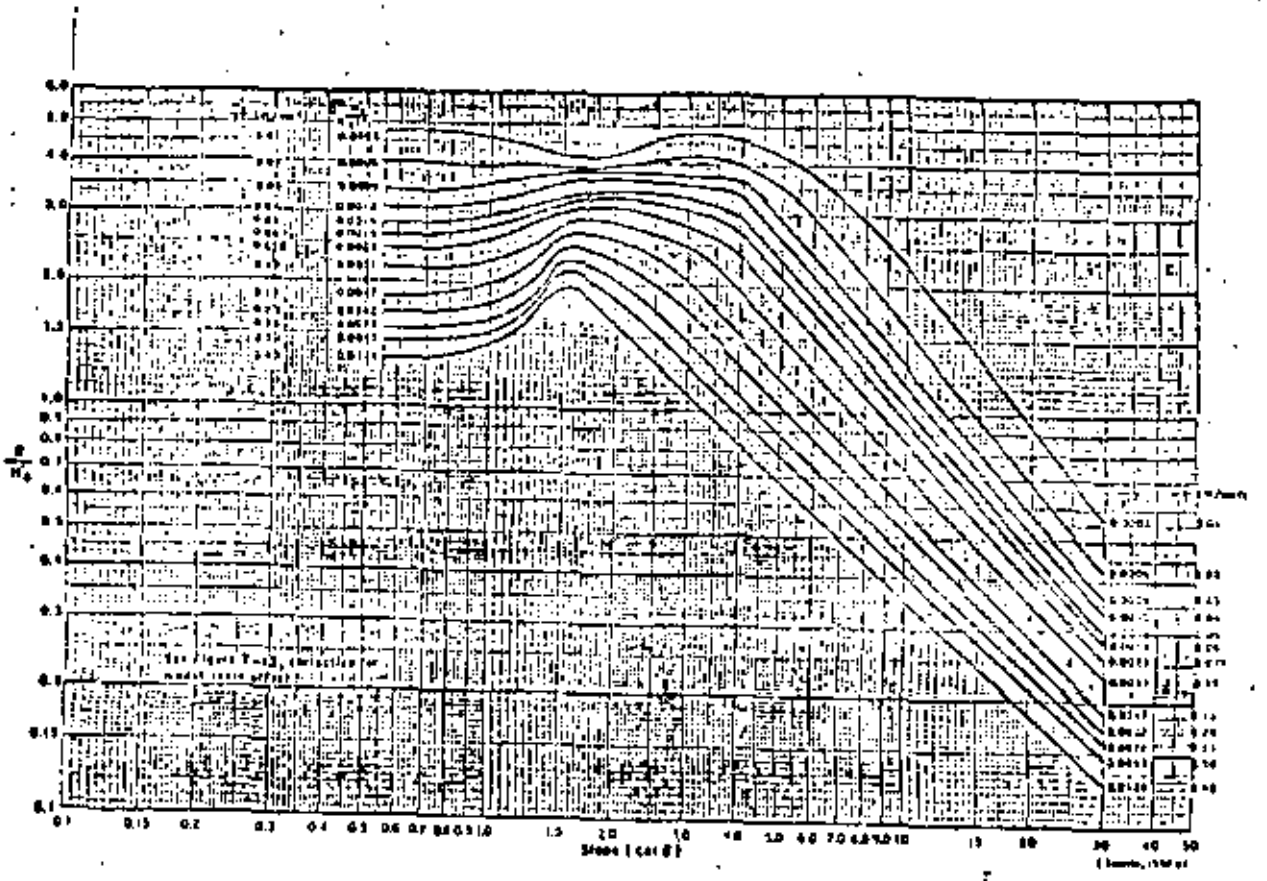


FIG. 18 RUN UP EN PENDIENTE IMPERMEABLE Y LISA

$d_s / H_o' = 2.0$

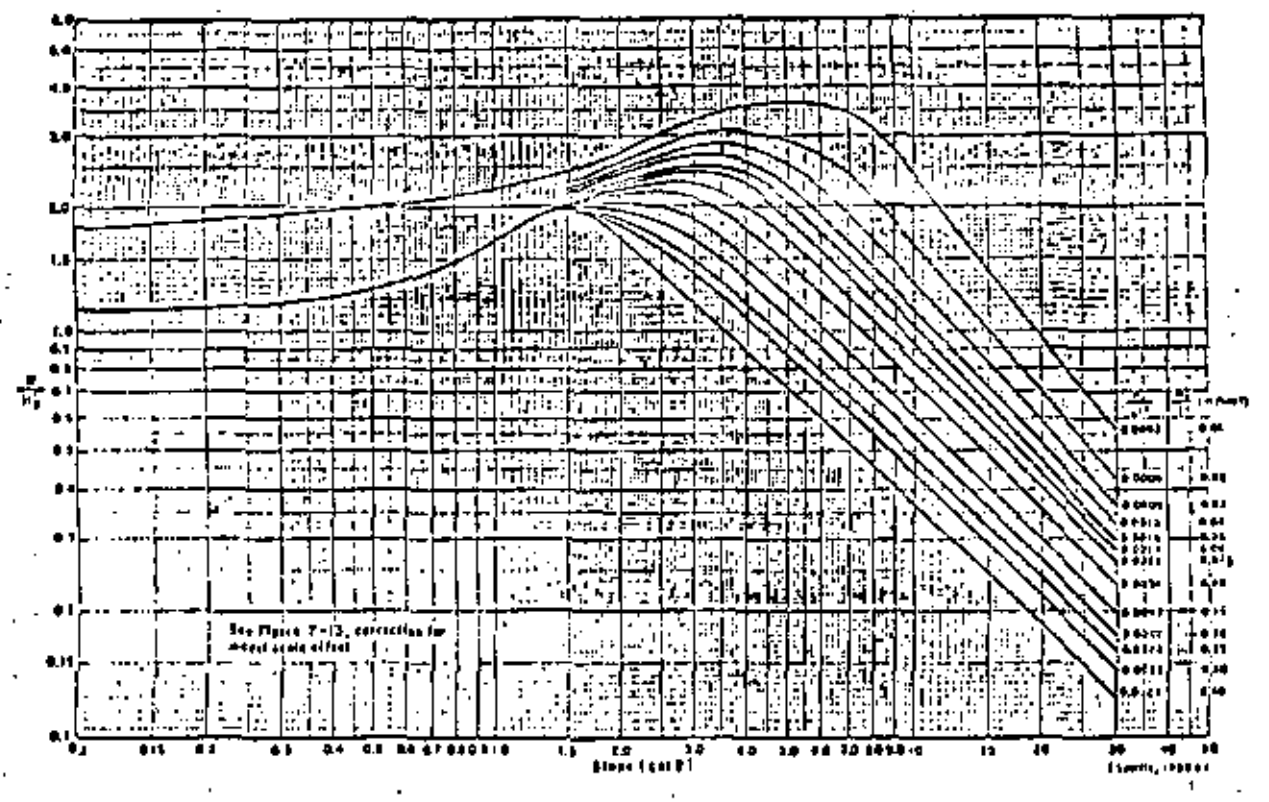


FIG. 19 RUN UP EN PENDIENTE IMPERMEABLE Y LISA

$d_s / H_o' \cong 3$

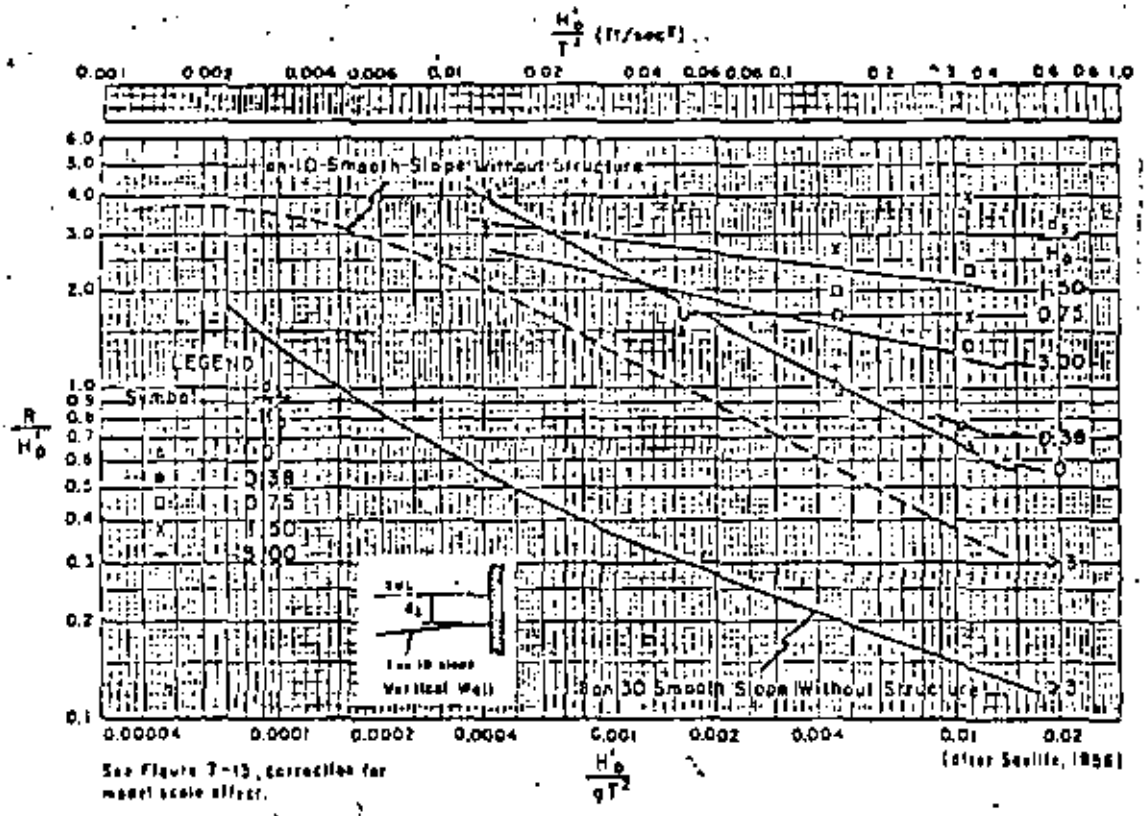


FIG. 21 RUN UP EN ISURO VERTICAL E IMPERMEABLE VS. Ho/gT2

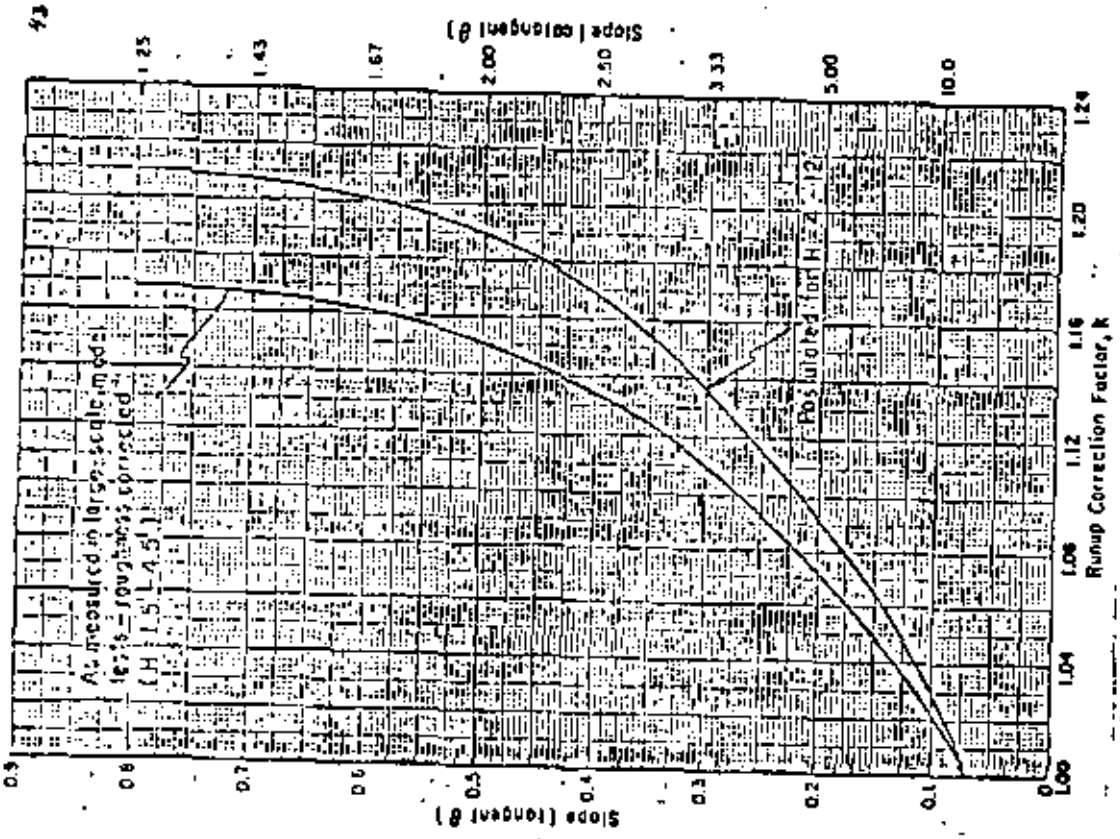


FIG. 20 CORRECCION AL RUN UP POR EFECTOS DE ESCALA.

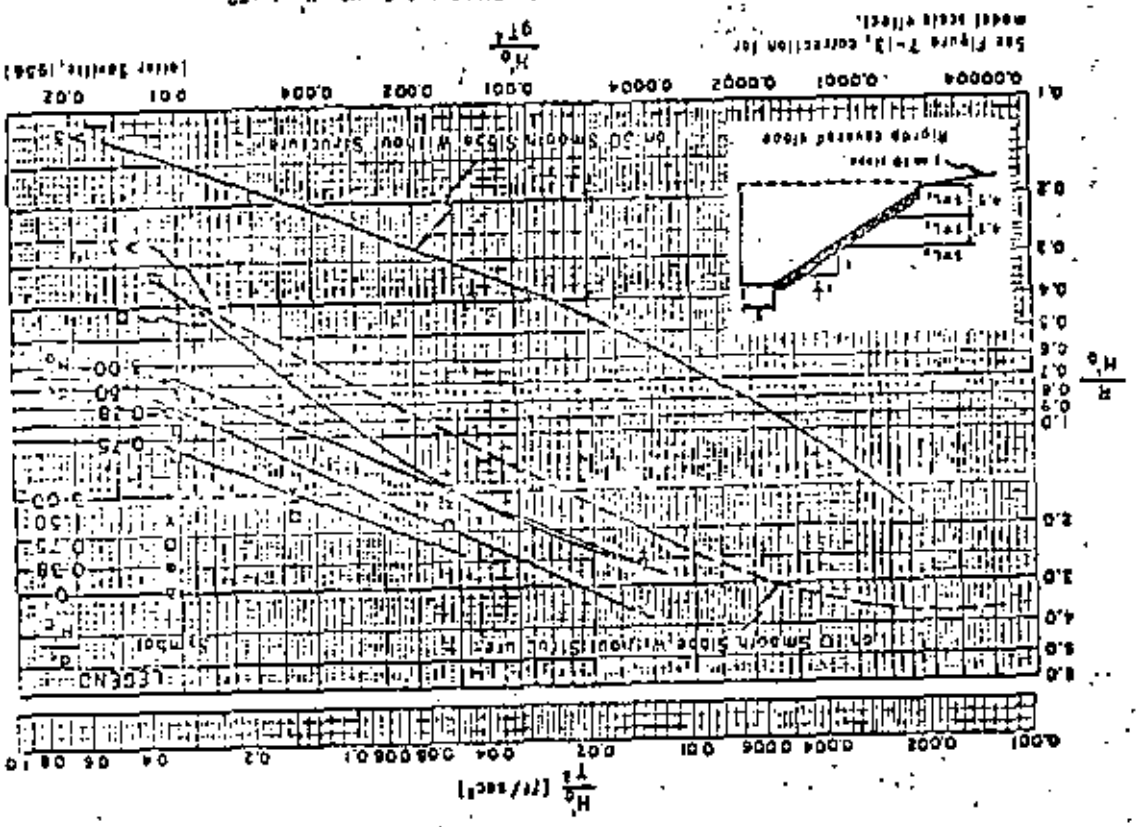


FIG. 22 RUN UP EN ENROCAMIENTO CON TALUD 1:1.5 VS. Ho / gT2

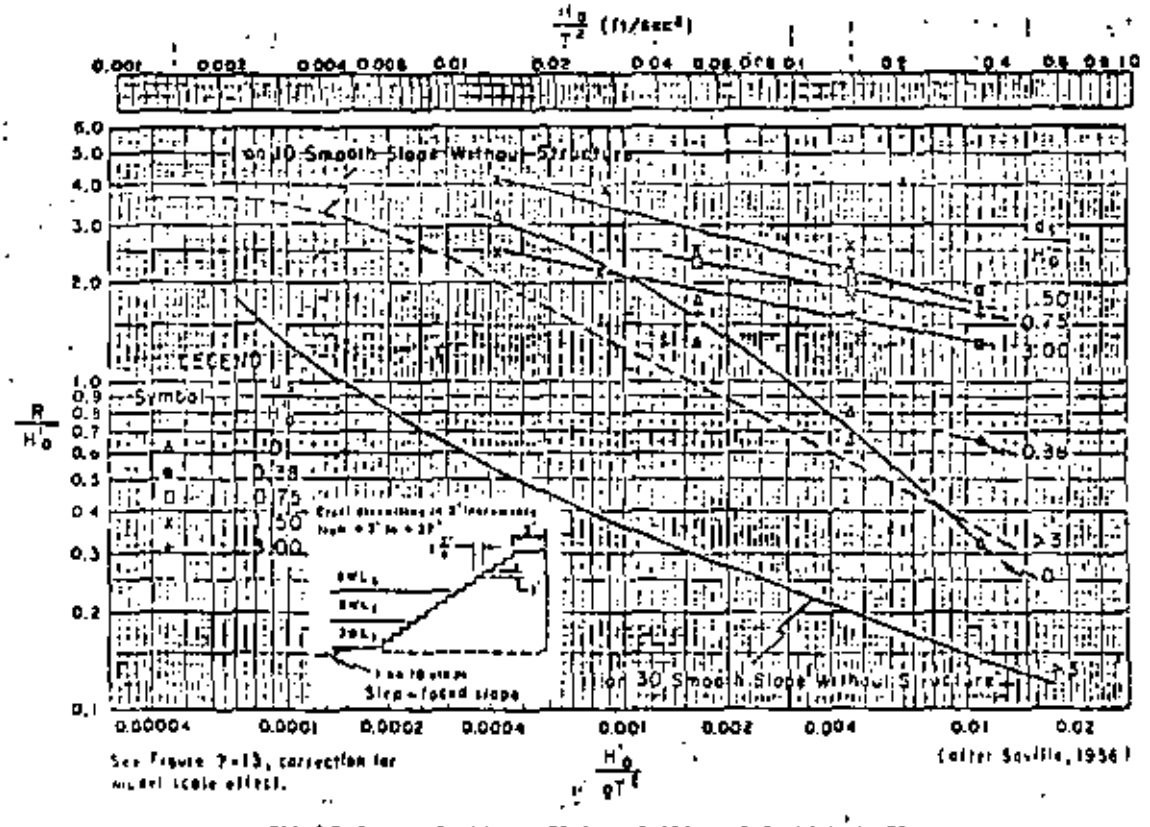


FIG. 23 RUN UP EN PENDIENTE ESCALONADA 1: 1.5 VS. Ho/ gT2

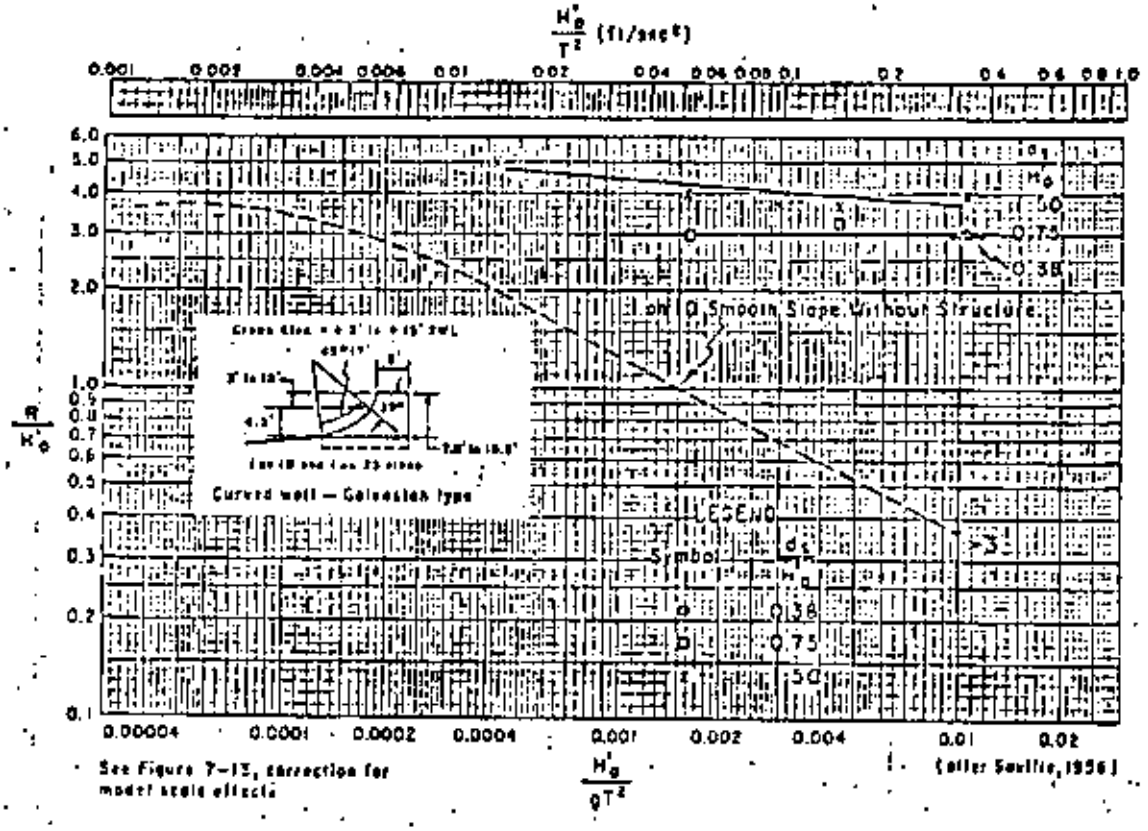


FIG. 24 RUN UP EN UN MURO DE MAR VS. H'_o/gT^2

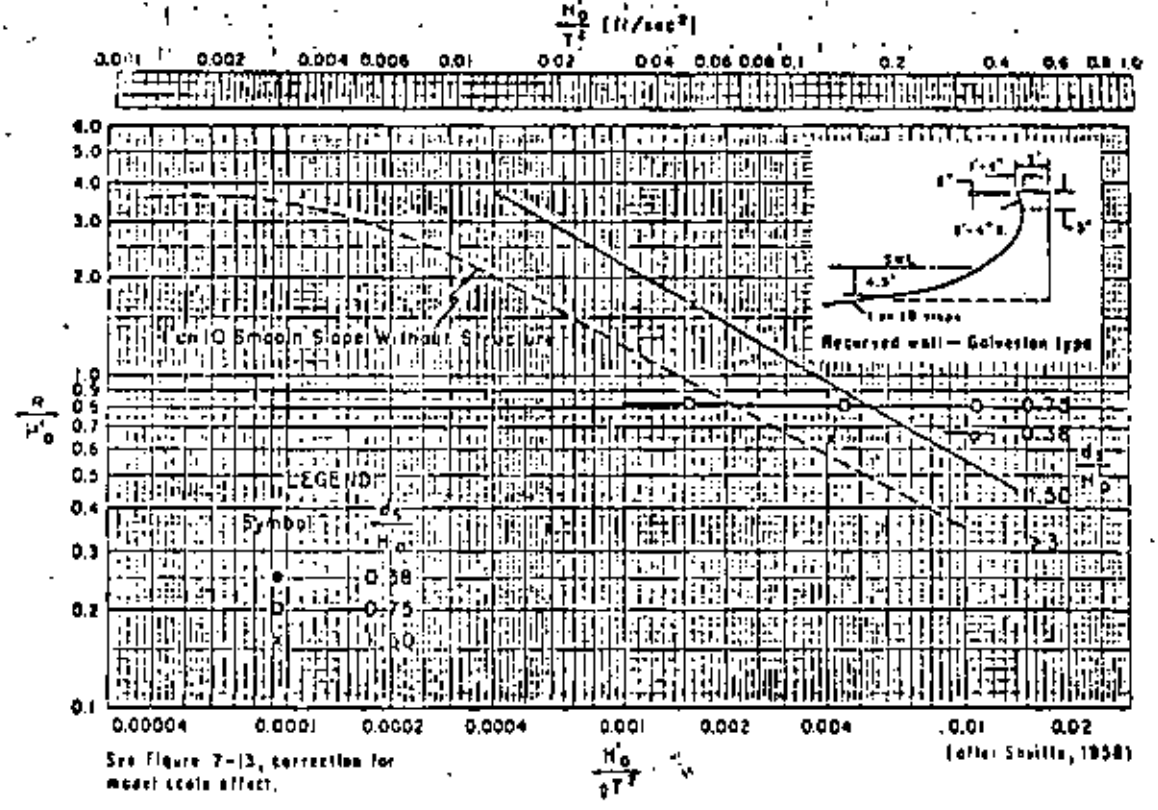


FIG. 25 RUN UP EN UN MURO DE MAR TIPO GALVESTON VS. H'_o/gT^2

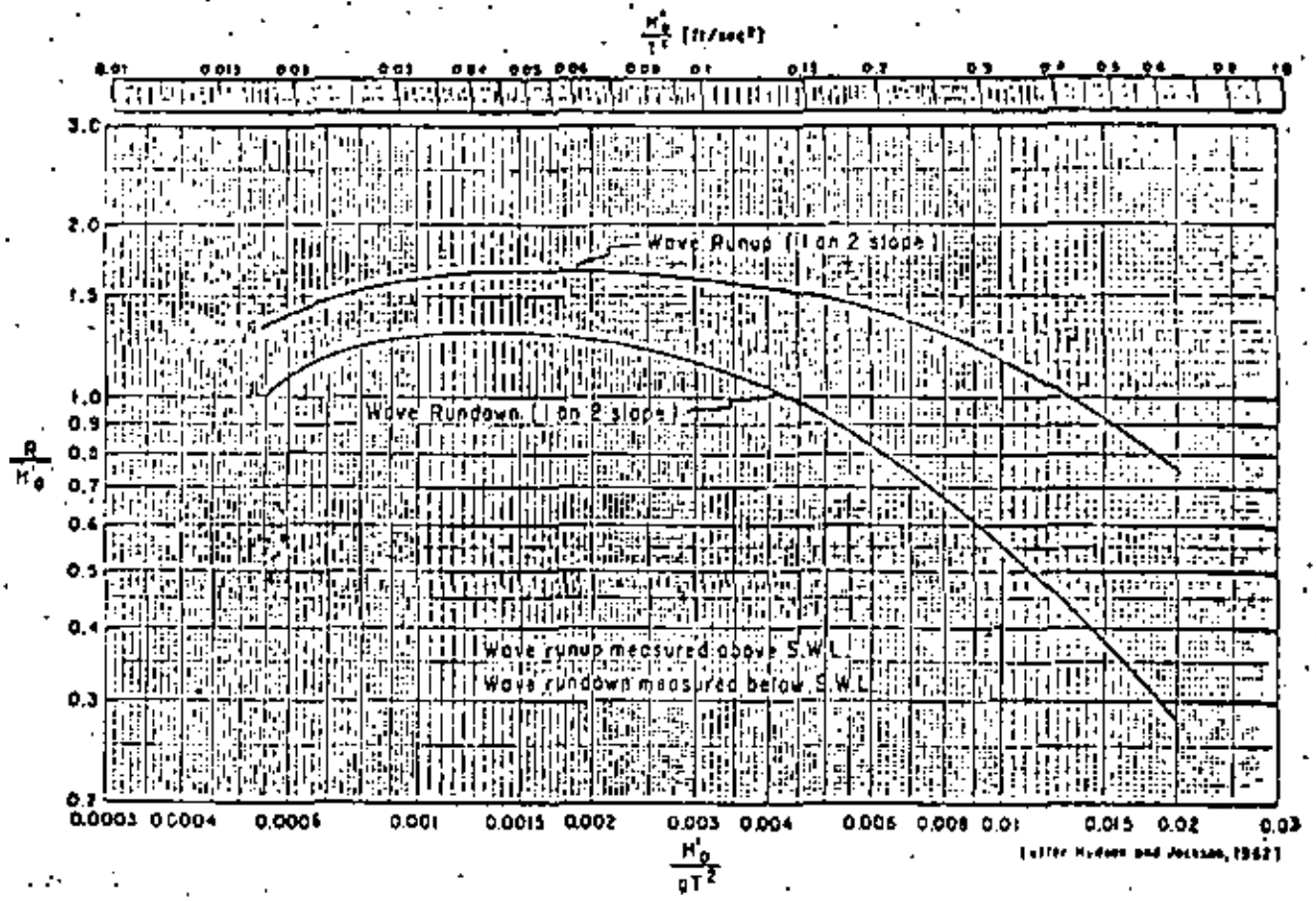


FIG. 26 RUN UP Y ESCURRIMIENTO EN ENROCAMIENTO GRADUADO, PENDIENTE 1:2 VS. Ho / gT2

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

PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS

PRINCIPIOS BASICOS DEL DRAGADO HIDRAULICO DE CONSTRUCCIONES

Ing José Mora Gómez

Agosto, 1981

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso México 1, D. F. Tel: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

CAPITULO I

INDICE

G E N E R A L I D A D E S

Se entiende por dragado la extracción de materiales (arena, grava, roca, limo, arcillas turbo, etc.) del fondo de los ríos, puertos, lagunas, canales, con -- el fin de aumentar la profundidad y descargar el material extraido en zonas de depósito que pueden ser a fondo perdido o utilizarlo en relleno de áreas bajas, para asiento de desarrollos urbanos, industriales, comerciales, etc., o sanear terrenos pantanosos que originen condiciones insalubres en algunas localidades.

El desarrollo del equipo de dragado está intimamente relacionado a las distin-- tas etapas del desarrollo del hombre. (foto)

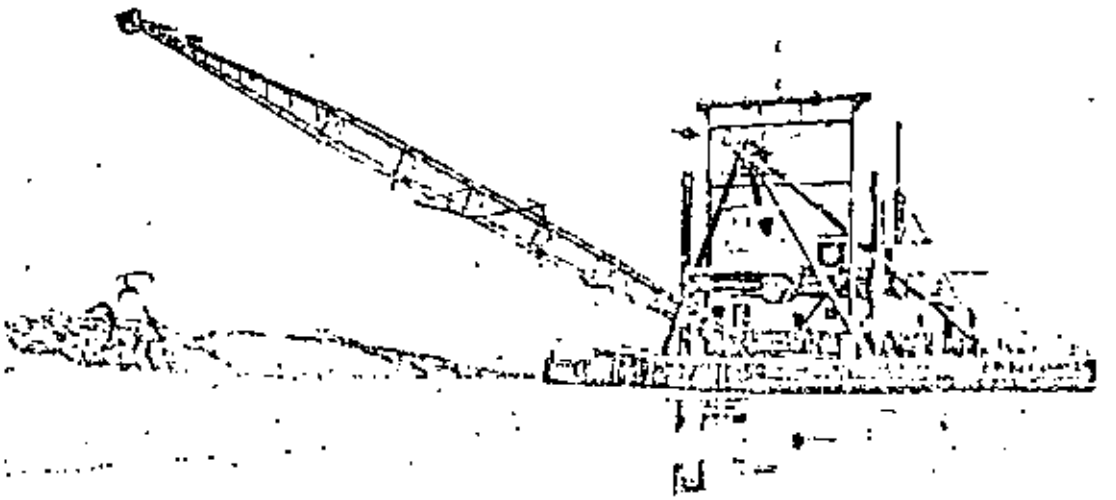
TIPOS DE DRAGAS.

Una draga es una embarcación especialmente dispuesta y con los medios necesarios para profundizar puertos, canales de navegación y de riego, obtener materiales para construcción, etc.

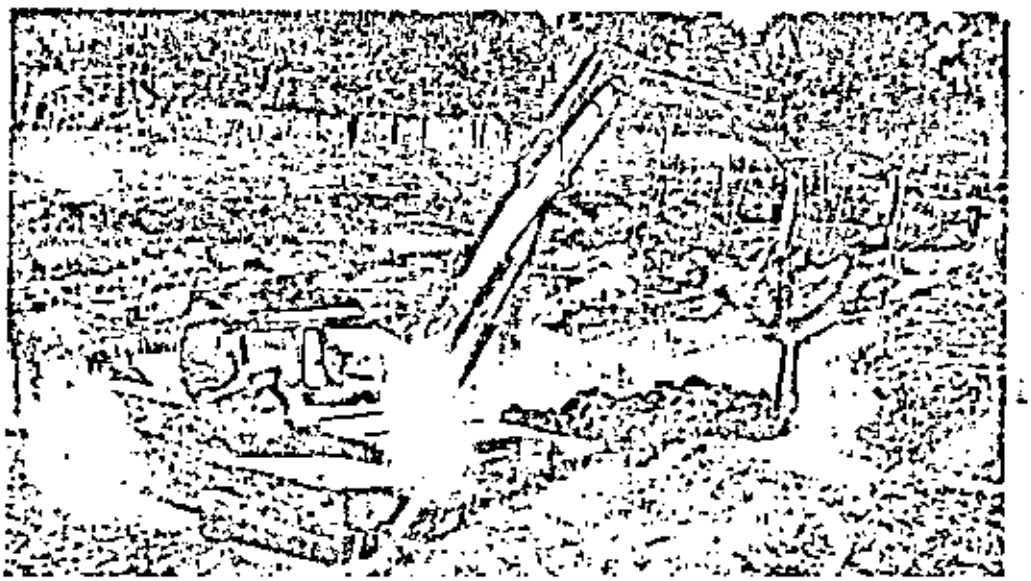
Las dragas se clasifican en 3 grandes grupos:

Mecánicas, neumáticas e hidráulicas.

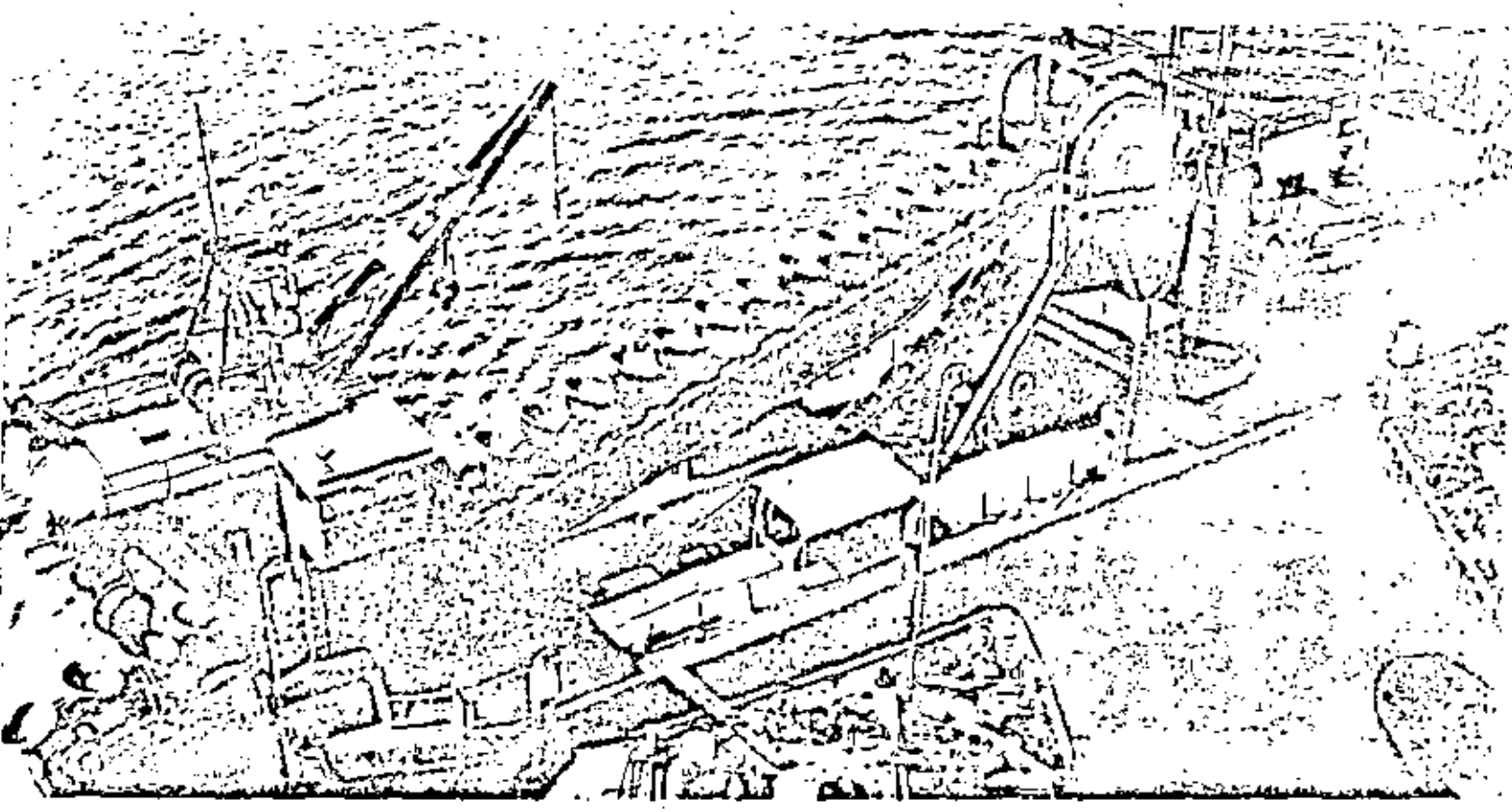
Al primer grupo pertenecen las de cangilones, (foto) la de cucharón (almeja--- gajos, arrastre) (foto). Todas estas podemos considerarlas como tipos básicos de las dragas mecánicas que fueron las primeras que se usaron y que en ciertos tipos de obras son insustituibles a pesar de que se alcance de descarga es muy limitado, por lo que se impone el uso de ganquiles o chalanes tolva y remolcadores para transportar el material a zonas de depósito.



DRAGA MECANICA DE ALMEJA DE 5 yd³



DRAGA ANFIBIA DE 1 yd³



DRAGA DE CANGILONES

El segundo tipo de dragas, las neumáticas tienen un uso y muy limitado, principalmente se utilizan para dragar materiales finos no cohesivos, limos, arenas, fango, material contaminado). (foto)

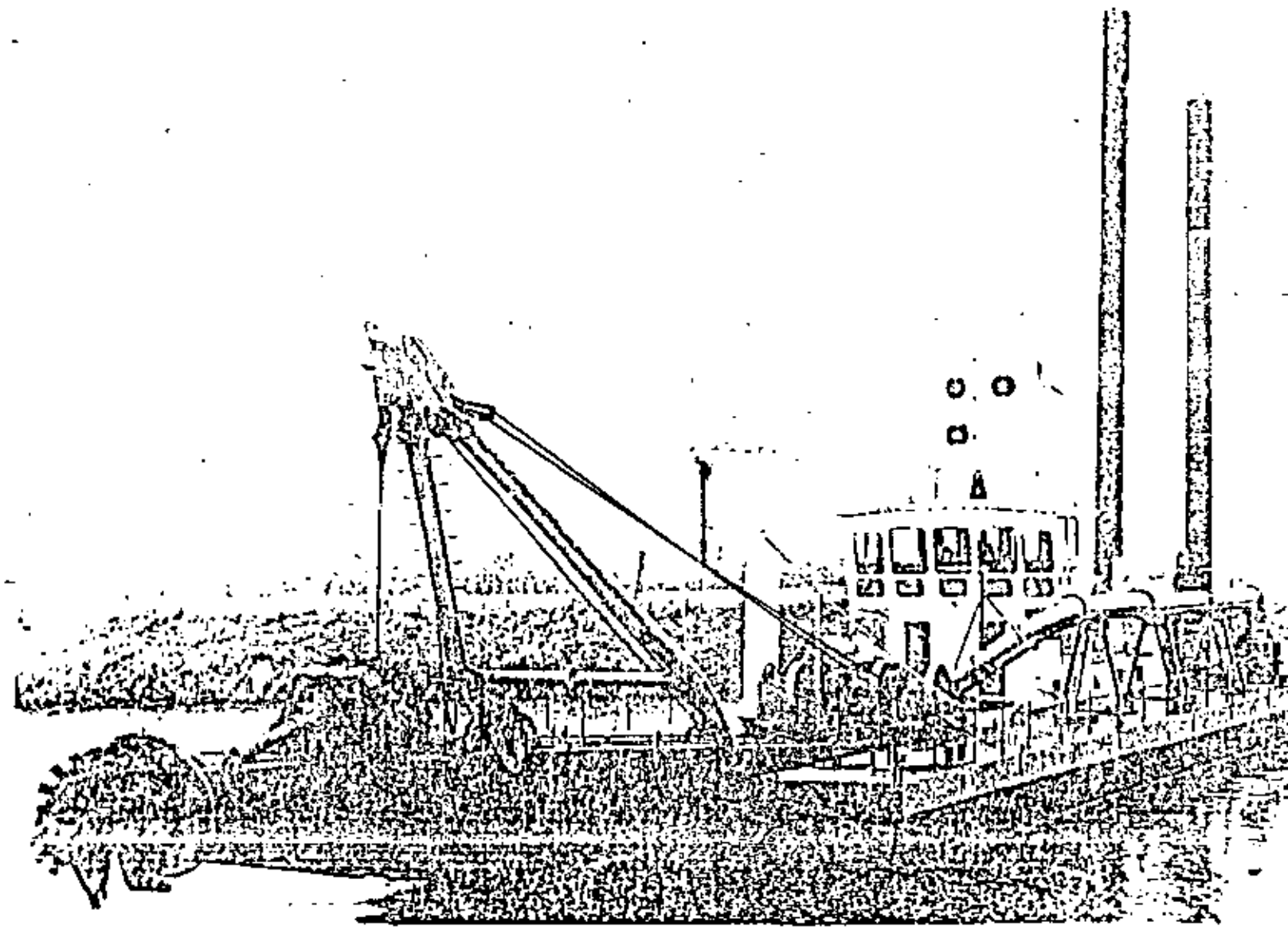
Corresponden al tercer grupo las dragas hidráulicas que pueden ser estacionarias y de autopropulsión; estas dragas combinan la operación de extraer el material con el de su transporte al lugar de depósito, mezclandolo con agua en una proporción de 20% máximo de sólidos. Estas dragas resultan mas versátiles, económicas y eficientes que las dragas mecánicas e hidráulicas de cucharón, ya que realizan las dos operaciones por medio de una unidad integral; en el caso de las dragas - hidráulicas de autopropulsión, al succionar el material lo depositan en las tolvas localizadas en el casco (foto) y una vez completa su carga salen a tirar el material a fondo perdido.

Las dragas autopropulsadas pueden ser de succión simple o con cortador, el tubo de succión puede estar localizado lateralmente, con escala de dragado a proa, -- centro o popa.

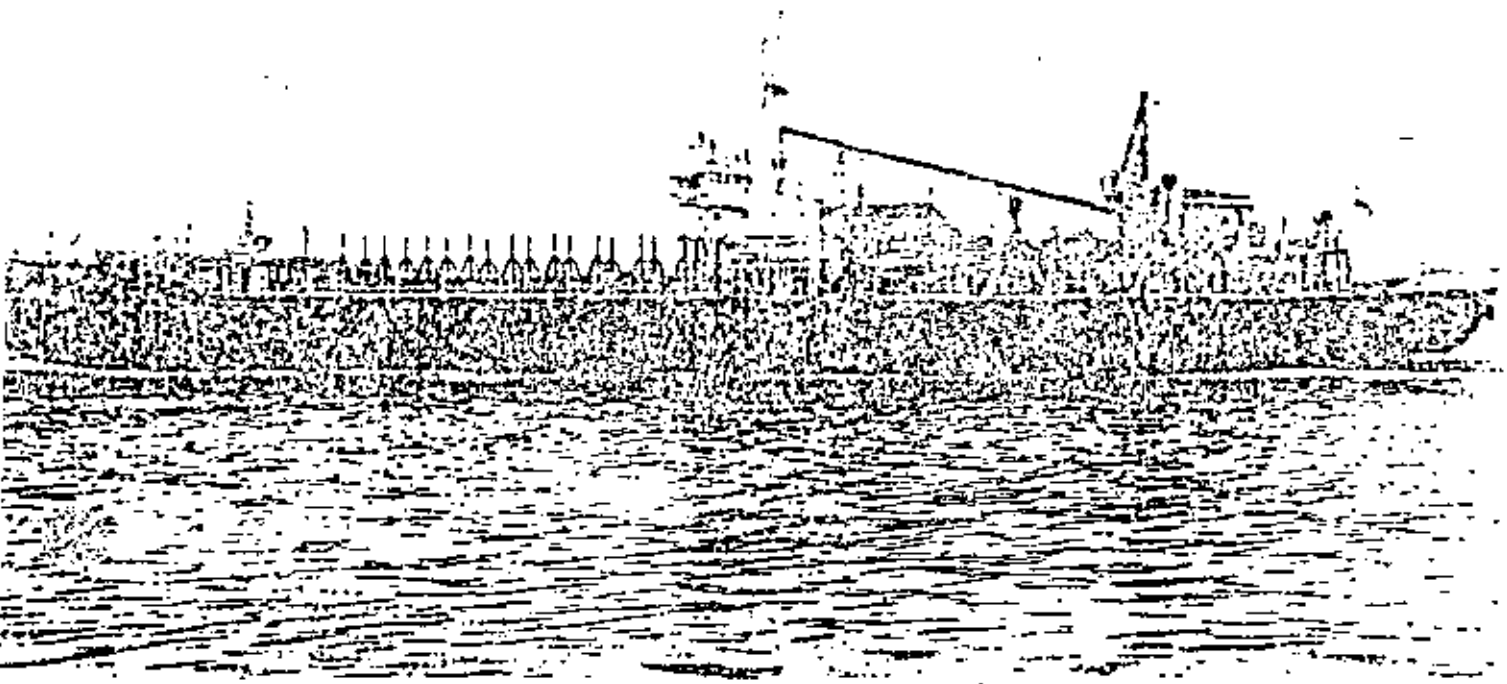
Las dragas hidráulicas estacionarias pueden ser de succión simple o de succión con cortador (foto).

DRAGA HIDRAULICA DE SUCCION CON CORTADOR.

La [illegible] de draga ha sido por mucho tiempo aceptada como la mas versatil de -- las dragas por su uso en las mas diversas aplicaciones del dragado. (foto). Cuando se tiene suficiente agua no tiene competidor económico para la excava--- ción y transporte de material. Sin la utilización de una draga la navegación en los ríos sería materialmente imposible debido al alto porcentaje de azolve que se registra en estos.



DRAGA HIDRAULICA CON CORTADOR



DRAGA HIDRAULICA DE TOLVA

La industria que depende de la transportación marítima se colapsaría, y el transporte económico no existiría; ejemplo nuestros puertos del Golfo de México como Tampico, Tuxpan, Coatzacoalcos, en el extranjero el puerto de Roterdam, etc.

Hay dragas trabajando en todas las aguas del mundo (foto) profundizando canales, puertos, manteniendo el calado en ríos, canales de acceso, excavado para cimentaciones subacuáticas proporcionando material para construir diques, malecones, carreteras, dragado, minerales como oro, carbón, azufre, etc. (foto) se utilizan para la excavación de zanjas que alojarán tubería.

El campo del dragado es muy amplio, dragas pequeñas pueden operar en aguas de poco colado (90 cm) hasta aguas profundas.

Se pueden extraer hasta 30,000 m^3/día y bombear la mezcla a 6 km. de distancia sin necesidad de estaciones de rebombeo.
Los tamaños de las dragas dependiendo del diámetro de descarga van desde 25 cm. a 137 cm.

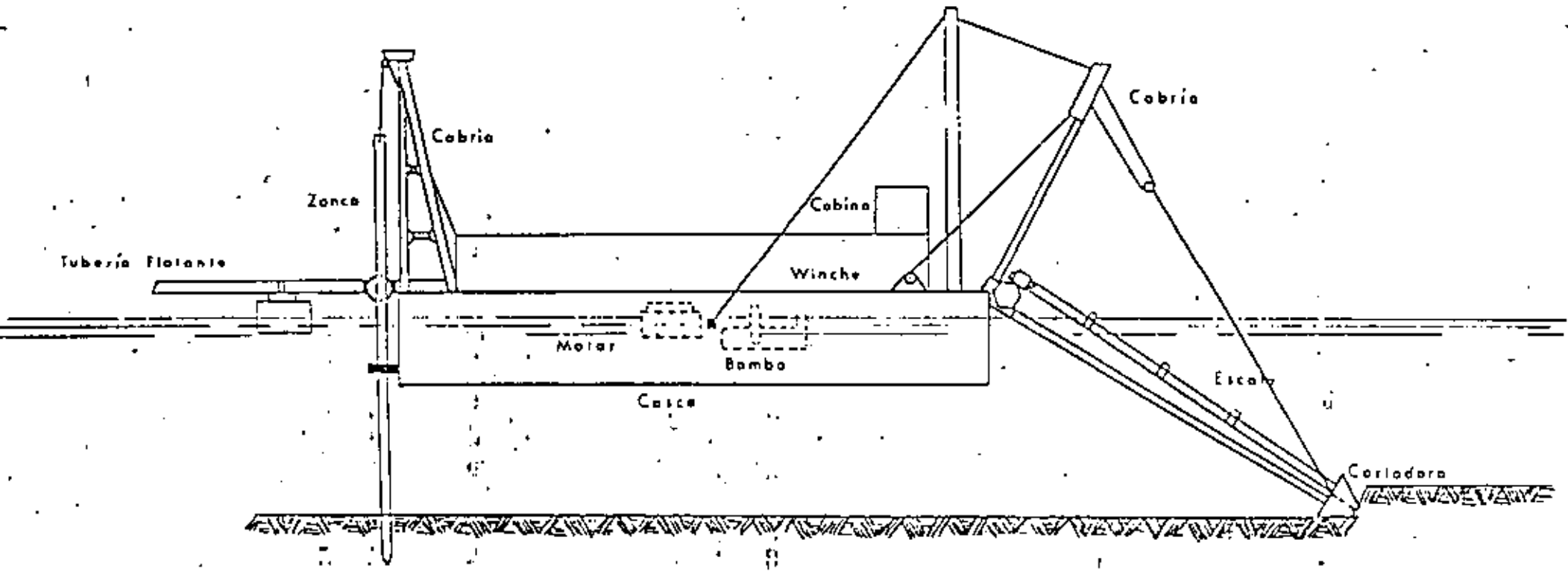
Los componentes principales de las dragas hidráulicas, estacionarias de succión con cortador son:

Escala, tubo de succión, estructura H, estructura A, casco, casa de máquinas, motor principal, motor auxiliar, bomba centrífuga, sistema de malacates, cabina de operación, zancos, cortadora, motores de la cortadora y equipo auxiliar como remolcador, cábina flotante, lancha, anclas, tubería, flotadores juntas de bola, cuello de ganzo, válvula y equipo de apoyo terrestre como tractores dragas de arrastre, camiones, etc. (foto)

Durante la operación del dragado, el material bombeado es transportado a través de una tubería flotante y otra terrestre, hasta llegar al lugar de depósito, el cual puede servir para rellenos, bordos u otra obra de terracería o simplemente tirarlo sin ningún beneficio planeado.

Dependiendo del volúmen a dragar, del tiempo para ejecutar la obra, tipo de material, distancia máxima de tiro, destancia mínima de tiro, profundidad de dragado y condiciones topohidrográficas se usará un determinado tamaño de draga y de acuerdo a las condiciones mencionadas anteriormente, se escogerá el tipo de cortadora, cuchillos, potencia requerida en la bomba, tamaño y tipo de impulsor.

Igualmente se determinará el procedimiento de construcción su administración y operación.


Cabria
Zonca
Tubería Flotante
Cabina
Winche
Motor
Bomba
Casco
Cabria
Escala
Cortadora

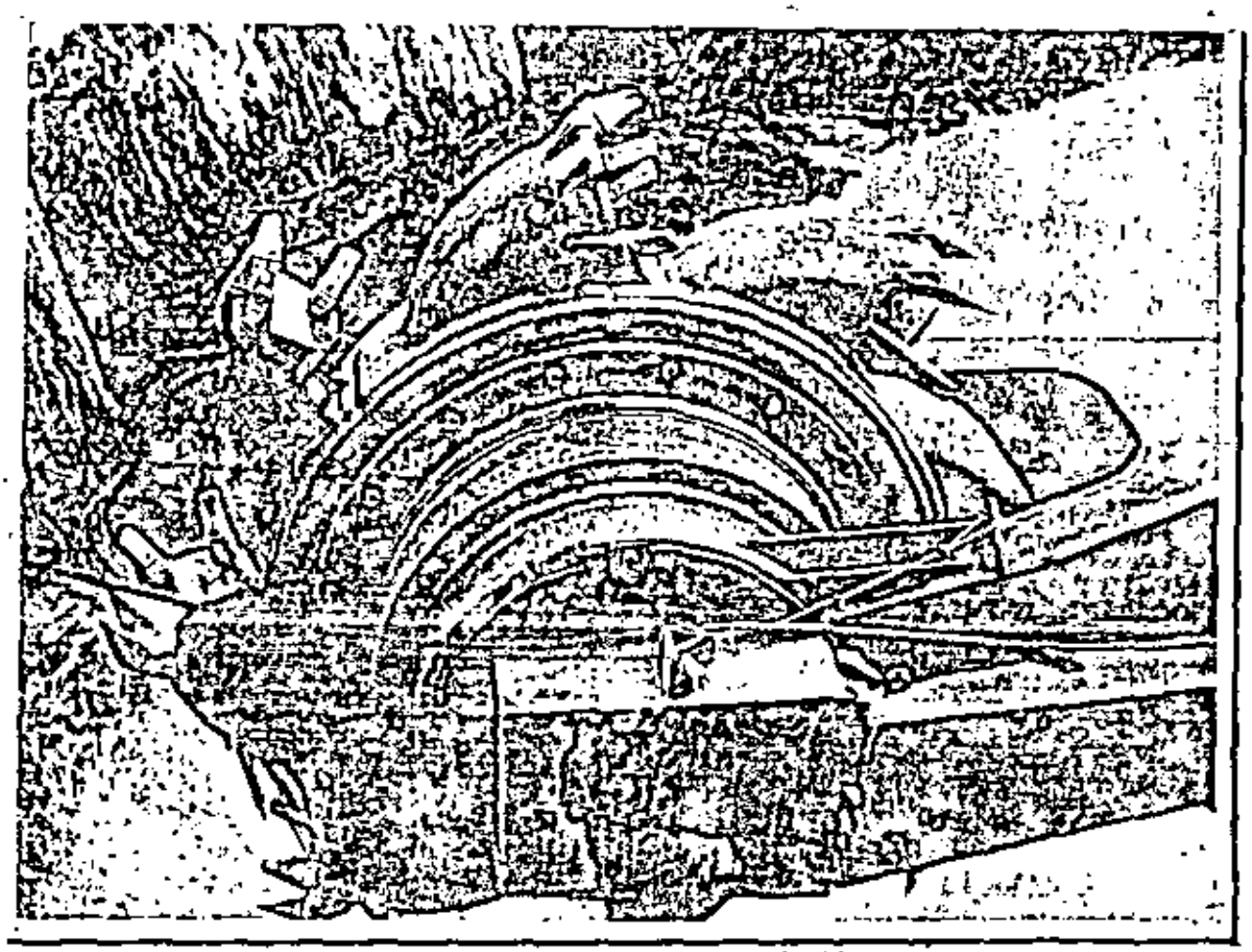
DRAGA HIDRAULICA DE SUCCION CON CORTADORA DEL TIPO DE RUEDA DE CANGILONES.

La rueda de cangilones es una de las muchas herramientas utilizadas para remover suelos secos o húmedos. Su trabajo consiste en romper y remover el suelo transportarlo a una distancia corta y depositarlo en canalones; si reemplazamos la operación de depósito por una en la cual el suelo sea succionado de los cangilones por medio de una bomba, tendremos una operación continua entre la excavación, el transporte hidráulico y el depósito.

A diferencia con una draga de succión con cortador en la cual el corte y el transporte del suelo se presenta sólo en un sentido de la abanicada, la cortadora de cagilones corta en ambos sentidos de la abanicada, lo que nos permite incrementar la producción en suelos de alta gravedad especifica, teniendo así un mejor rendimiento.

Dado que se requiere un mejor control del corte del material a dragar, es necesario utilizar un carro de pilones y unas plumas para anclas incrementando todos estos accesorios en más de un 40% el valor de la draga; por lo que este tipo de equipo se utiliza principalmente en la minería o en el dragado de suelos altamente compactados, en donde se justifica la alta inversión ya que la producción puede ser casi duplicada. (Fotos).

CORTADORA DE TIPO DE RUEDA DE CANGILONES



CAPITULO II

PRODUCCION = FLUJO X % PROMEDIO DE SOLIDOS.

El primer fundamento básico del Dragado trata de la producción: la excavación y transportación de sólidos, lo que se refleja en la finalidad económica de la actividad.

La producción está dada en metros cúbicos de material extraído por hora y está en función del diámetro de la descarga, de la velocidad del flujo y la concentración de material en la mezcla.

El gasto en m3/seg. se calcula de la siguiente forma:

$Q = V \cdot A$

Q = gasto m3/seg.

V = velocidad del flujo en m/seg.

A = área de la tubería de descarga en m2.

La expresión anterior puede ser expresada en m3/hr. multiplicándola por 3 600 y así tenemos:

$$Q = 3\,600 \times V \times A \qquad \ldots 11$$

donde 3 600 = factor de conversión de segundos a horas.

Si la concentración de sólidos es conocida la producción en m3/hr. de la mezcla puede ser calculada multiplicando la expresión II por el porcentaje promedio de sólidos (la forma de obtener el porcentaje promedio de sólidos será tratada en el capítulo III).

Así tenemos la siguiente expresión: Producción en m3/hr. =

= 3 600 x V x A x % promedio de sólidos.

El gasto sólido es función de diversas variables, a saber: velocidad del flujo, diámetro de la tubería de descarga y su longitud, espesor del corte, caballaje del motor, eficiencia de la bomba, tipo de material por dragar, altura a la que se deposita el material dragado y otros factores de menor importancia.

En este capítulo se tratarán algunas de estas variables como potencia, eficiencia, efectos de la velocidad en la eficiencia de la bomba y velocidad específica.

POTENCIA

La fuerza necesaria para forzar a la mezcla a salir por la descarga se llama Potencia, que es medida en caballos vapor C V en el sistema métrico decimal y HPW (Water horse power) en el sistema inglés.

Así tendremos la expresión siguiente:

$$C\,V = \frac{Sg.\ Q\ (\text{litros/seg.})\ Ht\ (m)}{75} \qquad \ldots\ldots III$$

CV = caballos vapor

Q = gasto de la descarga en lts/seg.

HT = carga dinámica en la bomba en m.

SG = gravedad específica de la mezcla bombeada

La gravedad específica de la mezcla se obtiene de la siguiente forma:

$$SGa = (SGm - SGw) \frac{P}{100} + SGw$$

SGm = gravedad específica del material

SGw = gravedad específica agua

SGa = gravedad específica mezcla

P = porcentaje de concentración de sólidos por volumen.

La potencia necesaria para forzar a la mezcla a salir fuera de la descarga, más el poder requerido para mover la bomba y vencer las pérdidas es llamada Potencia al freno.

$$HP_b = \frac{HP}{E_f} w \quad \text{(sistema inglés)}$$

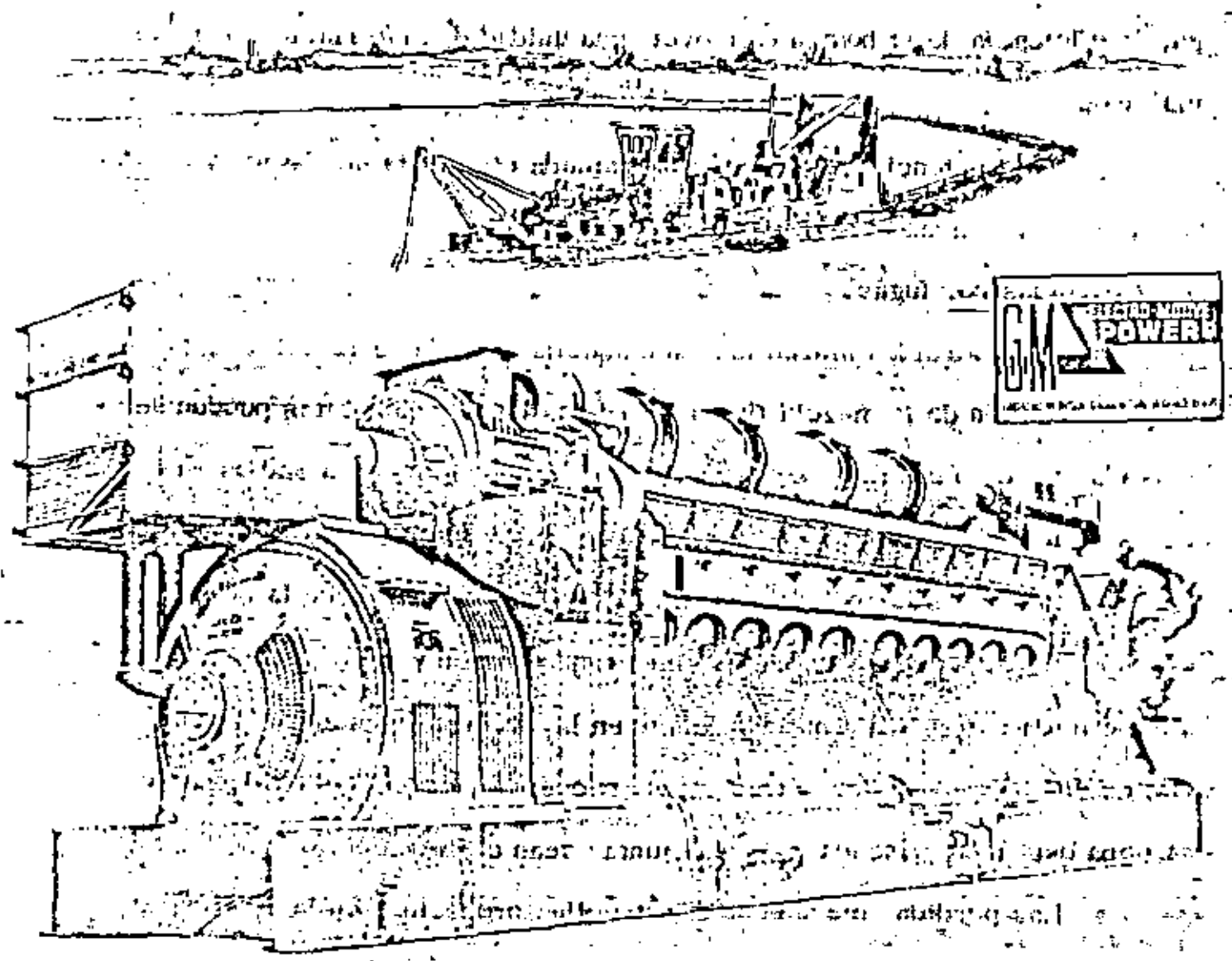
$$CV_b = \frac{CV}{E} \quad \text{(sistema métrico)}$$

CV_b - potencia al freno

CV - potencia

E - eficiencia de la bomba

La potencia al freno requerida en la bomba de la draga, es deter--



Motor para Bomba de Dragado

minada por la carga contra la que trabaja.

EFICIENCIA DE LA BOMBA

La eficiencia de la bomba no es sinónimo de la eficiencia de la draga, la eficiencia de la bomba es mover una unidad de material a la potencia más baja.

La eficiencia de la bomba es llamada eficiencia hidráulica y es afectada por las pérdidas hidráulicas, pérdidas por conexiones, pérdidas mecánicas y pérdidas por fugas.

Las pérdidas hidráulicas son aquellas debidas a remolinos, turbulencias, fricción de la mezcla fluida, pérdidas por choque; éstas pueden ser reducidas pero no eliminadas, ésto se logra teniendo mayores radios en las curvas de la descarga, o cambios de sección en la descarga.

Las pérdidas por fugas son causadas en las juntas de la descarga de la bomba, debido a las áreas de alta y baja presión y a que no está la bomba debidamente alineada o que las juntas en la descarga no son muy buenas; al igual que las pérdidas hidráulicas, éstas pueden ser reducidas cuidando que la bomba esté bien alineada y que las juntas sean de buena calidad.

Las pérdidas mecánicas son aquellas producidas en las juntas, prensa estopas o por desgaste general en el interior de la bomba.

EFECTOS DE LA VELOCIDAD EN LA EFICIENCIA DE LA BOMBA.

Como las pérdidas en la línea varían en función, al cuadrado de la velocidad, una alta velocidad en la tubería parecería ir en detrimento de la eficiencia de la draga, pero ésto no es necesariamente cierto; una gran velo-

cidad, por su alta capacidad de acarreo de material, puede, en ciertos límites, incrementar la eficiencia de la draga; a bajas velocidades (3 a 4 m/seg.) la fricción en la línea es relativamente baja (ver tabla No. 1) en tuberías de diámetros grandes, pero también es baja la capacidad de transporte de material. Encontraste a altas velocidades (6.5 a 8 m/seg.) la fricción en las tuberías de gran diámetro no es tan grande en relación con la ventaja de la alta capacidad de transporte de material. Sin embargo velocidades mayores van en detrimento de la eficiencia aún en las dragas más grandes.

Por ejemplo, una velocidad de 3 m/seg. en una tubería de 45.7 cm. Ø (18'), tendrá una pérdida por fricción de 3.5 pies (1.05 m.) por cada 100 pies de tubería.

Una tubería de 30' Ø 6.90 m. a la misma velocidad tendrá solamente un pié (30 cm.) de pérdida por fricción por c/100 pies (33.3 m.) de tubería.

Con una velocidad de 20 pies/seg. (6.66 m/seg.) la tubería de 8" Ø (20cm.) tendrá una pérdida por fricción de 12 pies (3.60 m.) y la tubería de 30" Ø (76 cm.) tendrá 3 pies (90 cm.). Así podemos ver que el diámetro de la descarga nos determina la máxima velocidad económica.

La velocidad óptima es aquella que transporta la máxima cantidad de material a la velocidad más baja. A baja velocidad en la succión y por lo tanto bajan las pérdidas por fricción, y nos dejará más carga para levantar material. (Más adelante se verá la forma más conveniente de obtener la velocidad óptima).

La velocidad en la descarga debe ser lo suficientemente alta para mover el material, normalmente una velocidad de 10 pies/seg. (3.3 m/seg. es la más baja para mover un material ligero, materiales más pesados requieren proporcionalmente velocidades más altas. Ver tabla No. 1).

Velocidad Específica.- Aunque no está directamente relacionada con el caballaje y eficiencia, la velocidad específica de la bomba es un factor que puede ser usado para la elección de la bomba; establece definitivamente la capacidad de operación de la bomba, la velocidad específica de una bomba es aquella velocidad en rpm, a la cual un impulsor geométricamente similar al impulsor en cuestión, pero pequeño, desarrollaría una carga unitaria a una capacidad unitaria (en GPM contra una carga de un pie, está en función de la velocidad del impulsor, el gasto y la carga total.

$$Ns = N \frac{(Q)^{0.5}}{H^{0.75}}$$

Donde:

Ns = Velocidad específica RPM

N = Velocidad Impulsor en RPM

Q = Gasto en GPM

H = Carga de la bomba en pies.

Para una carga y capacidad dadas en una bomba: tenemos que, con una baja velocidad específica, operará a una mayor capacidad de succión, que con una de alta velocidad específica; si la carga de succión es de 15 pies, es siempre necesario usar una baja velocidad o una bomba mayor, por otra

lado, si la carga de succión es baja, o existe una carga positiva en la succión, la velocidad debe incrementarse o usar una bomba menor.

Incrementar la velocidad tan alto como sea permitido por los valores de diseño, sin unas condiciones propicias de succión, causarían vibraciones, ruido y desgaste.

Para una bomba con un gasto Q = 10 000 GPM

N = 350 rpm, H = 100 pies, y una succión de 20", la

N =

$$N = (350)\frac{(10\,000)\ 0.5}{(100).75} = 1.109 \text{ rpm}$$

La velocidad específica y la determinación de la ecuación pueden ser más fácilmente entendidas tomando la velocidad y la carga por separado. Como la velocidad específica es aquella velocidad a la cual un impulsor geométricamente similar al impulsor en cuestión, produce un pie de carga contra un galón por minuto, la velocidad puede ser reducida a esa necesidad por la ecuación N = N (1/H .5) = 350 (1H .05) = 35 rpm.

La capacidad Q para esta velocidad será Q' = Q (n''/n) =

= 10 000 (35/350) = 1 000 GPM.

El diámetro del impulsor es reducido para dar un GPM en la descarga. Haciendo ésto, la velocidad tendrá que ser incrementada para mantener un pie de carga, o multiplicando por (Q.0.5.) ó (1 000) 0.5, la velocidad será (31.6) (35) = 1 106 valor aproximado obtenido por la fórmula.

La bomba de dragado, debido a la necesidad de una alta carga en la succión, son siempre bombas de baja velocidad específica. El concepto de baja velocidad se refiere a que sea menor de 1 000 RPM y la velocidad de bombas grandes no mayores de 400 RPM.

GASTO DE LA DESCARGA EN m3/HR

Vel. en descarga m/seg.	6" 0.1524 m. nominal	8" 0.2032 nominal	10" 0.254 nom.	12" 0.3048 nom.	14" 0.3556 exter.	16" 0.4064 exter.	18" 0.4572 exter.	20" 0.5080 exter.	24" 0.6096 exter.	27" 0.6858 exter.	30" 0.7620 exter.
3.0	197.00	350.20	547.20	788.00	1072.60	1400.90	1773.10	2189.00	3152.10	3989.00	4925.20
3.5	229.80	408.60	638.50	919.40	1251.40	1634.40	2068.60	2553.80	3677.50	4654.30	5746.10
4.0	262.68	466.98	729.66	1050.71	1430.13	1867.93	2364.09	2918.64	4202.83	5319.21	6566.93
4.5	295.51	525.35	820.87	1182.05	1608.90	2101.42	2659.61	3283.46	4728.19	5984.11	7387.80
5.0	328.35	583.73	912.07	1313.39	1787.66	2334.91	2955.12	3648.29	5253.54	6649.02	8208.66
5.5	361.18	642.10	1003.28	1444.72	1966.43	2568.40	3250.63	4013.12	5778.90	7313.92	9029.53
6.0	394.02	700.47	1094.50	1576.06	2145.20	2801.89	3546.14	4377.95	6304.25	7978.82	9850.40
6.5	426.85	758.85	1185.70	1707.40	2323.95	3035.38	3841.65	4742.80	6829.61	8643.72	1067.26
7.0	459.70	817.22	1276.90	1838.75	2502.70	3268.90	4137.17	5107.61	7354.96	9308.60	11492.13
7.5	492.50	875.60	1368.11	1970.00	2681.50	3502.30	4432.70	5472.45	7880.30	9973.52	12313.00
8.0	525.35	934.00	1459.30	2101.40	2860.25	3735.35	4728.20	5834.30	8405.70	10638.40	13133.90
8.5											
9.0											
9.5											
10.00											

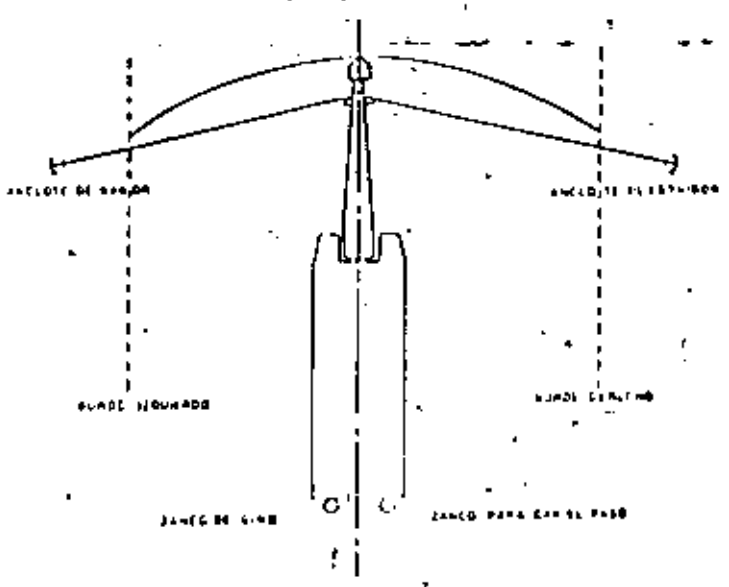
CAPITULO III

PORCENTAJE PROMEDIO DE SOLIDOS = EL PORCENTAJE DE PICO X EFICIENCIA DE LA DRAGA

SOLIDOS DEL PORCENTAJE DE PICO

Los sólidos del porcentaje de pico, son el porcentaje máximo de sólidos que el tubo de succión puede acarrear en el momento del corte, está limitado por el punto de cavitación de la bomba principal de la draga.

El corte se presenta cuando se mueve la draga de babor a estribor, apoyada en el zando de giro o de trabajo, la cortadora gira en sentido contrario a las manecillas del reloj a una velocidad que varía entre 10 a 36 RPM.



Colocación de los anc... draga su... traveses al comenzar la

Antes de seguir hablando sobre el porcentaje promedio de sólidos, es conveniente definir lo que es cavitación.

La cavitación se define como la vaporización local de un líquido debido a las reducciones locales de presión, por la acción dinámica del fluído. Este fenómeno está caracterizado por la formación de burbujas de vapor en el interior o en las proximidades de la vena fluida.

La condición física más general para que ocurra la cavitación es cuando la presión en ese punto baja al valor de la presión de vaporización.

Recordemos que la presión de vaporización de un líquido para cierta temperatura es la presión a la cual un líquido se convierte en vapor cuando se le agrega calor.

La reducción de la presión absoluta a la de vaporización, puede ser general para todo el sistema o únicamente local pudiendo existir esta última sin un cambio de presión promedio.

La disminución de presión local se produce debido a algunas de las condiciones dinámicas siguientes:

1) Un incremento en la velocidad.

2) Como resultado de separaciones y contracciones del flujo, fenómeno que se presenta al bombear líquidos viscosos.

Una desviación de flujo de su trayectoria normal, tal como la que tiene lugar en una vuelta o una ampliación o reducción, todas ellas bruscas.

Signos de la existencia de cavitación.

La cavitación se presenta de diversas maneras, de las cuales las

más importantes son:

a) Ruidos y vibración.

b) Una caída de las curvas de capacidad-carga y la de eficiencia.

c) Desgaste en las aspas del impulsor.

Medios para evitar o reducir la cavitación.

1) Tener un conocimiento completo de las características del fenómeno en nuestra bomba.

2) Conocimiento de las condiciones de succión existentes en el sistema.

3) Las condiciones de succión se pueden mejorar, eligiendo un tubo de mayor diámetro reduciendo su longitud y eliminando codos, así como todo aquellos que puede acarrear pérdidas de carga.

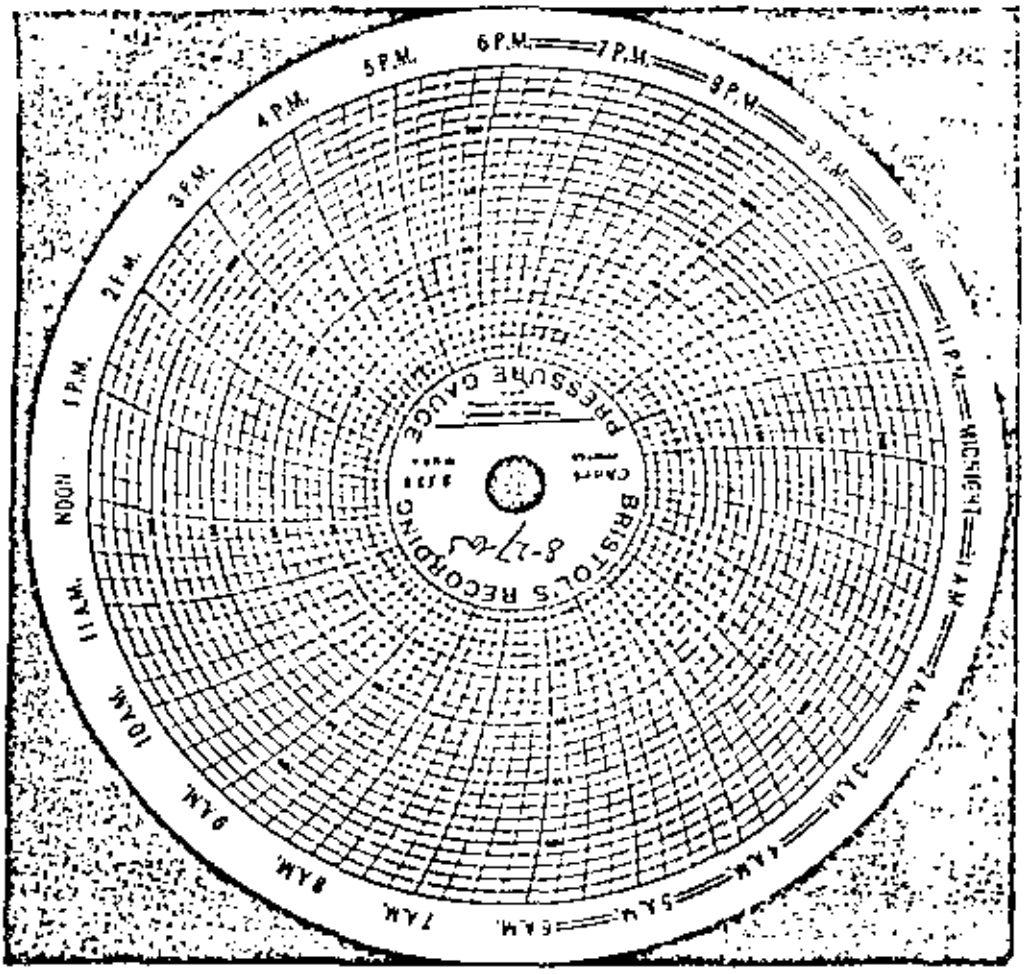
4) Una revisión completa de todas las secciones de la cabeza de succión, impulsor, carcaza por donde va a pasar el líquido, cuidando de que no existan obstrucciones.

5) Uso de materiales adecuados.

6) Introducción de pequeñas cantidades de aire para reducir el efecto.

Con ésto termina nuestro estudio acerca del fenómeno de la cavitación, en el que sólo se enumeran ciertas generalidades. No está dentro de los límites de esta tesis un estudio más profundo acerca de este fenómeno.

Para obtener el máximo porcentaje de sólidos en la mezcla, el operador de la draga cuenta en la cabina de operación con un grupo de indicado-



Gráfica de Presión de Descarga de la Bomba de Dragado Durante las 24 Horas de Operación.

bomba, cuando el centro de la bomba está en el nivel de la superficie del agua o abajo de la misma este trabajo es eliminado.

En cada uno de estos trabajos requeridos, con excepción del primero, el esfuerzo desarrollado se conoce como CARGA.

La energía generada para vencer la fricción, es llamada CARGA DE FRICCION, la energía desarrollada para mantenerle velocidad a la mezcla se llama CARGA DE VELOCIDAD. La energía requerida para meter la mezcla a la succión es conocida como CARGA DE ENTRADA. La energía necesaria para levantar la mezcla sobre la superficie del agua es llamada CARGA ESTATICA.

La suma de estas 4 cargas y restada a la carga disponibles es la carga que quede para levantar material; estas cargas son conocidas como cargas por succión.

Cuando sólo se bombea agua, se tiene una lectura de agua de 4" a 8" de mercurio, ésto dá un rango al operador de 19 a 23 pulgadas para saber cuando no está bombeando sólidos hasta saber cuánto tiene la máxima concentración de los mismos.

La presión en la descarga varía desde 25 lb. en un tiro corto (150 m.), hasta 150 lbs. o más en tiros muy largos 4 000 m.; la presión aumenta en medida que se incrementa el contenido de sólidos en la mezcla y el dragador controla la presión de la misma forma que se controla el vacío.

Cuando la lectura del vacío aumenta, la presión aumenta; ésto sucede cuando se está bombeando la mezcla con un buen % de sólidos. La mezcl

ma concentración se presenta cuando la presión y el vacío llegan a ser puntos más altos. Esto debido al hecho de que la presión y el vacío mide la máxima resistencia que presenta la mezcla del material dragado y el agua.

Una obstrucción en el tubo de succión creará un alto vacío, una piedra o basura en la bomba acarrearía una baja presión y causaría turbulencia y cavitación. Cuando ésto sucede al operador de la draga, tratará de quitar el obstáculo bombeando agua solamente si ésto no funciona tendría que quitarlo manualmente, ésto es si hay un obstáculo en la bomba, dejan de dragar y ayudados por montacargas quitarán el obstáculo de la trampa que se encuentra antes de la entrada a la bomba.

Si la obstrucción se encuentra a la entrada del tubo de succión, dejarán de bombear y levantarán la escala para que más se pueda remover el obstáculo que obstruye la entrada de la succión.

Cuando se tiene una lectura de alta presión en la descarga puede ser porque se haya taponeado la línea de descarga, ésto puede ocurrir cuando se caé a muy bajas velocidades abajo de 3.5 m/seg. por lo tanto, los sólidos empiezan a depositarse en la tubería y ésto impide el paso de la mezcla, trayendo como consecuencia muchas horas de tiempo perdido para limpiar la línea.

Tanto el medidor de presión en la descarga, como el indicador de vacío están conectadas a un aparato de registro de vacío y de presión. Este aparato va registrando los valores del vacío y la presión en forma contínua durante 24 horas; esta información queda impresa en una hoja circular ahumada

en donde se van registrando estos datos.

La información es usada por el dragador y por la superintendencia para checar el trabajo diario del operador y de la draga.

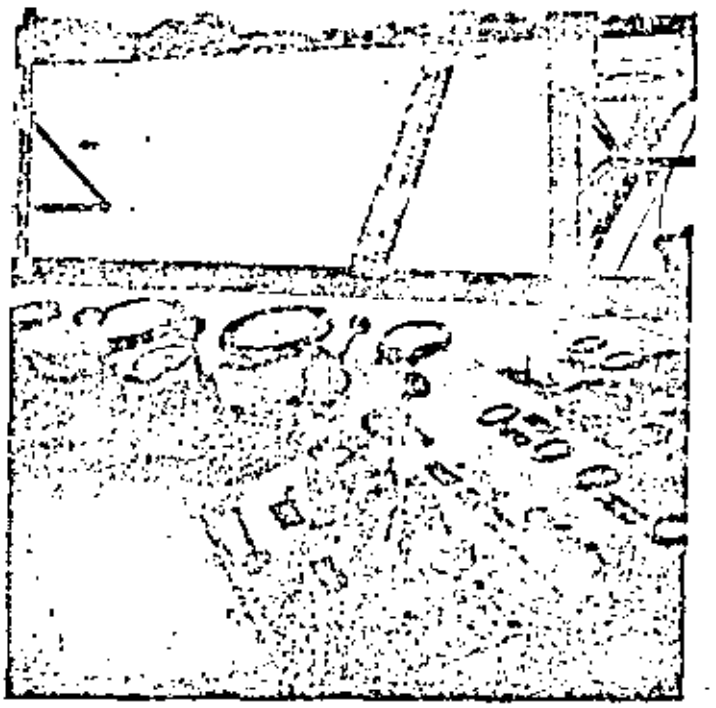
Otras informaciones importantes que se obtienen de las hojas de registro son: duración de los tiempos perdidos por la draga (cero vacío y cero - presión), tiempo y duración de la operación de la draga (valores arriba de cero del vacío y la presión). Este control es muy importante cuando las dragas son contratadas, por horas.

Otros instrumentos que son usados por el dragador para mejorar - su producción son: amperímetro conectado a los motores de la cortadora y al motor del swing. Observando el amperímetro, el operador de la draga, tiene idea de que tan duro es el material que está siendo dragado y que momento torsional debe aplicar antes de que el motor sobrepase su capacidad de trabajo; la misma indicación es obtenida del amperímetro del motor del swing. Un indicador de las revoluciones de la cortadora es incluído como suplemento del amperímetro.

Hay un indicador de la profundidad a la cual se está dragando, este indicador es útil para ayudar al operador a determinar cuánto hay que bajar - la cortadora en cada abanicada, para que pueda obtener el máximo % de sólidos.

El medidor de la velocidad de la bomba da al dragador la información necesaria para tratar de estar bombeando a la velocidad óptima que variará con la concentración de sólidos que se obtenga.

El girocompás nos dá con exactitud los grados a que se va encontrando la draga, está abanicando y es de gran utilidad para determinación del ancho del corte.



TABLEROS DE CONTROL

Como lo he mencionado anteriormente, los indicadores de vacío y de la presión en la descarga nos indican si estamos o nó extrayendo material y nos dá idea de la concentración del mismo, en la mezcla, cuanta más experiencia se tenga, más idea se tendrá de la cantidad de sólidos extraídos, pero este método no nos indica el % máximo de sólido en la mezcla, para lo cual es necesario tomar una serie de muestras en la descarga de la tubería para obtener dicho %, el muestreo se hace de la siguiente manera: una vez observado el tiro y la periodicidad con que sale la máxima concentración, se toman

una serie de muestras del chorro en su parte inferior, procurando que las muestras estén en recipientes iguales.

Se deja decantar la mezcla y se mide por vol. el % de sólidos en la muestra, se debe tomar varias muestras para obtener el promedio del % de sólidos pues es un procedimiento impreciso como para hacerse en una muestra.

$$\text{Porcentaje} = \frac{\%\ \text{muestras}}{\text{N Muestras}}$$

Se anota la hora en que fué hecho el muestreo, el tipo de material log. de tiro, profundidad del corte.

Después se checa con las tarjetas de registro de vacío y presión y se vé cuanto registraba a la hora del muestreo.

De esta forma se podrá tener una idea de que a un determinado vacío y presión a una distancia conocida y un material determinado, se tiene un porcentaje máximo de sólidos.

Como se mencionó anteriormente, el dragador cuenta con una serie de indicadores, que le dan una idea más o menos, de cómo está dragando para producir el máximo de m3. de material por hora; como sea el operador experimentado sabe que estos aparatos no dejan de ser inexactos como para trabajar en óptimas condiciones.

Muchos dragadores se basan principalmente en el medidor de vacío y tratan de trabajar la bomba muy cerca de su punto de cavitación, pensando que de esta forma, tendrán la máxima producción posible. Desgraciadamente

te ésto no siempre ocurre porque desconoce el más importante de los parámetros, que es el de la velocidad de la bomba debido a que no existe una relación directa entre velocidad, bomba, vacío, presión y porcentaje de sólidos. Si la bomba está trabajando a muy altas velocidades, incluso que el vacío sea el máximo, la draga puede estar bombeando mucho agua y muy pocos sólidos y la producción estará por debajo de la capacidad del equipo. Por otro lado, la bomba puede estar trabajando a baja velocidad, entonces el gasto será menor que la capacidad de la draga, porque la producción no tan sólo está en función del porcentaje de sólidos, sino también de los m3/seg. de agua.

En una operación normal de dragado un 45% de pico de sólido se puede considerar como óptimas, pero esto causa sorpresa a muchos de los dragadores, porque consideran que un 15 ó 20 es tomado de un promedio de la producción de la draga durante un período de tiempo determinado y de un promedio de la velocidad del gasto de la mezcla bombeada.

El pico que se presenta en una forma instantánea es generalmente desconocido por el operador de la máquina, porque no tiene forma de detectarlo, sin embargo el pico del porcentaje de sólidos es tomado como base para el diseño de la línea de succión, para determinar el punto de cavitación.

Una vez que nos hemos dado cuenta de los problemas del operador, ¿Cómo podrá el dragador conocer su pico de porcentaje de sólidos en orden de optimizar sus condiciones de operación?

La respuesta a esta vieja y crítica pregunta, es la de usar un optimizador de sólidos mediante el cual el operador pueda aumentar la velocidad

de la bomba hasta que obtenga la densidad óptima y que además siga bombeando por debajo del punto de cavitación de su bomba.

Cuando se sigue incrementando la velocidad de la bomba y este incremento trae como consecuencia una caída en la densidad, el operador sabe que ha obtenido las condiciones de operación óptimas que maximizan la producción de la draga, cuando las condiciones de operación cambian como por ejemplo la profundidad de dragado, longitud de la línea, o el material que está siendo atacado, el operador puede otra vez encontrar en una forma sencilla, la correcta velocidad de la bomba para optimizar las condiciones de operación.

Otro problema que se puede reducir con el uso de un optimizador de sólidos es el de la turbiedad causada por el cortador. Debido a que el operador puede reducir la velocidad del cortador manteniendo al máximo, concentración de sólidos. Muchos cortadores giran más rápido de lo necesario; también reduciendo la cantidad de agua bombeada el área de depósito, la cantidad de sólidos que regresan al área dragada será minimizada.

El uso de un optimizador de sólidos nos incrementará la eficiencia en la operación con un debido incremento en la producción pero no siempre se puede contar con él, pues aparte de su alto costo de adquisición, no todas las condiciones de trabajo lo ameritan y sobre todo en un medio en donde casi no existe una mano de obra calificada y la escasez de servicio y refacciones para este tipo de aparatos, nos ocasiona un alto costo en su mantenimiento o genera cargos por la falta de uso del mismo.

Además es recomendable que primero se obtengan los puntos óptimos de operación de una determinada draga para así tener un parámetro para medir el incremento en nuestra producción.

FACTORES QUE AFECTAN LA EFICIENCIA DEL DRAGADO

Se entiende por eficiencia de la draga el tiempo efectivo de bombeo de la mezcla.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Horas efectivas}}{\text{24 horas}}$$

Así por ejemplo si se bombea material durante 16 hr. la eficiencia será:

$$= \frac{\text{Tiempo de bombeo real}}{\text{Tiempo bombeo teórico}} = \frac{16}{24} = 0.66 - 66\% \text{ de eficiencia.}$$

La eficiencia de la draga es afectada por los siguientes factores:

a) Operación

b) Aspectos Mecánicos

c) Tipo de material

d) Profundidad del dragado y espesor del banco

e) Condiciones climatológicas y topohidrográficas.

a) Operación

Para que se tenga éxito en una empresa de dragado, se debe contar con una organización capáz y eficiente en la esfera de operación.

La administración debe confiarse en un equipo de capacitados supervisores y en un staff que siga día a día la operación, que sepa prevenir los problemas y que esté siempre alerta para solucionar cualquier contratiempo

que se presente.

Los Departamento básicos son: Ingeniería, Contabilidad, Suministros, Operación del Equipo, Mantenimiento y Reparación.

El trabajo de dragado debe ser dirigido desde la draga. El encargado del trabajo es responsable de vigilar que la operación pueda incrementar la producción a su máximo.

En trabajos grandes, las órdenes del Superintendente del dragado pasan a través del Capitán de la draga y/o del Ing. de Máquinas. En trabajos pequeños el Superintendente debe trabajar como Capitán de la draga y como Ingeniero de Proyecto.

El Capitán de la draga, está a cargo de la draga y su equipo (remolcador de maniobras, lanchas, grúa para mover tubería, tractores para hacer bordos) y personal.

Sus principales funciones son que la draga opere a su eficiencia máxima principalmente en lo referente a producción y tiempo de bombeo.

Debe estar disponible las 24 horas del día y 7 días a la semana.

El Ingeniero de máquinas, está encargado de toda la maquinaria de la draga y de los demas equipos auxiliares de la misma.

Su responsabilidad es ver que todo el equipo se mantenga trabajando y que tenga el mantenimiento adecuado. Debe ser auxiliado por otros ingenieros mecánicos y ayudantes de mecánicos. El número de auxiliares variará según el tamaño de la draga. Pero cuando menos debe haber un mecánico y su ayudante por turno de 8 horas.

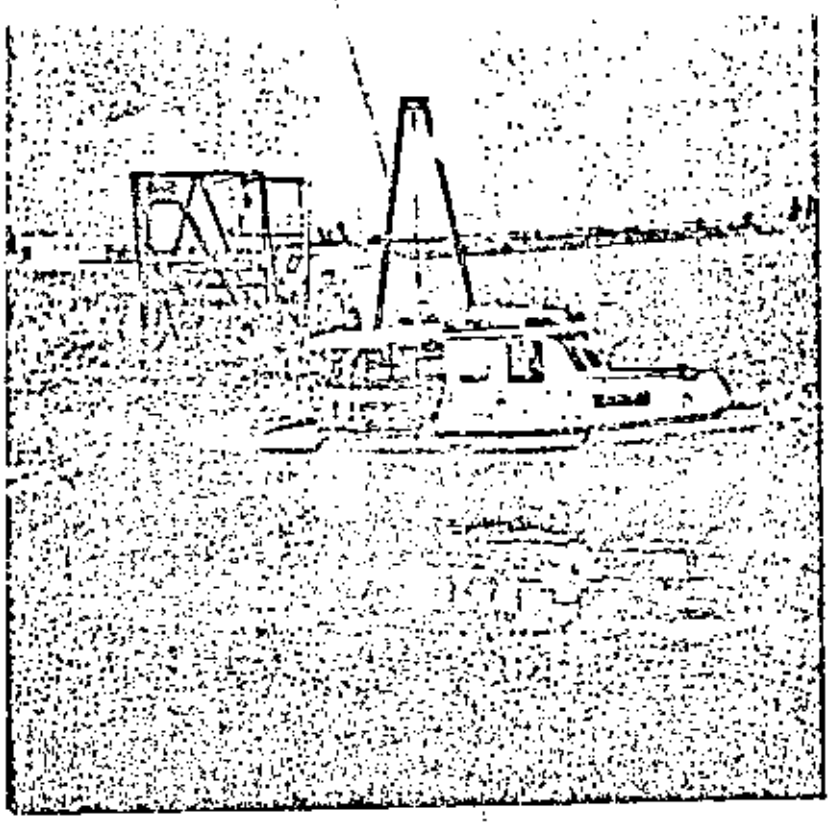
Es indispensable que el Ingeniero en Jefe vea que esté bien surtido de refacciones y que lleve records de todos los trabajos de mantenimiento; entrenar constantemente a sus ayudantes y estar preparado para trabajos de varias horas o días casi sin descansar para mantener a la draga trabajando. Tanto el Capitán como el Ingeniero en jefe deben trabajar juntos y definir las estrategias del trabajo diario.

La persona encargada de operar la draga, es el dragador, ninguna draga producirá adecuadamente sin un buen operador. Debe tener un buen sentido del tiempo (precisión) y una gran destreza manual sobre todo muchas, muchas horas (valga la redundancia) de entrenamiento y experiencia.

Muchos dragadores son excelentes operadores en cierto tipo de suelos o con un determinado tipo de draga, pero eso no quiere decir que sean expertos en todo tipo de trabajos o equipos, por lo que debe tratarse de obtener standars sobre cualidades, que debe tener un buen dragador para poder establecer un programa de entrenamiento.

Tanto la Dirección General de Dragado, como la iniciativa privada, tienen invertidos más de 800 millones de pesos en equipo; se justifica contar con un centro de entrenamiento de operadores para así mejorar la producción.

Es conveniente que se forme en México un centro de entrenamiento de dragadores con capital de la (iniciativa pública y privada) constando este principalmente de dos simuladores de controles de draga y que simula las distintas condiciones de dragado.



El Capitán de la Draga está a Cargo de la Draga y su Equipo (Remolcador, Chalán de Maniobras, Lanchas, Grúas, Tractores y Personal).

El equipo para entrenamiento consiste en: 1 simulador de la cabina de la draga con una nueva computadora. Básicamente el dragador "alimenta" con mezcla a la bomba, observa los indicadores con cuidado en el corte y --- avanza cuando ha terminado su corte, sustituye al capitán en su ausencia. Debe encargarse de todas las maniobras de operación como del movimiento de anclas añadir, tuberías y abastecer la draga de combustible, lubricación, cables, agua, etc.

IMPORTANCIA DE UNA OPERACION EFICIENTE

Los principales factores para una operación eficiente son:

1) Mantener el nivel de producción lo más alto posible.

2) Mantener el porcentaje de bombeo lo más alto posible (eficiencia)

3) La tripulación debe estar alerta y tener un alto nivel de eficiencia y estar orgullosa de su draga. La buena moral de la tripulación tendrá un buen efecto para el mejor funcionamiento del trabajo.

Se ha visto que es conveniente dar incentivos a la tripulación, así por ejemplo al dragador se le dará bonificación por producción cuando exceda de un mínimo establecido.

A la tripulación se le dará bonificación por el tiempo de dragado -- efectivo cuando exceda de un mínimo determinado.

Esto mantendrá a la tripulación "sobre sus pies".

Los problemas para encontrar personal capacitado son muchos en la industria del Dragado en México.

Es difícil encontrar buenos dragadores, por lo que es necesario formarlos, lo cual representa un costo muy alto debido a que la enseñanza será sobre la draga, trayendo como consecuencia una baja en la producción y muchas veces descomposturas, roturas de zanco y de distintas partes del equipo.

Otro problema es que es difícil encontrar personal que trabaje su turno a un rendimiento del 100% y que por lo tanto esté alerta todo el tiempo, razón por la cual mucha gente que es entrenada deserta al poco tiempo ocasionando un costo muy alto por su entrenamiento.

El dragador debe tener presente que su trabajo no debe hacerse en forma rutinaria, sino que cada abanicada de la draga debe mantener la producción al máximo y como las condiciones del suelo pueden ir variando, por lo tanto tendrá que ir modificando la velocidad del cortador o la amplitud de la abanicada o incrementar la velocidad del flujo en la tubería, etc. Pero desgraciadamente es difícil que todos los dragadores trabajen agresivamente, por lo que la presencia del capitán, siempre será determinante para incrementar la eficacia del operador.

A continuación se enumeran los problemas que se presentan por la ineficacia del operador y que afectan la eficiencia de la draga.

- Rotura de Traveses
- Demasiado tiempo en dar el paso
- Demasiado tiempo en el cambio de tubería flotante.
- Perder el eje del canal de dragado, por dar mal el paso o no asegurarse con las señales instaladas; tomando como consecuencia

un sobre dragado que no se pagará o que deje hechos.

A continuación se presenta un cuadro de los % perdidos por maniobras de la Draga "Pajaritos"

Quinc.	Horas Actividad	%	Horas efectivas	%	Pérdida por horas maniobras	%
1 - 15 marzo	360	100	239.42	67	23.83	8
16 - 31 marzo	384	100	229	60	21	5.5
1 - 15 abril	312	100	192.4	62	38	12
16 - 30 abril	312	100	195.65	63	40	12

Los porcentajes de horas perdidas por maniobras de la draga, están altos pues lo adecuado es un 4%.

Así cuando se tiene un 12% de horas perdidas por maniobras de la draga, si tiene un 8% arriba de lo correcto; ésto representa un baja de producción, en pesos $ 112 500.00 considerando 25.33 horas con una producción de 300 m3. y un costo de $ 15.00 m3.

Como nos podemos dar cuenta, con este ejemplo, la importancia de la operación, independientemente que con un buen operador se puede llegar a incrementar el rendimiento.

ASPECTOS MECANICOS

Si se quiere que un trabajo de dragado tenga éxito es necesario llevar a cabo un programa de mantenimiento preventivo, basado en un análisis -- preciso de los puntos de falla más comunes en la draga.

Para llevar a cabo el programa de mantenimiento preventivo, se basa uno en los datos obtenidos de los reportes periódicos de la draga y en la experiencia del Ingeniero de Máquinas, además se debe tener muy bien organizado el Departamento de Compras de refacciones y tener localizados los distintos proveedores, tanto nacionales como extranjeros, pues como las dragas -- son de fabricación extranjera, generalmente es difícil encontrar refacciones - en el país.

Cuando se empieza a operar una draga nueva, normalmente se tienen bajas eficiencias mecánicas durante los primeros meses de operación, debido a que las máquinas siempre traen sistemas nuevos y el personal no está muy compenetrado con la draga.

En la mayoría de las distintas dragas se instalan sistemas hidráulicos o mecánicos sin que se tenga experiencia práctica en ellos, razón por la cual fallan en la práctica estos sistemas, se van ajustando conforme está operando la draga ocasionando ésto una baja eficiencia.

Se tienen reportes de muchas fallas de dragas en todo el mundo y de todas marcas.

Para darnos cuenta de los problemas antes mencionados, se ejemplificarán casos registrados en México; se enumerarán varios ejemplos de fa

las dragas en otras partes del mundo.

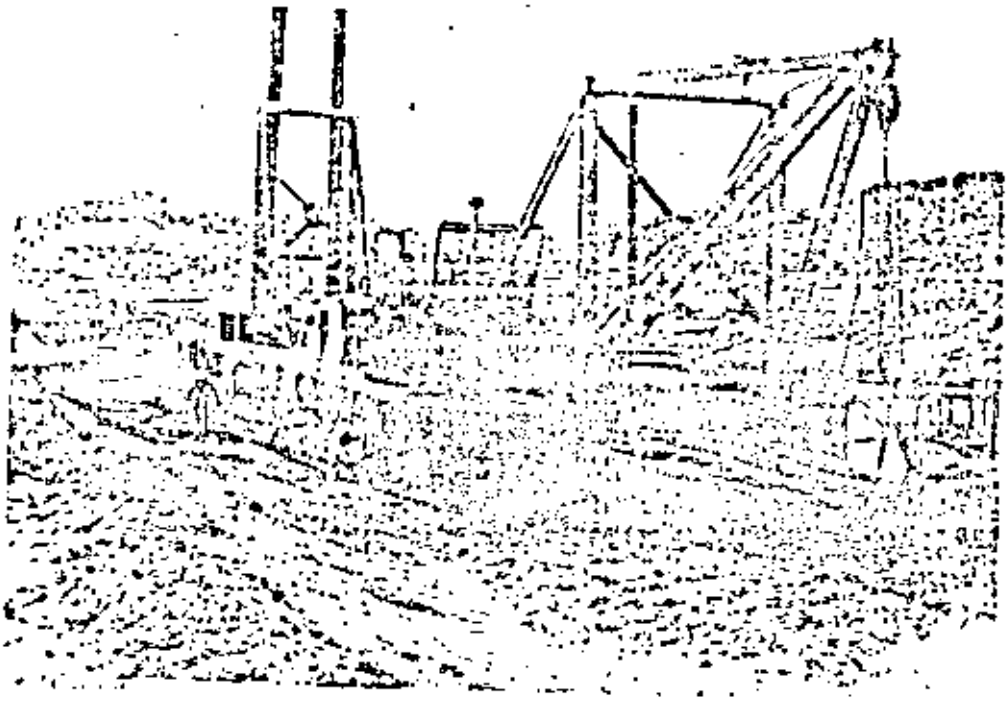
EJEMPLO 1

Draga Marca Dixie	Modelo CS-3-20
Potencia de la bomba	1700 HP
Potencia en el cortador	560 HP
Ø Succión	24"
Ø Descarga	20"

En esta draga se presentaron dos problemas mecánicos importantes:

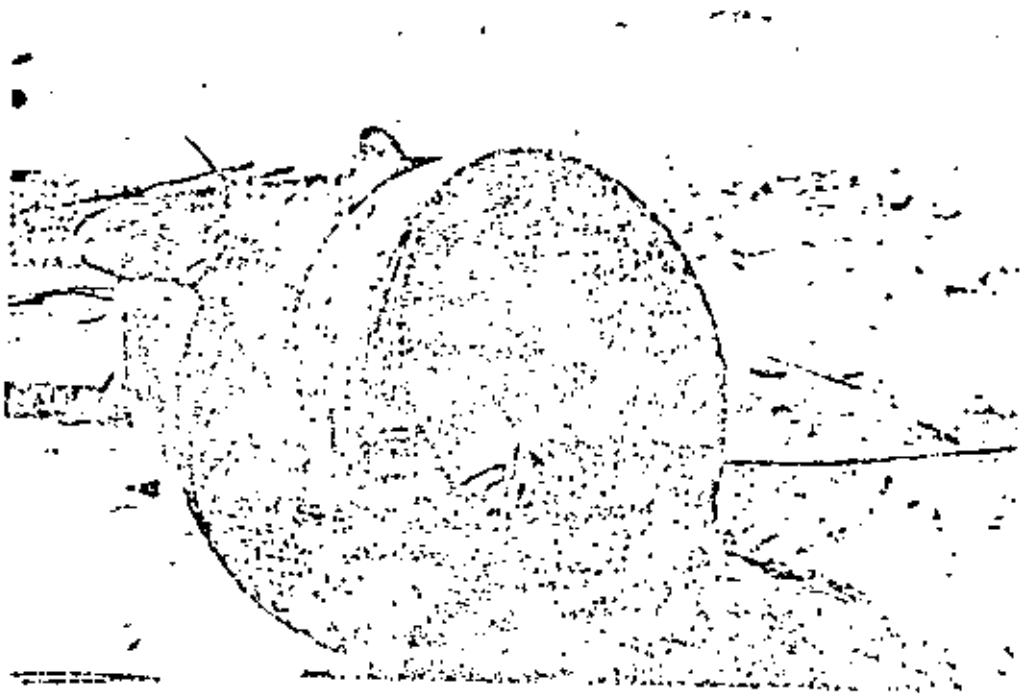
1) El sobrecalentamiento de los motores principales (dos motores diesel Marca Caterpillar, cat. 398).
2) Falla del balero del Winche de trabajo (estribor)
3) Fallas por mala instalación de distintas partes

Se enumerarán a continuación las fallas tanto por una mala instalación como las causadas por mala operación y fallas normales.



Es necesario llevar a cabo un Programa de

Mantenimiento Preventivo.



QUIN CENA	CONCEPTO	CAUSA FALLA	HORAS PERDIDAS
1	Alineamiento eje de la bomba de draga	Mala instalación	5:15
2	Máquina principal o calentamiento de los turbocargadores	Mala instalación	9:34
3	Calentamiento bombas -- Vickers	Mala instalación	56:28
	Máquina principal calentamiento de los turbos	Mala instalación	16:47
4	Sin novedad		
5	Rotura balero del winche trabajo	Mala instalación (balero equivocado)	37:09
6	Rotura balero del winche trabajo.	Mala instalación (balero equivocado)	30:00
	Máquina principal calentamiento de los turbos	Mala instalación	8:28
7	Cambio de filtros caja de aire y reparación turbo.	Falla instalación	91:05
8	Sin novedad		
9	Rotura balero	Falla instalación	41:41
10	Sin novedad		
11	Rotura del balero	Falla instalación	53:49
12	Alineamiento bomba dragado	Falla normal	11:04
	Motor principal calentamiento	Falla instalación	32:48

QUIN CENA	CONCEPTO	CAUSA FALLA	HORAS PERDIDAS
13	Reposición de turocargadores dos pistones	Falla instalación	200:50
14	Rotura araña clutch	Falla normal	262:00
15	Rotura balero winche trabajo	Falla instalación	21:10
16	Rotura balero winche trabajo	Falla instalación	18:40
17	Rotura balero de los zancos	Falla operación	34:29
	Bomba contra presión	Falla normal	6:45
	Rotura de balero del traves	Falla instalación	20:00
18	Rotura del balero del zanco	Falla operación	33:00
19	Rotura de balero del traves	Falla instalación	42:00
20	Rotura de la araña del clutch	Falla normal	35:50
21	Rotura de balero del traves	Falla instalación	30:00
-		Falla de instalación	716:00
		Fallas normales	316:8
		Fallas de operación	65:50
			1 100:8

Las fallas por instalación representan el 65% del tiempo perdido.

La renta por hora de la draga es de $ 5 600.00 o sea que nos representa un costo de 716 x 5 600 $ 4 009 600.00

El calentamiento de los motores se resolvió, al rediseñar el siste-

ma de enfriamiento de los motores, se instaló un nuevo sistema de ventila--- ción de la cabina central.

A las 4 000 Hr. se hizo un ajuste de los motores.

Se instaló un impulsor de menor diámetro para que existiera una -- menor demanda de caballaje.

Se hicieron los car; : correspondientes a la casa vendedora de la - draga.

El problema que se tenía con el balero de estribor de los trabeses - se solucionó al instalar una chumacera diseñada por el Ingeniero de Máquinas. Se le hizo el cargo correspondiente a la firma vendedora de la draga. Ellos argumentaban que el rompimiento de los baleros, es a causa de una mala operación, se les comprobó que es porque instalaron un balero de menor capacidad.

EJEMPLO 2

Draga hidráulica con cortador Marca DMI	Modelo
Potencia en la bomba	1125 HP
Potencia del cortador	450 HP
Ø Succión	24"
Ø descarga	20"

Esta draga tenía un nuevo sistema de unión entre los flotadores y la sección central de la draga. En la que se excluía una uña que une la "Sec --- ción" Central con los flotadores, por el fondo de los mismos.

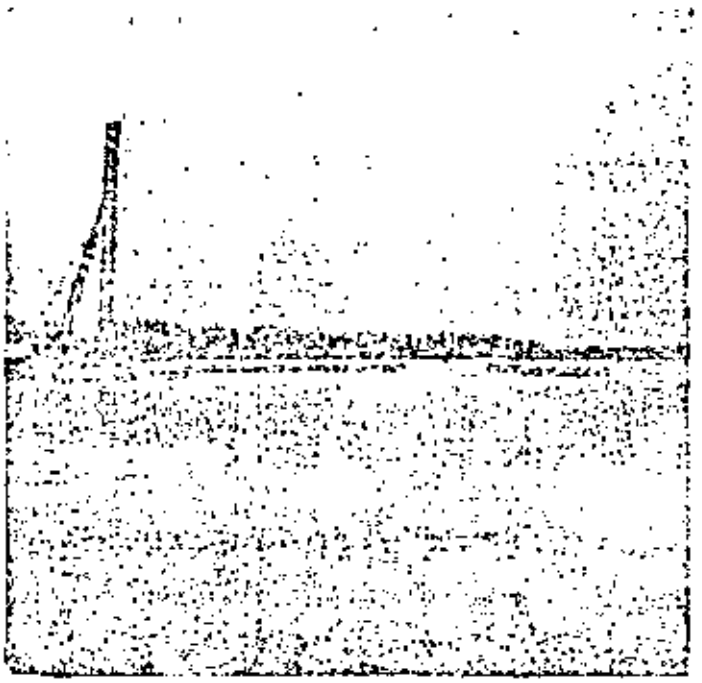
El sistema de unión consistía sólo en tornillos que iban colocados -

verticalmente.

Se le insistió, a los fabricantes que era necesario que se instalara una uña o en su defecto unas placas soldadas entre la unión de los flotadores y la A.C. pues existe una presión hidrostática muy fuerte, que tiende a separar las dos secciones laterales.

Ellos dijeron que su sistema de unión era suficiente y que ellos tomarían la responsabilidad.

A los 15 días de trabajo se hundió porque se separaron los pontones laterales y la sección de máquinas se fué a pique.



DRAGA ACCIDENTADA EN
PAJARITOS, VER.

Se rescató la draga 3 meses después de su hundimiento y un mes -- después de su hundimiento y un mes después estaba reparada. Se le instaló -

un sistema hembra macho, para que uniera la sección central y los flotadores por el fondo.

El seguro pagó la reclamación, no se hicieron cargos por daños o perjuicios por llevarse estos muchos años en juicio, se llegó a un arreglo con los fabricantes.

Por los ejemplos antes mencionados, nos damos cuenta en primer - lugar que no se puede preveer una eficiencia y por lo tanto una producción --- mensual pues no se cuenta con información real de los problemas que se presentarán con más frecuencia.

Como en todo control de equipo es necesario recabar información - real a través del tiempo y experiencia en la operación de la draga.

Es un negocio con un alto riesgo. En la actualidad no existe un estandar general para la construcción de dragas hidráulicas con cortador.

Para finalizar mencionaremos varios ejemplos de fallas de dragas - en otras partes del mundo.

En San Francisco, Calif., se incendió una draga nueva, no se determinó la causa.

En Nueva Orleans,USA., se trabó el sistema hidráulico y se quemó todo el sistema eléctrico. 9 meses parada para reparación.

En Arabia Saudita, hundimiento de una draga; falló el sistema de -- unión entre los flotadores y sección central.

En Tapachula, Chis, México. Hundimiento de la draga causada por el oleaje.

c) Tipo de material

El tipo de material es un factor muy importante que afectará la eficiencia del dragado, sobre todo si se trata de un material duro como roca fragmentada, coral, conchuela cementada, etc.

La eficiencia es afectada porque se presenta un desgaste prematuro de las distintas piezas de la draga como cuchillas, zancos, escala, aflojamiento de tornillos, rotura de mangueras, originando paros constantes de la máquina para hacer las reparaciones consecuentes, lo que bajará nuestro tiempo de bombeo.

Además que la forma de atacar el material es más lento.

Pondremos un ejemplo para ver más claramente los efectos del material duro en la eficiencia de la draga.

d) Condiciones climatológicas y topohidrográficas.

Las condiciones climatológicas y topohidrográficas también afectarán la eficiencia del dragado. Por ejemplo: en ciclones y huracanes que impedirán que se trabaje, también las corrientes de los ríos, fluctuaciones de mareas serán factores importantes que afecten la eficiencia.

En el ejemplo que sigue a continuación veremos los efectos de la marea en la eficiencia de la draga.

Ejemplo:

Dragado en Puerto Peñasco, Son.

Generalidades:

Los trabajos de dragado se iniciaron el 18 de octubre de 1972, ha-

biendose trabajado en el dragado del canal 1 487 horas efectivas debido a la influencia de mareas y lo inatacable del material, reportadas como sigue:

Noviembre	1972	173 horas
Diciembre	1972	269 horas
Enero	1973	288 horas
Febrero	1973	254 horas
Marzo	1973	306 horas
Abril	1973	206 horas
		1 487 horas

En dicho período solo se dragaron 60 000 m3. en lugar de - - - - - 460 500 m3. que se habían considerado al iniciarse los trabajos y con una eficiencia de 71% sobre la considerada o sea 42% de eficiencia en lugar del 60%; así mismo, durante ese tiempo hubo que cambiar 14 juegos de cuchillos, 10 de ellos nuevos y 4 rehabilitados en el campo, cada juego consta de 5 cuchillos - delanteros y 5 traseros del tipo peak point diseñadas especialmente para trabajos en coral o similar. Con el afán de resolver el problema, se solicitó a la "DIXIE DREDGE" (casa vendedora de la draga) la presencia de un técnico, el cual sugirió el empleo de explosivos, ya que consideró indragable el material en su estado natural. Para ese efecto se recurrió a los técnicos de la DU--- PONT quienes recomendaron el uso de Gelamex al 60%.

Se hicieron las pruebas con dicho explosivo con resultados poco satisfactorios, ya que fragmentaba la roca en diversos tamaños, de los cuales -- una parte pasaba por la bomba de la draga, otra era retenida por la trampa de

la bomba y la mayor parte obstruía la succión con la pérdida de tiempo que ello supone.

De octubre a abril se efectuaron numerosas reparaciones mayores, todas ellas debidas al intenso trabajo a que fué sometida la draga por las dificultades del material a dragas, a continuación enumeramos las reparaciones principales:

ZANCOS.- El zanco de trabajo fué reparado 4 veces ya que sufrió varias fracturas al ser forzado por apoyo de la draga, debido a que la escala de la misma quedó atrapada en el frente del corte al bajar la marea, a lo anterior hay que agregar que al hincar el zanco en el material duro el puyón resultó muy dañado, originando que se cambiara el zanco en su totalidad lo que representó un costo de $ 460 000.00, costos actuales 1977 (zanco 24" Ø), más fles y permisos de importación.

ESCALA.- Debido a la gran vibración que se produce al cortar el material, la escala se vió sometida a severos esfuerzos, dando por resultado que los bages de bronce de los pernos de apoyo estallaran y además el cuerpo de la escala se rompió en 3 ocasiones, teniendo que varar la draga en todos ellos para reforzar las partes dañadas.

SISTEMA HIDRAULICO.- Se tuvieron que cambiar 42 mangueras del sistema hidráulico, ya que al tener la cortadora una gran resistencia en el material a dragas se provoca una sobreelevación de la presión de los trabajos de todo el sistema hidráulico, teniendo como consecuencia la rotura de un sin número de mangueras. Con cada ruptura se pierden de 500 a 1200 lt. de ---

aceite hidráulico, con una pérdida de 30 000 lt. y un costo de $ 300 000.00, más tiempo perdido hallando la eficiencia de dragado.

CORTADORA.- El sistema de cortadora se vió sometida a un intenso trabajo a la torsión, dando por consecuencia el desajuste de la flecha con baleros cónicos que la componen, calléndose al mar la cuña, de este sistema. Se hicieron reparaciones a base de láminas mientras que se cambiaban todos baleros, lo que no se efectuó en el momento por tenerse que importar de E. U. A., además de lo anterior, se tuvieron varios problemas con el sistema de winches, cambiando 3 veces los baleros y rectificando la flecha.

Como se puede notar que no solo afectó el material y la manea, la eficiencia de la draga con la consecuente baja de producción, sino que los costos de reparación se elevaron mucho más de lo estimado en el P.U.

ESPESOR DEL BANCO Y PROFUNDIDAD DE DRAGADO.- Entre otros factores que nos afecta la eficiencia están el espesor del banco, esto es cuando se tiene un banco pequeño, menor de 1 m. hay de que dar bastantes pasos por turno lo que disminuye el tiempo de bombeo.

Igualmente cuando está dragando a profundidades tales que la escala esté con una inclinación de 45° o más se tiene que trabajar con mayor precaución pues es muy probable que la escala quede atorada por lo que la abanicada es en mayor tiempo reduciendo nuestro tiempo de bombeo.

PASO DE BARCOS.- Este es uno de los factores que pueden llegar a afectar muy seriamente la eficiencia de la draga, debido a que hay que dejar de dragar cuando menos 1/2 hora antes del paso del barco, mas el tiempo

que para el barco más y además el tiempo de colocar la draga en posición.

Siempre que se drague en zonas de mucho tráfico es preferible usar dragas de tolva autopropulsadas, pero no siempre es factible hacer ésto como en el caso del dragado en la Laguna de Pajaritos, Ver., en la zona de muelles en la que hay que dragar a la -14. m. en un material arcilloso el cual no pueda ser atacado por las dragas tolva de la zona y además no tienen la capacidad de dragar a esa profundidad, por lo que se usó una draga de succión con cortador con capacidad de dragar a 16 m. de profundidad.

A continuación relacionamos los porcentajes de pérdida de eficiencia quincenal.

RELACION DE PORCENTAJE POR PERDIDA DE EFICIENCIA POR ATRAQUE Y DESATRAQUE DE BARCOS.

Quincena del 1° enero al 15 enero de 1977	7%
Quincena del 26 enero al 31 enero de 1977	9%
Quincena del 1° febrero al 15 febrero de 1977	5.5%
Quincena del 16 febrero al 28 febrero de 1977	4.5%
Quincena del 1° marzo al 15 marzo de 1977	4.0%
Quincena del 16 marzo al 31 marzo de 1977	5%
Quincena del 1° abril al 15 abril de 1977	3%
Quincena del 16 abril al 30 abril de 1977	3%
Quincena del 1° mayo al 15 mayo de 1977	4%
Quincena del 16 mayo al 31 mayo de 1977	4%
Quincena del 1° junio al 15 junio de 1977	

Quincena del 15 junio al 30 junio de 1977	12%
Quincena del 1° julio al 15 julio de 1977	42%
Quincena del 16 julio al 31 julio de 1977	17%

Consideramos que un 4% de pérdida de eficiencia por paso de banco lo consideraremos normal y esto nos afectará para considerar la eficiencia de la draga que es de un 60%, pero cuando pasa de este porcentaje ya es anormal fuera de las consideraciones originales por lo que se solicitó una reconsideración en el pago de operación y se pagarán las horas de pérdida por paso de bancos.

RESUMEN:

Se han enumerado las distintas causas que afectan la eficiencia de la draga, algunas de ellas son suceptibles de mejorarse para incrementar la eficiencia, otras no se pueden mejorar porque no dependen de uno para hacerlo. Por lo que para condiciones normales de trabajo se ha aceptado un 60% de eficiencia, pero hay que estudiar cada trabajo pues el % de eficiencia puede bajar mucho habiendo trabajos que se han trabajado con base de un 40% de eficiencia, como otros, sobre todo en los de extracción de arena y gravas con fines de explotación de minas para vender el producto para la construcción se alcanzan eficiencias de 85%.

CAPITULO IV

LA CONCENTRACION VARIA A RAZON VS Y TIPO DE SOLIDO I

Desde la invención de la máquina de vapor el proceso de producción en la industria del dragado se ha transformado en un proceso mecánico.

Esta fuente de poder ayudó a los dragadores a resolver muchos problemas y a generar una gran actividad en la industria del dragado; el manejo de grandes cantidades de suelo no se podían hacer con la sola fuerza del hombre.

En la industria del dragado, con respecto a otras industrias que utilizan procesos mecánicos para la producción, encontramos una diferencia esencial y es que estas últimas están relacionadas con el procesamiento de un producto bien conocido, cuyas propiedades casi no varían. Además las condiciones del proceso productivo sufren muy pocos cambios.

El comportamiento del producto puede ser analizado en laboratorio. Además varios experimentos fundamentales relacionados al proceso producti-

vo pueden llevarse a cabo.

Los resultados de esta investigación son decisivos para la selección del sistema productivo y la producción puede obtenerse con cierta exactitud.

Después de que se ha puesto a trabajar la planta, las desviaciones con respecto a lo planeado pueden ser detectadas y corregidas.

Esta sistemática investigación del producto y del método de producción da como resultado un alto grado de perfección.

Los instrumentos para controlar el proceso pueden ser adaptados según las características del producto con un alto grado de automatización.

A diferencia de estas instalaciones de producción, en la industria del dragado se maneja más de un producto, que tienen una gran variedad de características. Estos productos son manejados simultáneamente o alternativamente. Además que las condiciones del trabajo cambian constantemente.

Consecuentemente el nivel de producción no se mantiene en un nivel determinado. La automatización es complicada porque el método de trabajo tiene que ser alterado de acuerdo a la variación del suelo y de las circunstancias.

Lo mencionado anteriormente nos muestra que la variabilidad de las características del producto manejado en el dragado (suelo) y las condiciones cambiantes del trabajo nos afectan en forma importante el nivel de producción.

En muchos casos las características del suelo que va a ser draga-

do no han sido ni siquiera predeterminadas.

Muchas veces ocurre (demasiadas veces) que los puertos que tienen que ser profundizados, la única información sobre el fondo de la dársena, consiste por ejemplo en "arcilla moderadamente dura con una estructura arenosa".

Uno no ha tenido la oportunidad o las circunstancias han hecho imposible determinar las características del suelo. En otros casos simplemente se omitido llevar a cabo la investigación sobre las características del suelo porque no se sabe qué esta información es escencial para la selección del equipo, procedimiento de trabajo y cálculo de la producción. Muchas veces se hacen estudios para obtener información sobre el oleaje, corrientes, transporte de arena, etc. cuya información es importante para la construcción de elementos hidráulicos (rompeolas) pero no existen los estudios para determinar la dragabilidad del material.

Esto no es del todo inconcebible, si bien se ha reconocido el problema de excavación como uno muy complicado y la ciencia no ha podido cuantificarlo.

Las variaciones de las propiedades mecánicas para un determinado tipo de suelo siguen siendo grandes, esto ha traído como resultado la construcción de herramientas capaces de ser adaptadas a los cambios en las características del suelo y de las condiciones de trabajo, por esta razón los varios tipos de suelos fueron subdivididos en un número de grupos principales llamados:

Suelos incoherentes como arena y grava

Suelos coherentes como arcilla y turba

Roca como piedra arenisca, piedra caliza

Las condiciones de trabajo fueron divididas en grupos a saber: profundidad de dragado, espesor del corte, fondo del corte, longitud mínima de tiro, longitud máxima de tiro, elevación sobre el nivel del agua de la zona de descarga, condiciones que prevalecerán durante la operación normal de la draga, mar calmado, mar fuerte, marejadas de una altura de 60 cm. marejadas mayores de 60 m. altura, olas de 1 m., olas de 1 a 1.5 at. corrientes de 2 a 5 nudos, corrientes de 5 nudos, vientos 45 Km/hl.

Una draga construída para trabajar en uno o más grupos es capaz de hacer el trabajo, la producción y los métodos de trabajo serán determinados en base de la experiencia, aunque en algunos casos técnica y económicamente sean difíciles de aceptar.

En todo el mundo gran cantidad de suelo es removido cada día por procedimientos y métodos basados en la experiencia. En muchos casos esto puede ser justificado pero en algunas ocasiones nos llevaremos una sorpresa. La experiencia no valdrá por sí misma si no es acompañada por un sistemático análisis de los factores que intervienen en el dragado, y uno correrá el peligro de no estar trabajando a toda capacidad.

La mecánica de suelos casi se ha desarrollado en el campo de análisis de problemas de estática, cimentaciones y estabilidad. Pero casi no hay publicaciones sobre estudios científicos relacionados únicamente al dra-

gado (romper la estructura del suelo) esto nos puede ilustrar que tan complicado es este problema.

Se cree que hay dos causas por las cuales no se ha desarrollado la mecánica de suelos en este campo y son:

1.- Problemas para medir directamente la masa de suelo, problemas para obtener muestras representativas.

2.- La imposibilidad de medir los factores dominantes en dragado.

1B.- Existen procedimientos malos para obtener pequeñas cantidades de suelo y muestras del fondo son obtenidas en un alto grado de deformación. Esto solamente nos provee de reconis de perforación y los estudios de laboratorio parecen no tener sentido.

2B.- La existencia de aparatos disponibles para efectuar medidas del proceso de dragado es muy limitado, solo en Holanda se han desarrollado algunas técnicas para evaluar los distintos procesos de dragado, que es patrocinado por las compañías de dragado Holandesas, los resultados no son dados a conocer pues es información secreta, por lo que los resultados de un largo período de trabajo con los medios existentes pueden ser correlacionados con el suelo.

Los dragadores no pueden menos que aceptar que la ciencia no ha progresado mucho en lo concerniente a la investigación en el área del dragado.

El rápido desarrollo del comercio y la ingeniería durante las últimas décadas ha dado como resultado una progresiva expansión de trabajos de dragado. El desarrollo de grandes sitios industriales, la ampliación de és-

tos, la profundización de muelles (Pajaritos, Ver.) así como la construcción de nuevos puertos, ha originado que las entradas a los puertos sean profundizadas cada día más dando como resultado que el dragado se moviera hacia el mar para profundizar los canales de navegación a varias millas de distancia de las playas (Holanda). Los requerimientos sobre exactitud de trabajo y planeación del mismo tuvieron que ser más estrictos.

Esto dió por resultado el desarrollo de equipo adaptado a las distintas condiciones de trabajo adecuándolo a los requerimientos de producción y a las variaciones de los tipos de suelos, también como el desarrollo de métodos perfeccionados de trabajo.

El desarrollo requiere de una sonada información de las características de suelos y condiciones de trabajo.

El conocimiento de la dragabilidad de los suelos para varios tipos de dragas es básico para la selección del equipo de dragado adecuado, así como para la selección del método de trabajo.

Existen varias técnicas que se deben seguir para determinar los métodos de dragado y son:

I.- Un incremento en la investigación del suelo (s)

A.- Una interpretación fácil del suelo mejorando el equipo de perforación para obtener muestras lo menos alteradas posible.

Lo que es importante es el desarrollo de un equipo de perforación ligero, el cual puede ser colocado desde una em-

barcación como una unidad en el fondo del mar, laguna, etc. que trabaje automáticamente y que de esa forma sea menos dependiente de la acción de las olas.

En el caso de suelos suaves el tubo con que se recoge la muestra penetre longitudinalmente en el suelo por vibración; en suelos duros un sistema de rotación debe ser usado. El alcance es de 20 pies. El equipo se transporta facilmente. Otro aparato sencillo debe medir la resistencia de penetración o en algunos casos la resistencia a la fuerza cortante.

B.- Desarrollo de aparatos para medir la densidad del fondo en cuestión.

C.- Experimentos con muestras de suelos útiles en el análisis de factores que son decisivos en el dragado.

II.- Un incremento en las posibilidades de análisis en el proceso de dragado.

A.- La disponibilidad de instrumentos mediante los cuales se puede seguir el gasto en un período de medición con un aceptable grado de precisión. Las magnitudes que pueden ser medidas son: velocidad, densidad y presión en la tubería, fuerza cortante y velocidad de movimiento del dragado; por medio del sonar la situación local del fondo puede ser conocida (dragas de tolva).

B.- La posibilidad de imitar en ciertos casos el proceso productivo a una escala reducida por lo que la influencia de un buen número de factores puede ser sistemáticamente analizada.

Como resultado de esto, especialmente en estos pocos años el conocimiento de los factores decisivos en la producción ha sido considerablemente extendido.

Por eso tiene que basarse la documentación que se tenga en la experiencia para poder manejar la información en una forma adecuada si se quiere hacer un nuevo trabajo.

Si para un trabajo nuevo se quiere saber cual va a ser la producción de material dragado, es necesario tener la siguiente información.

1.- Características del suelo como:

- Localización y naturaleza de los distintos tipos de suelos que se presentan en el trabajo.

Resultados de los estudios de laboratorio.

2.- Información de las condiciones de trabajo como:

Profundidad de dragado.

Espesor y ancho del espesor del manto que se va a dragar.

Distancia de la zona de depósito.

Cual es el rango de exactitud del dragado (tolerancia).

Otra información que tiene que ser tomada en cuenta son: los contratiempos, condiciones esperadas durante el trabajo, información acerca

del viento, neblina, oleaje, lluvia, etc.

Las características de la draga deben ser conocidas como por --- ejemplo en el caso de una draga hidráulica con cortadora se necesita saber: características de la bomba, fuerza de corte, velocidad de corte, diámetro, tubo de succión, velocidad del paso, longitud de la escala, tipo de cuchillas.

Son muchos factores los que juegan un papel importante en la producción y consecuentemente en la conveniencia de usar una determinada draga. Sin embargo, en muchos casos las características del suelo son predominantes.

Es una frustración que a pesar de los desarrollos alcanzados en el dragado, la información acerca de las características del suelo sean siempre insuficientes. En muchos casos se basa uno en información que solo describe las pruebas de perforación y dan un punto de vista muy personal sobre el suelo y sus características, en la mayoría de los casos las pruebas en los -- suelos son hechas por personas con un insuficiente conocimiento en la técnica del dragado.

Para saber cual información acerca del suelo es requerida deberemos saber con cual sistema de dragado vamos a "manejar el suelo" y cual es su conducta en determinado sistema.

Principalmente tendremos los siguientes sistemas de dragado:

Dragas de arrastre.

Cuando el cucharón está siendo llenado, las cuchillas ejercen una acción cortante sobre el suelo. Subsecuentemente la tierra es movida ha--

cia dentro del cucharón y es acumulada y la tierra sufre una deformación.

También cuando el cucharón está siendo vaciado, ocurre una deformación del suelo.

Dragas hidráulicas con cortadora.

La cortadora corta el suelo en rebanadas (tajadas) las cuales son succionadas hacia la boca de la succión por una corriente de succión y es desintegrada.

En caso de roca, los pedazos de roca son fracturadas.

La mezcla agua-suelo es transportada a través de la línea, por lo cual la sedimentación del suelo es importante.

Dragas de Succión.

Este tipo de dragas hace fosos con pendientes escalonadas a través del cual fluye el suelo en dirección de la boca de succión.

En muchos casos la cantidad de suelo es insuficiente, por lo que las fallas de suelo tienen que ser creadas.

Haré un paréntesis para mencionar brevemente la importancia que tiene el definir las áreas de depósito del material dragado y como este tiene incidencia en la producción.

Como lo mencioné en el primer capítulo el material dragado se deposita en áreas de relleno con fines industriales, turísticos, habitacionales, etc. para sanear zonas insalubres o bien tirar el material a fondo perdido. Cuando lo depositamos en zonas para relleno es muy importante diseñar las tarquinas de depósito al igual que los sistemas de drenaje.

Generalmente se construyen varias tarquinas de depósito con el fin de rellenando en una forma racional y planear el dragado, así por ejemplo si hay un proyecto de 1 000 000 de m3., además de los estudios para determinar la dragabilidad del suelo se tiene que estudiar la zona de depósito para diseñar los bordos de contención, el área de las tarquinas, el sistema de drenaje y la secuencia de relleno.

Esto se hace con el fin de escoger el equipo para hacer bordos, mover tubería, hacer zanjas para que corra el agua, etc.

La secuencia de relleno es de vital importancia para optimizar el costo de dragado, es decir cuando se esté dragando cerca de la margen del río o del litoral se deposita en la tarquina más retirada para tener la menor longitud de tubería; y cuando se esté dragando lejos de la margen o del litoral rellenar la tarquina más cercana a ésta. Como se verá más adelante a mayor distancia de tiro menor producción.

Si el suelo que se está dragando es una arcilla o un lodo se necesita acelerar el tiempo de secado con el fin de poder prolongar el tiro y además usar el suelo para construir bordos, se necesita contar con equipo especializado para formar zurcos de desague y colocar tubería, actualmente hay una serie de equipos que se pueden usar.

Si no se cuenta con diques bien construídos o con sistemas de drenaje adecuados, se pueden romper los primeros trayendo como consecuencia una pérdida del material teniendo que rellenar nuevamente o bien que se azolve un área ya dragada habiéndose que repetir la operación ocasionando retra-

sos en el programa de trabajo.

Esto es posible solamente si el suelo no es coherente y después de la falla puede ser succionado. La mezcla del sólido-agua es dejada en una barcaza o es transportada a través de la línea. En ambos casos la sedimentación es importante.

En las dragas de cucharón y en las dragas hidráulicas con cortador hemos mencionado que se presenta la acción de cortes pero prácticamente hablando se presenta más la acción de arar o rasgar pues la dirección de penetración presenta un ángulo de el plano de las cuchillas y el suelo.

La acción de arar o rasgar causa un deslizamiento del suelo.

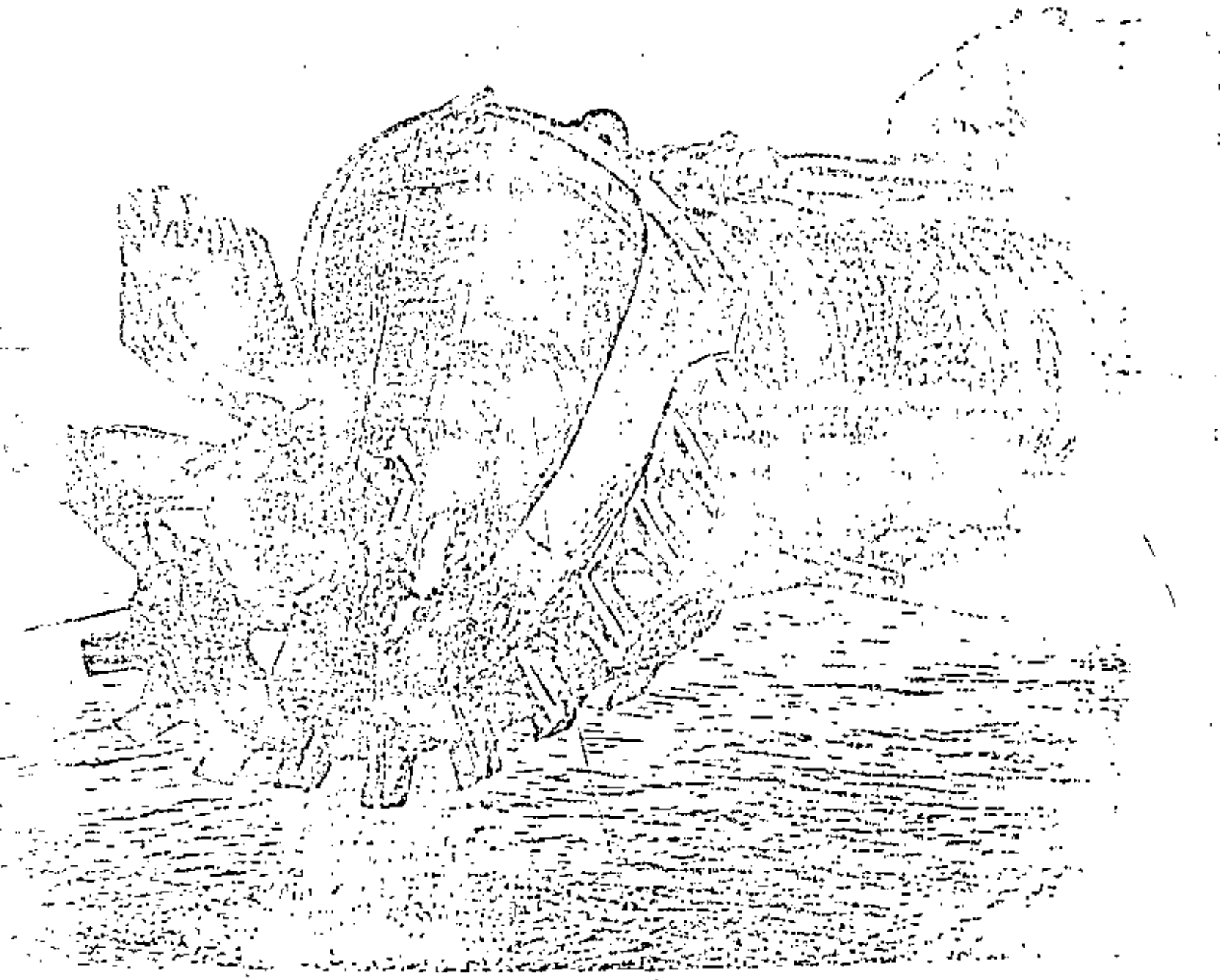
Resumiendo podremos decir que el suelo es sometido a los siguientes tratamientos:

- Deslizamiento/deformación
- Desintegración
- Fractura
- Sedimentación

Ahora mostramos como se presentan estos tratamientos en los distintos tipos de suelos.

Nos hemos basado en la clasificación y definición de los suelos, esta establecida por la Asociación Internacional de Contratistas de Dragado.

Los suelos referidos a continuación son definidos de acuerdo a esta clasificación.



Arena

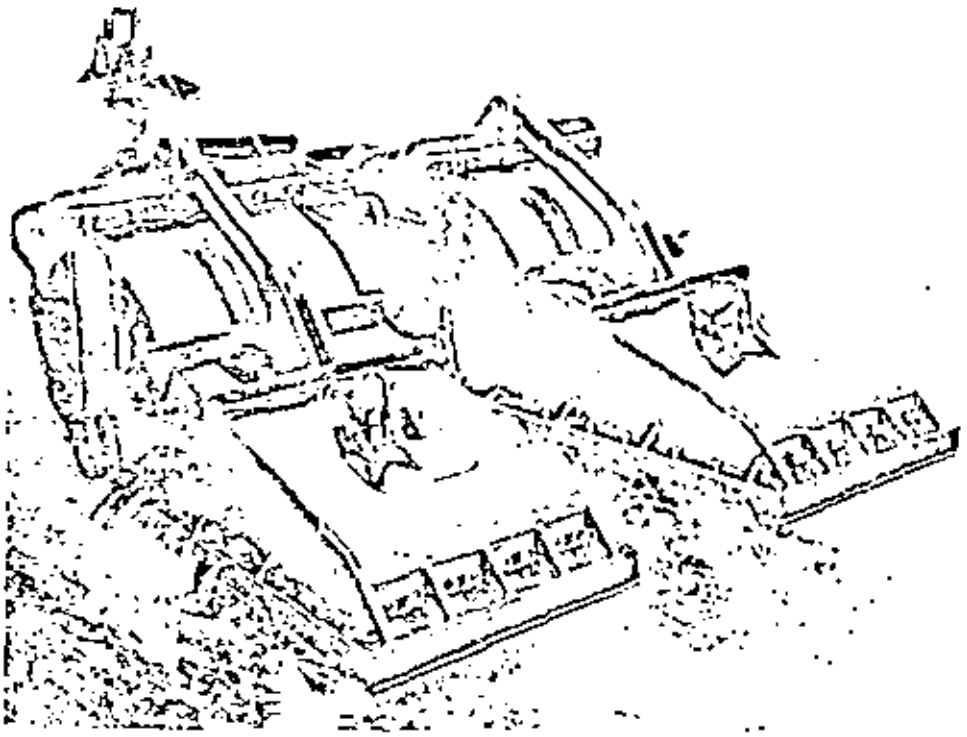
Es un suelo incoherente consistente en granos de 0.06 a 2 mm. Este suelo no es compresible.

Si una draga penetra en una masa de suelo de este tipo, un volumen específico de granos es desplazado a otro lado, lo que trae como resultado un reacomodo de la estructura granular. El desplazamiento de los granos cambia el volumen de los poros los cuales son llenados con agua. Por consiguiente el esfuerzo del agua dentro del plano de deslizamiento decrecerá y el esfuerzo de los granos se incrementará. Esta es la razón por la que la arena seca es más fácilmente transportable que la arena bajo el agua.

La fuerza del cortador determina la máxima fuerza de deslizamiento que se puede aplicar. Así con la fuerza disponible una gran masa puede ser desplazada lentamente o una masa pequeña puede ser desplazada rápidamente, que en cualquier caso se produce un gasto, las características de la arena; densidad, permeabilidad, tamaño de los granos, propiedades friccionantes, determinarán la magnitud de la masa a cortar y por lo tanto el gasto potencial de la draga.

Sería deseable que el esfuerzo cortante fuera medido in situ o en su defecto en la muestra del suelo, pero estos tests dinámicos son muy complejos y los resultados dependerán según el método de medición utilizado.

Más fácil y más conveniente es el usar el método de comparar las propiedades de la arena en estudio con otra cuya producción sea conocida con el fin de determinar la misma. Las propiedades pueden ser determinadas



Cortador de Succión

Figura 4-2

con los métodos standars de la Mecánica de Suelos.

Cuando la arena es transportada a través de la tubería el asentamiento de los granos debe prevenirse. En el caso de arenas gruesas el rango de caída de los granos es mayor que el de arenas finas, por lo que se necesita tener una mayor velocidad en la tubería para mantener el flujo turbulento, lo que nos origina una mayor demanda de caballaje.

He partido del principio de que la arena es incoherente y homogénea pero en realidad se encuentra mezclada con otros tipos de suelo como por ejemplo suelos fijos, los que ejercen una gran influencia en la densidad y la relación agua-permeabilidad.

En el caso de suelos finos éstos ejercen una acción aglutinante en los granos de arena, lo que afecta el comportamiento de la misma.

En suma, para una apropiada consideración de la dragabilidad de la arena se requiere la siguiente información:

1.- Peso por volumen

2.- Contenido de agua

3.- Gravedad específica

4.- Tamaño de los granos

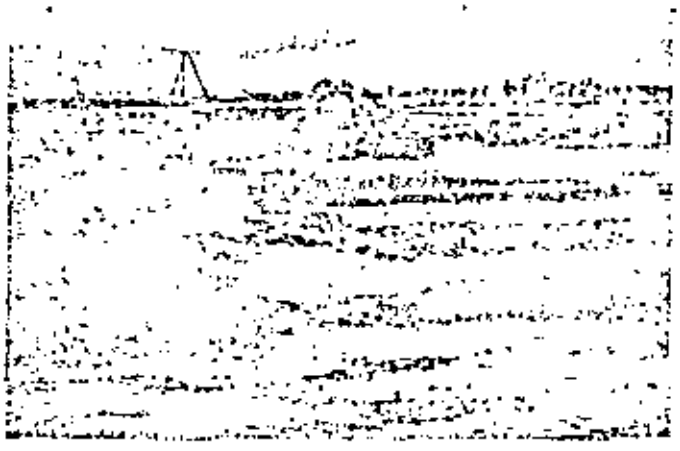
5.- Permeabilidad

6.- Angulo de fricción interna

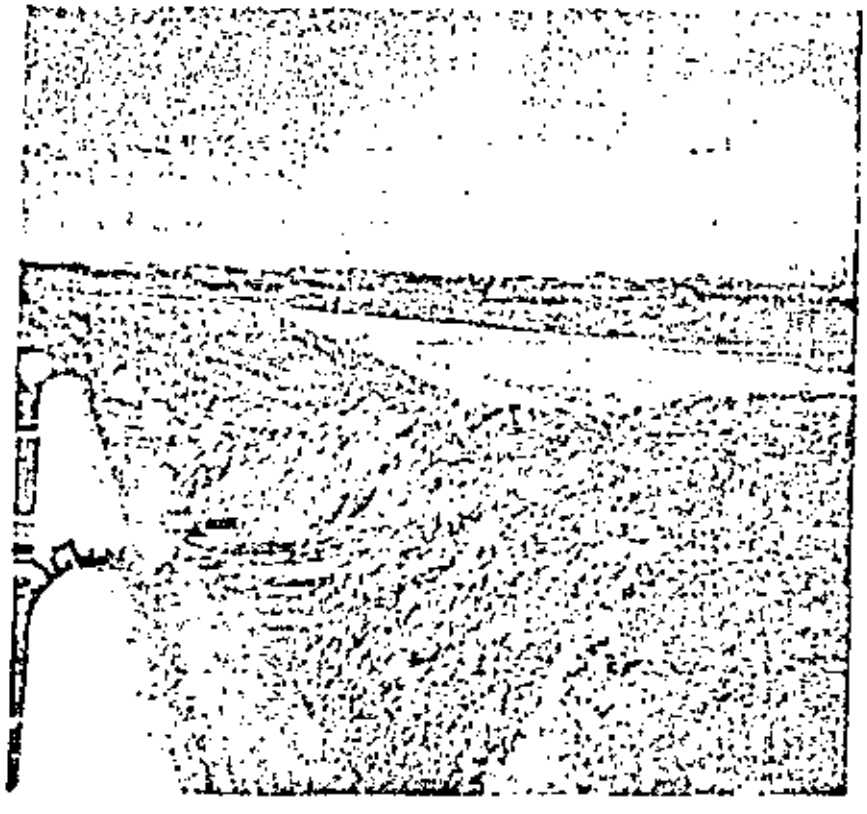
7.- Contenido de aglutinante (cal, limo, arcilla)

8.- Contenido de otros materiales (orgánicos e inorgánicos)

Para llevar a cabo las pruebas 1, 2, 5 y 6 se debe tener a disposi-



Zona de Descarga en la Terminal Marítima Pajaritos, Ver. El Material es arena. Figura 4-3



Arena Usada como Relleno Figura 4-4

ción muestras inalteradas, las cuales son difíciles de obtener en arena debido a que es incoherente. Si las muestras son alteradas, más de un experimento tiene que llevarse a cabo con una variación artificial de la densidad.

Se deduce de esto que la densidad en cuestión en el área de trabajo debe ser medida, por ejemplo por el método de penetración.

Si no se puede llevar a cabo el programa antes mencionado, hay que medir la densidad y hacer simples experimentos (1, 2, 4 y 7).

(LIMO, FANGO, suelos granos 0.005 a 0.05 mm)

Suelo coherente consistente en granos que van desde 0.002 a 0.06 mm. generalmente no es plástico, cuando está seco puede ser pulverizado.

Para reconocer el carácter del limo, una distribución del tamaño de los granos es indispensable, se le llama limo grueso al que se parece a la arena, y limo fino al que se parece a la arcilla. La permeabilidad es menor que en el caso de la arena.

Debido a la coherencia una draga de succiones en muchos casos es insustituible para dragar este tipo de suelo, características concernientes a la excavación solamente pueden ser consideradas cuando se conoce la resistencia al deslizamiento. El fango o limo pueden ser fácilmente transportados a través de la tubería. En caso de dragas de tolva la sedimentación se dificultaría.

En la mayoría de los casos muestras inalteradas pueden ser difícilmente obtenidas en este tipo de suelo, por consiguiente las pruebas de laboratorio son más sencillas de llevar a cabo.

Para considerar la dragabilidad del suelo en cuestión la siguiente información es la requerida:

1.- Peso por volumen

2.- Contenido de agua

3.- Tamaño del grano

4.- Permeabilidad (solamente en limos gruesos o barro)

5.- Resistencia al deslizamiento

6.- Plasticidad

7.- Contenido de finas (exclusivamente de conchas)

8.- Contenido de material orgánico.

Para medir la densidad en el área de trabajo es deseable; pero no inmediatamente necesario, pues éstas pueden ser medidas con precisión en el laboratorio.

Cuando menos hay que contar con la información (1, 3 y 5)

Arcilla

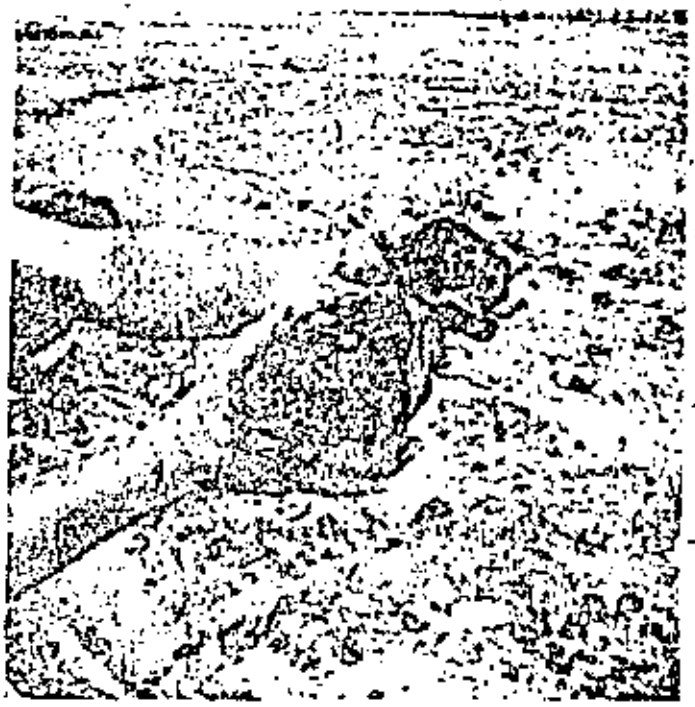
Es un suelo coherente con granos menores de 0.002 mm.

Gran plasticidad bolas secas no pueden ser pulverizadas

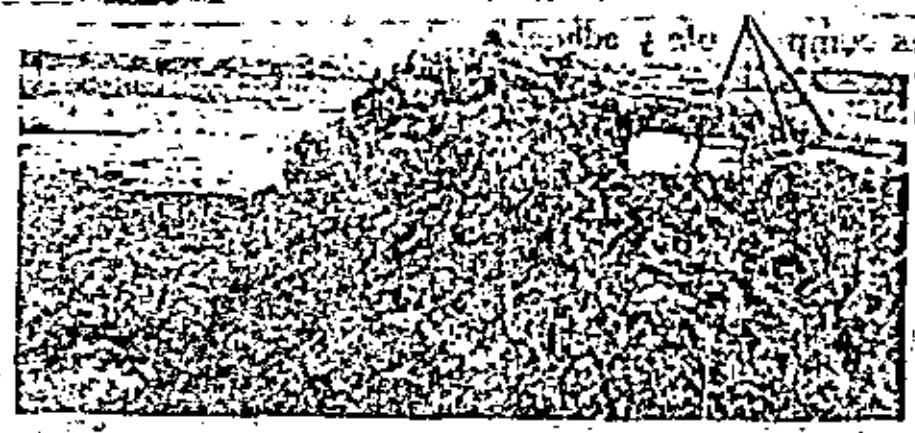
El suelo es compresible y adhesivo

La arcilla sólo puede ser manejada o movida ya sea cucharcando, razgando o cortando. La producción está correlacionada con la resistencia al deslizamiento que presente la arcilla.

Para considerar a la arcilla con propiedad, es necesario conocer los rangos de consistencia, del cual uno puede determinar el estado de la ar-

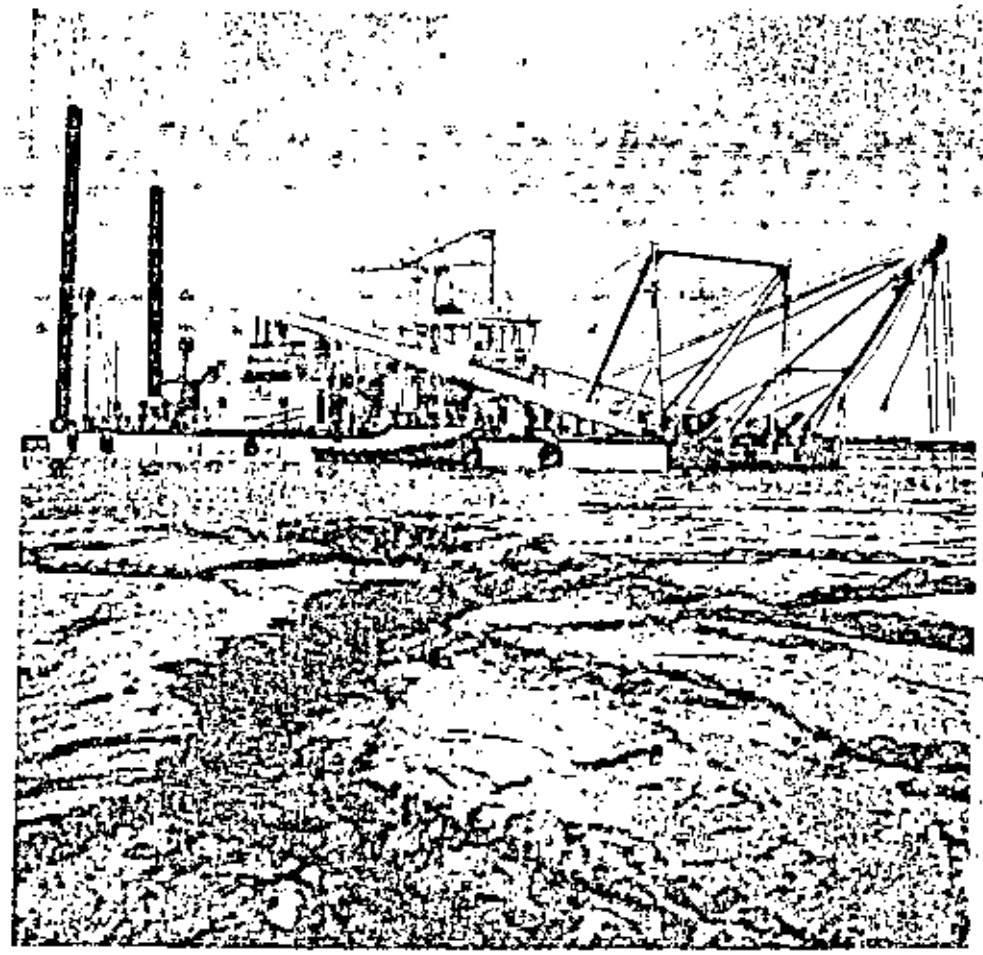


Limo Figura 4-5



Descarga de la Draga Cancer (Limo)

Figura 4-6



Arcilla Figura 4-7

cilla.

La arcilla puede ser encontrada en tres estados de acuerdo con el contenido de humedad (llado, sólido), el plástico y el estado líquido.

Si la arcilla es manejada por una draga de arrastre, se encontrarán dificultades para llenar el bote debido a la adhesión con la pared.

En caso de cortarla, una arcilla fuertemente adhesiva causará mas camiento de la cabeza del cortador.

Debido a la coherencia de la arcilla se formarán bolas de material, causando problemas serios para ser bombeadas, pues pueden tapar la tubería. Por lo que será necesario cortar el suelo en pequeñas capas para que las bolas que se forman sean pequeñas y puedan ser bombeadas.

Para considerar la dragabilidad de la arcilla la siguiente información es requerida:

1.- Peso x volumen

2.- Contenido de humedad

3.- Resistencia al deslizamiento

4.- Rangos de consistencia (plasticidad)

5.- Contenido de material orgánico

Muchas veces la arcilla está mezclada con arena, por lo que el contenido de arena es necesario que sea medido.

Como en el caso del limo hay que tener cuidado con las muestras para permitir que sean sujetas a pruebas de laboratorio.

Cuando menos hay que tener la información 1, 2 y 3

Turba

Un suelo altamente comprensible consistente en desechos de plantas. Gran plasticidad.

Como la arcilla es el material sólo puede ser manejado ya sea cucharcando o cortándolo. Para considerar su dragabilidad se requiere la misma información que la requerida para arcilla.

Grava

Suelo incoherente consistente en granos mayores de 60 mm.

Tamaños muy grandes son conocidos como boleo.

La grava generalmente está mezclada con arena y seguido se encuentra como una masa muy compacta.

Para una apropiada consideración de su dragabilidad es muy importante conocer su densidad.

Muestras inalteradas son muy difíciles de obtener.

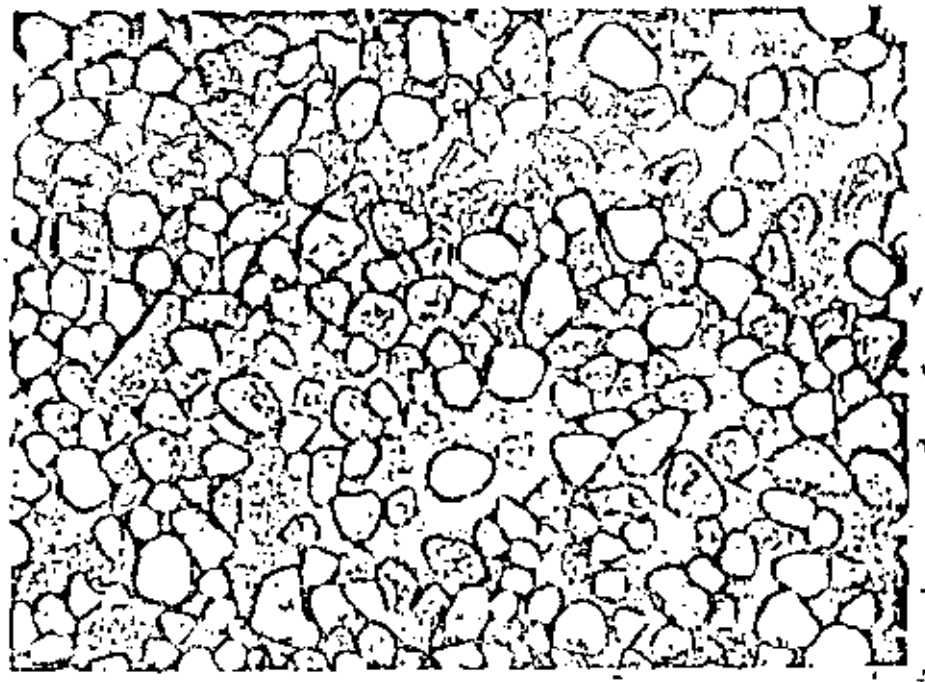
Las capas de grava y arena varían mucho de acuerdo al lugar en que se hizo el sondeo, por lo que es necesario determinar la mínima y máxima densidad en el laboratorio.

Para transportar la grava a través de la línea involucra gran pérdida de presión, por lo que se requiere contar con motores de gran potencia.

Los tests requeridos son los mismos que para la arena.

Roca

En la mayoría de los casos este material tiene que ser desintegrado por medio de explosivos, después de esto puede ser dragado por diversos



Grava Figura 4-8

tipos de equipo.

Algunas veces se puede dragar inmediatamente utilizando dragas con gran potencia en el cortador, con dipper dredge o draga de gajos, como será en el caso de rocas sedimentarias (conchuela cementada o roca arenosa) La roca es partida en pedazos.

Para considerar la dragabilidad de la roca una serie de extensivos y especializados experimentos tienen que ser llevados a cabo, tanto con pruebas estáticas como dinámicas.

Sin estos complicados experimentos una consideración apropiada sobre la dragabilidad del material sería riesgoza.

Para las pruebas dinámicas no existe un método uniforme, los resultados tienen que ser acompañados por una descripción de los aparatos utilizados.

% Concentración Varia a Razón Vs y tipo de sólido y características del cortador.

b) Cortador

b_1) Cuchillas

b_2) Potencia del cortador

b_3) Geometría del cortador

Hemos dicho que las características del material por dragar son determinantes para obtener una producción óptima; pero otro factor importante es el sistema de corte y succión de la draga.

El sistema de corte está formado por el cortador, los motores, la

Conchuela Cementada en Puerto Peñasco, Son.

Figura 4-9

Grava Dragada en Pajaritos, Ver. Figura 4-10

Grava en Lázaro Cárdenas, Mich. Figura 4-11

IPO DE SUELO		TAMAÑO DE LAS PARTICULAS		IDENTIFICACION
		RANGO DEL TAMAÑO	MALLA	
ARCILLA	COHESIVO	Menor de 0.002 mm. La distinción entre limo y arcilla no debe basarse en el tamaño de las partículas debido aque las propiedades físicas más importantes de las arcillas y limas solo están relacionadas indirectamente con el tamaño de las partículas.	NO ES APLICABLE	La arcilla presenta una fue te cohesión y plasticidad, dilatación, muéstras humeda se pegan a los dedos y se ne una sensación suave y gr sa al tacto. Pedazos secos se vuelven taloo, se agrieta durante el proceso de secar
TURBA Y SUELOS ORGANICOS.	ORGANICO	NO ES APLICABLE	NO ES APLICABLE	Generalmente se identifica por el color negro o café siempre con un fuerte olor orgánico, presencia de fibra o desechos de madero.

ESFUERZOS Y CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES

Esfuerzo		Esfuerzo Cortante
Muy suave	Puede ser facilmente comprimido entre los dedos.	Menor de 0.17 Kg/cm2
Suave	facilmente moldeada con los dedos.	0.17-0.45 Kg/cm2
Firme	Necesita una fuerte presión para ser moldeada por los dedos.	0.45-0.90 Kg/cm2
Rígida	No puede ser moldeada por los dedos, no se marca con el pulgar.	0.9-1.34 Kg/cm2
Dura	Tenaz, difícil de marcada con la uña del pulgar.	más de 1.34 Kg/cm2

La estructura puede ser fisurada, intacta, homogénea estratificado o intemperizada.

Es de naturaleza esponjosa. El esfuerzo puede variar considerablemente en dirección vertical y horizontal

CLASIFICACION DE SUELOS (PIANC)

TIPO DE SUELO	TAMAÑO DE LAS PARTICULAS RANGO DEL TAMAÑO	IDENTIFICACION	ESFUERZOS Y CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES
BOLEOS	Mayor de 200 mm.	Examinación visual	No es aplicable
Conglomerado	Entre 200 y 60 mm.		
GRAVA	Gruesa 60 - 20 mm. 3" - 3/4" Mediana 20 - 6 mm. 3/4" - 1/4" Fina 6 - 2 mm. 1/4" N° 7	Fácilmente identificable a la vista.	Es posible encontrar camas de grava cementada lo cual se parece a un conglomerado débil de roca. Grava fuertemente compactada puede existir mezcladas con arena.
ARENA	Gruesa 2 - 0.6 mm. 7 - 25 Mediana 0.6-0.2 mm. 25-72 Fina 0.2-0.6 mm. 72-200	Todas las partículas son visibles a simple vista. Muy poca cohesión cuando está seca	Los depósitos variarán en esfuerzos según se encuentre empaquetado entre material suelto, compacto y cementado. La estructura puede ser homogénea o estratificada. Entre mezclada con limo o arcilla pueden producir arenas fuertemente compactadas.
LIMO	Grueso 0.06-0.02 mm. Mediano 0.02-0.006 mm. Pasa N° 200 Fino 0.006-0.002 mm.	Generalmente las partículas sin invisibles y solamente los granos de limo grueso pueden ser vistos a simple vista (la mejor determinación es probar por dilatación. Este suelo puede tener cierta plasticidad, pero el limo puede ser quitado fácilmente de los dedos cuando está seco pues se convierte en polvo. Terrones secos pueden ser desintegrados por dedos.	Esencialmente no es plástica, sus características pueden ser similares a la arena si predominan los granos gruesos. Si son finos se parecerá a la arcilla con características plásticas. Muchas veces está entremezclada o interestratificada con arena fina o carcilla. Puede ser homogénea o estratificada. La consistencia puede variar desde limo suelto pasando por espeso hasta

flecha y el tubo de succión.

El cortador se encuentra localizado en la parte final de la escala, conectado por una flecha al motor del cortador, su rotación agita el material suelto, afloja el material compacto o corta el material duro, el cual es succionado por la boca del tubo de succión de la escala.

La práctica común hace parecer que su uso sea necesario o no, hay muchos casos en que no es necesario usar cortador, por ejemplo para dragar limo, fango y arena fina.

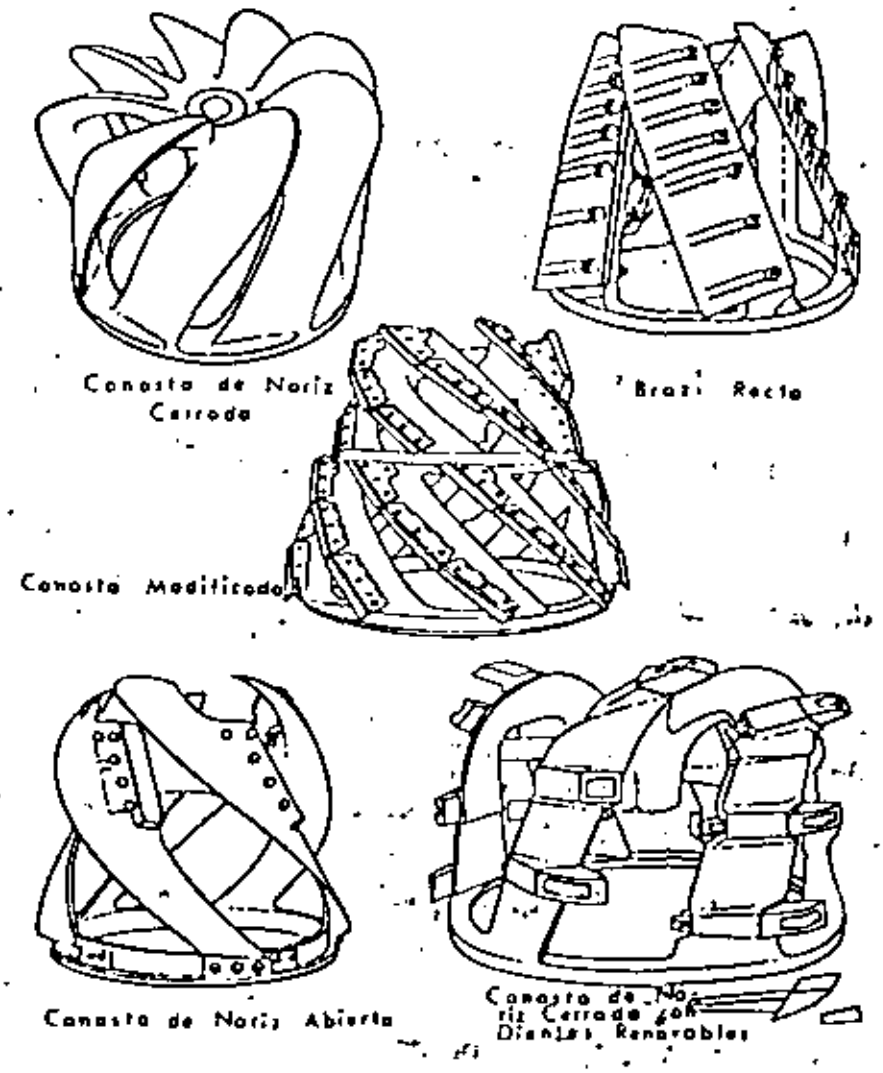
En estos casos la rotación del cortador produce una nube de material suelto que puede tener efectos en el medio ambiente subacuático. Una variedad de tubos de succión han sido fabricados tanto por fabricantes de dragas como por contratistas, que van desde el simple tubo cilíndrico, pasando por tubos con corte de 45° ó hasta muy elaboradas narices. En algunos casos se usan jets para empujar el material.

Hasta el momento en México no hay restricciones en lo referente a la contaminación del medio acuático ocasionada por la turbulencia originada por el cortador. Además no se han estudiado muy bien sus efectos en el medio acuático. Este es un tema muy interesante que se sale de los límites de esta tesis, pero mencionaremos que dragando en aguas no contaminadas por desechos industriales o basura, la turbulencia y la nube de material suelto no ocasiona daños a la fauna acuática y en muchas ocasiones es benéfica pues remueve el suelo marino en el cual se encuentran algas y otras partículas alimenticias que benefician a bancos de ostiones, por ejemplo al transportar la corriente marina o del río estos alimentos hasta el banco de ostras.

TIPOS DE CORTADOR

Los cortadores se clasifican en: cortador de canasta cortador de - brazo recto.

En la figura 4-12 podemos ver cinco tipos de cortador.



5 TIPOS DE CORTADOR

Figura 4-12

El cortador de Canasta (fig. IV. 2) tiene una campana frontal, un anillo en la parte de atrás y varias hojas en forma espiral integradas a la campana y el anillo. Un cortador de canasta con la nariz cerrada y hojas espirales es el más adecuado para dragar material suave o arena suelta.

Un cortador de canasta con nariz abierta es el más indicado para dragar arcilla y material duro, debido a que si dragamos arcilla muy plástica con un cortador de nariz cerrada se trabaría dicho cortador.

Una canasta de nariz cerrada con puntas ciceladas (forma de cincel) espaciadas a 20 cm. colocadas más sobre las hojas es usada en material duro.

CORTADOR DE BRAZO RECTO con hojas extendidas desde la campana y atornilladas a la araña del cortador, es usada en arcillas duras.

En materiales muy duros se usan hojas en forma de sierra o dientes en forma trapezoidal.

Los dientes de pico trabajan bien en coral y otros materiales abrasivos.

Para evitar que algunos objetos como raíces, cables, tubos, rocas de tamaño grande obstruyan la bomba, se soldan más pedazos de varilla de 3/8 ó 1" en la boca de succión, ocasionalmente se solda una barra a través del ojo de la bomba.

POTENCIA DEL CORTADOR. La potencia aplicada al cortador varía de acuerdo al trabajo y al tamaño de la draga. Dragas pequeñas (8 a 12 pulgadas) pueden tener hasta 400 hp. Dragas mayores pueden tener hasta

4000 hp. La velocidad de rotación del cortador varía entre 10 y 30 rpm, dependiendo del material por dragar y del tamaño del cortador.

El cortador es soportado en el extremo de la escala por la flecha y un tornillo especial subacuático. Este tornillo debe tener gran resistencia para soportar las severas condiciones a las que está sometido como los impactos de las cargas ocasionadas por la draga, la abrasión del material, etc.

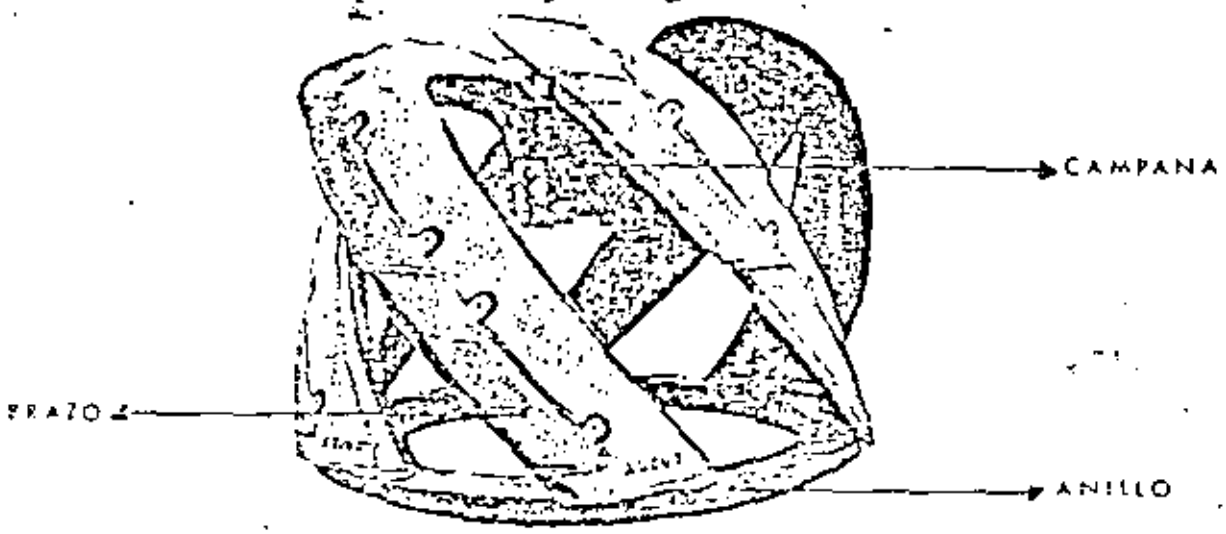
- DISEÑO DEL CORTADOR

En el diseño del cortador intervienen una serie de variables geométricos que es necesario tomar en cuenta. Terry sugiere que las distintas variables estén relacionadas con la función de excavar, las cuales dependerán del ángulo de cono y el ángulo de cara (fig. IV-3), en el desplazamiento angular (fig. IV-3) y en el ángulo de la cuchilla.

El ángulo de cara es generalmente igual a la mitad del ángulo de cono y debe ser diseñado para dejar un terminado horizontal en el corte.

El ángulo de desplazamiento de un brazo del cortador es medido desde un punto en la parte central de la campana a un punto que pasa por las cuchillas (fig. IV.3).

Figura 4-13



Cortador tipo canasta de 6 hojas.

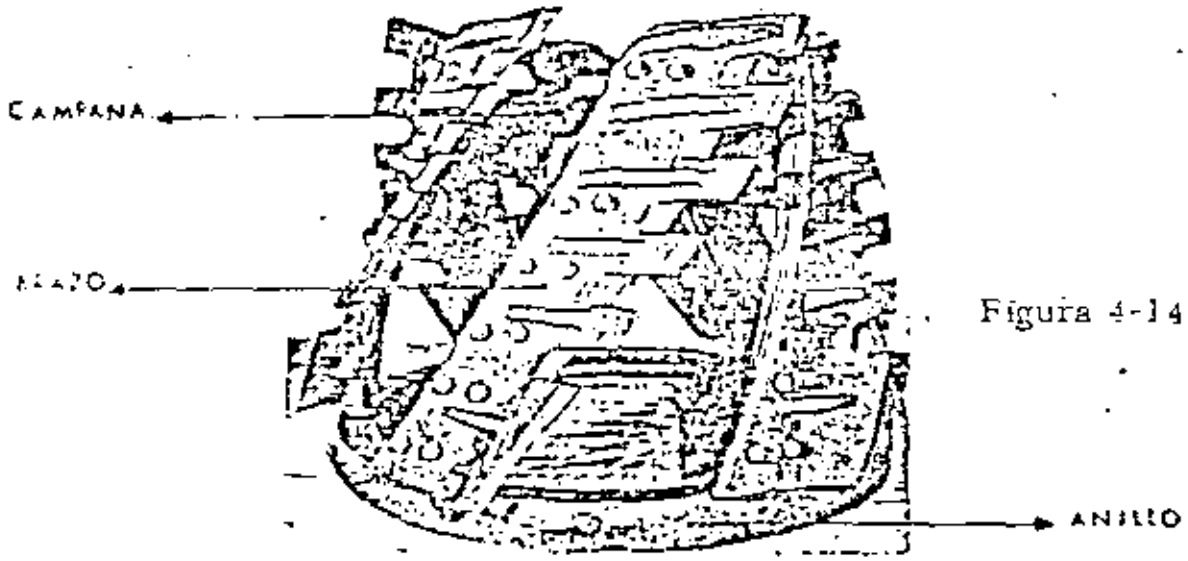
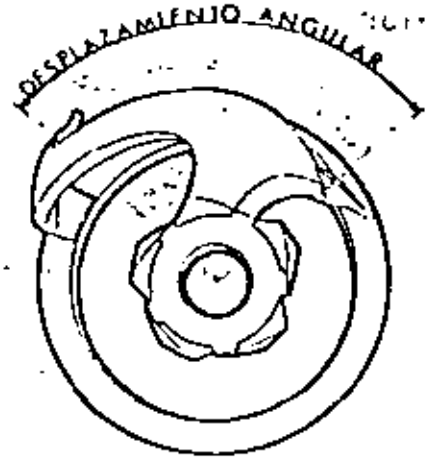
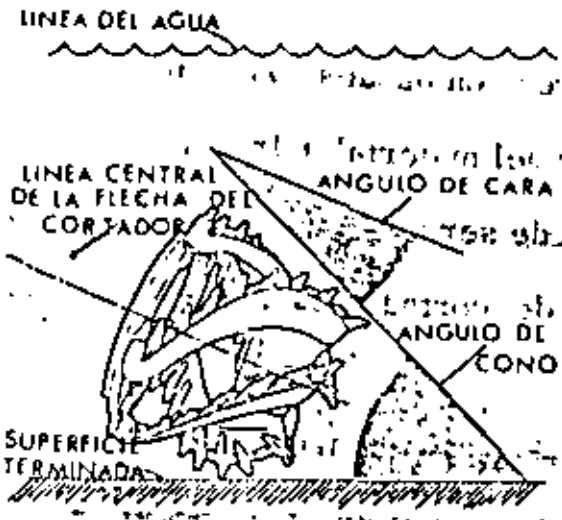


Figura 4-14

Cortador con Brazo Curvo



Figuras 4-15



Así para un cortador de 4 hojas de cuchillas, tiene un desplazamiento angular de 90.

Entre más brazos tenga el cortador menos esfuerzo tendrán las cuchillas, la flecha, los tornillos, pero esto crea un espacio menor entre las hojas para que puedan entrar rocas trituradas a la succión.

El ángulo de inclinación se define como (fig. 39) el ángulo entre la tangente a la punta de la cuchilla y a la superficie exterior.

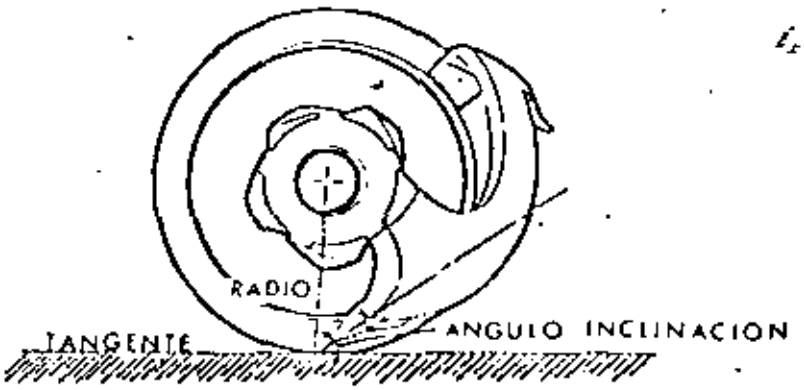


Figura 4-16

Los cortadores son usados con o sin dientes dependiendo de la dureza y la compactación del material a dragar.

El diente puede ser parte de la hoja, o puede ser soldada a la hoja (fig. 40). El desgaste del cortador es extremadamente alto principalmente en materiales duros.

Las características que deben tener las cuchillas son:

1.- Dureza: Brindell 500 ó Rockwell "8" "51"

2.- Resistencia a punto cedente: 200 000 psi

Esfuerzo de

3.- Filo.- Resistencia al impacto 15 pies

4.- Templabilidad de 5 pulgadas.

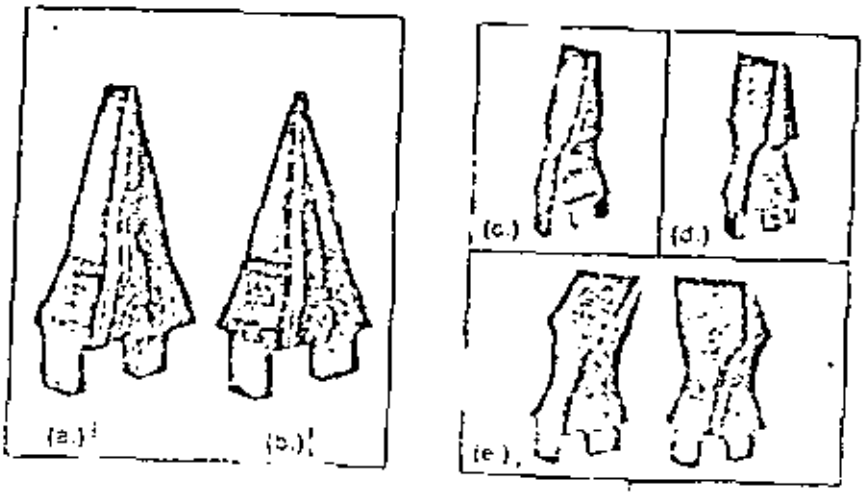


Fig. IV-17 Dientes reemplazables

a) Punto de cincel

b) Punto de pico

c) Punto enganchado (debajo de la línea central)

d) Punto ensanchado (tipo de la línea central)

e) Punto ensanchado (debajo de la línea central)

Otras partes estructurales del cortador como la campana, el brazo y anillo deben ser hechos por material de las siguientes características:

1.- Dureza: Brinell 340 ó Rockwell "c" 36

2.- Yield esfuerzo 125 000 psi

3.- V nock (charpy) resistencia al impacto

4.- Templabilidad de 3.5 pulgadas

Las dimensiones aproximadas de un cortador son mostradas en la

figura (45).

El diámetro del cortador puede ser expresado en términos del tubo de succión:

$Dc = Cc \; Ds$

Cc = Coeficiente que varía entre 3.0 y 4.0

Ds = Diámetro de succión

La longitud del cortador puede ser expresada en términos del diámetro del mismo o sea:

$Sc = 0.75 \; Dc$

La velocidad del cortador varía desde 10 a 30 rpm.

El hp requerido puede ser obtenido por la

$$P = \frac{1}{75n} \; Fc \; Vs$$

P = horsepower (potencia en HP)

U = N Dc N/60 en m/Se S

S = Longitud del corte

N = Eficiencia

75 = Factor de conversión (hp = 75 kg f/m)

Fc = Fuerza cortante en la circunferencia por unidad de.

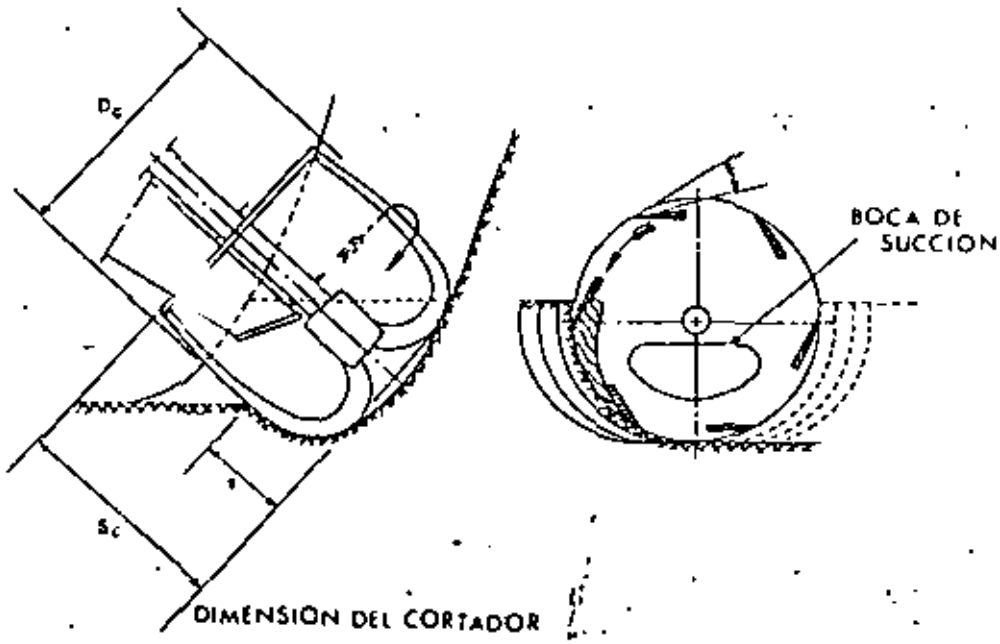


Figura 4-18

DRAGADO A GRANDES PROFUNDIDADES

Hay 2 formas de incrementar la profundidad de dragado en una draga con cortador: a) instalar una bomba de jet en la línea de succión; b) colocar una bomba de dragado en la escala.

Ambos métodos han sido utilizados en la práctica y se ha visto que trabajan satisfactoriamente.

Como lo mencionamos en el Capítulo III la cavitación limita la operación de la bomba, sin embargo NPSH (Net Positive Suction Head) carga positiva succión.

$$NPSH + H_{atm} + \frac{Ps}{\delta} + \frac{Vs^2}{2g} - hv = \frac{Pa}{\delta} + \frac{Ps}{\delta} + \frac{Vs^2}{2g} - \frac{Pv}{\delta}$$

Puede ser incrementada colocando una bomba en la escala por debajo de la superficie del agua (fig. IV-19)

BOMBA CENTRIFUGA EN LA ESCALA

Figura 4-19

Un nuevo concepto de una escala con cortador extendible para trabajos en alta mar fué presentado por Furnes en un Congreso de Dragado. La draga tiene una escala articulada y compensada para que trabaje cuando haya oleaje y no levante el cortador del nivel de corte. Las uniones articuladas están arriba del módulo en donde se encuentra el cortador.

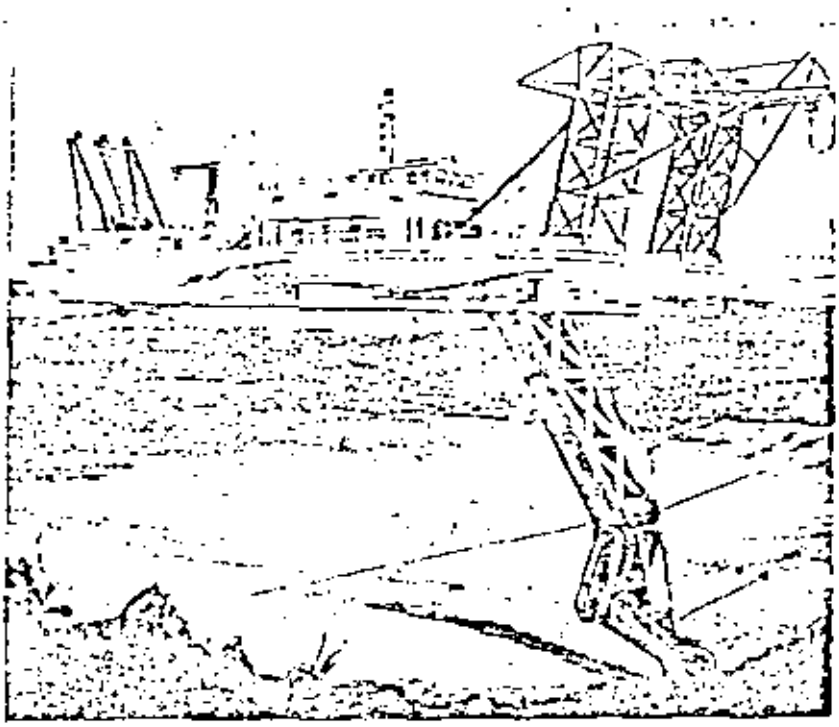


Figura 4-20

ANCHO DEL CORTE Y PROFUNDIDAD DE DRAGADO

El ancho del corte de dragas con cortador que varían entre 8 a 24" de diámetro en la descarga y varias longitudes de escala y costo son representadas en la figura 8.51 y la tabla 8.4.

Profundidades de dragado como función de la longitud de la escala son mostrados en la figura (IV-21) y en la tabla.

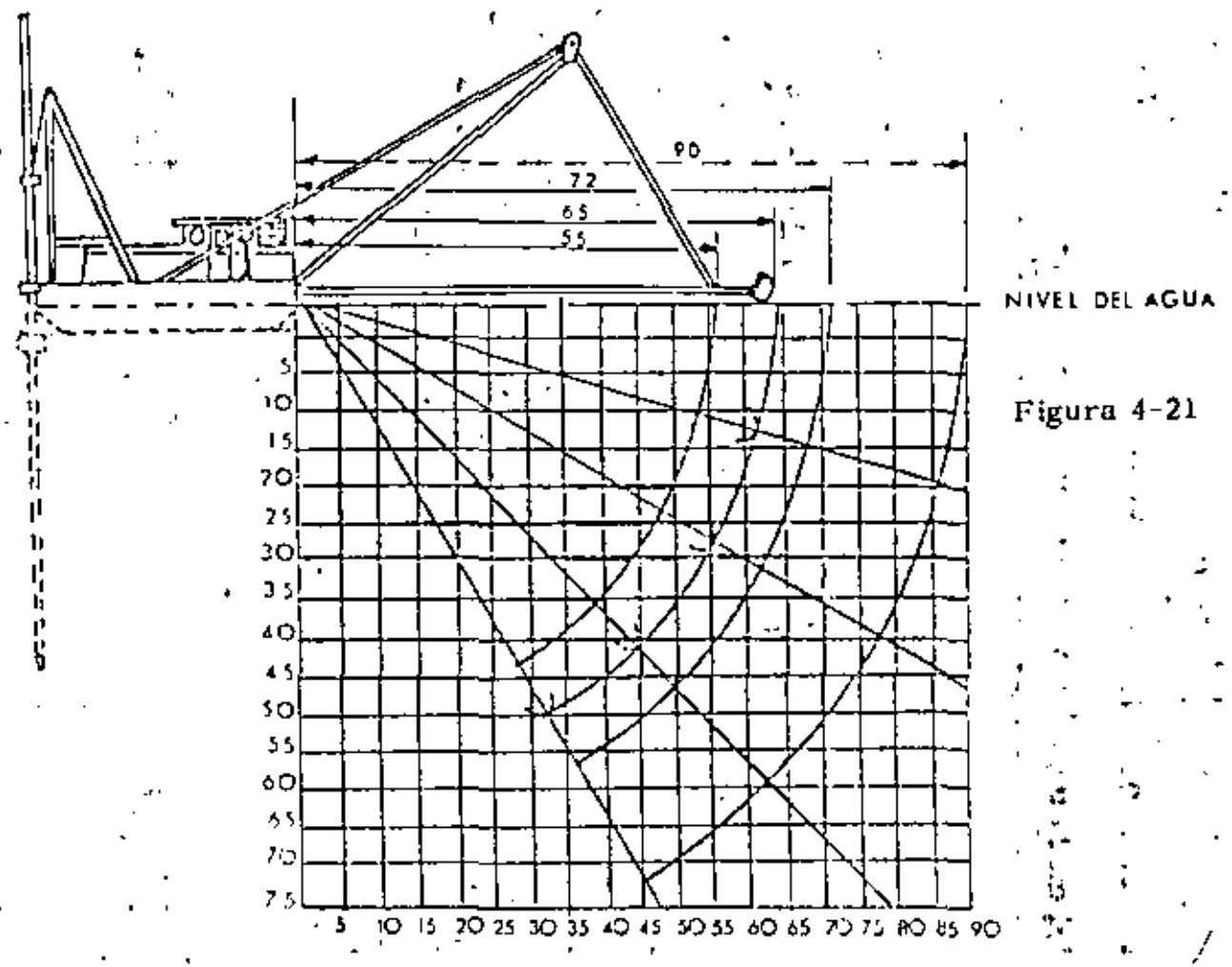


Figura 4-21

Profundidad de Dragado en Función del Largo de la Escala

ANCHOS DE CORTE EN FUNCION DE LA INCLINACION DE LA ESCALA

TAMAÑO DE LA DRAGA		8"	10"	12"	14"	16"	20"	24"
LONGITUD DEL CASCO		28'	32'	32'	42'	45'	50'	55'
		9.33	10.67	11.33	13	14	23.33	23.33
LONGITUD DE LA ESCALA		28"	32'	34'	36'	42'	70'	70'
		9.33	10.67	11.33	12	14	23.33	23.33
LONGITUD TOTAL HASTA EL TANCO		57'	65'	67'	74'	83'	12'	126'
ABANICADA EN LA SUPERFICIE		80'7	90'0	94'10"	111'8"	104'0"	171'2"	173'2"
ABANICADA CON LA ESCALA INCLINADA	15°	79.5	90'0"	93'0"	110.0"	122'6"	166'3"	173'5"
		26.46	30.15	31	136.67	49.82	55.41	57.79
	30°	75'3"	85'10"	88'3"	195'0"	116'6"	156'5"	163'6"
		25.08	28.59	29.41	35.00	38.82	52.13	54.49
	45°	69'0	78'4"	80'7"	96'9"	107'0"	140'8"	147'8"
		23.00	26.18	26.84	32.23	35.67	46.87	49.20
	60°	60'10"	69'5"	70'9"	35'5"	44'9"	120'2"	127'3"
		20'25	23.13	23.56	28.41	32.56	40.05	42.41

ANCHO MINIMO DE TRABAJO

CAPITULO V

LA VELOCIDAD DE SUCCION (VS) VARIA CON LA PROFUNDIDAD DE DRAGADO

La Vs óptima varía con la profundidad de dragado. Como lo hemos mencionado anteriormente la producción está en función del gasto y del % de sólidos.

El gasto está en función de la velocidad en el tubo de succión y en el área del tubo de succión.

En este tema analizaremos los factores que nos afectan la velocidad de succión, siendo de mayor importancia la profundidad de dragado.

Gasto en la tubería.

En el sistema bomba de dragado-tubería, el fluído fluye a través del sistema; puede ser agua clara o mezcla de agua con material (suelo) y será del tipo "turbulento", que es uno de los 2 tipos de flujo que pueden ocurrir en una tubería.

El otro tipo de flujo, el laminar, no ocurre en un sistema de dra-

gado debido a las altas velocidades del fluído.

El flujo de turbulento tiene un movimiento irregular mientras que el flujo laminar tiene características de un flujo viscoso. El flujo laminar tiene una sóla velocidad paralela a la corriente, el flujo turbulento tiene 3 velocidades, una paralela a la corriente y otras 2 que varían sus direcciones.

La presión en un flujo laminar a través de su línea es proporcional a la velocidad.

Régimen de sedimentación en el flujo.

Hay 4 regímenes de mezclas de sólido-agua que fluye en una tubería para una composición dada en mezcla y del tamaño del tubo.

Fig. 9.6

Los regímenes del flujo son: a) como una suspensión homogénea; b) como un flujo heterogéneo con sólidos en suspensión; c) como una cama que se mueve, saltación (con o sin sólidos en suspensión; d) flujo con una cama estacionaria (dibujo)

Estos regímenes se traslapan y no existe un límite entre ellos. El régimen bajo de la fig. 2 representa el tipo de flujo en el cual las partículas son tan pequeñas (y por consiguiente su velocidad vertical de caída es muy baja) por lo que la distribución vertical es casi uniforme. La velocidad de caída de las partículas es tan pequeña que es insignificante cuando se compara con el movimiento del fluído.

En un régimen de flujo heterogéneo, las partículas están también en suspensión; pero la distribución vertical de las partículas no es uniforme

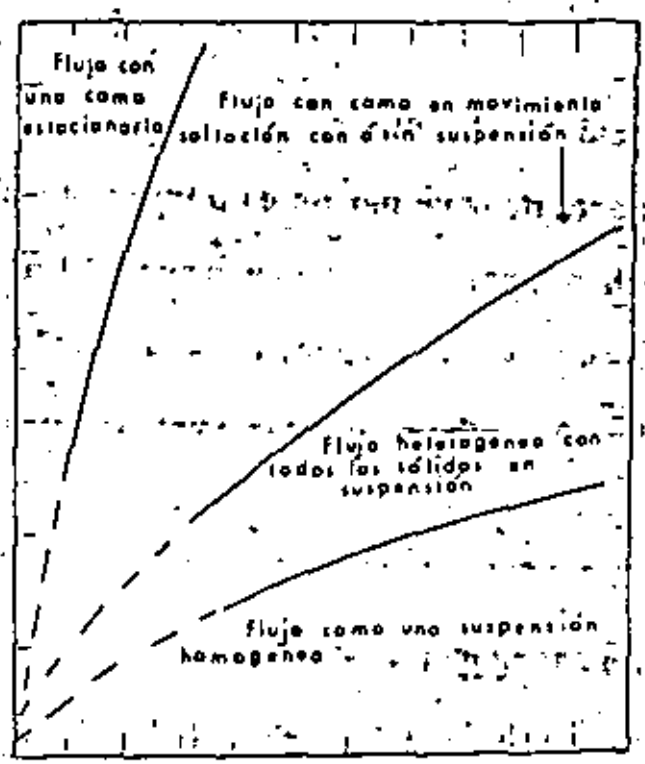


Figura 5-1

pués la concentración de partículas es mayor en el fondo del tubo que en la parte superior del tubo.

La transportación más económica de sedimentación en tuberías es en este régimen. El peso de material transportado por unidad de fuerza requerida al máximo.

El flujo en un régimen de cama en movimiento (dunas y rizos) se formarán en el límite del fondo y la mezcla arriba de la cama en movimiento viajará a una velocidad sustancialmente alta. Esto causa unas pérdidas adicionales de carga y producirá una operación anti-económica.

Un flujo con régimen de cama estacionaria el transporte de material ocurrirá por encima de la cama la que formará un nuevo límite del fondo.

Durand y Condolios sugieren la siguiente calsificación de partículas con referencia a los distintos tipos de regímenes de flujo.

1.- Suspensión Homogénea - partículas menores de 40 u.

2.- Suspensión mantenida por turbulencia - tamaño de partículas entre 40 u y 0.15 mm.

3.- Suspensión y saltación - tamaño de partículas entre 0.15 y 1.5 mm.

4.- Saltación - partículas mayores de 1.5 mm.

La presente clasificación se refiere a partículas que tienen gravedad específica igual a 2.65 y que son sujetas a fuerzas de suficiente magnitud que producen movimientos en el agua.

Flujo homogéneo de 2 fases.

Básicamente hay un número de fuerzas que actúan en una partícula transportada por un fluído y que son:

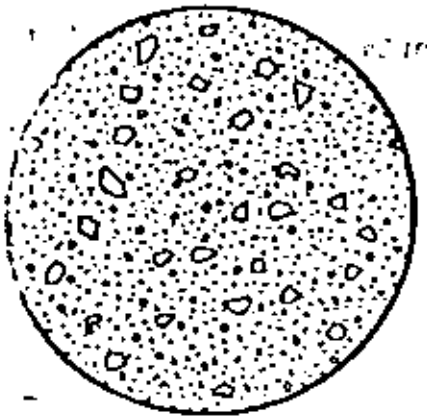
1.- Peso propio fuerza vertical actuante hacia abajo.

2.- Flotación o fuerza vertical hacia arriba.

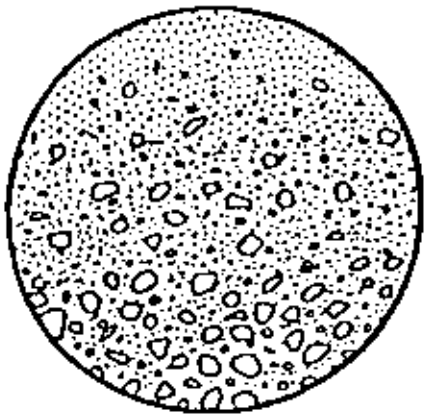
3.- Fuerza causada por la corriente en dirección horizontal del movimiento.

4.- Fuerza resistente de arrastre en la dirección horizontal.

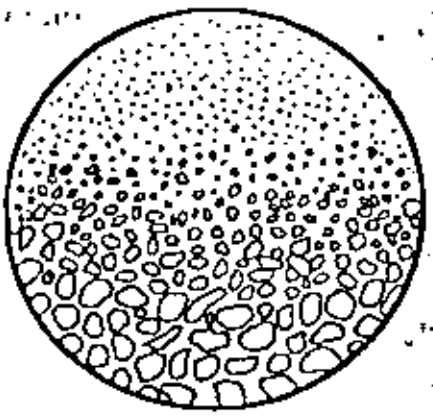
En orden de mantener la partícula en suspensión en un flujo turbulento y prevenir el asentamiento del sedimento debido a la gravedad; debe existir un intercambio de fluído que contenga mayor cantidad de sedimento en el nivel inferior con el fluído del nivel superior, el cual tiene menor concen-



(A)
Distribución Uniforme del Sedimento. Potencia Excesiva Aplicada



(B)
Distribución No Uniforme del Sedimento. Potencia Optima



(C)
Distribución segregada del Sedimento. Como que remueve a más Bajas Velocidades que el Material de Arriba. Se necesita más Potencia

Figura 5-2

Distribución de sedimento en tubería, (a) flujo homogéneo, (b) flujo heterogéneo, (c) flujo con cama en movimiento.

tración de sedimento. Este intercambio es usualmente conocido como una -- mezcla turbulenta. Generalmente en el dragado existirá un gradiente de concentración vertical del sedimento en la tubería, pués hay un rango en el tamaño de las partículas que van desde las muy pequeñas a las muy grandes que - se encontrarán en la mayoría de las operaciones.

El flujo homogéneo será observado con pequeñas partículas para -- las cuales la velocidad de caída es insignificante. La figura 5.2 muestra la - distribución uniforme de sedimento en un flujo homogéneo son el bombeo de - arcillas blandas, lodos de perforación y otras muy finas partículas.

Pérdidas de carga.

Las pérdidas de carga en una tubería son una de las más importantes consideraciones desde el punto de vista económico ya que la potencia re-- querida es proporcional a la carga. Puesto que las características del flujo - en diferentes regímenes no son iguales es importante determinar el tipo de -- régimen de flujo de fluído bombeado para utilizar la ecuación de pérdida de -- carga para determinar dichas pérdidas. La relación entre las pérdidas de -- carga y la velocidad principal de la mezcla para diferentes concentraciones - de sedimento son mostradas en la fig. 5.3.

Curvas típicas de pérdidas de carga y concentración de sedimento - para un fluído dado, sedimento y tamaño del tubo.

El régimen de depósito está del lado izquierdo de la línea punteada fuerte a bajas velocidades del flujo y el régimen de no depósito está del lado derecho de la línea punteada, y se presenta a altas velocidades. Para agua --

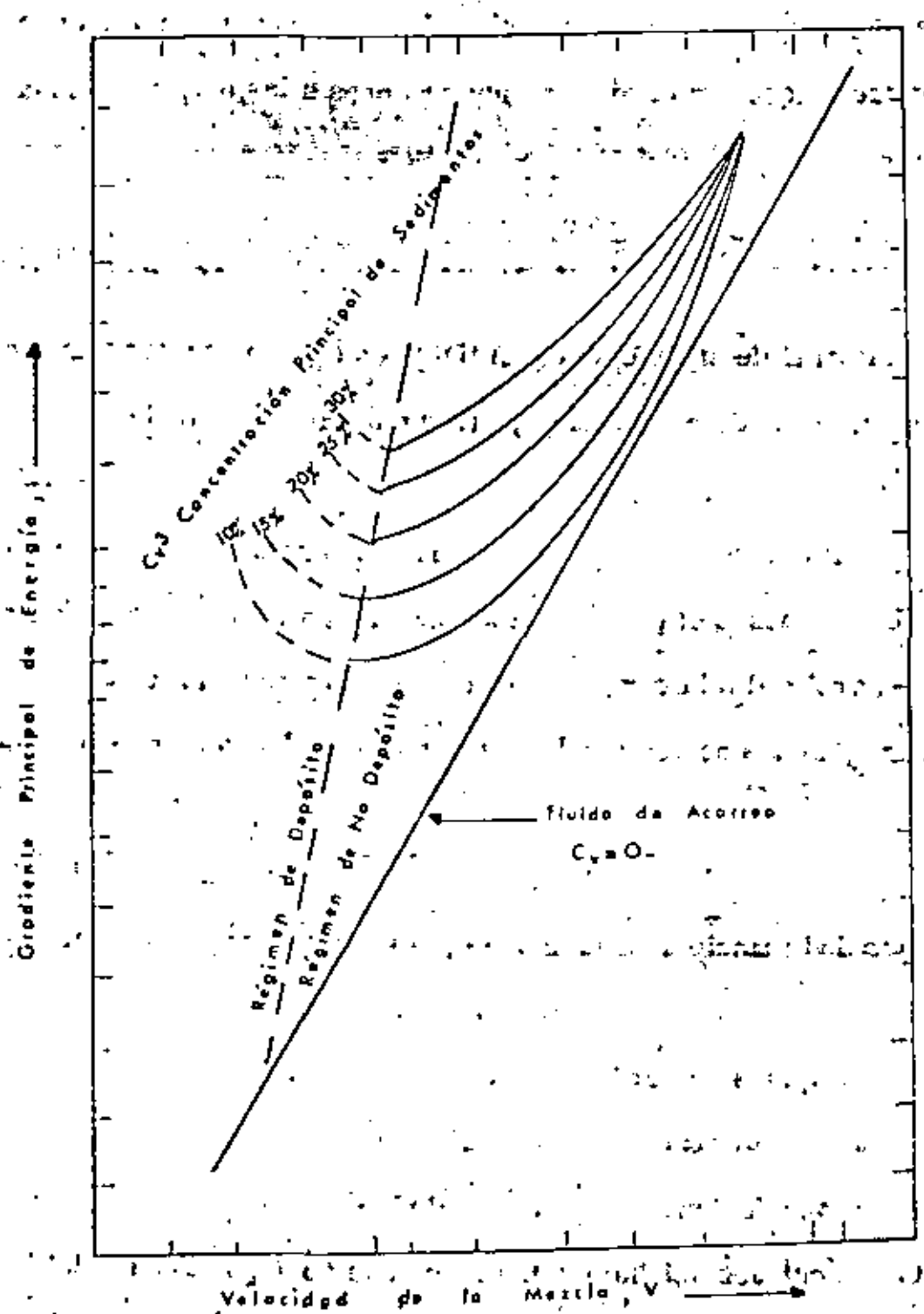

Cv3 Concentración Principal de Sedimentos
10x
15x
20x
25x
30x
Régimen de Depósito
Régimen de No Depósito
Fluido de Acarreo
Cv=0
Gradiente Principal de Energía, i
Velocidad de la Mezcla, V

Figura 5-3

en un flujo netamente turbulento la pérdida de carga es proporcionar al cuadrado de la velocidad. Es conveniente notar que hay una pérdida de carga mínima para cada concentración de mezcla ocurre a una determinada velocidad. Esta velocidad ha recibido varios nombres de acuerdo a cada investigador y son como velocidad límite de depósito, o velocidad económica, velocidad crítica.

La ecuación de energía entre 2 puntos a una distancia:

$$(P_1/\ ) + (V_1^2/2g) + Z_1 = (P_2/\ ) + (V_2^2/2g) + Z_2 + h_1$$

En donde = coeficiente energía cinética

h_1 = pérdida de carga en ft (m)

= peso específico

= presión

El coeficiente de energía cinética depende de la variación en la velocidad sobre la conexión del tubo. El coeficiente para un flujo laminar en un tubo circular.

En donde es conveniente tomar en cuenta el valor = 2

Así tendremos que:

$$h = (P_2 - P_1)/ + (V_2^2 - V_1^2)/2g + Z_2 - Z_1$$

En un tubo horizontal para una descarga constante la ecuación se reduce a:

$h = (P_2 - P_1)/$

Pérdida de Carga por Fricción.

En un flujo turbulento la fricción es afectada muy poco por la viscosidad, pero la carga disponible decrecerá la carga de fricción como el porcentaje de material se incremente. Una ecuación familiar para la pérdida de carga en tuberías que transportan agua es la de Darcy-Weisback.

$$H = (f)\ \frac{(L)\cdot(V^2)}{(d)\ \ (2g)} \qquad \ldots\ldots (1)$$

En donde:

H = pérdida de carga en pies de agua (m agua).

L = longitud del tubo en pies (m)

d = diámetro interior tubo en pies (m).

V = promedio de la velocidad del agua en pies/seg.

m/seg.

f = factor de fricción generalmente considerado por algunos autores que varía con la velocidad.

Está en función del número de Reynolds

g = aceleración de la gravedad en pies/seg^2.

Si la velocidad del flujo es tan baja que el material se comportará en forma de cama deslizante (duras, rizos) saltación, esta ecuación no es aplicable.

Es generalmente aceptado que el factor de fricción (f) sea indepen-

diente de la mezcla en los sistemas de dragado. Esto es que permanecerá igual para un flujo con mezcla de agua y material que el de para un flujo de agua clara.

Otra ecuación comunmente asociada con la fricción de agua clara es la de William y Hazen.

$$H = (0.2083)\ \frac{100}{C}^{1.85}\ \frac{Q^{1.85}}{d^{4.8655}} \qquad \ldots\ldots (2)$$

donde:

H = carga de fricción en pies de agua (m agua) por 100 pies de tubería.

d = diámetro de la tubería en pulgadas

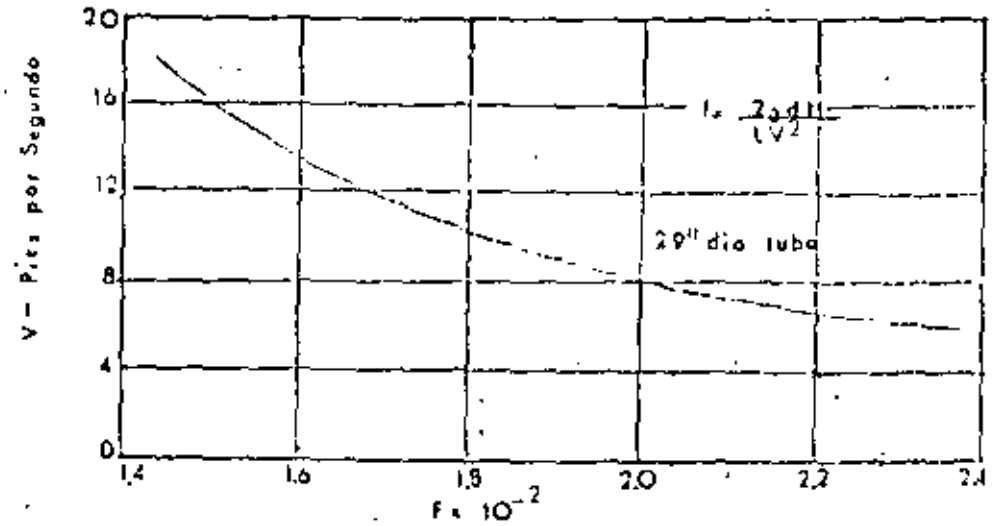
Q = gasto en GPM

C = constante que depende de la rugosidad de la tubería.

La ecuación (1) es más práctica. Muchos ingenieros e investigadores consideran que el exponente de 2 en la ecuación (1) es demasiado alto. Por lo que un valor de 1.75 ha sido propuesto. En donde el valor de 1.75 ha sido usado, se ha encontrado que el valor de fricción (f) se vuelve constante en un valor de 0.0280 aplicado a las mezclas de dragado. La ecuación (1) se convierte en:

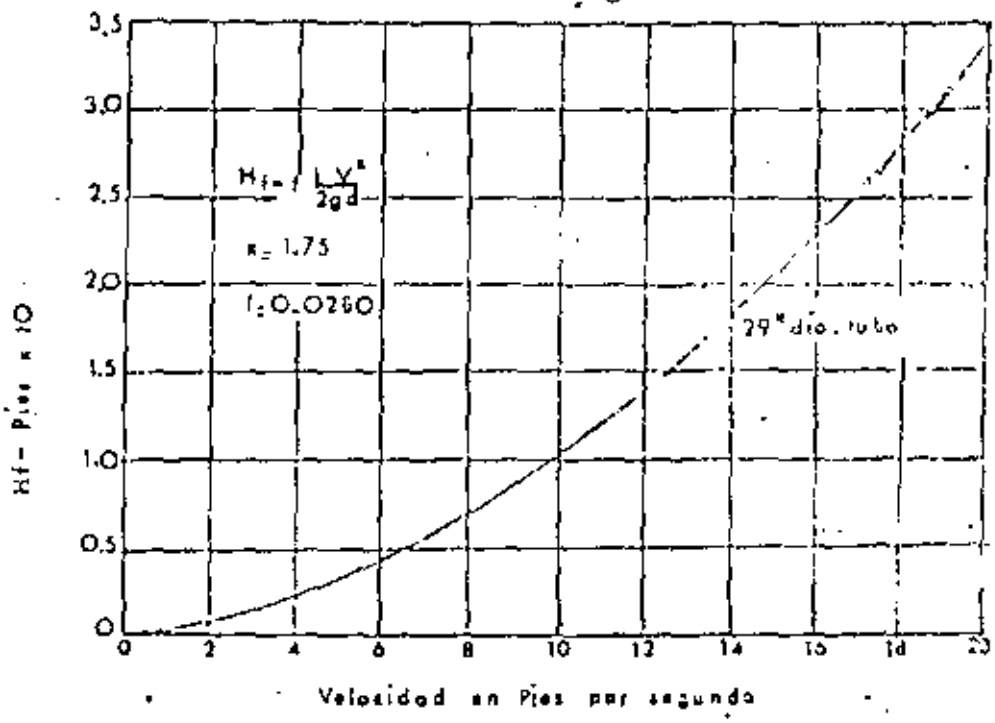
$$H = (0.0280)\ \frac{(L)}{(d)}\ \frac{(V^{1.75})}{(2g)}.$$

La figura 5.4 nos muestra valores de (f) obtenidos de aplicar la fórmula (1) en la cual el valor de fricción (f) es variable dependiendo de la velocidad.



FACTOR DE FRICCION COMO A UNA FUNCION DE VELOCIDAD

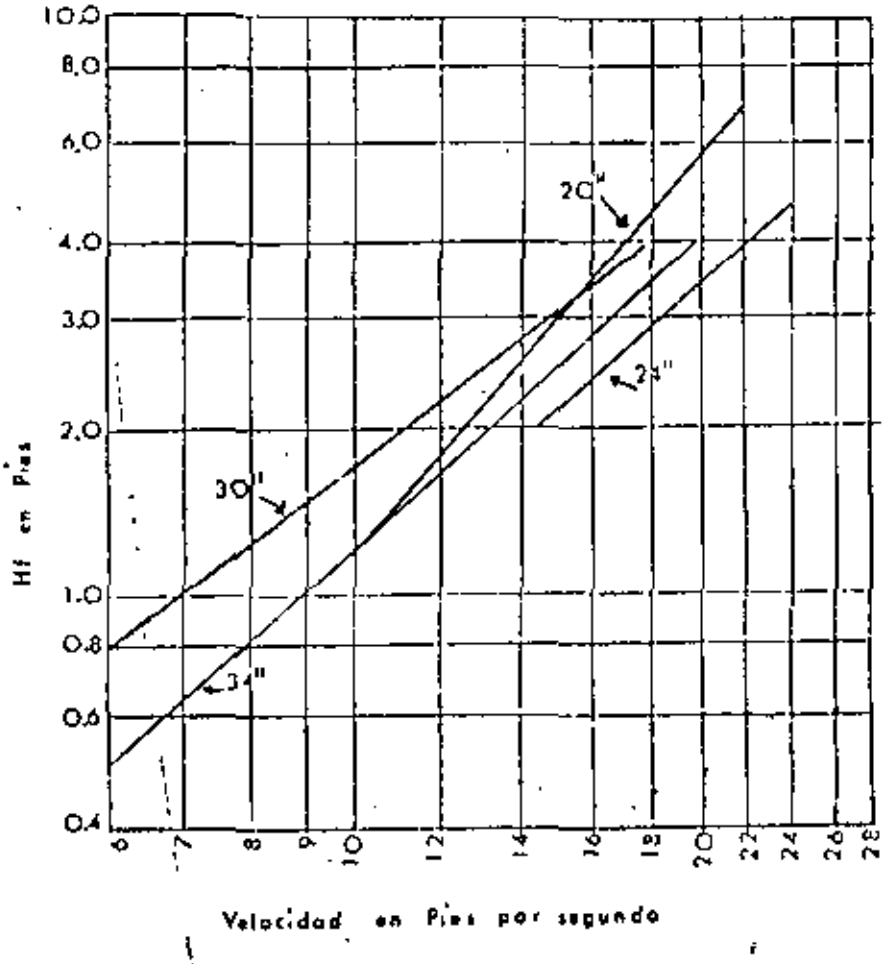
Figura 5-4



PERDIDA DE CARGA COMO A UNA FUNCION DE VELOCIDAD

Figura 5-5

La figura 5.5 muestra pérdidas de carga relacionadas a la velocidad cuando usamos la ecuación (3)



PERDIDAS DE CARGA EN UNA TUBERIA DE DRAGADO

La figura 5.6 muestra las pérdidas de carga para distintos diámetros de tubería en función a la velocidad.

Hay otros valores de la ecuación (1) que han sido sugeridos. Uno de ellos es un exponente de velocidad de 1.830 y un exponente del diámetro de 1.170.

También se han calculado valores del factor de fricción de acuerdo al número de Reynolds y viscocidad y rugosidad del tubo.

Pero el adaptar estas ecuaciones a los sistemas de dragado no se ha hecho el suficiente trabajo en estudiar los efectos de material en las ecuaciones para agua clara y determinar o predecir los cambios efectuados, mucho más trabajo se tiene que hacer, a la fecha se han hecho estudios para determinar velocidades críticas pérdidas de fricción en tubos de $1^{1/2}$ y 2" de acarreando arena fina pero los resultados on todavía teóricos y de poca aplicación a sistemas reales de trabajo.

Es generalmente aceptado que el incremento en carga en un sistema de dragado es dependiente de las pérdidas de fricción más el porcentaje de material en la mezcla. Modificando la ecuación de Darcy-Weisback, para tomar esto en cuenta una aproximación más cercana del cálculo de pérdidas que puede ser obtenido.

Como el porcentaje de material en la mezcla es directamente afectado por la gravedad específica de la mezcla, multiplicando la ecuación modificada de Darcy-Weisback por la gravedad específica de la mezcla nos da:

$$H = (s6)\ (f)\ \frac{(L)}{(d)}\ \frac{(V^{1.75})}{(2g)}$$

Donde:

s6 = gravedad específica de la mezcla

f = (0.028)

Los otros han sido definidos

De acuerdo a la experiencia en campo se ha encontrado que una aproximación cercana de los efectos de la fricción en las mezclas agua-material en líneas de dragado pueden ser obtenidas de la ecuación modificada de Darcy-Weisback.

Pérdidas por Juntas

La ecuación de pérdida de carga mencionada anteriormente es aplicable a secciones rectas de tubería. Cuando hay curvas, codos, juntas, reducciones u otro tipo de irregularidades en la línea adicional de carga se presentará en la línea.

Hay dos variables que hay que considerar para encontrar las pérdidas debidas a curvaturas (fig. 162), el radio y el grado de curvatura. Una aproximación de las pérdidas por curvatura se puede obtener de la ecuación familiar.

$$H = K\ V^2/2\ seg$$

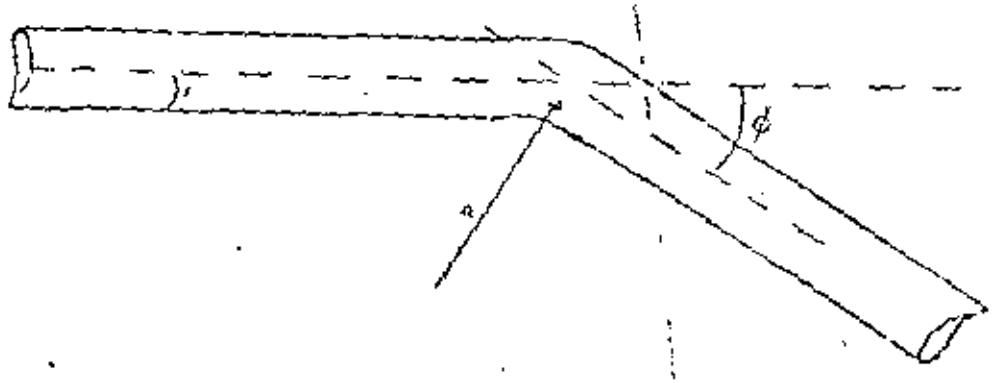
Para determinar la K se usa la siguiente fórmula:

$$K = (0.131) + (1.847)\ \frac{r}{R}^{3.5}\ \frac{}{180}$$

R = radio curvatura en pies

r = radio tuberías pies

= grado de la curvatura en grados decimales



Parámetros de una Curva del Tubo

Figura 5-7

Si se desea obtener directamente las pérdidas en pies de tubería - dejamos L_t = longitud adicional a la longitud actual L_1 y (f) otra constante, tendremos:

$$L_t = \frac{(D)}{(4)} \frac{(K)}{(f)} \qquad \ldots\ldots (4)$$

En donde el valor de la constante (f) para tubería de 6 a 10" de diámetro deberá ser de 0.006, para tuberías de 12" a 18" es 0.005 y para tuberías de 20" en adelante es 0.004.

Pérdidas por válvulas de chapaleta se incrementan proporcionalmente al tamaño de la tubería. Una buena aproximación de las pérdidas pueden ser obtenidas multiplicando el diámetro de la tubería en pies por 6.5 para obtener la longitud equivalente de tubería.

Las pérdidas por ball-joints pueden obtenerse mediante la fórmula:

$$H_b = \frac{c\ V^2}{2g} \qquad \ldots\ldots (5)$$

$$c = 0.10$$

Pérdidas de energía acompañando un decremento de velocidad son siempre mayores que aquellas acompañadas por un incremento de la velocidad. Por consiguiente las pérdidas de carga serán mayores cuando se presente una expansión súbita en el sistema hidráulico.

Uno de los más comunes y familiares cambios en el tamaño en un sistema de dragado son las juntas tipo carnero (tapered end) para conexiones en la línea de tierra. Aquí se presenta una contracción súbita o expansión, dependiendo de como esté conectada de la tubería.

La pérdida de carga por una expansión súbita puede ser hasta 10 veces mayor que en una contracción súbita, cuando la junta es río arriba (contracción súbita) fig. (163), la pérdida de carga será:

$$Hx' = \frac{(V2 - V1)^2}{2g}\ C_1 \qquad \ldots\ldots (6)$$

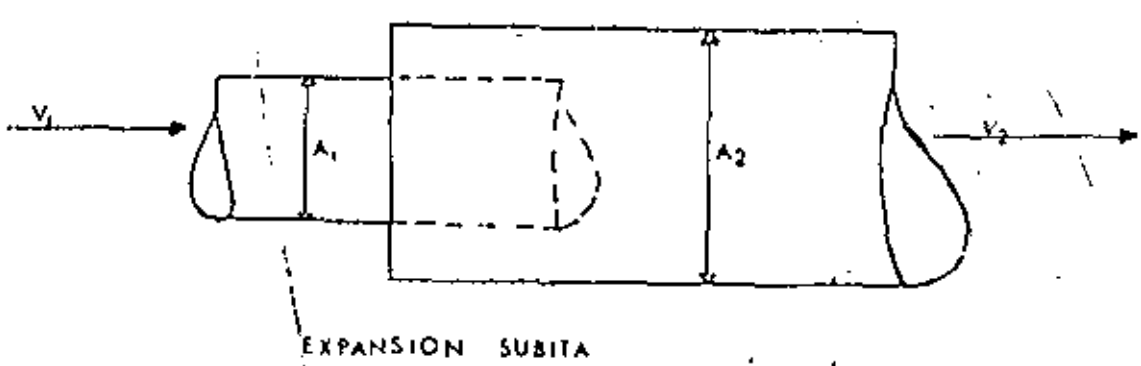


Figura 5-8

Donde:

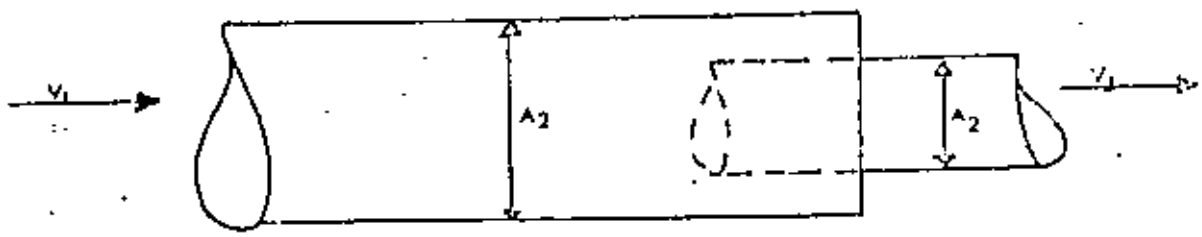
V_1 = Velocidad de entrada pies/seg.

V_2 = Velocidad de salida pies/seg.

g = aceleración de la gravedad pies/seg^2.

C = 0.4 a 0.3

Cuando la junta es río abajo (contracción súbita), las pérdidas de carga en cada junta se calcularán usando la fórmula sustituyendo C_2 por $C_1 = 1$



CONTRACCION SUBITA Figura 5-9

Como ejemplo de como las pérdidas se incrementan teniendo la conexión río abajo más que río arriba considerando una tubería de la playa de 20" de diámetro conectada a una de 18" de diámetro.

Estas dimensiones nos dan un incremento del área de

$$123: \frac{10^2}{9^2} = 1.23$$

consecuentemente un decremento de la velocidad de 0.187. Asumiendo que la velocidad V_1 = 20 pies/seg, la velocidad V_2 de expansión será de (20) (.813) = 16.26 pies/seg.

Las pérdidas de la junta río abajo será:

$$Hx = \frac{(20 - 1626)^2}{64.4} = 0.22 \text{ pies}$$

Con 400 juntas se tendrá 88.6 pies de pérdidas de carga.

Por otro lado con la conexión río arriba:

$$Hx = (0.22)\ (0.4) = 0.09$$

Con 400 juntas se tendrá 35 pies de pérdida de carga.

Por consiguiente puede parecer que la línea de tierra debe estar conectada con juntas de reducción desde el punto de vista hidráulico.

Existe también un mal entendido, pues algunos piensan que cuando tramos de tubería de distintos diámetros son conectados, la conexión río arriba deberá ser la menor. Esto ocasionará que las condiciones de flujo sean malas.

Carga Dinámica total.

La carga dinámica total es la suma algebraíca de todas las cargas individuales en el sistema de bombeo y es usualmente expresada en pies de agua (m de agua). Estas cargas empiezan en la succión y continúan a través de la descarga como siguen:

A.- Carga total de succión.- La carga total de succión es la carga necesaria para vencer la carga de entrada a la succión, carga estática de succión, la carga de velocidad de succión y la carga por fricción en la succión, y es la suma algebraíca de estas 4 cargas, solamente la carga estática en la succión puede ser negativa, las otras 3 son siempre positivas.

1.- Carga de entrada a la succión.- Las pérdidas de carga en la entrada de la succión son generalmente bajas y comparadas con las otras pérdidas del sistema pueden ser despreciadas. Las pérdidas de carga por entrada en la succión se calculan usando la siguiente fórmula:

$$He = Ke \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

He = pérdida carga por entrada en la succión en pies

V = velocidad succión pies/seg

g = aceleración de la gravedad en pies/seg^2

Ke = coeficiente de entrada. Para una entrada de campana, la cual es la más recomendable Ke = 0.04

Entrada redondeada Ke = 0.23

Entrada tipo boca tiburón Ke = 0.50

Como puede verse de estos coeficientes la entrada de succión debe acercarse lo más posible a una tipo campana para tener menores pérdidas.

2.- Carga estática de succión.- Es la carga estática de succión (Hss) es la distancia vertical en pies (m) entre la superficie del agua y el centro de la bomba. Puede ser negativa o positiva dependiendo de la localización del centro de la bomba, ya sea arriba o abajo de la superficie del agua.

Para determinar la carga estática, la siguiente fórmula puede usarse:

$$Hss = SG_1B - SG_2C$$

Donde:

Hss = carga estática de succión en pies de agua

C = distancia entre la entrada de succión y la superficie del agua.

B = distancia entre el centro de la bomba y la entrada de la succión.

SG_2 = gravedad específica del agua sobre la que el agua está trabajando.

SG_1 = gravedad específica de la mezcla que está siendo bombeada.

Si la Hss resulta negativa como sería en el caso en que el centro de la bomba esté por debajo de la superficie del agua debe ser sustraída de la suma de las otras cargas del sistema de succión para obtener el valor real de las cargas por succión.

Pero la densidad y la cantidad de material bombeado puede volverla positiva particularmente cuando el centro de la bomba está muy cerca de la superficie del agua.

Cuando la carga es positiva hay que sumarla a las otras cargas.

3.- Carga de velocidad en la succión.- La carga de velocidad en la succión (Hsv) es la carga equivalente a través del agua que tiene que caer para adquirir la velocidad que tiene en la succión; es por consiguiente la carga que debe desarrollarse para crear la velocidad en la succión.

En un tubo a través del cual una cantidad de fluído está corriendo

la velocidad es $V = Q/A$ en donde:

V = velocidad del flujo en pies/seg

Q = gasto en pies^3/seg

A = área tubo por pies^2

Así un cuerpo que cae tendrá la velocidad $V = 2g\ s$ de acuerdo a la ley de la gravedad, en donde:

V = velocidad pies/seg

g = aceleración de gravedad pies/seg^2

s = distancia de caída en pies

Por consiguiente la carga de velocidad en la succión será:

$$Hsv = \frac{V^2}{2g}$$

Usualmente esta carga es baja, pués la velocidad en la succión es baja. Cuando el flujo es de mezcla la carga se calcula:

$$Hsv = \frac{SG\ (V^2)}{(2g)}$$

en donde SG = gravedad específica de la mezcla.

4.- Carga por fricción en la succión.- La carga para vencer la fricción es llamada carga por fricción (Hsf).

La carga por fricción en la succión puede ser obtenida mediante la ecuación modificada de Darcy-Weisback.

$$Hsf = (SG)\ (f)\ \frac{(L)\ (V)^{1.75}}{(d)\ (2g)}$$

Donde:

Hsf = carga por fricción en pies

L = longitud equivalente de tubo de succión en pies

d = diámetro interior del tubo en pies

V = velocidad de la mezcla bombeada pies/seg

g = gravedad específica pies/seg^2

f = 0.028

Datos:

Vs = 15 pies

PD = 30'

PD = 60'

% sólidos = 20% $\qquad$ $SGm = \frac{120}{62.4} = 1.92$

SG = 120 lb/pies^3 $\qquad$ $SGa = (1.92 - 1.03)\ .20 + 1.03$

Pérdida de carga:

$$Hv = SG\frac{Hv}{2g} = 1.21 \times \frac{(15)^2}{64.4} = \frac{1.21 \times 225}{64.4} = 4.23$$

B.- Carga total en la descarga

La carga total en la descarga es la suma de las cargas estática, velocidad, fricción en el sistema de descarga.

1) Carga Estática en la Descarga.- La carga estática en la descarga (Hds) es la obtenida usando un método similar al utilizado para determinar la carga estática de succión; esto es la distancia vertical en pies de

agua entre el centro de la línea y el punto de descarga. La densidad del material que está siendo bombeado debe tomarse en cuenta para obtener un valor real de esta carga. La gravedad específica multiplicada por esta distancia nos dará la carga estática en la descarga.

2.- Carga de Velocidad en la Descarga.- La carga de velocidad en la descarga (Hdv) es la definida exactamente como la carga de velocidad en la succión.

En términos simples es la carga creada por la bomba (siendo la carga de salida menos la carga de entrada) y es proporcional al radio de los diámetros de la succión y descarga de la bomba; si la succión y la descarga son de igual diámetro, la carga de velocidad en la descarga será cero.

Puede ser obtenida de la siguiente forma:

$$Hdv = \frac{SG\ (Vd^2 - Vs^2)}{2g}$$

Donde:

Hdv = carga de velocidad en la descarga en pies de agua.

Vd = velocidad de la mezcla en la descarga pies/seg.

Vs = velocidad de la mezcla en la succión pies/seg.

g = aceleración de la gravedad pies/seg^2

SG = gravedad específica de la mezcla.

3.- Carga por Fricción en la Descarga.- La carga por fricción en la descarga (Hdf) es la carga requerida para vencer las pérdidas por fricción en la descarga.

Se obtiene por la ya conocida fórmula $Hdf = F \frac{(L)\ (SG)\ (V)^{1.75}}{d\ (2g)}$

Para determinar la longitud equivalente en la línea de descarga se multiplica por (1.3) ó 1.5 para corregir las pérdidas adicionales por fricción causadas por ball jounts y codos en la línea flotante.

La longitud de la línea de tierra se multiplica 1.1 para corregir las pérdidas por fricción ocasionadas por las juntas.

A continuación desarrollaremos un ejemplo del cálculo de la distancia máxima de tiro y la producción de una draga de 24" de diámetro de succión y de 20" de diámetro de descarga con 1 700 HP de potencia en la bomba.

Lugar de trabajo río Nautla

condiciones del trabajo

a) Distancia máxima del tiro 1 300 m.

línea flotante 300 m.

línea de tierra 1 000 m.

b) Carga estática 15' 5 m.

c) Profundidad de dragado a) 30' (10 m)

b) 60' (20 m)

d) Espesor del manto 15 m. 45'

e) Tipo de material. Arena gruesa, medianamente compactada mezclada con arcilla blanda y boleo

f) Concentración promedio de sólidos 20%

g) Carga dinámica de la bomba 225 pies

h) Factor de material 1.3

Sol.

Cálculo del peso específico de la mezcla:

$$SG = (SG - SG_w)\ \%\ \text{sólidos} + SG_w$$

$$SG = (2.6 - 1.03).20 + 1.03$$

$$SG = 1.3$$

Cálculo de las cargas hidráulicas máximas disponibles conforme al caballaje y a la capacidad dinámica de la bomba.

$$BHP = \frac{GPM \times TDH \times SG}{3960 \times Ef}$$

BHP = caballo de potencia = 1 700

THD = carga dinámica

SG = peso específico de la mezcla = 1.3

3960 = factor = 3960

Ef = eficiencia de la bomba 60%

$$TDH = \frac{HP \times 3960 \times Ef}{GPM \times SG} = \frac{1700 \times 3960 \times 0.6}{1.3 \times GPM}$$

$$TDH = \frac{3107076.92}{GPM}$$

Por lo tanto la TDH

Para 10 000 GPM = 3107076.92 10 000 = 310 pies de carga hidráulica

Para 12 000 GPM = 3107076.92 12 000 = 258 pies de carga hidráulica

Para 14 000 GPM = 3107076.92 14 000 = 221 pies de carga hidráulica

Para 16 000 GPM = 3107076.92 16 000 = 194 pies de carga hidráulica

Para 18 000 GPM = 3107076.92 18 000 = 172 pies de carga hidráulica

La máxima carga hidráulica que se puede disponer es la de la bomba = 225 pies.

GPM	DIAMETRO DESCARGA	VELOCIDAD DESCARGA	FACTOR FRICCION C/100 PIES	CARGA SUC-- CION	CARGA SUC-- CION	CARGA VEL. de CARGA	CARGA ESTA- TICA
10 000	20"	11.5	1.7	13.45	22.45	2.67	19.5
12 000	20"	13.8	2.44	15.20	24.28	3.81	19.5
14 000	20"	16.2	3.29	17.50	26.50	5.25	19.5
10 000	20"	18.5	4.26	19.89	28.50	6.85	19.5
18 000	20"	20.8	5.35	22.59	31.60	8.65	19.5

xx Carga Succión = Hos + Hfs = $\frac{SGV^2}{2g} + PD\,(SG_m - SG_w) + \frac{F\,L\,(SG)\,(V)^{1.75}}{(d)\quad(2g)}$

1 = 30

2 = 60

xxx Hud = $\frac{SG\ V^2}{2G}$

xxx Hsd = SGD

CON PROFUNDIDAD DE 10 m.

GPM	CARGA DESP. BOMBA	MENOS	QUEDA CARGA	DIVIDO ÷	DIVIDO ÷	DESTINO EN PIES	DESTINO EN M.
10 000	225	35.62	189.40	135.30	1.7	7957.15	2652.0
12 000	225	38.60	186.40	133.15	2.44	5468.85	1822.0
14 000	221	42.25	178.75	127.7	3.29	3880.	1293.3
16 000	194	46.24	147.76	105.55	4.26	2477.46	825.8
18 000	172	50.73	121.27	86.80	5.35	1619.	539.67

GPM	CARGA DESP. BOMBA	MENOS CARGA Hs.Hud,	QUEDA PARA	DIVIDIENDO	DIVIDIENDO	MAX. DIST.	MAX. DIST.m.
10 000	225	44.62	180.40	128.84	1.7	7578.82	2526.30
12 000	225	47.60	177.40	126.72	2.44	5193.44	1731.15
14 000	221	51.15	169.75	121.25	3.29	3685.41	1228.5
16 000	194	54.85	139.15	99.40	4.26	2333.10	777.70
18 000	172	59.80	117.30	80.20	5.35	1498.80	500

PRODUCCION REQUERIDA 380 m^3/

GPM x (Factor conversión) = M^3 x concentración = M^3 mat/x El draga

= M^3/14 000 x 0.227 3178 x 0.20 = 635.6 x 0.60 = 381 m^3/

Dragando a una profundidad de 30' (10 m) la máxima distancia de tiro serán 1 300 m. obteniendo la producción deseada.

Pero cuando dragamos a 60' (20 m) de profundidad la máxima distancia de tiro con un gasto de 1 400 GPM será de 1 230 m, que es menor que la distancia de proyecto por lo que tendremos que bajar la velocidad del flujo para alcanzar más distancia; por otro lado la concentración de sólidos baja pués la escala estará trabajando a mayor ángulo de inclinación y el material cortado o aflojado es menor bajando la concentración.

Concluímos que a mayor profundidad de dragado menor velocidad de flujo y menor concentración de sólidos en la mezcla por lo tanto baja nuestra producción.

Q = A V promedio sólidos = Producción

A medida que la profundidad de dragado aumenta, la producción decrece de manera exponencial.

CAPITULO VI

LA PRODUCCION MAXIMA VARIA EN RAZON DEL AREA DEL TUBO DE SUCCION (LINA CORTA)

/36

Una bomba de dragado es un implemento que evacua lo que recibe. La única fuerza de que se dispone para empujar la mezcla a una bomba de -- dragado, es la Presión Barométrica. El diseño de la bomba barométrica es tal vez el aspecto más crítico de la draga, pues si la bomba de la draga funciona más rápido de lo que la línea de succión puede llevar de mezcla, se -- producirá cavitación.

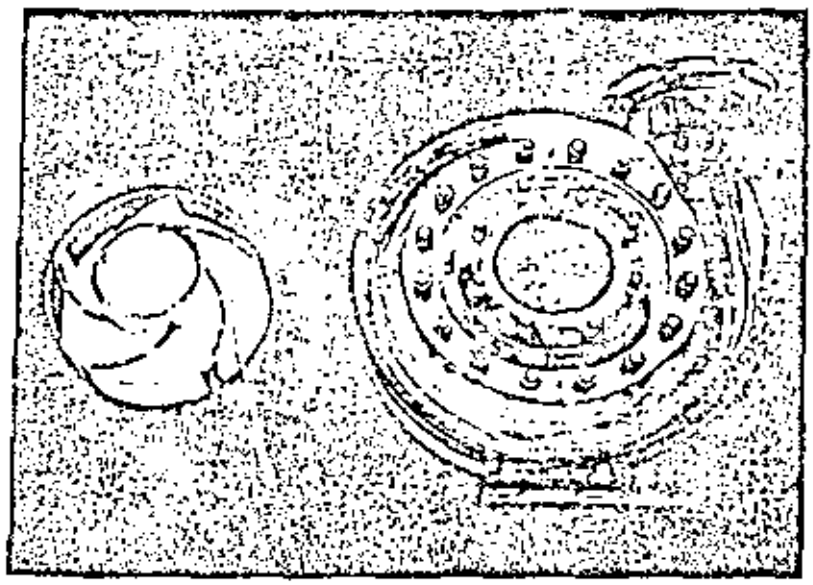


Figura 7-1
Impulsor y Carcasa de PLEXI GLASS

Un análisis de la ecuación hidráulica básica $h = V^2/2g$ demuestra que ha varía en razón de V^2 y V varía en la razón de la raíz cuadrada de h.

Debido a que la única carga h de que disponemos para forzarla a -- través del tubo de succión es la presión barométrica de la mezcla (constante al nivel del mar; la velocidad máxima es una constante).

Por lo que Flujo = Velocidad (constante) por Area del flujo y por lo tanto la producción varía a razón del área de succión.

$h = 14.72$ lb/m

pero se aprovechan 5/6 de la presión atmosférica

$h = 12.3$ lb/pulg^2 = 12.3 x 2.31 = 28.3 pies de carga

$$h = \frac{V^2}{2g}$$

$$V = h \quad 2g = 28.3 \times 64.4 = 42. \text{ pies/seg.}$$

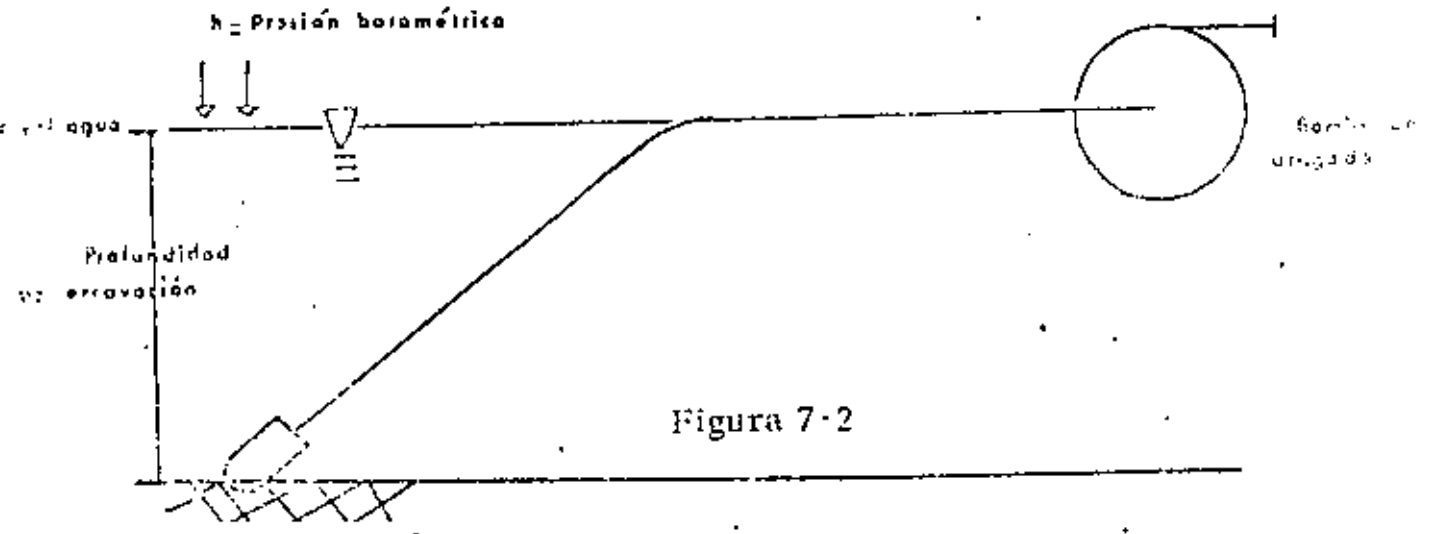


Figura 7-2

$$h = \frac{V^2}{2g} \quad \text{eliminando la constante } 2g$$

$$h \quad V^2 \quad o \quad V$$

Debido a que h es la presión barométrica y una constante y V es -- constante del flujo A.

La velocidad del flujo en la succión es dada por la bomba, pero - - nunca será mayor de la dada por la presión barométrica.

En la gráfica No. del Capítulo VI se puede ver claramente la influencia del diámetro de la succión en el incremento de la producción.

CAPITULO VII

LA LONGITUD DEL TUBO DE DESCARGA VARIA EN RAZON DE LOS HP DE LA BOMBA

Un análisis de la ecuación de potencia (HP muestra que ya que el gasto en GPM es una constante a una profundidad de excavación y velocidad dadas, y que como la eficiencia de la bomba es constante a un gasto dado los HP varían según la carga H y que a su vez ésta varía con la longitud del tubo de descarga, por esto es que la potencia en HP determina no una producción máxima, sino que tan lejos puede bombearse.

Si se necesita bombear a una distancia mayor debe añadirse una bomba auxiliar (booster) o reducir el porcentaje de sólidos o disminuir el gasto:

$$HP = \frac{GPM \times SG \times H}{3960 \times Ef}$$

Eliminando todas las constantes e ignoarando las pérdidas por succión que son relativamente pequeñas tenemos:

HP H Longitud de la línea

Volviendo al ejemplo desarrollado en el capítulo V, tenemos que con 16 000 GPM y con una concentración promedio de 20% de sólidos bombeamos a una distancia de 777.70 m. con una profundidad de excavación de 20 m (60).

Si tenemos una concentración del 10% tendremos una gravedad específica: SG = (2.6 - 1.03) 0.10 + 1.03 = 1.19

GPM	Desc.	Vel. descarga	carga succión	carga vel. d	carga bomba
16 000	2 D"	18.5	17.71	17.85	194

Menos Hs+Hlv+Hl	Carga H2O	dividido MA 1.4	dividir Fac. Fricc.	distancia Máx. pies	dist. máx. metros
41.88	152.12	108.66	4.26	2 550.64	850

Vemos que con el mismo gasto en GPM nos dá una distancia de bombeo de 850 m.

A un gasto constante en GPM, para obtener mayor distancia de bombeo necesitamos aumentar nuestro caballaje en la bomba, para lograrlo es necesario instalar una o más bombas auxiliares o en serie (boosters).

La bomba auxiliar puede ser instalada:

Si se bombea a una distancia más allá del límite (fig. 2 punto de trabajo A). Se imponen medidas convenientes para evitar la sedimentación

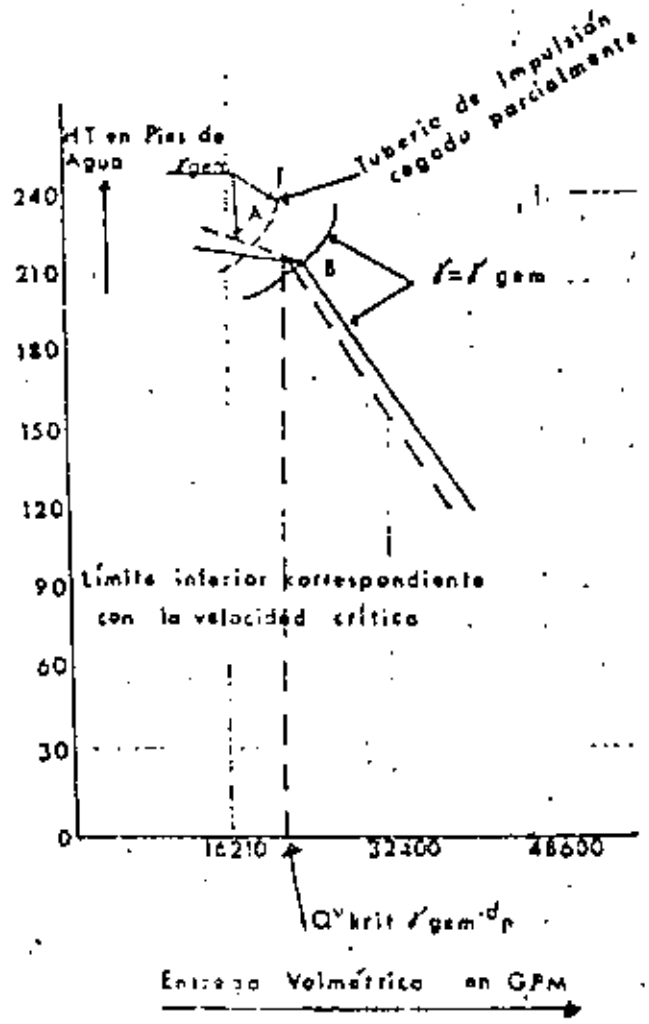

HT en Pies de Agua
Tubería de Impulsión cegada parcialmente
A
B
γ=γ gem
240
210
180
150
120
90
60
30
0
Límite inferior correspondiente con la velocidad crítica
16210
32300
48600
Q' krit γ gem·d p
Entrada Volumétrica en GPM

Figura 7-1

de los productos sólidos en la tubería. El trabajo bajo el nivel crítico inferior sobre todo si se trata de productos menos finos hasta gruesos, es muy peligroso pudiendo taparse la tubería. El único remedio para evitar este problema, es el de disminuir el peso específico de la mezcla entrando más agua de dilución hasta que la bomba trabaje por encima del nivel crítico (fig. 2 - punto B). Claro está que el peso específico reducido corresponde con una disminución de la producción.

Este método de disminuir el peso específico de la mezcla, con más agua de dilución, puede emplearse solamente con una longitud determinada de exceso, más allá de la distancia máxima (parte 111 de la fig. 3 de la producción). Esta solución se acepta generalmente aún con desgano la menor producción o al contrario una de las medidas más convenientes es la de instalar un grupo de reimpulsión en la tubería.

Las consideraciones anteriores muestran que no siempre resulta menester un grupo de reimpulsión si debe trabajarse con una tubería muy larga. El plazó total del trabajo, la producción total por la tubería excesiva, la longitud de la tubería más allá del límite y la producción mayor con interven

ción del grupo de reimpulsión (comparada con la del sin el grupo) son factores importantes para la decisión si se debe instalar un grupo de reimpulsión.

Para esta decisión debe tenerse presente una comparación del costo relacionado con la producción, para las distancias cuyas curvas de resistencia tienen intersecciones con las características de la bomba, sin grupo auxiliar, así como las características de la instalación total de bombeo, es decir con el grupo auxiliar acoplado en serie. En esta comparación tienen un papel no sólo los gastos fijos y los del funcionamiento del equipo auxiliar de reimpulsión, sino también el mayor desgaste debido la producción incrementada en materias sólidas, conseguidas por unidad de tiempo con la misma distancia de impulsión, mediante la instalación de un grupo auxiliar.

Muchas veces la distancia de impulsión, más allá de la distancia máxima nominal de instalación, se ampliará tanto que la única posibilidad de conseguir una producción conveniente es la de instalar un grupo de reimpulsion (o algunos grupos):

GRUPOS DE REIMPULSION

Hay grupos de reimpulsión flotantes y terrestres. Los grupos flotantes pueden emplearse, según permita la situación en una tubería flotante así como en una terrestre. Es costumbre de instalar el grupo al final de la tubería flotante. El lugar del grupo en una tubería terrestre se determina según la necesidad que haya de atravesar canales, ríos, lagos, etc.

Muchas veces el grupo flotante es una draga estacionaria flotante transformada. Un grupo terrestre se compone las más de las veces de una

bomba con su motor de accionamiento, ambos montados sobre una cimentación tipo trineo, aunque grupos pequeños a veces son rodantes. Normalmente el grupo terrestre se protege de la intemperie con una caseta dotada de puertas y ventanas, etc. Algunas veces un grupo terrestre se emplea como flotante, después de situar la base de soporte (trineo) en un pontón de tamaño conveniente.

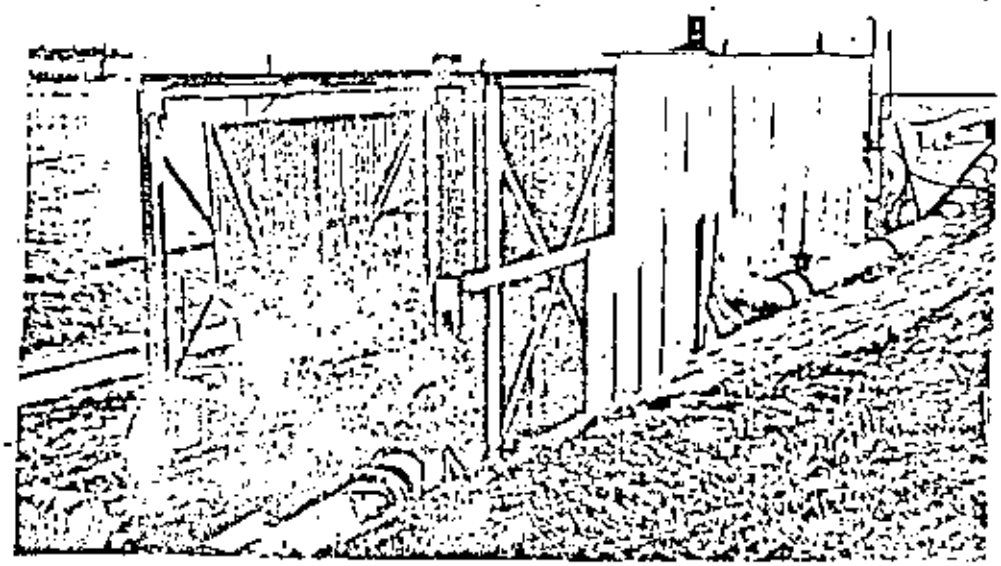


Figura 7-2
GRUPO
DE
REIMPULSION

TIPO PREFERIDO DEL GRUPO.

Supongamos una draga de succión, con un grupo de reimpulsión instalado en la tubería. Para establecer el tipo de grupo debe conocerse las características de la instalación de bombeo de la draga y cinco detalles importantes para conseguir la armonía del conjunto, es decir:

1) Las características de las bombas
2) Los acoplamientos a la tubería de succión y de impulsión
3) El paso de la bomba del grupo y el de la draga
4) El lugar del grupo en la tubería de impulsión
5) El gobierno del grupo de impulsión.

1, 2, 3) Una buena instalación de bombeo comprende algunas bombas equivalentes, tanto en su funcionamiento como en el paso, muchas veces una instalación se compone de bombas idénticas acopladas en serie. Si se debe instalar un grupo de reimpulsión su bomba casi siempre difiere de la bomba de la draga. Por ello será necesario adaptar el grupo a la bomba de la draga. Estas adaptaciones pueden imponer el uso de otro impulsor u otra bomba en el mismo grupo disponible.

4) Para que la última bomba no produzca una presión demasiado alta debe disponerse una distancia determinada entre la draga y el grupo final, limitándose la presión de entrada del grupo y así la presión de salida final.

De esta manera no es necesario emplear una bomba extraordinaria y otros equipos extraordinarios, como válvulas, tuberías flotantes y terrestres. Resulta que la resistencia o sea la distancia entre la draga y el grupo siempre debe tener un valor suficiente para realizar esta baja presión de entrada y la presión final conveniente.

Por otra parte debe evitarse que el grupo de reimpulsión se ponga a aspirar teniendo muy baja la presión de entrada. Debe en lo posible evitarse golpes de agua con sus efectos perjudiciales al proceso de dragado.

5) Discontinuidades en la entrega de la mezcla al grupo de reimpulsión puede provocar vacíos. Este vacío dá por resultado más aceleraciones en el transporte de la mezcla delante de la bomba del grupo, asimismo, con una mezcla considerablemente insuficiente se forman cavidades.

La mezcla transportada más allá de la bomba será frenada en la tu

bería de descarga, luego de incrementarse la cantidad de mezcla aspirada, se producen delante del grupo de reimpulsión grandes aceleraciones de la mezcla; por consiguiente hay fuertes choques entre la masa transportada y en donde codos, válvulas y en la misma bomba de reimpulsión.

Además de ello pueden producirse enormes golpes de agua en los encuentros del chorro acelerado, alcanzado y del chorro retrasado. Hasta en las maniobras de poner en marcha y de parar la instalación entera con agua se impone un proceso determinado de gobierno del grupo aixiliar para evitar golpes de agua.

Los efectos de los choques y golpes de agua pueden ocasionar la pérdida de una tubería de impulsión y una instalación de reimpulsión y además hay los perjuicios ocasionados por la mezcla derramada por las tuberías destrozadas.

Para evitar estas calamidades existen equipos convenientes con instrumentos de gobierno a bordo de la draga y en grupos de reimpulsión.

Si deben instalarse algunos grupos de reimpulsión en una tubería, la cuestión en su colocación y gobierno es más complicada aún.

CARACTERISTICAS DE UNA INSTALACION DE BOMBEO DE UNA DRAGA CON UN GRUPO DE REIMPULSION.

Cuando un grupo de reimpulsión es colocado en el sistema de draga do nuevas curvas características son creadas.

Las nuevas curvas características para bombas en serie será la suma aritmética de la carga de cada bomba a gastos iguales. En la fig. 171 es

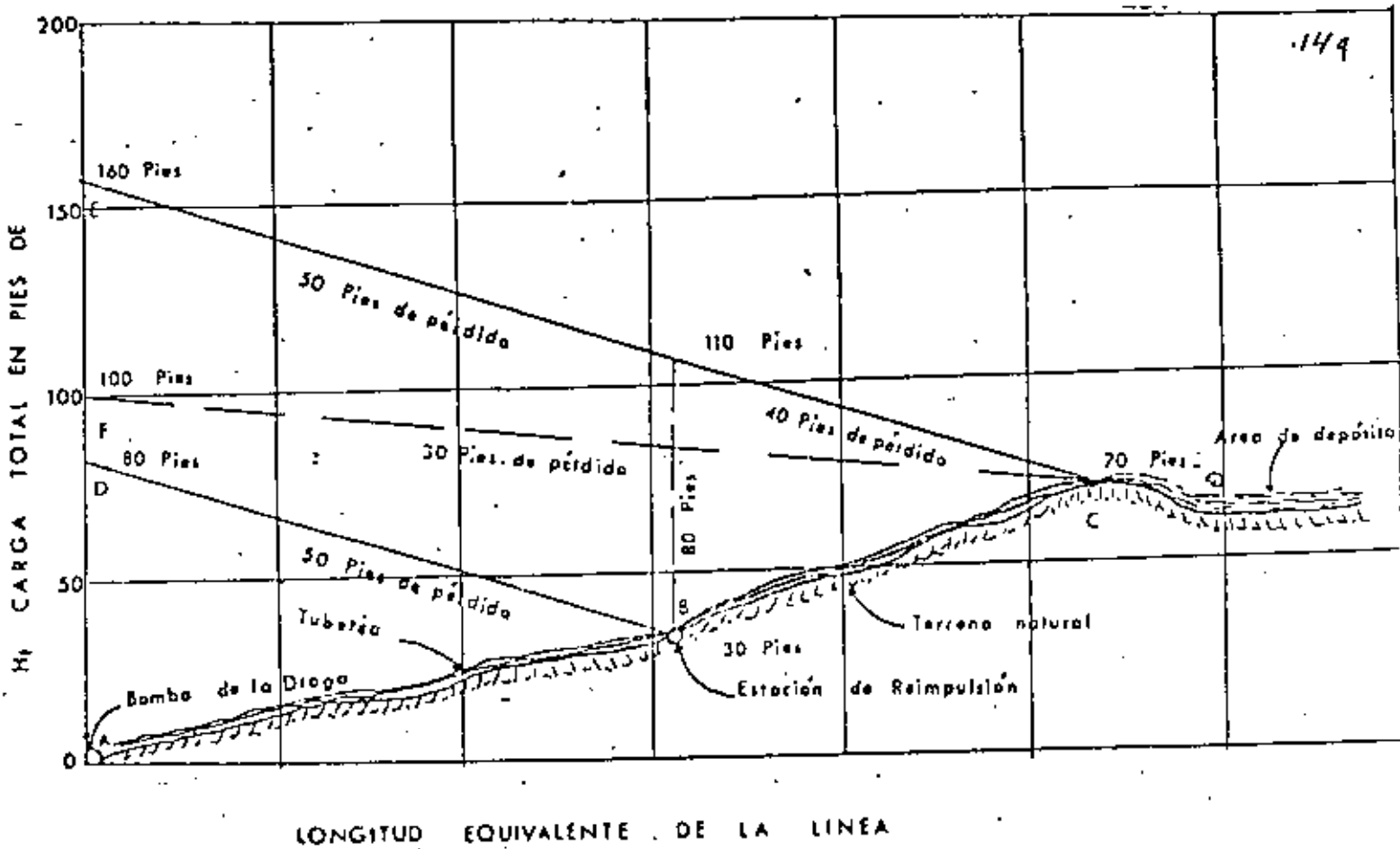
asumido que ambas bombas tienen características iguales.

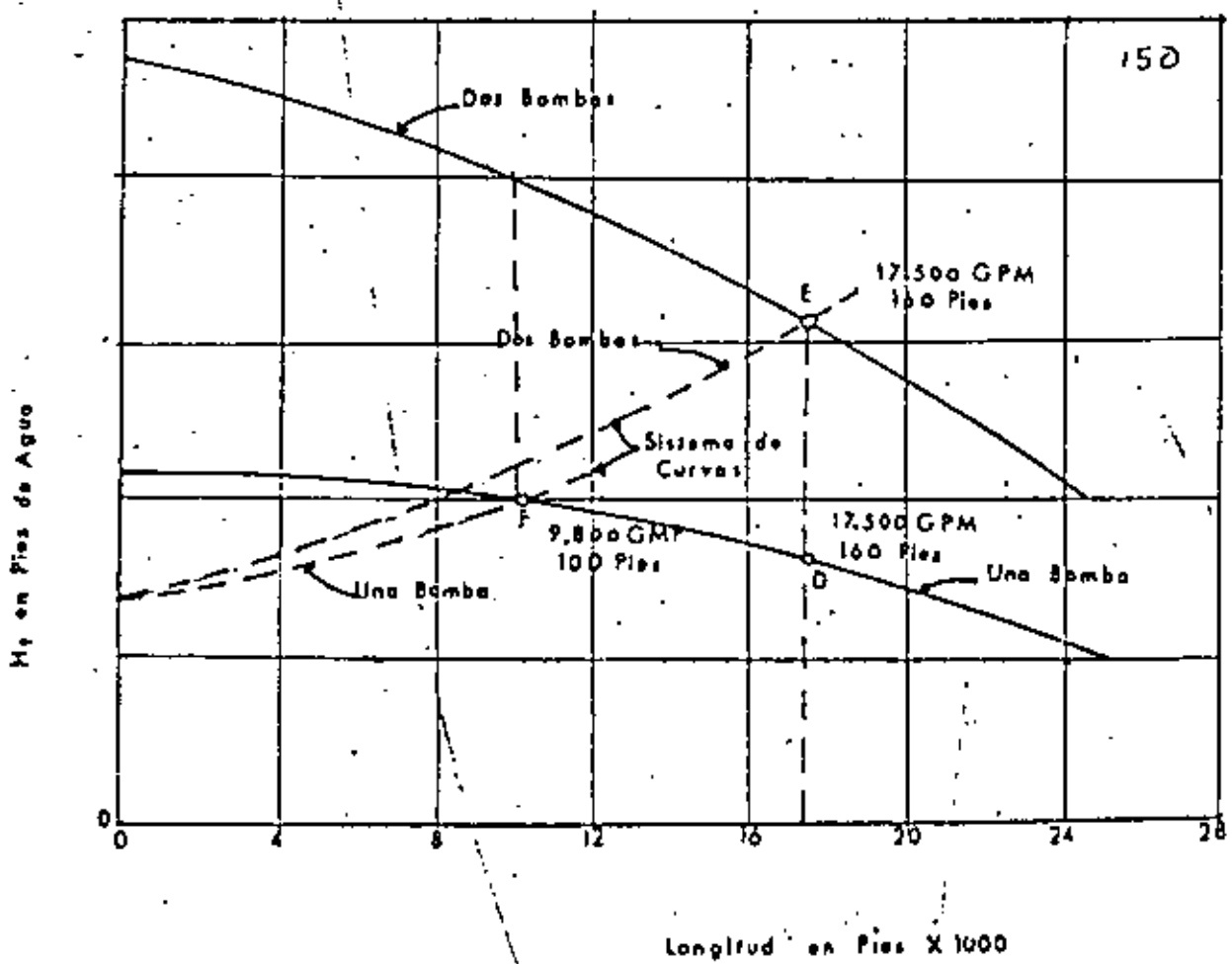
Su combinación en serie es por lo tanto el doble que el de las características de una de ellas. Por ejemplo en el punto (D) en las curvas de una bomba la carga a 17 500 GPM es de 80 pies. Cuando ambas bombas están en serie, la carga a 17 500 GPM es de 160 pies, punto (E). Bombas con diferentes características pueden ser usadas también.

Sin el grupo de reimpulsión la bomba de la draga producirá 9 000 GPM a una carga de 100 pies (punto F), pero cuando se le añade un booster el gasto se incrementa a 17 500 GPM a 160 pies carga punto (E), con 2 bombas en línea, el gasto total de 17 500 GPM va a través de las dos bombas. Consecuentemente la carga en la bomba de la draga será de 80 pies (punto D), como la carga total es de 160 pies, la carga en el booster será también de 80 pies.

Otra forma de estudiar los efectos de la estación de reimpulsión es dibujando (trazando) el gradiente hidráulico del sistema. La variación de la presión a lo largo de la línea. La figura (172) nos muestra el gradiente hidráulico del ejemplo anterior. Como antes la carga requerida para depositar la mezcla en el área de trabajo es de 160 pies (punto E), esta carga comprende los 70 pies de carga estática de descarga y 90 pies de pérdidas en el sistema.

La bomba de la draga (punto A) produce como antes una carga diferencial de 80 - 30 pies de carga estática de descarga y 50 pies carga por pérdida. Suponiendo que la carga de succión en la draga de la bomba es de 15 -


149
200
150
100
50
0
H_t CARGA TOTAL EN PIES DE
160 Pies
50 Pies de pérdida
110 Pies
100 Pies
40 Pies de pérdida
80 Pies
30 Pies de pérdida
80 Pies
70 Pies
Area de depósito
50 Pies de pérdida
Tubería
Terreno natural
30 Pies
Estación de Reimpulsión
Bomba de la Draga
LONGITUD EQUIVALENTE DE LA LINEA


150
Dos Bombas
17.500 GPM
160 Pies
Dos Bombas
Sistema de Curvas
9,800 GPM
100 Pies
17.500 GPM
160 Pies
Una Bomba
Una Bomba
H_t en Pies de Agua
0
4
8
12
16
20
24
28
Longitud en Pies X 1000

pulgadas de Mercurio (17 pies), la carga de descarga de la bomba será de 30 + 50 + 17 = 63 pies. Con las cargas pérdidas de fricción de 50 pies en la línea a el booster en el punto (B), una carga de succión de 13 pies será aplicada al booster.

La unidad de reimpulsión en el punto (B), debe producir una carga diferencial de 80 pies más 140 pies de carga estática y 40 pies de fricción, con una carga positiva de 13 pies tendrá una presión en la descarga de 40 + 40 + 13 = 93 pies.

Colocando el booster cerca del área de depósito, la bomba de la draga requería producir más carga, debido a que se incrementan las pérdidas en la línea y la carga estática aumentaría.

Respectivamente la estación de reimpulsión tendría que producir menos carga y de esa forma las demandas de cada bomba se nivelarían.

Con otras condiciones iguales, es usualmente preferible distribuir la carga en la forma más pareja posible entre las bombas, una causa es la de reducir la presión total en la línea.

Cuando se usan bombas de distintas características la práctica más adecuada es la de distribuir la carga en forma proporcional de acuerdo a sus características.

Concluyendo, la producción estará limitada por:

1) Condiciones de succión (carga barométrica)

2) Potencia disponible en la bomba

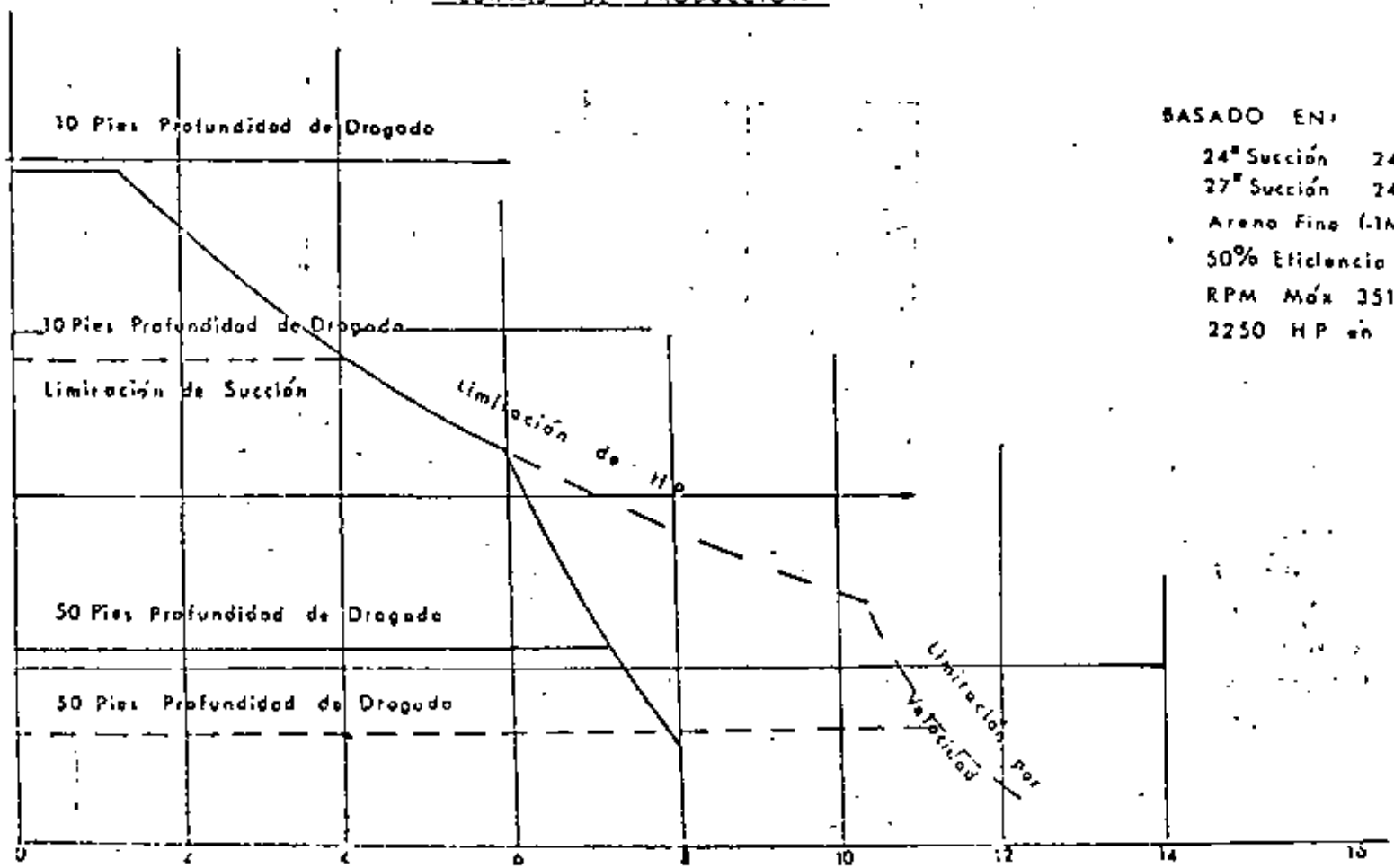
PRODUCCION ES LIMITADA POR:

(1) Condiciones de Succión

(2) H P disponibles en la bomba

(3) V S Velocidad de Succión

CURVAS DE PRODUCCION



BASADO EN:

24" Succión 24" Descarga

27" Succión 24" Descarga

Arena Fina (.1MM Promedio Diámet

50% Eficiencia Draga

RPM Máx 351

2250 HP en Motor

LONGITUD DE TUBERIA EN PIES X 1000

Grafica 7-B

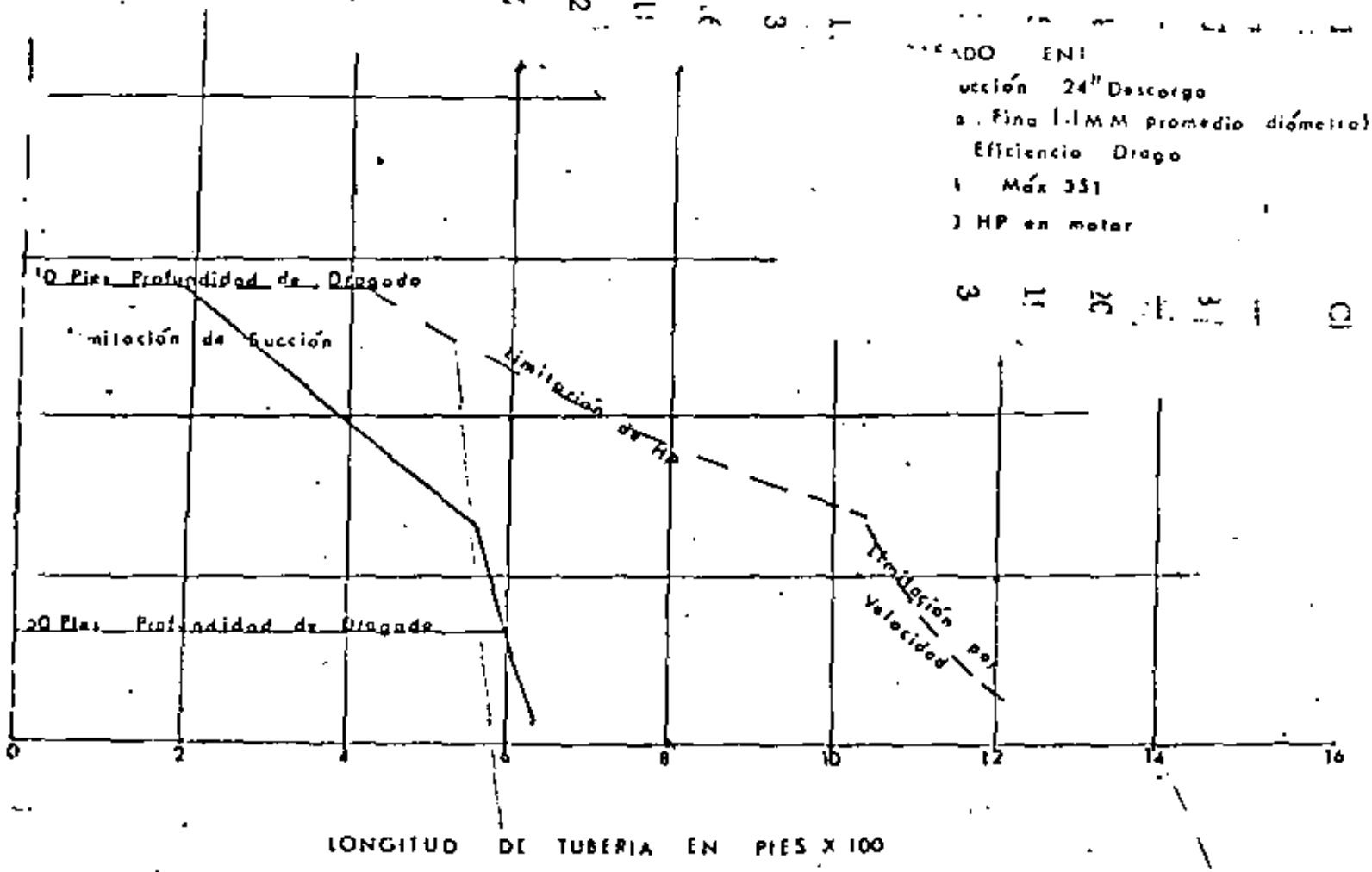
PRODUCCION ES LIMITADA POR:

(1) Condiciones de Succión

(2) HP disponibles en la bomba

(3) VS Velocidad de Succión

CURVAS DE PRODUCCION



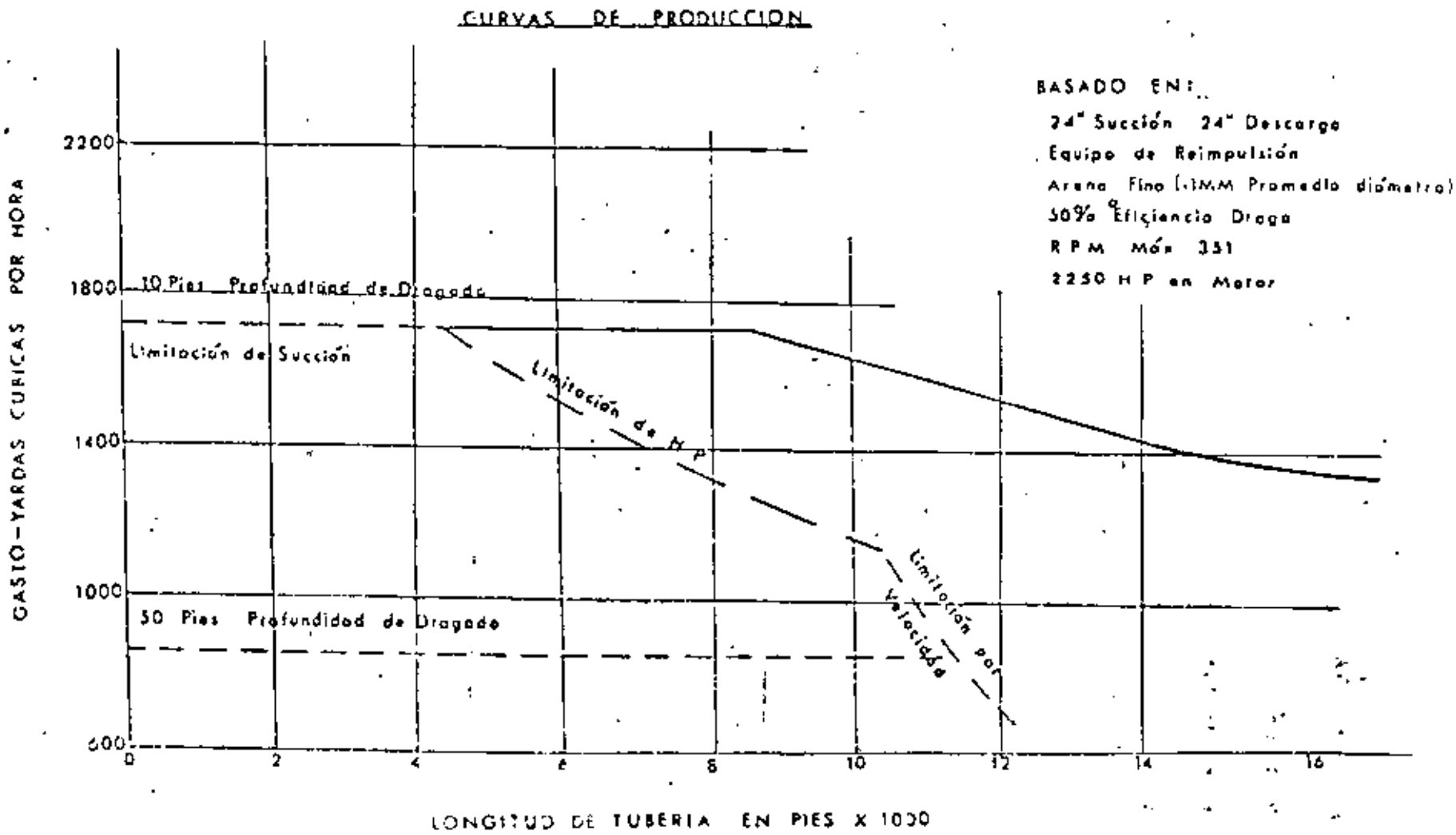
Gráfica 7-C

VII PRODUCCION ES LIMITADA POR:

(1) Condiciones de Succión

(2) H P disponibles en la bomba

(3) V S Velocidad de Succión



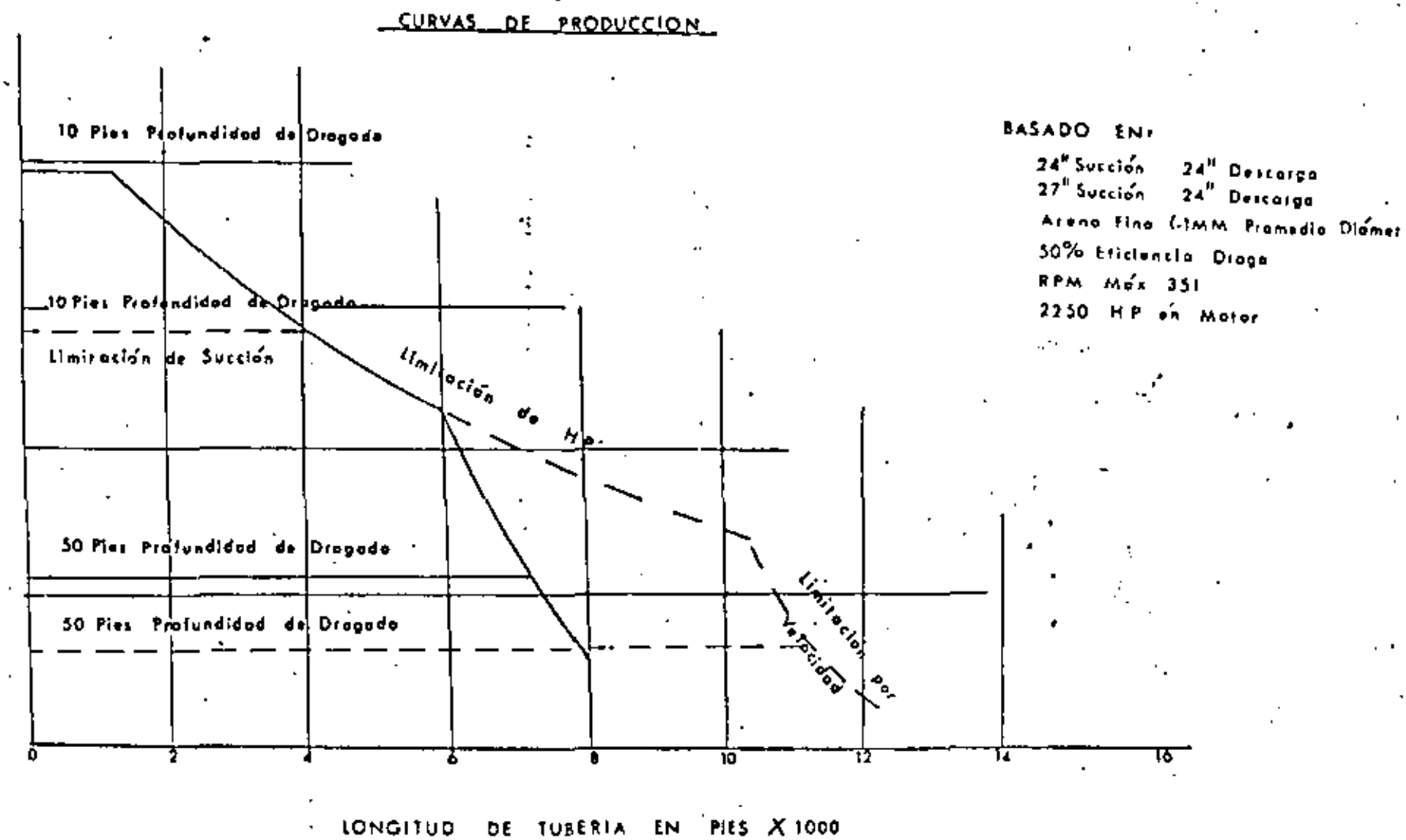
Gráfica 7-D

P JCCION ES LIMITADA POR:

(1) Condiciones de Succión

(2) H P disponibles en la bomba

(3) V S Velocidad de Succión



Gráfica 7-E

3) Velocidad de la mezcla en la succión.

A continuación presentaremos una gráfica típica de producción la cual muestra los efectos de limitación impuestos por las condiciones de succión (línea horizontal) los HP de la bomba (líneas inclinadas) y velocidad de transporte (curva punteada) Gráfica 7A.

Veamos los efectos de incrementar el diámetro de succión (Gráfica 7B), como se puede ver la producción se incrementa para una línea corta en proporción al área de la línea de succión (Principio No. 5) pero tenemos limitación de caballaje para bombear lejos. Gráfica 7B.

Ahora usemos una línea de descarga de 20" Ø en lugar de 24". La producción máxima es la misma, pero desde que hf pérdidas por fricción varía de acuerdo a dd 4.85 (William y Hazen) no puede dd = diámetro de descarga. Gráfica 7C.

Supongamos que añadimos una estación de rebombeo (Gráfica No. 7D). La máxima producción se mantiene igual, pero la distancia de bombeo es escencialmente el doble desde que los HP son el doble (6a. Ley de Dragado).

Consideramos que le añadimos una bomba en la escala para atacar las limitaciones de succión. No sólo a la profundidad de dragado a 3 m (10') la producción se incrementa, pero a la profundidad de dragado a 50' es más del doble. Si se necesita dragar a 33 m. (100') el gasto se cuadriplicaría dando una producción equivalente a 3 dragas con una inversión de 5% y sin tener 3 tripulaciones más para operar las dragas. Se pueden añadir estaciones de bombeo si se requiere. Gráfica (7E).

CAPITULO VIII- SELECCION DEL EQUIPO DE DRAGADO.

Por mas de 150 años el hombre ha utilizado dragas para mover el suelo subacuatico. Dadas las condiciones necesarias de trabajo el uso de una draga de succión con cortador es el procedimiento mas económico para la ejecución del trabajo.

Sin embargo, la selección de la mejor draga para ejecutar un determinado trabajo es un asunto difícil a resolver para los futuros compradores. La mayoría de las dragas lucen muy similares, inclusive existiendo fuertes diferencias.

Por lo que primeramente enumeraremos 24 puntos a considerar en una draga, para normar un criterio inicial de selección. Posteriormente desarrollaremos un ejemplo mediante el cual se verán otros aspectos importantes para la compra.

No. 1.- EL PRECIO DE COMPRA NO ES LA CONSIDERACION MAS IMPORTANTE EN LA ADQUISICION DE UNA DRAGA.

Existen otros factores como: Facilidad de mantenimiento, eficiencia, productividad, simplificación, resistencia y un diseño balanceado son igualmente importantes. Cuando uno obtiene estos beneficios, uno puede facilmente justificar un precio mayor de compra.

No. 2.- UNA DRAGA NO ES SOLAMENTE UNA BOMBA FLOTANTE.

Una draga de calidad está formada por una serie de componentes ensamblados para funcionar continuamente por años y diseñada para mover el máximo de sólidos suspendidos, al mismo costo. Todos los componentes en el diseño de la draga, deben estar balanceados para trabajar conjuntamente en armonía, de tal manera que algún componente no sobrecargue a otro.

No. 3.- EL PRECIO INICIAL DE UNA DRAGA, YA SEA ALTO O BAJO, NO ES INDICATIVO DE LA CALIDAD O DEFECTOS O DE UNA LARGA VIDA Y UNA OPERACION ECONOMICA.

No. 4.- LA RELACION ENTRE EL PRECIO INICIAL DE LA DRAGA Y UNA OPERACION ECONOMICA NO DETERMINA CON EL DICHO DE "LO MAS BARATO ES MEJOR" O "LO MAS CARO ES MEJOR".

El comprador debe mirar mas allá del valor inicial de compra para determinarsi el equipo asegura una operación continua bajo las mas severas condiciones con el mínimo de paros.

No. 5.- UN PRECIO BAJO, CASI SIEMPRE ES SINTOMA DE UNA BAJA CALIDAD Y DE DEFECTOS DE FABRICACION.

Si el fabricante usa una lámina de calibre delgada, o si instala motores pequeños, o reductores de menor torque, o si no efectuan pruebas en los sistemas, o no tienen refacciones de las partes etc., son causas de bajo precio.

No. 6.- DRAGAS CON DISEÑO MUY SOFISTICADO Y CON SISTEMAS INECESARIAMENTE COMPLEJOS OCACIONAN EXCESIVOS PAROS.

Algunos constructores de dragas utilizan diseños complejos e innecesarios (Ejem. Válvulas hidráulicas operadas electricamente, bombas de ultra alta presión etc) Estas máquinas an probado su dificultad para mantenimiento bajo las condiciones reales de operación en el campo. Los técnicas especializados requeridos para reparación no se encuentran inmediatamente a disposición lo que ocasiona costosos paros.

No. 9.- LAS DRAGAS ESTANDAR OFRECEN AL COMPRADOR VENTAJAS EN EL COSTO.

No. 10.- NO TODOS LOS FABRICANTES OFRECEN UN DISEÑO BALANCEADO EN SUS MODELOS ESTANDAR DE DRAGAS.

No. 11.- LOS FABRICANTES DE DRAGAS GENERALMENTE OFRECEN EL MISMO TIPO DE MOTOR PARA UNA DISTANCIA DE BOMBEO DETERMINADA Y PARA UN DIAMETRO DE DESCARGA DADO. SIN EMBARGO EL PUNTO CRITICO QUE ES LA LIGA ENTRE LA BOMBA Y EL MOTOR (REDUCTOR) VARIA CON EL FABRICANTE. UNA MALA SELECCION PUEDE COSTAR MUCHO DINERO.

No. 12.- DADO QUE CASI TODAS LAS DRAGAS LUCEN SEMEJANTES, UNO TIENE QUE FIJARSE EN ALGUNOS PUNTOS DE IMPORTANCIA QUE NOS INDIQUEN LA CALIDAD DE DISEÑO Y LA CONSTRUCCION.

a).-El perno de la escala debe ser lo suficientemente fuerte para resistir los shocks y esfuerzos provocados por el dragado; un índice del diámetro que debe tener es que sea la mitad del diámetro de la tubería de descarga. Así entre un perno de 6" Ø y 4" Ø la diferencia no parece grande, pero el de 6" es 125% mas grande en sección transversal.

b).-La flecha de la cortadora debe ser igualmente de un diámetro equivalente a los pernos de la escala. Muchos fabricantes de dragas solo toman en cuenta el esfuerzo a la torsión y excluyen el de la flexión teniendo como consecuencia flechas muy débiles.

c).-El cuarto de máquinas debe ser rectangular, espacioso y que las tuberías sean facilmente reconocibles.

No. 7.- TODAS LAS DRAGAS TIENEN PAROS QUE VARIAN ENTRE 10% CON UNA OPERACION MUY EFICIENTE, A 50% O MAS CON UNA POBRE OPERACION Y PROMEDIOS DEL - 25%.

Los paros son debidos a maniobras normales, movimientos de tubería, mantenimiento preventivo y correctivo, etc. Sin embargo los paros pueden ser drásticamente reducidos con una organización capaz, con un buen programa de mantenimiento preventivo, teniendo el equipo adecuado para el trabajo, teniendo un stock de refacciones y seleccionando una draga que sea fuerte, segura - y sencilla.

No. 8.- LA DIFERENCIA PROBABLE ENTRE EL TIEMPO PARADO DE UNA DRAGA CONTRA -- OTRA PUEDE SER MUY SIGNIFICATIVA EN TERMINOS FINANCIEROS.

Supongamos que dos dragas "A" y "B" tienen la misma producción, 500m3/hr.,- pero la draga "A" cuesta 500,000.00 Dlls. y "B" cuesta 450,000.00 Dlls.

Supongamos que el costo horario de producción es de un dólar por m3 para -- cada máquina. Sin embargo la draga "A" por experiencia tiene el 6% menos de paros que la draga "B" (19% Vs 25%).

Bajo estas condiciones la draga "A" es capaz de producir 60,000.00 Dlls. mas cada año que la draga "B" trabajando un turno, 120,000.00 Dlls. mas por año en dos turnos, y 180,000.00 Dlls. mas al año en tres turnos.(Basados en 250 días por año).

Por lo que se justifica la adquisición de la draga más cara.

d).- Consideraciones similares hay que tener con los pontones, cuarto de control zancos, winches y demas componentes importantes.

No.13.- EXISTE UNA RELACION DIRECTA ENTRE EL PRECIO BRUTO DE LA DRAGA Y SU - CAPACIDAD DE SOPORTAR LOS RIGORES DEL DRAGADO.

Supongamos que las dragas bajo consideración ofrecen la misma potencia, misma bomba, mismos componentes en lo que respecta a peso, sin embargo la dife-- rencia final de peso está en el casco, aparejos y marcos.

Las dragas que cumplen las especificaciones de la American Bureau of Shipping (ABS) deben tener placa mas pesada, marcos mas cerrados por lo tanto casco mas pesado.

Si las dragas tienen la misma profundidad de dragado con la escala inclinada a 45° la longitud de descarga será la misma. Dada esta similitud la escala mas - pesada presentará mayor resistencia al trauma de la excavación.

Así mismo hay que comparar pesos de los zancos, pontones y otros componentes. La conclusión lógica es que a mayor peso la draga estará en mejor posición de trabajar por mas tiempo y con los mínimos paros en las condiciones más difíciles.

No.14.- EL DISEÑO DEL CASCO Y DE LOS PONTONES Y LAS TECNICAS DE CONSTRUCCION - ESTAN DIRECTAMENTE RELACIONADAS A LA CAPACIDAD DE LA DRAGA DE RESISTIR A LAS FUGAS DE AGUA.

No. 15.- ALGUNOS FABRICANTES DE DRAGAS LOCALIZAN MAS ORIFICIOS POR DEBAJO DEL NIVEL DEL AGUA EN LA SECCION CENTRAL Y EN LOS PONTONES LATERALES, DE LO QUE REALMENTE SON NECESARIOS.

Incrementando así la posibilidad de entradas de agua.

No. 16.- EL OPERADOR DE LA DRAGA SE APOYA FUERTEMENTE EN SU CONSOLA DE INSTRUMENTOS PARA DETERMINAR COMO ESTA FUNCIONANDO SU MAQUINA.

Las vibraciones normales que ocurren a bordo de la draga ocacionan que los medidores baratos no den las lecturas correctamente por lo que la información recibida es inexacta. Las mismos vibraciones van en detrimento de la vía de los medidores, necesitandose reponerlos frecuentemente ocacionando mas paros.

Los medidores rellenos de líquido son la solución para tener una lectura precisa teniendo a su vez más vida, claro está que son mas caros.

No. 17.- TODAS LAS DRAGAS CON MOTORES DIESEL REQUIEREN AIRE DE LA ATMOSFERA PARA PODER OPERAR.

Pero no todos los fabricantes de dragas traen este requerimiento de aire de la misma manera. Algunos fabricantes no hacen ninguna adaptación y dejan las entradas de aire al motor, exactamente como el fabricante de la máquina las instaló inmediatamente adiacentes al motor. Además estas ventilas deben sacar aire caliente, aire contaminado del cuarto de máquinas. Un constructor de calidad extenderá las salidas de aire a través del techo del cuarto de máquinas para obtener un adecuado suministro de aire fresco y limpio del exterior. Esto le añade costo a la draga, pero paga con creces ya que mantiene el equipo trabajando.

No. 18.- LA POTENCIA EN EL CORTADOR NO ES UN INDICE DE LA CAPACIDAD DEL CORTADOR PARA EJECUTAR EL TRABAJO REQUERIDO.

El caballaje de la cortadora está en función de los RPM de la flecha de la cortadora. A mas altas RPM, mas caballaje se tendrá.

El trabajo requerido por la cortadora consiste en separar en pedazos el material en Situ y hacerlo bombeable. Las particulas deben estar libres y esto se logra por medio de la fuerza de corte sobre el suelo a través de las cuchillas de la cortadora. Por lo que el torque en la flecha de la cortadora es la unidad de medida que mejor describe la capacidad del sistema de corte y no las RPM.

Este valor del torque dividido por el radio de la cortadora, nos dá como resultante una fuerza, que es la que aplica la cuchilla de la cortadora sobre el material. La fuerza de la cuchilla dividida entre su longitud nos dará la fuerza por incremento de cuchilla. Con esto se tienen los elementos necesarios para evaluar la capacidad real de corte de la draga. Un vendedor serio de dragas proporcionará esta información al cotizar el equipo.

No. 19.- AUNQUE DOS DRAGAS TENGAN EL MISMO TORQUE EN LA FLECHA, NO SIGNIFICA QUE RESPONDERAN AL VIGOR DEL TRABAJO DE LA MISMA FORMA.

Hay que comparar el diámetro de la flecha. Una buena draga tendrá la -- flecha mas grande posible. Por otro lado es muy importante el cople de la flecha de la cortadora con la flecha de los motores, ya que si el tipo de unión es difícil se tendrán muchos paros.

No. 20.- UN SISTEMA DE BOMBEO BIEN BALANCEADO ES CRUCIAL PARA EL BUEN FUNCIONAMIENTO DE LA DRAGA Y DE SU POTENCIALIDAD DE INCREMENTAR SU TIEMPO DE BOMBEO CONTRA PAROS POR REPARACION.

Es muy importante tener cuidado en la selección del diámetro del impulsor, y de su velocidad para obtener la mejor eficiencia sin excesivo desgaste. Si la velocidad del impulsor es muy alta (puede ser debido a un impelente de gran diámetro o a la mala selección del reductor), se tendrá un excesivo desgaste en el impulsor y en la cargaza de la bomba. El ojo del impelente es el que crea la succión en la bomba, si está mal diseñado o si gira a gran velocidad podría no succionar lo suficiente o causar que la bomba cavitara.

No. 21.- SITUACIONES DE EMERGENCIA SE PUEDEN PRESENTAR DONDE SEA Y EN CUALQUIER MOMENTO, POR LO TANTO EL DRAGADO DEBE ESTAR EN POSICION DE ACTUAR TAN PRONTO SUCEDA ALGO Y REACCIONAR INMEDIATAMENTE.

Razón por la cual es muy importante la visibilidad en el cuarto de control (a 360°) y que en el panel de mandos se tenga al alcance todos los controles.

No. 22.- EL TIPO DE SISTEMA HIDRAULICO DE CIRCUITO ABIERTO O CERRADO, ES UN FACTOR CRITICO DEL CUAL DEPENDERA QUE LA DRAGA ESTE O NO OPERANDO.

Un sistema hidráulico de circuito cerrado está generalmente diseñado para trabajar muy cerca de las capacidades de diseño de sus muy costosos componentes, el hecho de gastar mas dinero no necesariamente reditúa en una mejoría en el trabajo, por el contrario puede resultar contraproducente ya que a la alta presión a la que trabaja este sistema trae como resultado un desgaste prematuro de sus componentes.

Además, cuando el sistema cerrado falla, esto ocurre súbitamente, el tiempo para que el operador reaccione es casi nulo y los motores y bombas estan sujetos a un inmediato y permanente daño. También, cuando una línea de alta presión se rompe, se puede atomizar el aceite hidráulico que escapa - pudiendo provocar fuego, explosión o ambas cosas. Un sistema cerrado es -- mas eficiente que un sistema abierto. Un sistema hidráulico de circuito -- abierto, es usualmente menos caro y menos sofisticado y es ahí en donde estriba su ventaja. El sistema emplea un depósito para el aceite hidráulico que manda el aceite que ha sido filtrado en ambas direcciones. Es un sistema hidráulico de baja presión diseñado para trabajar por debajo de las - capacidades de proyecto, lo que substancialmente reduce el shock, desgaste y la frecuencia de paros por reparación; el depósito hidráulico nos da algunas minutos para reaccionar a tiempo, permitiendo parar antes de que ocurran daños permanentes.

No. 23.- TODAS LAS BOMBAS DE DRAGADO ESTAN SUJETAS A OBSTRUCCIONES Y RE--- QUIEREN PARAR PARA SER LIMPIADAS.

Por lo que el acceso a la trampa de piedras debe ser lo mas sencillo posible para reducir el tiempo de limpieza.

No. 24.- LAS CURVAS DE PRODUCCION DE LAS BOMBAS SON GUIAS, QUE PROPORCIO-- NAN LOS VENDEDORES MAS NO SON GARANTIA DE TRABAJO.

Generalmente hablando, dadas las mismas condiciones.
Ejem: Misma descarga, gasto, longitud de tubería, profundidad de dragado, - potencia en la bomba, las dragas en consideración independientemente del --

precio, deberán de dar la misma producción de material cuando esten bombeando.

Entonces la pregunta que deberá hacerse es:

¿ Cuál es la draga capaz de operar el mayor tiempo posible, con el mínimo de paros?.

Una vez conocidos los puntos generales mas importantes que nos sirvan para normar un criterio en la selección de una draga, procedamos a desarrollar un ejemplo con un caso real.

EJEMPLO.-:

1º.- Tipo de trabajo.

Dragado de construcción del Puerto de abastecimiento de plataforma marina.

2º.- Situación geográfica de la obra.

En la Atalaya Campeche.

3º Volúmen a dragar y tiempo requerido para terminar el trabajo.

Vol. = 2 millones m3

Tiempo = 10 meses.

4º Condiciones del dragado.

a) Espesor del corte 10 m.

b) Profundidad de dragado-14 NMBMS

c) Fondo del corte - 4 m. NMBMS

d) Longitud mínima de tiro 500 m.

e) Longitud máxima de tiro 1500 m.

f) Elevación sobre el nivel del agua de la zona de descarga + 4 m.

5º El material a dragarse en el proyecto constituye una mezcla de los siguientes materiales.

Limo	20%
Arena fina	70%
Conchuela	10%

6º Condiciones que prevalecerán durante la operación normarl de la draga.

Mar calmado

Olas hasta 1 m. de altura

7º Condiciones de la draga -?

tripulación con experiencia

sin experiencia

Solución.

Rendimiento requerido por mes $= \frac{2'000,000}{10} = 200,000$ m3

Rendimiento por día por mes $= \frac{200,000}{25} = 8,000$ m3

Rendimiento por hr. efectiva $= \frac{8,000}{20} = 400$ m3

Rendimiento por hr. bombeo $= \frac{8,000}{16} = 500$ m3

Consideramos una concentración promedio del % de pico del .18%

Se requiere un Q/hr $= \frac{500}{0.18} = \frac{2,777.78}{.5} = 5,555$ m3/hr.

Consideremos una velocidad de descarga para este tipo de materiales de 6m/seg.

$Q = V \times A$

$A = \frac{Q}{V} = \frac{5555 \text{ m3/hr}}{6\text{m/hr} \times 3600} = .26$ m2.

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$d = \frac{A \times 4}{\pi} = \frac{.26}{3.14} = 57 \text{ cm.} \quad 24'' \text{ Ø}$$

Una vez que llegamos al diámetro de descarga de la draga, tenemos que ver las dragas que nos ofrecen los distintos fabricantes de las mismas.

A continuación presentamos un cuadro comparativo de 3 dragas distintas.

DRAGA	A.	B.	C.
CARACTERISTICAS.			
Modelo	24 PR.	3000	24 PR
Profundidad de dragado	14 m.	16	16
H.P. Bomba	2250	2250	2800
Mod. M.P.	D 399 (2)	D 399 (2)	GM 16-645
H.P. Auxiliares	365	850	1050
Mod. M.A..	D 3408	D 398 (1)	3412 (2)
H.P. Cortadora	225	500	900
Ø Flecha cortadora	8.0"	10'	11 1/2
Ø Cortadora	52"	84.7"	60'
Sección central	80'x30'x6"	108'x30'x8'	135x33'x8'
Flotadores			
Zancos	70'x24"	71'x24'	85'x30'
Peso seco	550,000	732,000 lbs.	791,000
Ø Succión	24"	24"	27"
Ø Descarga	24"	24"	24"
Ø Impulsor	60"	52"	57"
Radio reductor	2.73		2.09
Ø Flecha bomba	9		11 1/2
RPM Cortadora	0.25	0.25.6	0-25
Torque "	- -	27,000 lbs.	102,000
Ø Malacate	12"	12"	12"
F Malacate	22,000 lbs.	31,600 lbs.	44'000
Medidor flujo	- -	si	si
Tiempo entrega	3 meses	3 meses	3 meses
Precio	1'600,000	2'166,000	2'300,000

BENJAMIN MORA GONZALEZ, I.C. FORMULA BMCH3

VARIABLE			A
Gravedad específica de los sólidos	sto	01	2.5
Gravedad específica del agua	sto	02	1.03
Porcentaje de sólidos en la mezcla	sto	03	0.16
G.P.M. Galones por minuto	sto	04	20,000.00
Tiempo efectivo del dragado	sto	05	0.50
Eficiencia de la bomba	sto	06	0.60
Interior descarga	sto	07	24.00
Interior sección	sto	08	24.00
PP Continuos en la bomba dragadora	sto	09	2,200.00
Altitud sobre el nivel del mar	sto	10	1.0
Longitud de la Succión (bomba o cortador)	sto	11	60.0
Profundidad de dragado	sto	12	42.0
Carga estática de la descarga	sto	13	15.00
Factor de material (ver nota).	sto	14	0.98
Número de ball joints	sto	15	22.0
Número de codos (contar cuello de ganzo c/4)	sto	16	6.0
Carga estática de la bomba	sto	17	1.0
NIVELES			
A m3 de sólido Producción neta	RCL	22	
B V3 de sólido Producción neta	RCL	24	363.68
C Velocidad de descarga	RCL	25	475.39
D Velocidad de succión	RCL	26	14.18
Carga dinámica total desponible	RCL	27	14.18
Deducciones de TDHA	RCL	45	205.79
B' Descarga máxima en Pies	RCL	34	41.04
C' Descarga máxima en metros	RCL	35	6,566.64
D' Pérdidas totales de succión	RCL	36	2,002.02
Gravedad específica de la mezcla	RCL	20	15.75
M3 de sólidos producción bruta	RCL	21	1.27
V3 de sólidos producción bruta	RCL	23	727.36
V3/2g de succión	RCL	28	950.79
V2/2g de descarga	RCL	29	3.96
Pérdidas de fricción por c/100	RCL	30	0.0
Pérdidas de fricción por la succión	RCL	31	2.50
Deducción de altitud	RCL	32	1.86
Factor de profundidad	RCL	33	0.0015
			8.92

N O T A : Factores de Materiales.

Para: limo fino, fango, turba	Usar	0.93
Para: lodos, arena fina, arulla blanda	"	0.95
Para: arena mediana o fango y arulla mezclada	"	0.98
Para: arulla dura, arena(mediana, gruesa) o grava	"	1.05
Para: coral o conchuela	"	1.12
Para: grava o boleo	"	1.18

FECHA

158 N

B	C	D
2.5	2.5	2.5
1.03	1.03	1.03
0.18	0.16	0.18
20,000.00	20,000.00	20,000.00
0.5	0.55	0.55
0.6	0.6	0.6
24.00	24.00	24.00
24.00	24.00	27.00
2,200.00	2,200.00	2,800.00
1.0	1.0	1.0
60.0	60.0	75.0
42.0	42.0	42.0
15.0	15.0	15.0
0.98	0.98	0.98
22.0	22.0	22.0
6.0	6.0	6.0
1.0	1.0	1.0

409.14	400.04	495.05
534.82	522.93	647.13
14.18	14.18	15.60
14.18	14.18	12.32
201.04	205.79	232.61
42.44	41.04	44.28
6,175.82	6,566.64	6,073.29
1,882.87	2,002.02	1,851.61
16.70	15.75	15.39
1.3	1.27	1.3
818.28	727.36	900.10
1,069.64	950.79	1,176.61
4.05	3.96	3.06
0.0	0.0	1.84
2.56	2.50	3.10
1.95	1.86	1.64
0.0015	0.0015	0.0015
SG. sogegida x sólidos	8.92	9.69

2.3
2.4
2.50
2.60
2.70
2.80

Una vez conocidas las características hay que determinar la producción de cada draga para tener un punto de comparación. (Hoja de cálculo BMCH-3). De donde sacamos las siguientes conclusiones:

La draga C tiene un 23% mas de producción x hora que la draga B y 36% mas que la draga A.

La draga B tiene 10% mas producción por hora que la draga A, pero la draga A cuesta 30% menos que la draga C y 26% menos que la draga B.

- La producción mensual de la draga A es igual a:

24 hrs. x 0.55 x 25 x 364 = 120,120 m3/mes

Draga B.

24 x 0.65 x 25 x 400 = 156,000 m3/mes.

Draga C.

24 x 0.65 x 25 x 495 = 193,000 m3/mes.

Renta mensual.

Draga A. = 1'600,000 x 23.2 x 0.07 = 2'598,400.00

Draga B. = 2'166,000 x 23.2 x 0.07 = 3'517,584.00

Draga C. = 2'300,000 x 23.2 x 0.07 = 3'735,200.00

P.U. (No se están considerando accesorios ni operación)ni adeudos y utilidad.

Draga A. = $\frac{2'598,400}{120,420}$ = 21.58

Draga B. = $\frac{3'517,584}{156,006}$ = 22.55

Draga C. = $\frac{3'735,200}{193,000}$ = 19.35

CONSIDERACIONES.

TIEMPO DE ENTREGA.

FINANCIAMIENTO.

Información detallada.- Perno escala, componentes (disponibilidad), casco, peso de la escala.

SERVICIO.

DUREZA DEL EQUIPO.

Selección del equipo auxiliar como tubería, juntas, flotadores, válvulas y bote de trabajo.

CONCLUSIONES

El dragado es una actividad mundial y así vemos que en todos los -- países existen actualmente más de 1 000 organizaciones propietarias de dra-- gas, empleando más de 6 000 dragas y con poco más de 400 000 personas.

Durante los últimos 5 años ha habido inversiones por más de 10 billones de dólares en todo el mundo.

En nuestro país, desde 1893 que fue cuando se realizaron uno de los primeros dragados en México, esta actividad se ha ido incrementando cada -- día y a últimas fechas se han llevado grandes proyectos de dragado en la formación de nuevos puertos industriales como Lázaro Cárdenas, pesqueros como Puerto Peñasco y San Felipe, petroleros como en la Laguna de Pajaritos.

Se están ganando nuevas zonas al mar con productos procedentes -- del dragado, se están excavando nuevos canales para la navegación y para llevar agua para riego, se están dragando en lagunas litorales para mejorar la

pesca aumentando el calado en los distintos puertospara permitir la entrada de barcos de mayor tonelaje.

Como se puede ver el dragado es una actividad muy importante y que como se mencionó anteriormente la finalidad de una draga es la de producir, es decir obtener la máxima cantidad de m^3. de material por hora, bajar los costos, incrementar la eficiencia y por lo tanto bajar los tiempos muertos, además de evitar la contaminación de las aguas para no alterar la ecología marina como terrestre. Pero para lograrlo hay que estar organizado y preparado para ese fin.

Tanto la iniciativa privada como el sector público deben de perseguir el mismo fin que es el de producir a la máxima capacidad con el costo más bajo.

En el caso del sector público no importa que lo preste como un servicio, sino que este debe ser un servicio eficiente y a bajo costo.

Desgraciadamente nos encontramos que el personal para operar las dragas es poco preparado como lo mencionamos anteriormente; los superintendentes no están al día en las técnicas de dragado o muchas veces no conocen ni los principios elementales de esta especialidad, y las organizaciones no están preparadas para funcionar con eficiencia.

Como se ha comentado al principio de este trabajo, hay 3 esferas principales en el dragado:

1.- Operacional

2.- Administrativa

3.- Técnica

Se desarrolla la esfera técnica. Se trató esta última mencionando los principios básicos del dragado que se deben conocer para poder entender los problemas que se presenten al desarrollar esta actividad o al controlarla.

Las otras dos esferas deben de conocerse al igual que la primera.

De las otras dos esferas comenté brevemente la importancia de una operación eficiente y la incidencia de ésta en la producción.

Por último considero que es muy importante mencionar a grandes rasgos el criterio para cobrar por un trabajo de dragado.

Existen cuatro criterios para cobrar por un trabajo de dragado:

1.- Por renta horaria

2.- Por precio unitario

3.- Por administración

4.- A precio alzado

Primeramente voy a plantear el criterio utilizado para determinar la renta horaria de la draga.

1.- Cargas fijas.

a) $\text{Depreciación} = \dfrac{\text{Valor de adquisición}}{\text{16 200 hrs. efec.}}$

En donde las 16 200 horas efectivas de vida se considerará para trabajos en arenas medianas, arcillas, limos.

En caso de trabajar en suelos duros esta condición cambia completamente, por lo que hay que basarse a la experiencia, por ejemplo en el tra-

bajo de dragado en Puerto Peñasco, Son. la vida de la draga antes de hacerle un overhall completo fue de 14 000 hrs. efectivas.

b).- Por reparaciones mayores y mantenimiento se considera el 12% anual del valor del equipo trabajando 3 turnos en 9 meses al año con 300 hrs. efectivas en el mes, o sea un 50% de eficiencia, lo que nos da 2 700 hrs. anuales.

El 50% de eficiencia se tomó en base a la experiencia obtenida en 5 años de trabajar con dragas hidráulicas de succión de cortador con 20" descarga. Lo más indicado es determinar la eficiencia de la draga de acuerdo al tipo de trabajo.

Hay trabajos en que se tiene una eficiencia del 60% como otros del 40%.

c).- Por intereses, seguros y almacenaje, el porcentaje total varía entre 15 y 18%.

Línea de descarga.

2.- Tubería.- Se desgasta totalmente en 4 000 hrs. efectivas de dragado con un rendimiento de 250 m^3/hr. si es arena con limo o arcilla.

3.- Flotadores.- Tienen una vida de 10 800 hr. efectivas de dragado.

4.- Conexiones de bola (balldonts).- Tienen una duración de 12 000 hrs. efectivas si el material es arena fina con limo o arcilla.

Operación.

a) Consumo de: Diesel 0.18 x hp x 1 - 1 x Precio D

grasas, aceites, etc. 12% del valor del combustible miscela-- neas, cables, cuchillos.

elementos de desgaste menor 20% del valor del combustible.

b) Mano de Obra*

	Cantidad
Capitán de la draga	1
Dragador	1
Maquinista	1
Ayudante de maquinista	1
Marineros	6
Peones	8
Cabo	1

*Para draga hidráulica.

6.- Equipo auxiliar.

Remolcador cisterna. Horas trabajadas efectivas 1 800 hrs.

consumos menos criterio y la draga

Operación

	Cantidad
Patrón del remolcador	1
Ayudante de operador	1

Lancha motor fuera de borda horas efectivas por año 1 800.

Enumeré el criterio general para determinar la renta horaria de la

draga, pero para definir el P.U. por m^3. es necesario determinar el rendimiento de la draga, la forma de obtenerlo fue tratado en esta tesis.

Usualmente se trabaja en México por Precio Unitario y por Administración. El primer caso se usa cuando se cuenta con la información suficiente para determinar las horas efectivas de trabajo y la producción esperada. El segundo caso se utiliza cuando no se cuenta con un proyecto definido o en el caso de dragado de zanjas y aproches para cruzamiento subacuático de oleoductos y gasoductos.

El sistema de renta horaria se usa cuando se renta la draga a otra empresa para que ésta la utilice en un trabajo determinado y el control de la obra corre por cuenta de la empresa que renta.

Por último el cobro a precio alzado es el menos usual pero se ha usado sobre todo en el extranjero en cruces de ríos y tendidos de tubería subacuática.

Por último diré que existen dos corrientes en la industria del dragado en lo que respecta a su definición y son:

a).- La primera la define como una ciencia porque se puede llegar a tener un conocimiento exacto y razonado de los fenómenos que se presentan en el dragado.

b).- La segunda corriente lo define como un arte debido a que se conoce el método y las reglas generales para ejecutar el trabajo y que éste al ser distinto en cada proyecto se tiene que utilizar y crear un nuevo procedimiento de construcción basado éste en la experiencia y la técnica adquirida

con el tiempo en la ejecución de trabajos similares.

La primera definición no es válida porque solo en un laboratorio se pueden simular las distintas condiciones del trabajo y determinar el método para resolverlas, pero la realidad es otra porque como lo mencioné en el capítulo IV no existe un método confiable para determinar la dragabilidad del material y por otro lado las condiciones climatológicas no son controlables y que el dragado se sigue basando en la experiencia.

La segunda definición se acerca más a la realidad, pero aunque nos basemos principalmente en la experiencia no hay que olvidar que esta actividad se está tecnificando cada día más y que se están desarrollando costosas y valiosas investigaciones en las distintas áreas que forman el dragado y que son principalmente:

- estudios del comportamiento de la mezcla en la tubería.
- estudios de nuevos métodos para determinar la dragabilidad del suelo.
- estudios de bombas para dragado
- nuevos diseños de dragas
- estudios de la contaminación provocada por el material producto del dragado.

Esto nos muestra que un arte aprendido en el trabajo actualmente es una profesión que abarca a muchas disciplinas como la económica, hidráulica, automatización, mecánica de suelos, biología, etc. y hay que añadir que la administración, la una de sistemas y la política influyen en el trabajo

de la industria del dragado.

Actualmente en México nos encontramos que el dragado sigue siendo un arte y muchas veces ni eso por la falta de entendimiento de la actividad. Debemos de aprovechar la investigación que se está llevando en Holanda, E.-U., Bélgica, y Alemania; principalmente para aplicar, tecnificar esta actividad. Nos queda un gran camino por andar, es la intención de esta tesis ayudar a dar el primer paso, entendiendo en que consiste el dragado.

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

PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS

PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION EN LAS OBRAS MARITIMAS Y PORTUARIAS

ING. BENJAMIN MORA GONZALEZ.

E Q U I P O M A R I N O

INFORMACION OFRECIDA POR EL ING. BENJAMIN MORA COMO COMPLEMENTO A LA PLATICA SOBRE "PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION EN LAS OBRAS MARITIMAS Y PORTUARIAS".

C O N T E N I D O.:

Section 18

Marine Equipment

JOSEPH E. VOLLMAR, JR.
President, Vollmar Bros. Construction Company, St. Louis, Mo.

INTRODUCTION

When one begins to design or plan for the purchase of marine equipment, it is wise to start with consideration of the hull—that essential and costly element of all floating

derrick barges, dump scows, pile drivers, and tugs. All equipment that floats must be mounted in or on a hull.

The hull must conform to the job which is to be done. A hull that is too large for the equipment will be costly to maintain and awkward to use. If it is too small, it will probably render poor service and may even be dangerous. It must be of steel construction, which is expensive, and its cost will be determined by its shape, tonnage, size, and special equipment.

With each year of its life, floating equipment becomes more expensive to maintain. It frequently develops a "suicide complex" of leaks and other problems.

BARGES AND SCOWS

Selection. The problems confronting a prospective lessee or purchaser of a barge or scow are many. For example, is it of sufficient size to remain stable when loaded? Will its framing support the proposed deck load? In addition to ascertaining its physical shape and value, the questions of how long, how deep, how wide, is it the type needed, all must be answered as parts of the seek, find, and inspect routine.

The nomenclature of barges and scows should be explained. These two names are interchangeable, and the choice between them depends largely upon the location of use. Scows are referred to as "barges" on the inland waterways; conversely, barges are referred to as "scows" on the Great Lakes, Gulf, and coastal waters.

Many of the older scows on the coastal waters are of the keel type or model bow construction. However, most barges today, whether oceangoing or for use on the inland waterways, have scow-type rakes (on bow and stern) unless they are to be used in a matched or integrated tow. This is especially true of contractors' barges, which generally are limited for ease of operation to a length not exceeding 150 ft. Oceangoing barges are usually shorter than river barges, since a long barge suspended between two waves will have a tendency to buckle. Consequently, the depth-to-length ratio is usually greater for ocean and lake barges.

Many specialized forms of floating transporting equipment are available to the contractor. Of these, side-dump or bottom-dump barges will frequently merit his consideration. Bottom-dump barges are generally in short supply on the inland rivers, being more easily leased for service on the coastal waters or the Great Lakes. Side-dump barges are used in shallow water but, because of their specialized nature, are not easily located or leased.

Inspection. To ascertain the seaworthiness of a barge, it should be removed from the water by dry dock or on marine ways. Once out of the water, the hull below the waterline can be inspected. Holes should be drilled to determine the plate thickness in any areas which are badly pitted. The greatest degree of pitting usually occurs in the vicinity of the light (unloaded) waterline. If the barge is old and of riveted construction, which was the standard method of construction until shortly after 1930, a close inspection should be made for rivets which are loose or which have their heads rusted off. Rivets on the exterior of the hull should be inspected for wear, as they have a tendency to wear off from rubbing against lock walls, other barges, etc.

On all barges used on construction work, the knuckles (where side and bottom meet) and rakes (underside of sloping bow and stern) are subject to considerable abuse from hitting the bottom and working off rock banks, etc. Some old barges which have had excessively hard service may have corrugated sides; that is, the side plates are indented between the frames. This condition does not usually impair the strength of the barge unless the framing is badly bent. However, if a barge has corrugated sides, the outside of the side plate should be inspected to see if it is worn thin from excessive rubbing. If so, the worn area can be improved by welding a strap over it.

Barges which have been used in brackish, salt, or acid waters, such as on the Gulf, the oceans, or the Monongahela River, may show evidence of excessive deterioration in the form of bad pitting around the light waterline. They may also be more rusted inside than a barge used in fresh water, and barnacles may be present. Salt or mud deposits on the inside of the hull bottom are evidence of previous leaks, as are wooden

plugs or concrete patches. In brackish, salt, or acid waters, an anticorrosive paint may increase the life of the floating equipment.

Money spent for expert advice before purchasing a barge may save considerable and needless later expense. The American Bureau of Shipping, which can be contacted in almost every major river city, is usually able to furnish inspectors at a reasonable fee. Normally, the marine insurance companies will recommend or perhaps assist in finding an inspector if they are to carry the hull or cargo policy. Regardless of the nature of the barge, scow, or hull, it is well to remember the Latin phrase *caveat emptor*, which in effect states, "Let the buyer beware." The value of expert counsel and advice cannot be overstressed.

TUGS AND TOWBOATS

Selection Without a doubt, the most useful piece of floating equipment on a marine construction project is a towboat or tug. These units are similar; the tug has a model bow with a keel running from stern to stern, while the towboat has a scow bow similar to that of the towboat. Modified scow bows are those in which the designer has attempted to add streamlining.

For construction work on the inland waterways, it is difficult to surpass the scow-bow towboat because of its ability to work close to the bank or in shallow water. A towboat requires less draft than a tug of similar size, although a tug can take heavier weather on open waters because its additional freeboard increases its tolerance to rolling. The type of stern affects the ease of shallow-water operation, and it is usually advisable to secure a towboat with a semi-tunnel. The underside of the after bottom is then reduced in depth to accommodate the screws. With twin engines, the propeller shafts come out of the hull on the sides and are held steady at the propellers by means of struts. In the case of the tug, the propeller shaft comes through the keel.

The steering system for contractors' boats is usually of the manual type; i.e., the wheel is connected to the rudder by means of gears and shafts or by cables and drums. If hydraulic steering has been installed, the system should be capable of moving the rudder from hard over to hard over in 12 sec or less. All single-engine, hand-steered boats will give harder rudder response in one direction than the other; this should not be the case with a twin-engine boat if its engines are synchronized properly.

The typical operating crew on a contractor's boat consists of a pilot, an engineer, and either one or two deckhands depending upon the type of towing or fleet shifting to be done. Boats whose engines and gears are not pilot-house controlled will require the services of a full-time engineer.

Bunks, pulleys, and crew's quarters are the sundry items to have on a towboat, as are radio, shipto-shore telephones, and dephosphorizing systems. However, these can be expensive if they are not needed for a particular operation. A pair of good searchlights is a member of and for shifting equipment at night. Proper coast-guard lights are a definite must, as are life jackets. It is well to remember that the boat may have to pass a U.S. Coast Guard inspection.

Inspection When inspecting a boat for possible lease or purchase, several factors should be considered. It is helpful to go to a reputable shipyard for assistance; if this is not possible, the first thing to check is the foundation of the engine. The framing and engine supports should be heavy and sound. Notice the type, spacing, and thickness of the framing; this is a key to the general condition and design. If the beams are small, the channels are light, and the welding is poor—beware! Next, the soundness of the hull should be examined. Its exterior should be looked at carefully, especially at the waterline. If this area is heavily pitted, the buyer will probably have a "leaker" on his hands. Also, the interior of the hull should be checked for wooden plugs, plate patches, or a new section of hull plating.

The engines are key items, and their satisfactory operation requires good service facilities at every port. A shutdown for lack of parts is always expensive. Engines manufactured by either Caterpillar or General Motors are very satisfactory, as excellent service facilities are always available. Repair parts for other makes must usually come from the factory. Beware of "bastard" boat design; a small boat "souped up"

with big engines usually means fire hazard in addition to other troubles. "Hullless" boats can also be troublesome; they are usually someone's exclusive dream, and parts for repair will be hard to find. Also be careful of boats with excessive "roll" when the rudder is hard over in a tight turn.

DREDGING

Hydraulic Dredge Hydraulic dredging is the utilization of power with water to transfer solid material. The main parts of a hydraulic dredge are the hull, the gantries, the spud keepers and spud, suction, the ladder with the suction line and intake, the cutter head, the dredge pump and engine, the hoisting equipment (usually five drum), and sundry equipment such as light plants, service pumps, compressor, etc. Figure 18-1 illustrates typical dredge components.* The average dredge is constructed on a barge or on a hull which is designed for this particular service.

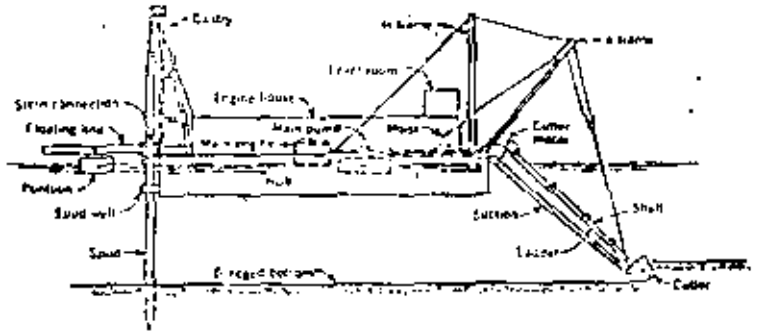


Fig. 18-1 Dredge components. (From J. Huston, Dredging Fundamentals, J. Waterways Harbors Div. Am. Soc. Civil Engrs., no. WW3, paper 2290, August, 1957.)

Hydraulic dredges are rated by the size of their discharge lines, and they vary in size from midgets to mammoths. A small dredge equipped with a 6-in. dredge pump driven by a gasoline engine can be built into a hull only 30 ft long and 14 ft wide, with a 2-ft draft. It is ideally suited for dredging work in small lakes or ponds where deposits, such as mud and gravel, are to be removed in limited quantities. In contrast, a dredge with a 20-in. pump connected directly to a 1,500-hp engine requires a hull 137 ft long and 40 ft wide with a depth of 10 ft. Such a dredge is capable of handling gravels and boulders through pipelines over a mile long. Its discharge pipe must be of sufficient size to accommodate the spoil. Table 18-1 lists typical specifications for dredges.

For free-flowing material such as sand or gravels, a plain suction nozzle without cutter or agitator is used. The suction force of the pump causes the solid material from the bottom to be picked up. Where the material is firm and compacted or does not disintegrate and flow easily, the suction must be provided with a revolving cutter. This will break up the material in the immediate vicinity of the suction and so that it can be picked up and transported. There are several types of cutter heads; some have cast blades and others have removable teeth (see Fig. 18-2). The motor and drive shaft for the cutter head are mounted on a structural steel framework called the "dredge ladder."

The ladder length, usually at a 45° inclination, determines the maximum dredging depth. Although ladder lengths of up to 225 ft have been employed,[1] lengths will customarily range between 90 and 140 ft. The suction pipe is carried within the ladder and is connected to the suction pump aboard the dredge by a ball joint or length of rubber suction hose. This connection permits the adjustment of the suction ladder to the desired depth of dredging. The cutter and ladder must be of sufficient strength

* Superior numbers refer to the list of references at the end of the section.

TABLE 18.1 Typical Specifications for Five Sizes of Dredges

Item	Size of dredge discharge, in.				
	12	16	20	24	28
Length, ft	100	120	140	160	175
Beam, ft	35	40	45	50	50
Depth, ft	8	9	10	12	15
Displacement, tons	560	840	1,200	1,850	3,000
Pump power, bhp	570	1,000	1,500	2,700	5,000
Pump speed, rpm	300	400	350	325	300
Cutter power, bhp	150	200	400	700	1,000
Cutter speed, rpm	5–30	5–30	5–30	5–30	5–30
Spud length, ft	55	60	70	90	100
Ladder length, ft	50	55	60	70	80
Maximum pipeline, ft	2,500	4,000	5,000	7,000	9,000
Maximum width of cut, ft	160	200	220	270	325
Minimum width of cut, ft	50	60	70	90	90
Maximum digging depth, ft	35	40	45	50	60
Minimum digging depth, ft	4	5	6	8	12

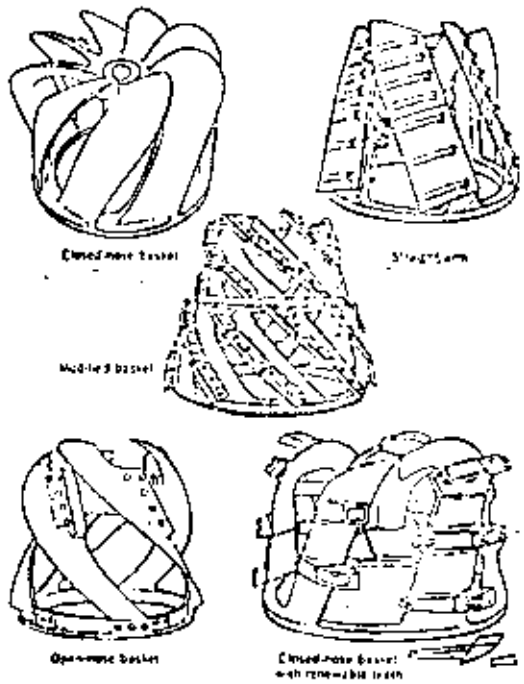


Fig. 18.2 Various cutter types. (*From J. Huston, Dredging Fundamentals, J. Waterways Harbors Div., Am. Soc. Civil Engrs., no. WW3, paper 6390, August 1967.*)

to withstand the sudden shocks and strains incurred when encountering boulders, compact layers, etc. Cutter speeds vary between 5 and 40 rpm on most dredges, and the power applied to the cutter may be as high as 3,000 hp.

The dredge ladder is supported by a block and tackle from the forward end of the bow gantry. This bow gantry, sometimes called the "A frame," is usually pin connected to the bow of the forward deck. The stern, or spud, gantry is made high enough so that a spud can be hoisted until its bottom is level with the bottom of the hull. The spud keepers are located at the deck and near the lower knuckles of the stern. Spuds are usually cylindrical, with their diameters depending upon the size of the dredge, and their lengths are contingent upon the depth of the water in which the dredge is to be used. It is by means of the spuds that the dredge can be anchored or maneuvered to "walk" along the river bottom. Power for raising and lowering the spuds is usually derived from the main hoist engine.

Swing lines are installed in order to swing, or walk, the dredge. These lines lead down the ladder to sheaves near the suction end of the ladder, and then to anchors placed on either side of the dredge and at 90° to its center line. The swinging pull is thus directed nearest the cutter head where the heaviest load is applied.

The size of the dredging pump is determined by the output required, the conditions of the material to be excavated, and the lengths of the floating discharge and shore lines. The pump must develop sufficient suction to lift the cuttings, and it must discharge at sufficient velocity to keep the dredged material in suspension. A velocity of 12 to 14 fps is usually adequate, although large dredge pumps may operate at higher velocities. In the case of an extremely long floating discharge line or long shore lines, additional booster pumps may be necessary to gain maximum efficiency of the dredge.

The required brake horsepower for the pump can be computed as follows:

$$\text{bhp} = \frac{QHS}{3960E}$$

where Q = pump discharge, gpm
H = total head, ft of fresh water
S = specific gravity of dredged material
E = pump efficiency, expressed as a decimal

The total head is the sum of suction and discharge heads, including both static and dynamic components. Specific gravity of the suspension is approximately as follows: 10 percent solids = specific gravity of 1.1; 20 percent solids = specific gravity of 1.2, etc. The hydraulic dredged material should run between 15 to 20 percent solids for good production. The efficiency of the dredge pump depends upon its make and design but normally varies between 0.50 and 0.60.

The discharge pipe of the dredge is usually constructed of relatively light, spiral-welded material. It is subject to considerable wear, the extent of which is directly proportional to type, quantity, and velocity of the material which passes through it.

Each piece of floating pipeline is mounted on a float, with the simplest type of float consisting of either two or four steel barrels or drums. On the inland waterways, the Corps of Engineers uses small barges (15 ft wide by 30 or 40 ft long) for this purpose. A circular track mounted on the barge permits the dredge pipe to rotate. Shore pipe is usually fitted up with flanges, and in the majority of cases does not have to be shifted as often as the floating discharge line. When equipping a dredge with discharge pipe, the pipe nearest the pump should be the heaviest, the floating line next in weight, the shore pipe the lightest.

The actual setup of the dredge usually is performed in the following order. The dredge is towed to the desired starting location, the spuds are lowered, and the swing-line anchors are run. The pontoon line is then set into position at the stern of the dredge and connected to the dredge discharge. Each piece of line is individually added until the desired length is obtained. Bank lines are then installed to the point of discharge.

If a hydraulic fill is to be constructed, provision must be made for the runoff of the

dredge water. Small dikes can be arranged to form a shallow pond, and the pump water is then directed into this pond so that settling of the dredge material will take place. Small levees must be kept built up as the hydraulic fill proceeds, and this is best done by using a small bulldozer or a loader.

The number of employees needed to man a dredge project depends largely upon the size of the dredge. The responsibility for the dredge and its operation rests with the dredge superintendent (dredge captain). It is his job to know the dredge, its equipment and capacity, and to be familiar with the engine, its repair and maintenance. Serving under the dredge captain are the pumpers, one for each 8-hr shift. The pumper operates the hoist and cutter head, calls for pump engine speeds, and controls the amount of material being dredged and the swing of the dredge. Working under the pumper is usually one mate per shift. Through the mate's direction each shift personnel (deck laborers (for changing the floating lines, running cables, and swing anchors) and the shift engineers receive instructions. The shift engineer is responsible for engine speeds, the maintenance of the engines, hoists, etc. A single oiler per shift is usually employed to assist the shift engineer.

The operation of hoists, cutter head, swing controls, and marine signals is usually performed from the control house. This house can be mounted on top of the machinery housing so as to be in full view of the entire operation. The pumper is stationed within this house, where he operates the hoist for controlling the ladder, spuds, and swing lines. He is also responsible for displaying and giving the proper marine signals to other vessels.

Ladder or Bucket Dredge. This is a specialized piece of dredging equipment which is adapted for excavating submarine trenches and for use in sand and gravel production. It consists of a ladder-mounted endless chain whose buckets discharge onto a conveyor. The ladder dredge, because of its nature, is not able to convey its material beyond its point of bucket discharge except as made possible by supplementary means. The ladder is also vulnerable to shifting of the barge caused by currents, passing vessels, or rough weather.

Dipper Dredge. These dredges have distinct advantages when excavating certain types of material and are especially useful for breaking up ledge rock or excavating blasted rock. The dipper dredge usually operates with three spuds: two forward and a crowding spud at the stern. Prior to starting work, a large percentage of the dredge's weight is hoisted onto the two forward spuds; this makes a solid foundation from which the dipper can operate. The crowd spud (at an angle of 20° to 30°) prevents the dipper stick from pushing the dredge backward. The dipper bucket is mounted at the end of the dipper stick, where its operation is similar to that of a power shovel. The boom which supports the dipper stick swings, and the bucket discharges into a waiting scow barge or deck barge. As the dipper dumping radius is extremely limited, the barge must constantly be moved while the loading operations are taking place.

Clamshell Dredge. This is especially useful [illegible] where it is impractical to use other equipment [illegible]. When spuds are used, two forward [illegible] must be placed to keep the dredge in position while the dredging operation is being performed. Standard clamshell buckets may be used, including the orange-peel type. The actual selection of bucket size is dependent upon the size of the equipment and the type of material to be excavated. Deep digging demands proportionately longer bucket ropes.

It is not uncommon to anchor a mobile crane on the deck of a flat-deck barge and use it as a clamshell dredge. This is perhaps the most economical method of excavating relatively small volumes of material, such as cleaning out powerhouse intakes or removing silt from the face of a dock. The clamshell dredge has an advantage over the dipper dredge inasmuch as it can work in closer areas and, because of the longer reach of its boom, can load barges which are farther away.

FLOATING CRANES, DERRICKS, AND PILE DRIVERS

Cranes and Derricks. Until a successful "sky hook" is developed, a floating crane or derrick will be one of the indispensable tools of the marine contractor. There are

many ways of approximating this proverbial "hook" aboard a hull, the most economical of which is by the installation of a fixed boom, or A frame, on the bow of a barge. If heavy structural members and large cable are used, extremely heavy loads can be lifted. These fixed booms do not provide versatility in handling loads, since the entire hull or barge must be shifted to dispose the load where it is desired. Steel stiffleg derricks are available in rated capacities of 3 to 800 tons. They are extremely popular and can be equipped for hook work or dragline operation.

Whether on pile driving operations, material handling, or steel erection, equipment which will revolve through 360° is a great asset. Barge-mounted revolving cranes are expensive and, as noted earlier, a contractor may place a crawler-type crane aboard a barge when a climbing operation or relatively light lifting is to be performed. The crawler equipment should then be securely lashed to the deck to prevent its sliding overboard. The operator should give careful consideration to the load and to the radius at which it is to be lifted. Unfortunately, once the crane is firmly anchored to the deck, the operator can no longer "feel" the load. Many boom failures have occurred for this reason.

For capacities larger than can be handled with a barge-mounted crawler crane, it will be necessary to procure a crane similar to those manufactured by the American Hoist and Derrick Co. These cranes range in capacity from 7 tons at 80 ft to 30 tons at a 95-ft radius. Many older machines, despite the fact that they may be steam powered, are still extremely serviceable. They should not be overlooked when equipping a project on a limited budget.

As noted earlier, a barge-mounted stiffleg derrick provides a very economical lifting unit. Such a derrick, with its engine, will be considerably less expensive than a crawler crane of comparable capacity. Several new and efficient designs have been introduced; for example, the number of barge connections required to fasten the derrick to the hull has now been reduced to three main points. A 180° swing can also be accomplished. Through the use of the ball wheel and swing engine, the capacity of the derrick barge is comparable to that of the revolving crane.

Before attempting to mount any type of lifting equipment aboard a barge or hull, whether A frame, crawler crane, or deck-mounted revolving crane, a study must be made to ascertain whether the deck beams and framing will carry the load which is to be imposed. If the framing of the barge is deemed satisfactory, then planking such as mats and additional I beams should be employed. The planking should spread the load over a satisfactory number of frames so that undue strain will not be imparted onto the deck framing system. Assuming that the barge has sufficient capacity to carry the equipment which is to be mounted aboard, a study should be made by a qualified marine engineer to ascertain whether the loads to be handled at any given radius will cause the hull to become unseaworthy and capsize.

One of the inevitable requirements of "progress" seems to be that all aspects of a business must grow. A greater amount of capital is required, manpower needs rise, and equipment [illegible] increases in size and capacity. The search for oil in the tidelands is an excellent example. This operation, in contrast to land drilling, requires the construction of huge marine structures and the use of heavy floating equipment. Today projects are being undertaken that would not have been attempted five years ago. Sunken barges, with range mines, are being successfully salvaged where they would have been abandoned in the past. To perform these services, derrick and crane barges of colossal size are being built. The undisputed giant of the crane barges is 400 ft long, 100 ft wide, and 78 ft deep. It can work in the open sea in any part of the world, has a boom 233 ft in length, and is capable of lifting a 500-ton load and swinging it in a full circle (360°). This gigantic crane, which is owned by J. Ray McDermott and Co., is shown in Fig. 25-3.

Auxiliary equipment for this mammoth "hook" includes pile driving apparatus which will drive 120,000 lb to drive steel piles up to 6 ft in diameter. The rig is also equipped for laying large-diameter pile frames under water. Air-conditioned quarters are provided for the entire crew, and a potable water supply and adequate storage space make it possible to maintain the operation for an extended period without refueling or reprovisioning.

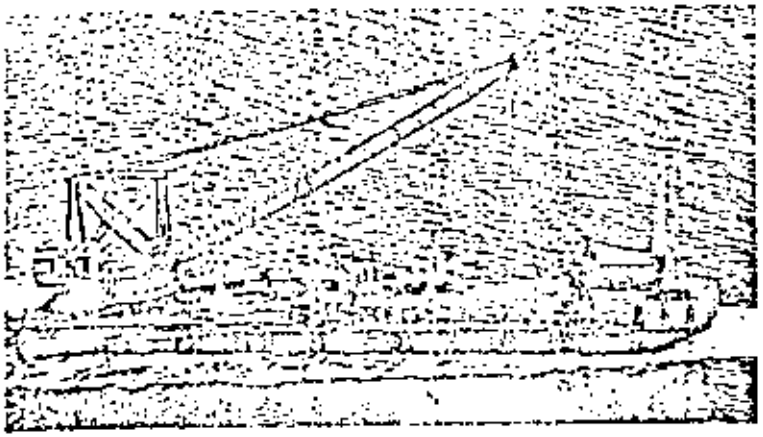


Fig. 18-3 500-ton revolving crane barge

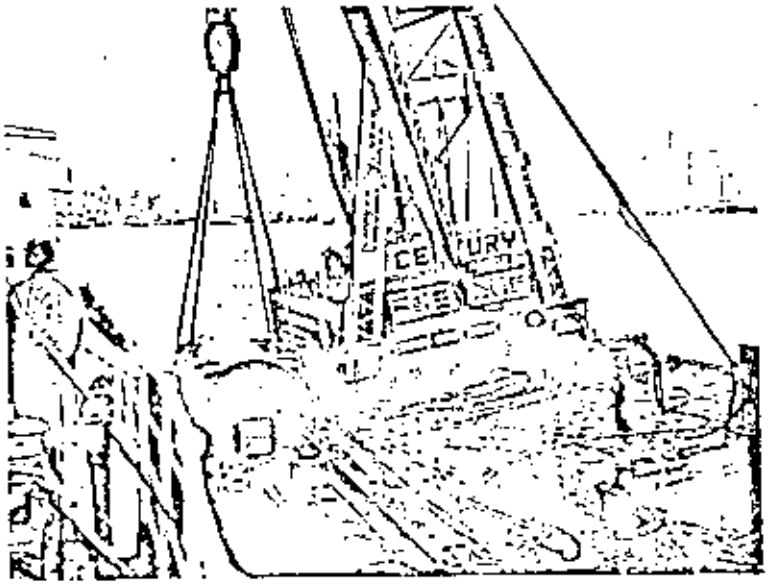


Fig. 18-4 500-ton derrick barge.

Another "500 tonner" is located on the Eastern seaboard. This is a derrick of the stiff-legged A frame type, especially designed for the transferring of heavy equipment from dockside to floating vessels. It is owned by the Raymond International Co., and is illustrated in Fig. 18-4.

By utilizing slings and arrangements, these behemoths of the construction industry

can be trained up so as to lift heavy loads beyond the capacity of either one (see Fig. 18-5). Great care must be exercised when using two or more cranes for a "lift." To prevent damage to the equipment and to reduce the likelihood of accidental injuries to the operating personnel, strain gauges should be used on all lines where overload may occur.

Pile Drivers Pile-driving operations occur on marine projects more frequently than any other type of operation. The federal government is attempting to improve the channels of our inland waterways, and much of this work entails pile driving. With adaptation, crawler or fixed-barge derricks may be employed for pile-driving work.* Most contractors prefer to use a pile driver with a fixed set of leads and,

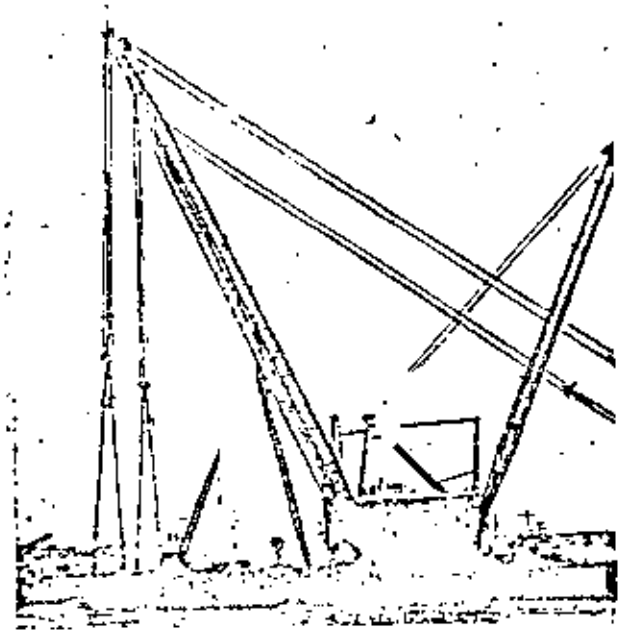


Fig. 18-5 Two barge-mounted stiffleg cranes, combined lifting capacity of 800 tons.

using this equipment in conjunction with hoisting equipment, piles varying in length from 30 to over 100 ft can be driven depending upon the water depths.

A popular pile hammer for driving wood piles is the No. 2 Vulcan, single-acting hammer delivering 7,200 ft-lb of energy per stroke.* When driving steel or concrete piles, a McKiernan Turney Model 10-B-3, Double Acting Vulcan Model 30-C, or a Vulcan No. 1 may prove suitable. Experience and actual trial will best dictate the preferred size and type of hammer. If the hammer is steam operated, the boiler must be of sufficient size to permit continuous operation of the pile hammer.

The operational crew of a floating pile driver usually consists of a foreman, three deckhands, two engineers, a fireman, and a leadsman. Through the incorporation of a series of staging into the leads, the pile is hoisted until vertical. It is then brought into the leads through the coordination of the deck gang and the man on one of the

* See Sec. 22, Piles and Pile Driving.

upper stages. The leadsman gives the order to lower the hammer onto the piles and start the driving operation. When the pile has been driven to grade, the operation is repeated on the next pile. A steam engine, in addition to the main three-drum hoisting engine, is frequently utilized for the control of the anchor lines.

[illegible]

[illegible] equipment, [illegible] is usually assigned in accordance with the needs and demands of the project. These requirements should be established by experienced and competent engineers.

Auxiliary Diving Equipment. When assembling a compressor barge to supply air for a pneumatic caisson, the size of the compressors must be established by someone thoroughly familiar with this type of project. The required compressor capacity will depend upon the size of the caisson and the frequency of use of the air locks.

Submarine divers are usually "problems" to the project superintendent. The diver, being himself an artisan, will insist (and rightfully so) that his compressors, lines, and tender have an area assigned to them where they will be undisturbed. In order to accomplish this, it is usually advisable to reserve for his use a low barge or pontoon which may easily be shifted about. This has the additional advantage of being readily moved out of the way should the diver's work be relatively intermittent. There should also be adequate shelter for the comfort of the diver while changing gear during cold or inclement weather. A tool house barge with a coal-fired cannonball stove is quite suitable or, if this is not available, a lean-to can be constructed using 2 by 4s and tarpaulins. Shelter should also be provided for the diver's tender, who will operate the diver's communication system.

It is usually advisable to have a diver's ladder constructed. The diving suit, together with its ballast and weighted shoes, becomes extremely heavy when out of water. For this reason, the rungs on a diver's ladder must be more substantial than those on an ordinary ladder. These rungs can be constructed of 2 by 4s and must be close together, usually 10 in. riser top to riser top. The ladder is placed so that it extends 7 to 8 ft into the water and approximately 5 or 6 ft above the deck of the barge. In this manner the diver can bring himself to the surface by inflating his suit, be pulled to the ladder by his tender, and then walk up the ladder until he is flush with the barge deck. His handlers can assist him in stepping from the ladder onto the deck. When working in deep water, it is advisable to provide a decompression chamber to be used in the event that the diver makes an emergency rise or is stricken with the bends. The operation of the decompression chamber should be undertaken only by a thoroughly qualified person.

Transportation. The type of transportation to be supplied for a project depends upon the number of men to be employed and the distance over which they must be transported. If the project is near a landing, the job tug or towboat will easily suffice. If it is in back bayou country, motor launches which are capable of fairly moderate or fast speeds can be employed. The project superintendent should be cognizant of the fact that boats which are used for transporting crews should not be overloaded, and the rules of the U.S. Coast Guard should be observed. Because of the automobile, quarters boats are now very rarely employed; when they are, they are used only on the most inaccessible and distant marine projects. Today, men live ashore and assemble at a landing to await transportation to the project.

Communications. The key to effecting a saving on many marine projects is the ability of the supervisory personnel to coordinate the work with subcontractors, the home office, and other construction gangs. This communication can best be performed by mobile-type radio telephones. On a large project the initial cost of a base station and several portable units is small in comparison with the benefits realized. Units such as walkie-talkies or transceivers can be installed in the superintendent's automobile or aboard the towboat or other floating equipment. The mobile service departments of the Bell Telephone Co., Motorola Corp., and the Radio Corporation of America can give excellent advice and supply reliable equipment for this type of communication.

MARINE RISK INSURANCE

The contractor whose work requires the use of floating equipment is subjected to hazards peculiar to the nature of marine construction. There is risk of financial loss resulting from damage to or destruction of such equipment as he may own; he is also [illegible] the property of others for which he may be held [illegible]. A qualified [illegible] can help find the necessary insurance [illegible] to eliminate the greater share of these possibilities of loss. Because of its special nature, marine insurance is a field of insurance unto itself. It is extremely important before attempting to move any hulls or equipment that a broker well versed and thoroughly qualified (of whom there are relatively few) be contacted and proper insurance arranged.

Marine insurance, in general, pertains to water-borne traffic on oceans, lakes, rivers, canals, etc. This type of insurance protects against loss or damage to the hull, liability for injury or damage to persons or property, or loss of cargo.

Hull Insurance. This protects the insured for specified damages to his marine equipment and is frequently written with a deductible clause. It covers the hull, fittings, machinery, and fixtures of a vessel for loss against the perils of navigation, such as collision, stranding, sinking, heavy weather, fire, and explosion. This insurance also protects against loss from salvage charges. The hull policy developed for river marine hazards is a modified form of that used for ocean marine.

Most policies contain the inchmaree clause covering latent defect and negligence of the master, officers, and hands. This latent-defect clause does not cover loss due to the negligence of the owners or managers, nor does it cover the cost of the part in which the latent defect existed. In addition, collision liability known as the "running down" clause insures against liability for damage to another vessel, its freight and cargo. Usually 20 percent of the insurance can apply to property separately stored ashore. Fleetwide hull coverage is a variation of hull insurance which is designed for vessels laid up for a long time. On larger and more costly vessels, a premium savings can be made by covering part under a hull policy and the remainder under a disbursements insurance policy. The latter policy then comes into effect in the event of a total loss.

Protection and Indemnity Insurance. This coverage is usually obtained by endorsement to a hull policy. Its terms are similar to the protection afforded by an automobile liability and property damage policy, broadened to include employer's liability. It includes the insured's legal liability as owner of the insured vessel for loss of life and injury to employees, including the master and the crew. It also embraces those not employees and the owner's liability for damage to property in so far as these risks are not covered by the running-down clause of the hull policy.

Workmen's Compensation Insurance. This is designed and written as prescribed by the workmen's compensation statutes of the state in which the insured is domiciled or operating. It normally excludes coverage for masters of vessels and crew members, although these excluded employees may be brought under a workmen's compensation policy by a voluntary compensation endorsement. The insurance company will then pay such amounts as an injured employee would have received had the act been automatically applicable.

An employee who is included in a compensation policy by this type of endorsement is not obligated to accept the compensation payment set forth in the act, but may instead elect to bring an action in Maritime Law under the Jones Act. Should this occur, the insurance company will protect and defend the employer against loss under the employer's liability section of its policy. It is important that all owners carry these policies properly endorsed, especially in view of the fact that the various phases and full effect of the applicable laws have not been rendered certain by court decisions.

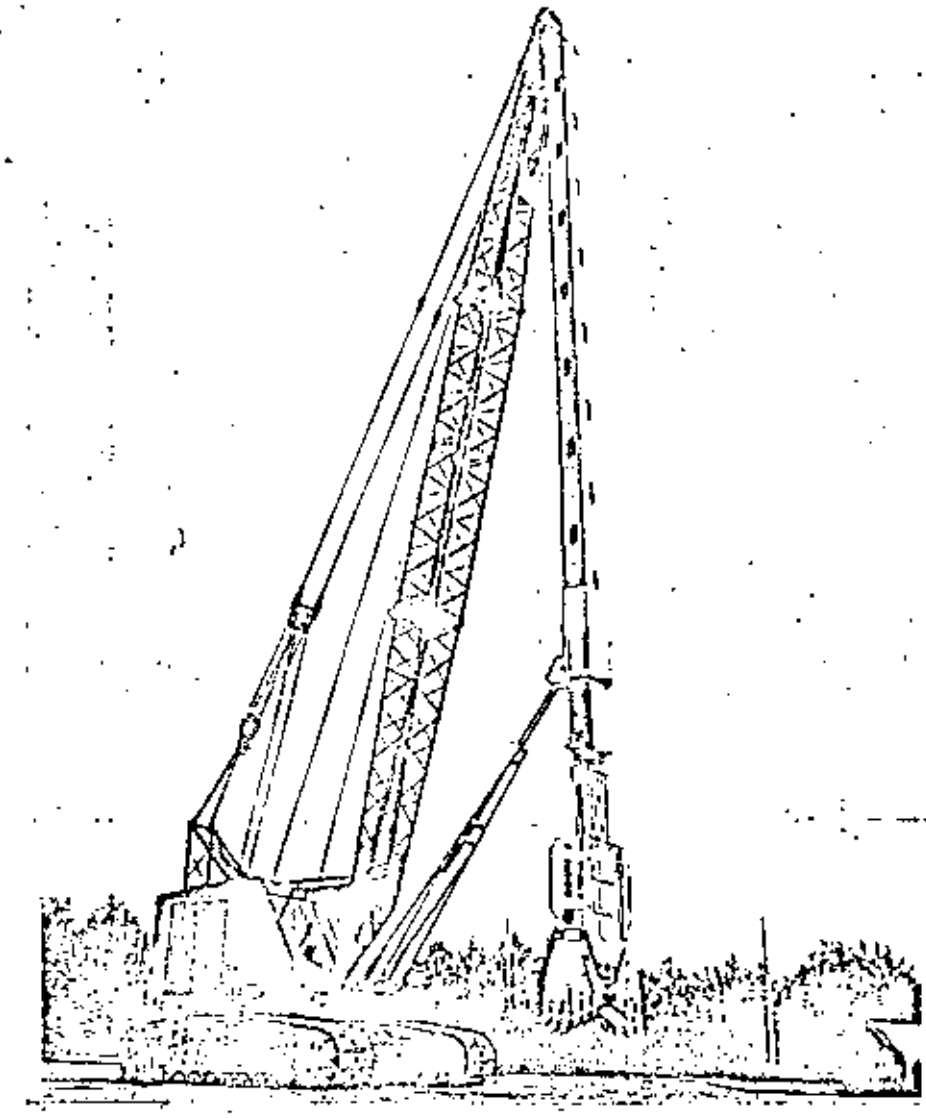
REFERENCES

1. J. Huston, Dredging Fundamentals, *J. Waterways Harbors Div., Am. Soc. Civil Engrs.*, no. WW3, paper 5209, August, 1967.
2. O. Erickson, Latest Dredging Practice, ASCE *Transactions*, vol. 127, pt. iv, 1962.

EQUIPO PARA CONSTRUCCION DE MURO DIAFRAGMA

casagrande s.r.l.
via gilgarelli, 107
33074 fontanafredda (pn) italia
tel. (0434) 90315-7-8-9
telex 43073 casecara
capitale soc. 350.000.000 int. vers.

casagrande



TELESCOPIC KELLY K.T. 30

TELESCOPIC KELLY K.T. 30

Uses:

Used in conjunction with either mechanical or hydraulic trenching buckets for the excavation of diaphragm walls to a maximum depth of 30 meters.

Operation:

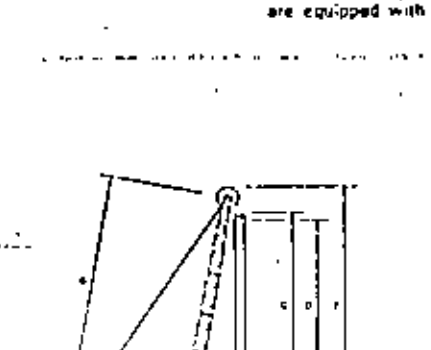
The Kelly K.T. 30 consists of two rectangular telescopic pipes. The outer pipe acts as a guide and is suspended to the head of the crane boom and also connected to a telescopic guide at the bottom. The vertical sliding action is achieved by having the crane cable attached to the bottom of the inside section as is the trenching bucket. The telescopic guide which controls and maintains the verticality of the Kelly is attached to the crane and has a double acting hydraulic piston actioned by a manual pump. The box sections are equipped with limit plates to prevent them from running out, as well as special shock absorbers to prevent shocks or rebounding at either the top or bottom of the stroke. A two part line is possible by the use of a pulley attached to the inside box section.

Accessories:

A hydraulic device, especially designed for non-rectangular walls or narrow areas allows rotation of the Kelly and trenching bucket to ± 35° in respect to the crane, is also available. When using a hydraulic trenching bucket, a spring-activated hydraulic hose reel mounted to the side of the boom is also available.

Materials:

The box sections are made of cold-rolled Fe42B electrowelded steel plates. Special hard wearing steel is used in the fabrication of limit stroke plates and guide sleeves. Limit stroke plates are equipped with springs and rubber pads.



A	Excavation depth	[m]	30
B	Boom length	[m]	24.2
C	Guide section length	[m]	12
D	Telescopic section length	[m]	13+1
E	Maximum height	[m]	19.8
F	Range	[m]	5.8
	Total assembly weight	[kg]	7000
	Guide section weight	[kg]	4400
	Telescopic section weight	[kg]	1100

MONOBLOC KELLY K.M. 40

Uses:

Used in conjunction with either mechanical or hydraulic trenching buckets for the excavation of diaphragm walls to a maximum depth of 40 meters.

Operation:

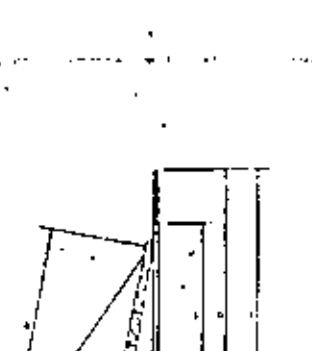
The K.M. 40 Kelly consists of a square box section, sliding vertically inside another box section, which is suspended to the head of the crane boom and connected to a telescopic guide at the bottom. The vertical sliding action is achieved by having the crane cable attached at the bottom of the inside section - as is the trenching bucket. The telescopic guide attached to the crane has a double acting hydraulic piston actioned by a manual pump. The box sections are easily disassembled for transportation purposes.

Accessories:

When used with a type K hydraulic bucket, steel pipe hydraulic lines can be installed inside the Kelly.
When using a hydraulic trenching bucket, a spring activated hydraulic hose reel mounted to the side of the crane boom, is also available.

Materials:

Inner box section is made of cold rolled Fe42B electrowelded steel plates. The exterior box section is made up of structural sections connected by flat bars. Sleeves at all connection points - of the exterior box section are made of special hard wearing steel.



A	Excavation Depth	[m]	18	22	28	35	40
B	Boom Length	[m]	18.8	24.4	27,45	27.45	30.5
C	Guide Section Lenght	[m]	17	23	29	29	35
D	Sliding Section Length	[m]	22	28	34	40	40
E	Maximum Height	[m]	27.9	33.5	39.5	45.5	51.5
F	Range	[m]	5.3	6.5	7	7	7
	Total Weight of Assembly	[kg]	3350	4350	4900	5700	6300
	Box Guide Section Weight	[kg]	2100	2800	3400	3400	4200
	Sliding Box Section Weight	[kg]	1300	1300	1300	1300	1300

KELLY K.T.B. 60

Type:

Telescopic Kelly

Uses:

Used in conjunction with either mechanical or hydraulic trenching buckets for the excavation of diaphragm walls to a maximum depth of 60 meters

Operation:

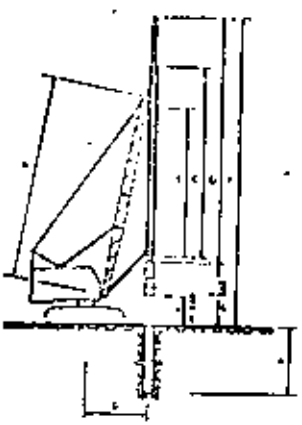
The K.T.B. Kelly consists of an outer box section suspended to the head of the crane boom and connected to a telescopic guide at the bottom, which houses two telescopic sections and thereby permitting excavation to 60 meters. The vertical sliding action of the two sections is achieved by having the crane cable attached at the bottom of the inside box as to the trenching bucket. The telescopic guide attached to the crane has a double acting hydraulic piston actioned by a manual pump, thereby making it possible to keep the Kelly in a vertical position at all times.
By blocking the external telescopic box section, it is possible to transform the telescopic to a single or monobloc Kelly.
The external telescopic section is provided with a limit plate to prevent it from sliding out
The sections are easily disassembled for transportation purposes.

Accessories:

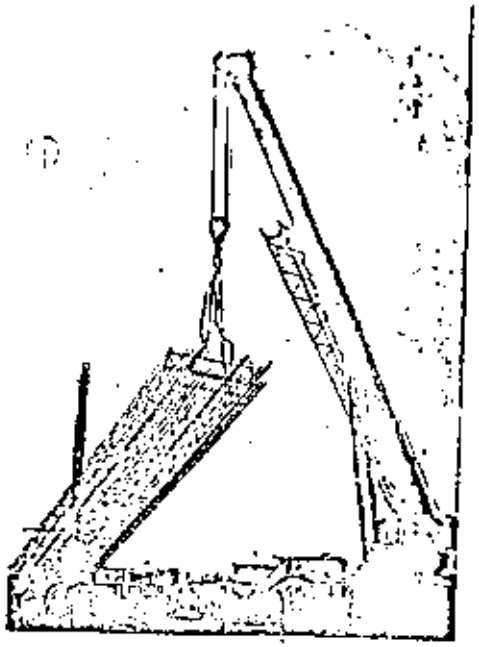
When using a hydraulic trenching bucket, a spring activated hydraulic hose reel mounted to the side of the crane boom, is also available

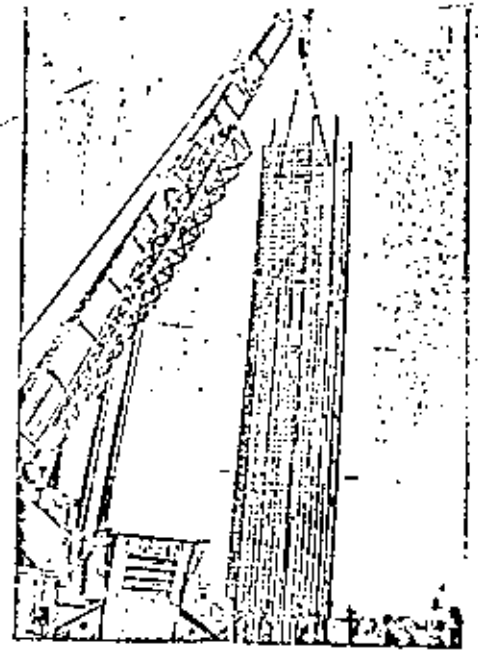
Materials:

The telescopic box sections are made of cold rolled Fe42B electro welded steel plates. The limit stroke plate and guide sleeves are of hardened steel



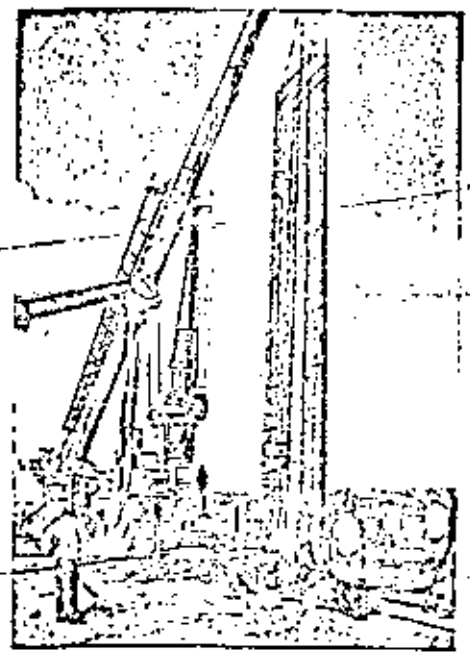
A	Excavation Depth	(m)	37	60
B	Boom Lenght	(m)	21	30,5
C	Outer Box Section Length	(m)	23	35
D	Inside Telescopic Section Length	(m)	34	46
E	Outside Telescopic Section Length	(m)	12	23
F	Maximum Height	(m)	40,5	51,5
G	Range	(m)	8,3	7,5
	Outer Box Weight	(kg)	5050	5650
	Inside Telescopic Section Weight	(kg)	4800	5400
	Outside Telescopic Section Weight	(kg)	1250	3100
	Telescopic Guide Weight	(kg)	1600	1600

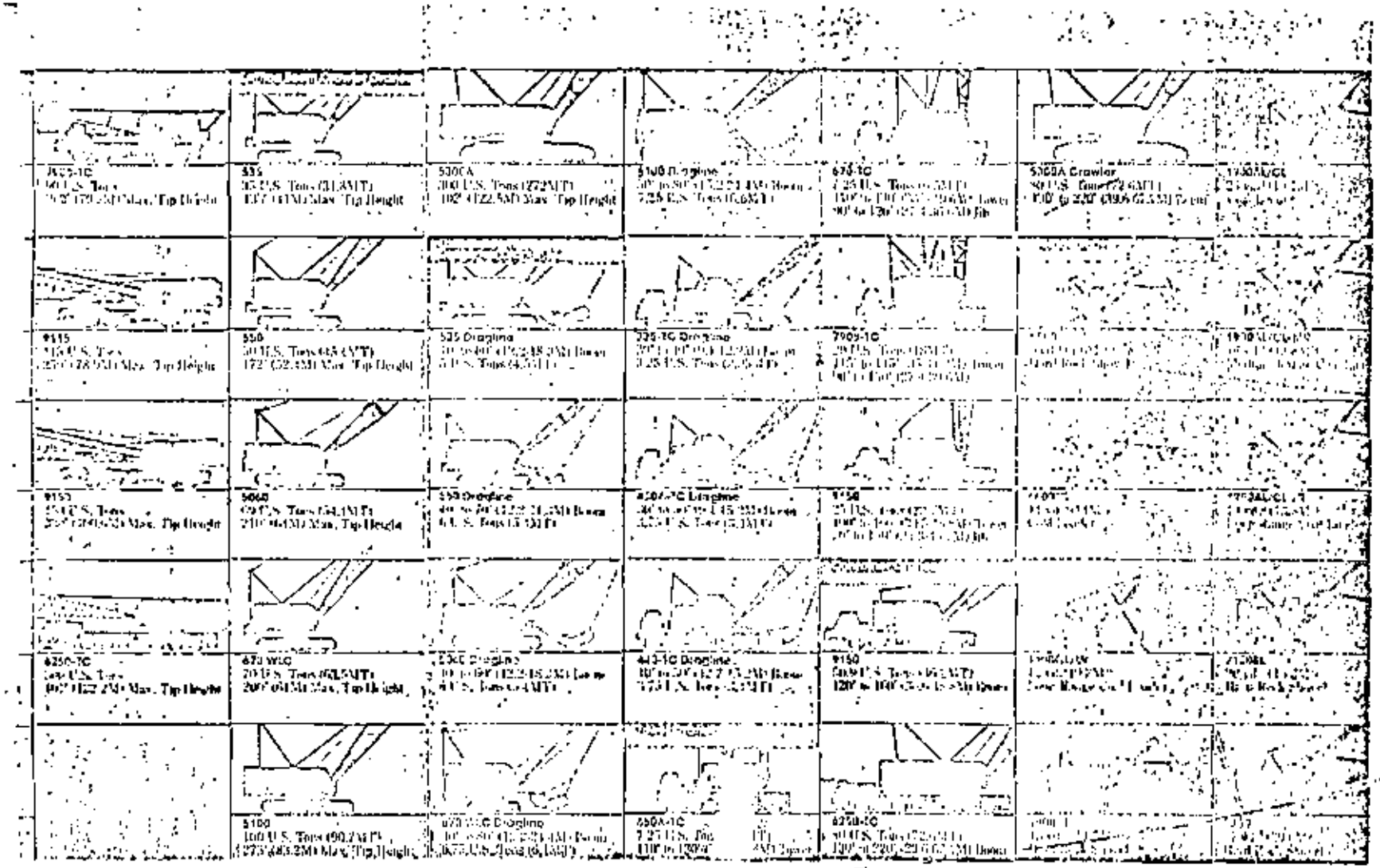




MODIFICACION AL SISTEMA DE IZAJE DE GOVELAS EMPLEANDO TUBOS RIGIDIZADOS Y QUE DEBEN TAMBIEN TENER DETENEDORES PARA GARANTIZAR DESCENSO UNIFORME.

ESTOS TUBOS SON EXTRAIDOS A MEDIDA QUE SE VA AVANZANDO EN EL TRABAJO

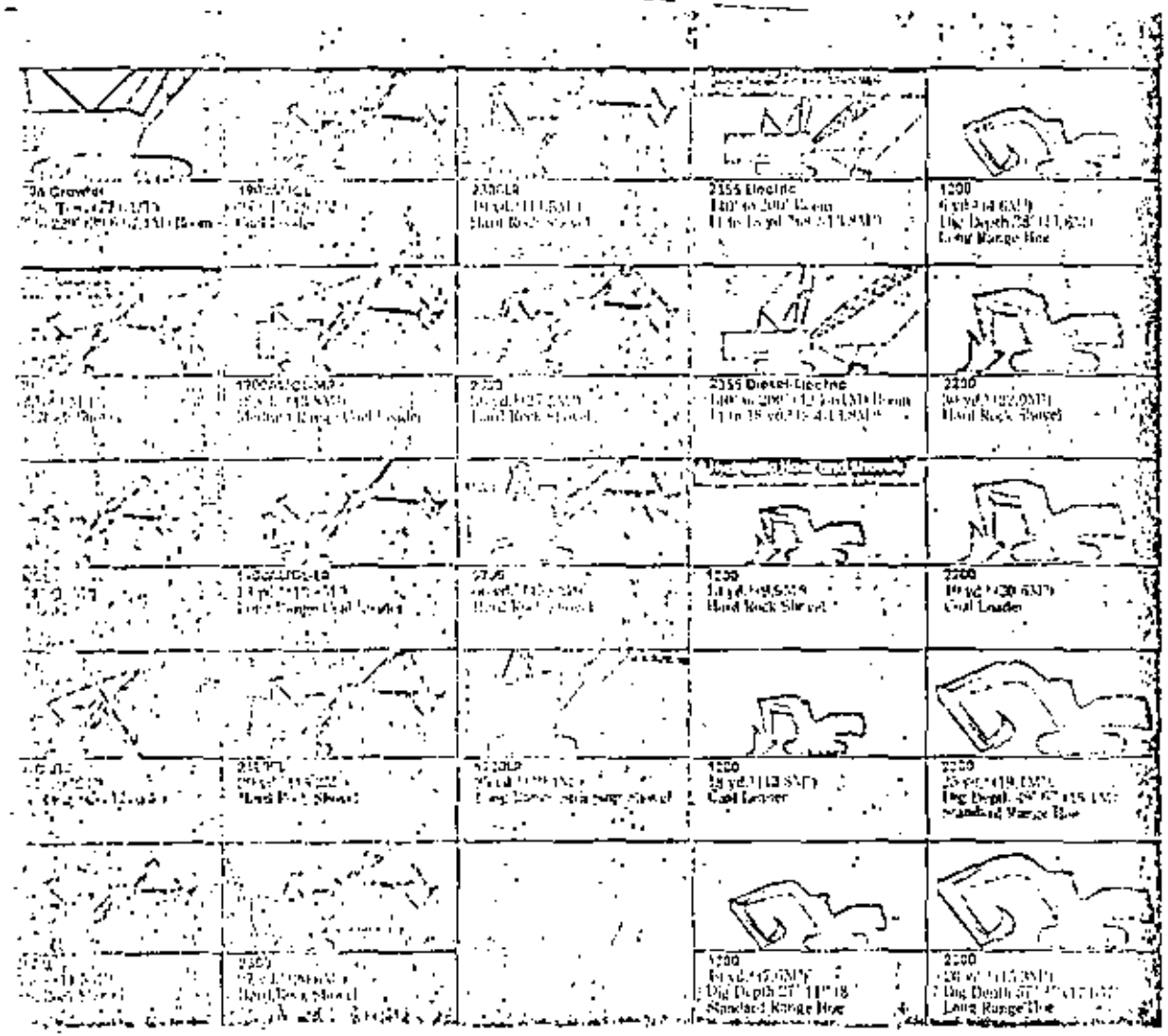




Figures

21

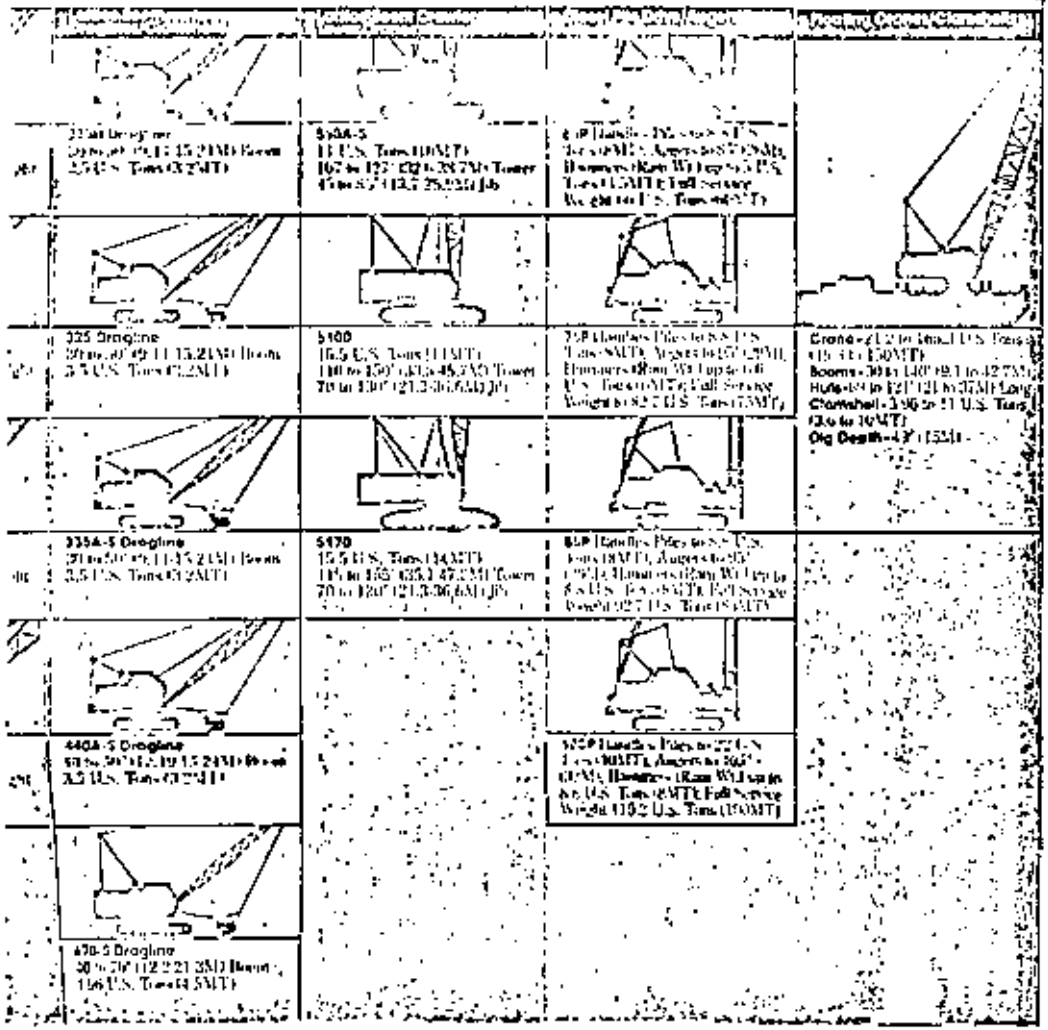
20



Harnischfeger

P&H

P&H has the technology



We give you exactly you need. Not just the one we have.

Unlike some manufacturers who build only lattice boom machines, and others only hydraulic machines—Harnischfeger provides the ultimate in both. We make exactly the size and type of equipment to meet your precise needs.

We have 127 high performance models—count 'em—from our worldwide manufacturing sources.

On crawlers. On rubber. Lattice boom or hydraulic. Rough terrain. All terrain.

And for large scale earthmoving projects, electric shovels, large hydraulic excavators, big crawler-mounted draglines.

We have them all—the models that are hot!

Of course, we think P&H equipment is the answer to your requirements, but that isn't just manufacturer's prejudice. It's our conviction that we can make an objective recommendation because we offer the broadest possible selection.

For international projects, we give you the best kind of support because we are truly an international company. Harnischfeger has been "on the ground" in the international construction arena longer than any other crane manufacturer.

Besides our three major U.S. factories, we have our own manufacturing facilities in Australia, Germany, and South Africa—plus an affiliate in Japan, Kobe Steel Works, Ltd., whose products are available to our global distributor network.

There are also conveniently located P&H parts depots in Australia (two), Brazil, Canada (two), Germany, South Africa, Singapore, and the United States (seven).

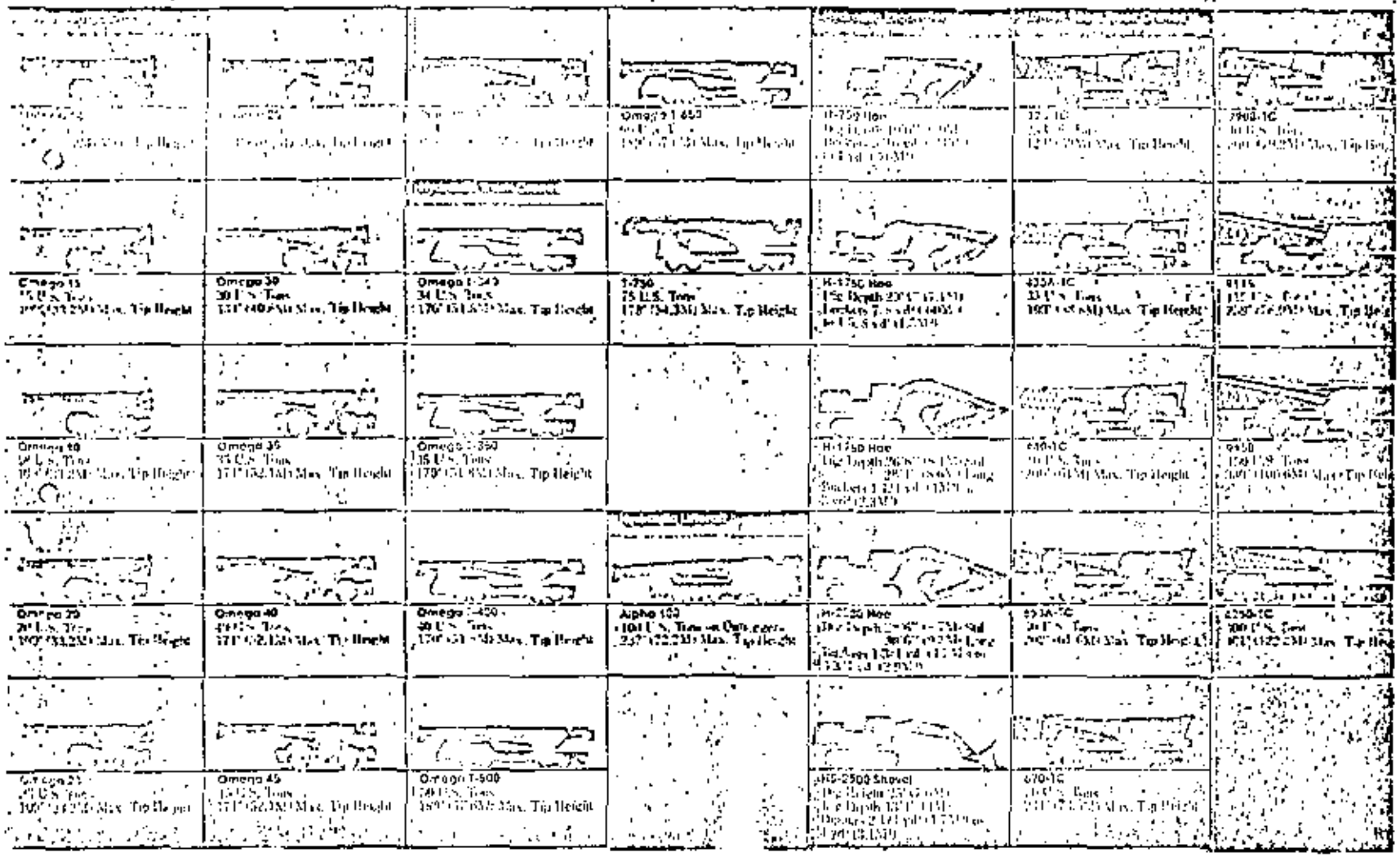
The P&H line is sold and serviced by a global network of over 200 distributors. So, no matter where in the world your projects are, your P&H distributor

U.S. Offices
Atlanta, GA
Boston, MA
Cincinnati, OH
Dallas, TX
Denver, CO
Ft. Lauderdale, FL
Hibbing, MN
Houston, TX
Lexington, KY
Memphis, TN
Milwaukee, WI
Minneapolis, MN
New Orleans, LA
Oakland, CA
Philadelphia, PA
Phoenix, AZ
Pittsburgh, PA
St. Louis, MO
Seattle, WA
Teterboro, NJ

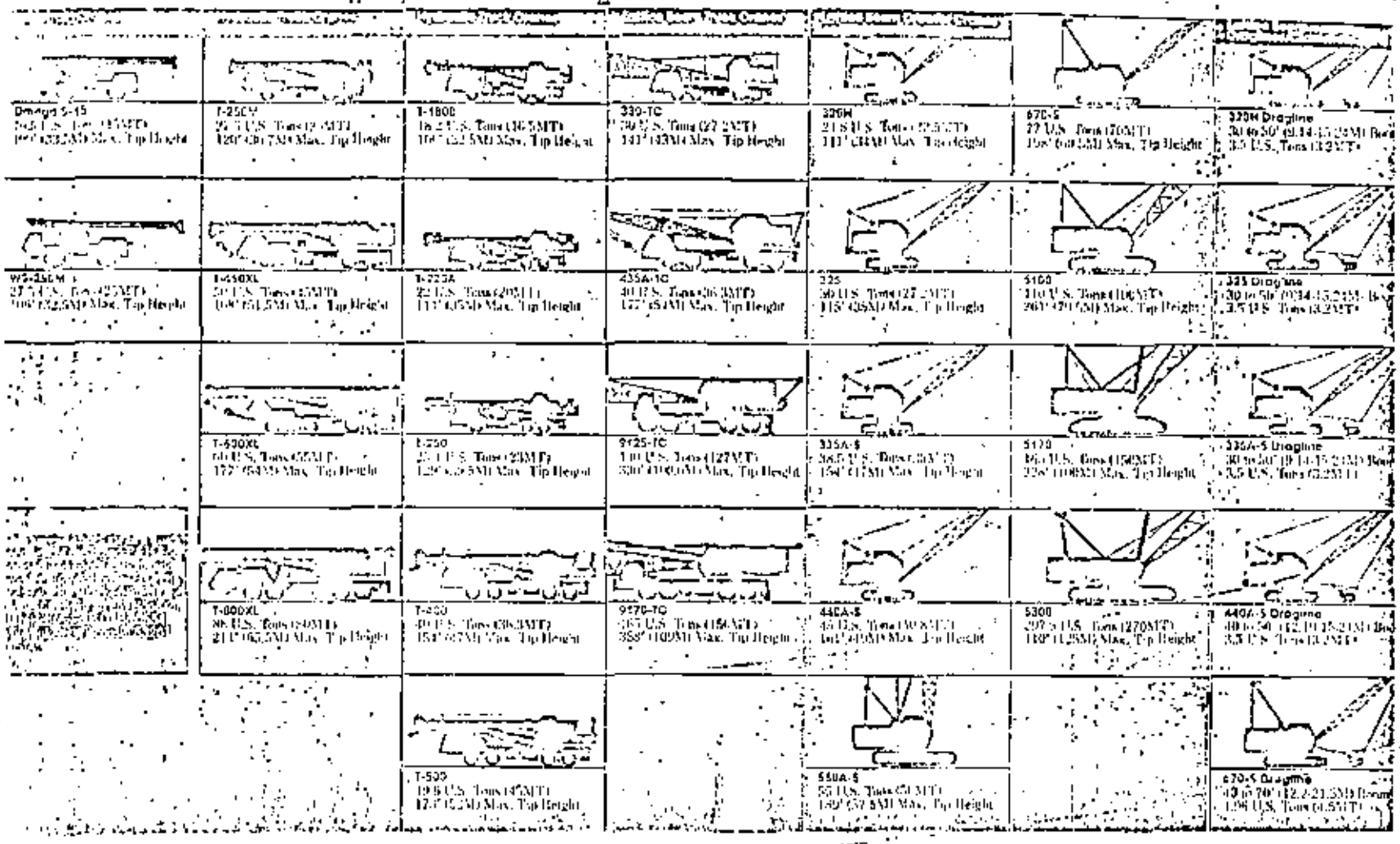
U.S. Parts & Service Co
Atlanta, GA
Casper, WY
Charleston, WV
Hibbing, MN
Milwaukee, WI
Phoenix, AZ
Teterboro, NJ

International Regional Offices
Argentina – Buenos A
Australia – Brisbane, Melbourne, Perth
Brazil – Rio Di Janeiro, Sao Paulo
Canada – Toronto, Va
France – Paris
Germany – Dortmund
Great Britain – London
Greece – Athens
Ivory Coast – Abidjan
Japan – Tokyo

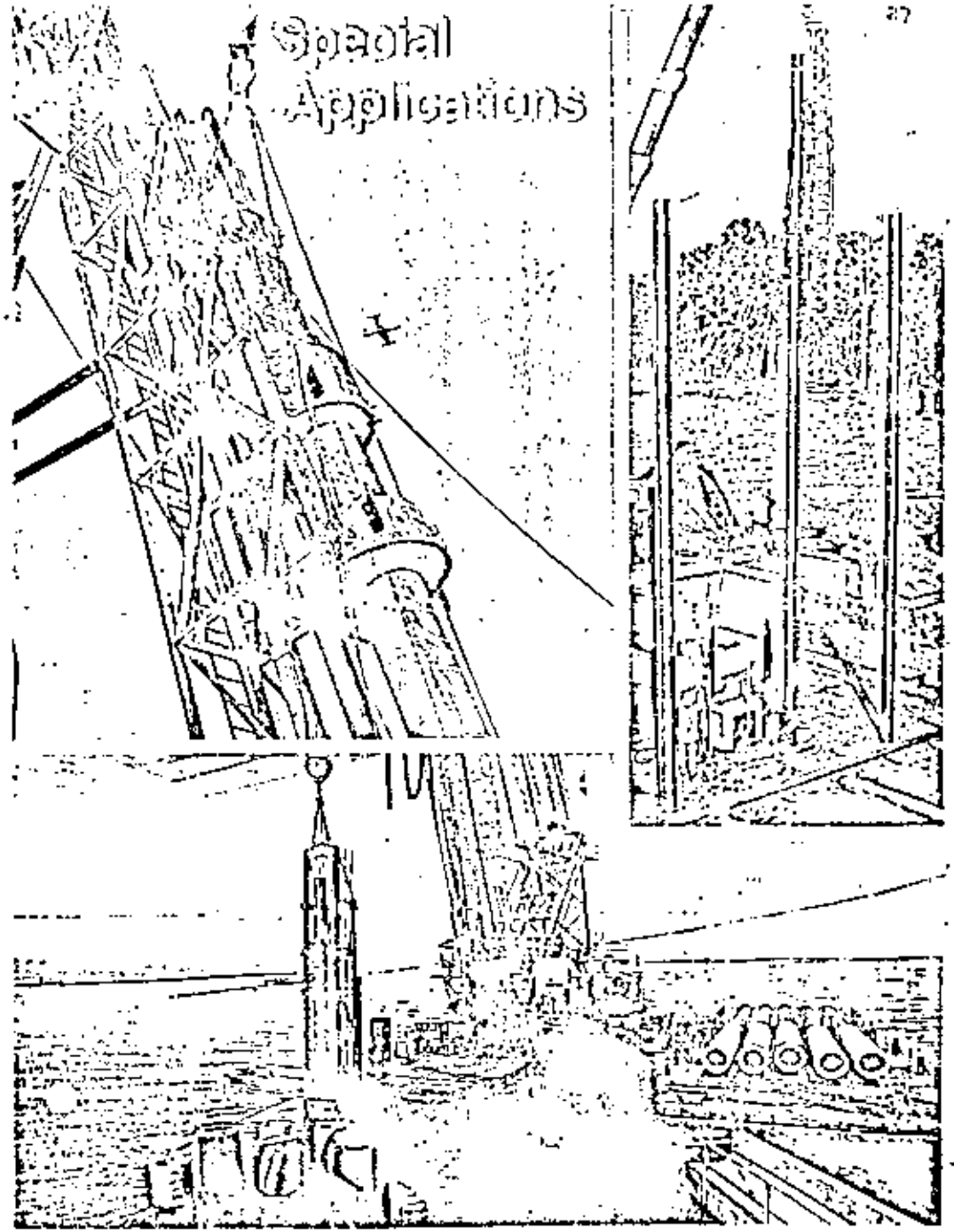
[illegible]

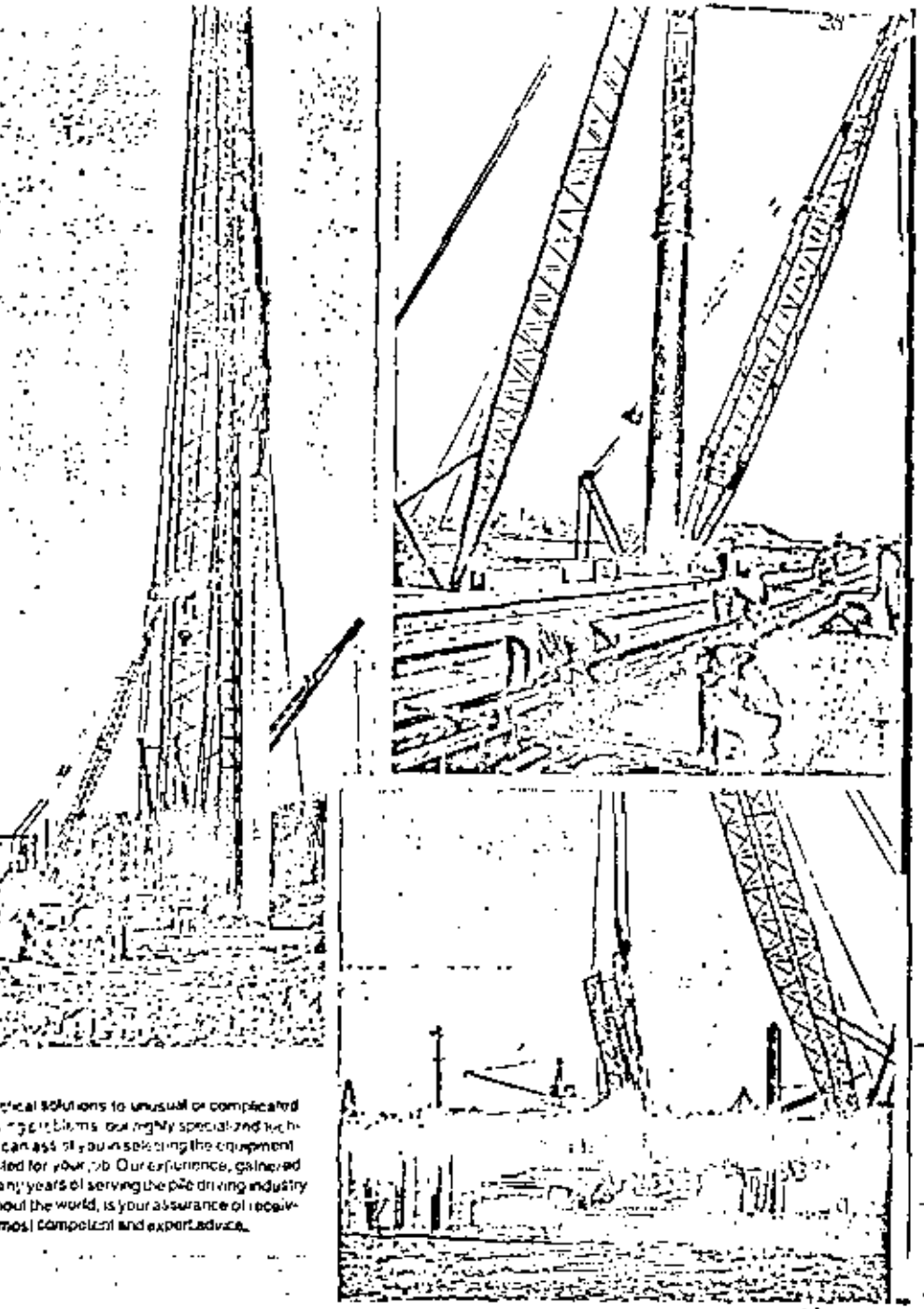

Omega 15
15 U.S. Tons
Omega 30
30 U.S. Tons
Omega 1-340
34 U.S. Tons
1-750
75 U.S. Tons
H-1750 Hoe
435A-1C
Omega 40
35 U.S. Tons
Omega 1-350
35 U.S. Tons
H-1750 Hoe
630-1C
Omega 40
40 U.S. Tons
Omega 1-400
40 U.S. Tons
Alpha 100
100 U.S. Tons
H-2100 Hoe
Omega 45
Omega 1-500
RB-2500 Shovel
670-1C

From Germany | From Japan



EQUIPO PARA HINCADO





...rical solutions to unusual or complicated ...problems, our highly specialized tech... can assist you in selecting the equipment ...ted for your job. Our experience, gained ...any years of serving the pile driving industry ...out the world, is your assurance of receiv... most competent and expert advice.

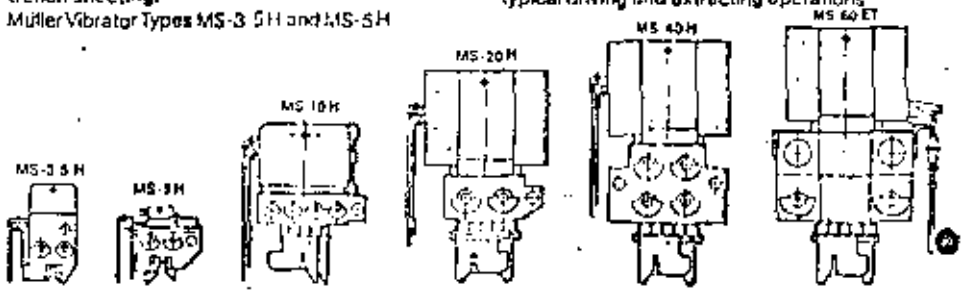
Which vibrator is right for the job?

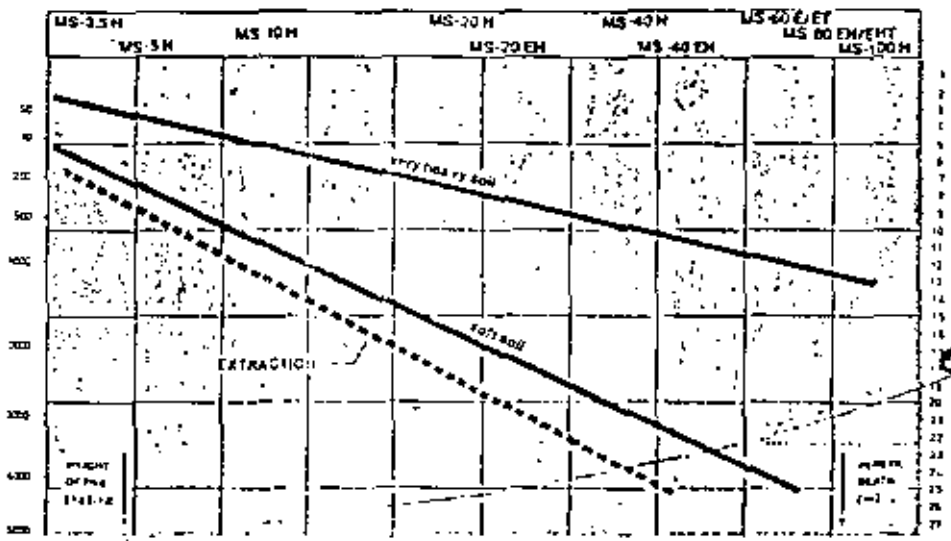
The correct choice of vibrator can be made only if exact details of the soil conditions on site and operational requirements (including driving and/or extracting and profile and length of piles) are known. However, a general guide to the use of Muller vibrators is as follows:

For easy driving and extracting, especially for trench sheeting:
Muller Vibrator Types MS-3.5H and MS-5H

For medium driving and extracting:
Muller Vibrator Types MS 10 H and MS-20 H.

For heavy and very heavy driving and extracting operations:
Muller Vibrator Types MS-40 H, MS-40 EH, MS-60 E and MS 60 ET as well as the machine of the series MS 80 EH/EHT. The illustrations on page 19 show typical driving and extracting operations.

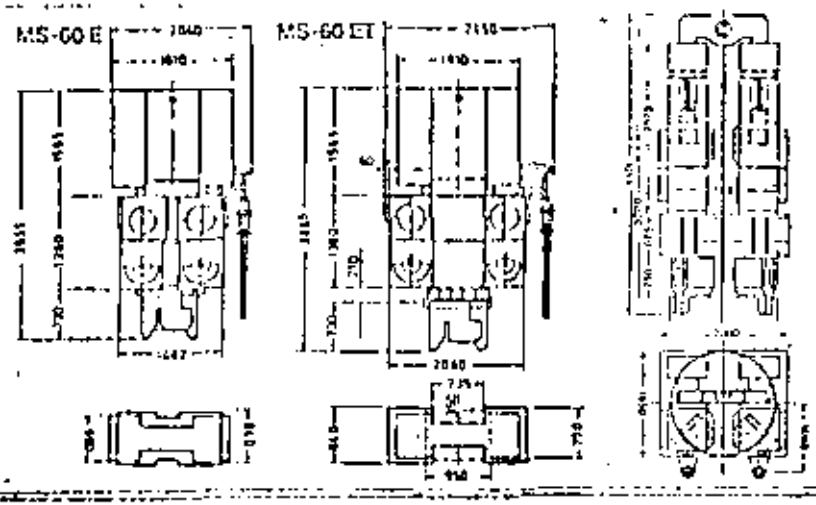




Advantages of Electric Operation

Electrically operated vibrators offer a number of benefits. They are robustly constructed. The power supply is by an easily handled cable. The source of power, which is favourably economical in price, can be either the grid system or a generator of a type commonly found on site or easily to be hired. Another important advantage is that the electromotors of the machines can be highly charged to provide extra reserves of power to overcome tough operating conditions.

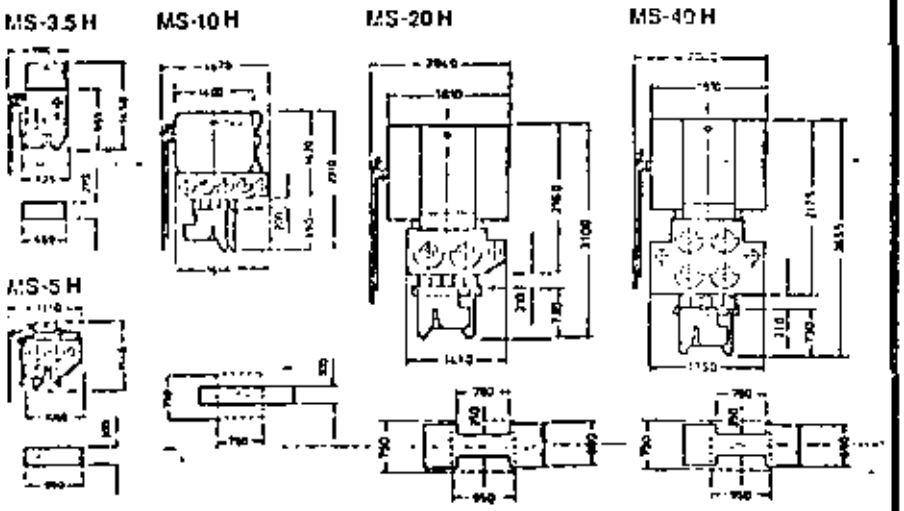
On the other hand, regulation of the frequency is only possible at different stages of operation. The electromotors are also big and heavy.



Advantages of Hydraulic Operation

The decisive advantage of the hydraulically operated Müller vibrator is that the frequency of the machine is infinitely variable. The vibrator can be adapted to the specific site conditions. The use of hydraulic motors keeps the dynamic weight low and this provides a favourable ratio of static movement and oscillating weight which results in greater driving efficiency. With its own diesel-hydraulic power pack, the vibrator is independent of other sources of power and has considerable freedom of movement.

On the other hand, the diesel power pack has a relatively high capital cost and can be used only for the operation of the vibrator. For vibrators of higher efficiency the hoses supplying hydraulic energy to the vibrator can be unwieldy. The hydraulics can also be affected by dirt which can become a problem when hoses are installed or replaced.



Advantages of Electro-Hydraulic Operation

The electro-hydraulic Müller vibrators successfully combine the advantages of electrically operated vibrators and hydraulically operated vibrators used with diesel power packs. At the same time, specific disadvantages of the other systems are obviated.

Main advantages can be summarised as follows:

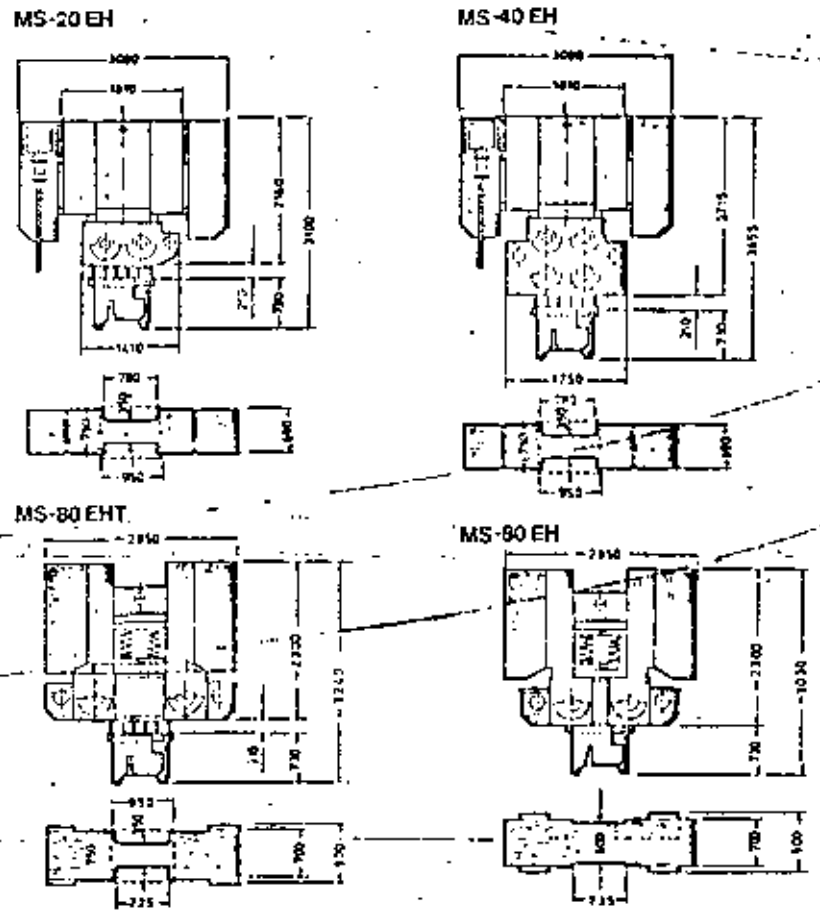
*Electrical
Relatively easy power supply by cable of economical energy

*Hydraulic
Infinite variability of the frequency, compact and comparatively simple construction, easy starting of the vibrator without the extreme peak current required by electrically operated machines and finally the low dynamic weight of the vibrator.

Construction of the machines is such that the electro-hydraulic pump, oil tank and operating mechanics are oscillation free. This obviates damage from metal fatigue which would otherwise be caused by vibration.

The special electric cable, with connecting plugs at both ends, contains all supply and control cables in one.

Hydraulic clamping devices for sheet piles, H-beams, tubes etc. are fitted to the bottom of the exciter block.



Operating sequence

The hammer is designed to be handled and suspended by a single centrally positioned lifting rope (A) as shown in the diagram. The ram (C) with the edge shaped as a deep groove (B) and the annular chamber (D) are in the vacuum spring position. During the lifting cycle when a vacuum is drawn in the annular chamber (D) and the vacuum energy is stored against the vacuum spring as well as against gravity. Similarly, during the downstroke, energy is stored in the vacuum spring is added to the potential energy stored against gravity to produce the kinetic energy of the ram. As the ram falls, it closes the combined exhaust and inlet ports (E) and the ram's air spring space allows the anvil (F) and the diesel cylinder. The air within cylinder is then compressed until it reaches the ignition temperature, when the pressure is sufficient to inject the fuel from the (G) and high pressure pump.

Combustion occurs, impact and combustion are virtually simultaneous, and the ram is immediately accelerated upward. The expansion of the products of combustion and the ports (E) are then and the exhaust occurs. The ram continues upward until all its kinetic energy has been stored in the vacuum spring and against gravity. During this stage of the cycle the exhaust ports and the diesel cylinder through ports (E) are swamped and the cycle is repeated.

Operating methods

BSP deep hammers can be operated crane suspended or on hanging leads or from pile frames and other structures.

Crane suspension

For driving steel sheet piling or vertical bearing piles, the BSP diesel hammers are almost invariably fitted with lugs and inserts and suspended from a crane. The inserts are usually in the form of pins and that the centre of the blows is directly over the line of impact to guarantee the most efficient transfer of energy.

The legs are bolted to the hammer and the inserts are in turn bolted to the legs. The inserts are manufactured specifically to suit the type of piling being driven and are easily interchanged. Special rubber boxes incorporated in the insert mountings apply an inward gripping force to the inserts so that the hammer is fully held in line with the axis of the pile. It should of course be noted that piles installed vertically must be supported separately by an adequate temporary pile frame by other means.

Leader operation

When driving bearing piles, BSP hanging leaders or pile frames are normally employed in this particular case the legs and inserts are substituted by back guides which guide the hammer and actual pile on the leader.

Driving caps

Wide flat driving caps are now generally supplied for driving sheet sheet piling as these are suitable for all profiles and makes of piling. When steel bearing piles such as pipe piles or H section piles have to be installed from a narrow ... driving caps are supplied.

Concrete piles special helmet adaptors are available to protect the top of the piles.

The complete range of MÜLLER VIBRATORS.

Model	Type	Centrifugal force max tonnes	Eccentric moment max	Eccentric moment Nom. kg.m	Variation frequency (vibrations per min) max	Variation frequency (vibrations per min) from to	Crane pull max advisable tonnes	2M stat Dyn Vrt Amplitude MM	Power of hammer Kw	Height mm	Width mm	Dyn weight tonnes	Gross weight tonnes
MS-80 E TW N	E	142	200	52 – 112 7.5 kgm	1323	726, 855 (1121 1323)	80	23	220	3500	1800	12.5	19.0
MS-60 EH 180	EH	100	80	[illegible]	1370	0 – 1370	45	42	180	2300	1000	3.8	5.5
MS-60 EH 180	EH	100	63	[illegible]	1027	0 – 1027	45	39	180	2300	350	4.1	5.8
MS-60 E	E	100	72	26 – 72 7.5 kgm	1323	726, 855	45	32	110	2565	600	4.5	6.0
MS-60 ET	E	100	72	26 – 72 7.5 kgm	1323	726, 855 (1121 1323)	40	30	110	2565	350	4.8	6.3
MS-40 H	H	100	45	30 – 4 3.5 kgm	1700	0 – 1700	45	–	–	–	340	–	–
MS-40 EH	EH	100	45	30 – 4	1700	0 – 1700	45	–	150	–	340	–	–
MS-20 H	H	50	20	15 16 20	1700	0 – 1700	24 45	22	115	1700	340	1.8	2.3
MS-20 EH 90	EH	50	20	15	1700	0 – 1700	24 45	22	90	2150	340	1.8	2.6
MS-20 EH 74	EH	50	20	15	1700	0 – 1700	24 45	22	74	2150	340	1.8	2.5
MS-10 H	H	30	10	–	1700	0 – 1700	12 16	20	82	1470	300	1.0	1.4
MS-5 H	H	15	5	–	1700	0 – 1700	4 5	12.5	44	785	300	0.6	0.8
MS-3.5 H	H	10	3.5	–	2000	0 – 2000	4	11.6	30	700	300	0.6	0.6

N = Pneumatic E = Electric H = Hydraulic EH = Electric Hydraulic *Under development May 1978

Calculation of energy/blow–

Below is shown sample calculation for energy per blow at 80 blows/min for BSP B15 double-acting diesel hammer.

At 80 blows/min the actual stroke by measurements is 1.321 metres

A = Annular area = 0.253 M²

V1 = Initial volume of vacuum chamber = 0.0257 M³

P1 = Atmospheric pressure = 10,330 Kg/M²

N = 1.4

V2 = 0.0257 + 0.253 × 1.321

= 0.0257 + 0.334 = 0.3597 M³

To find pressure under position at rated stroke:

$P2 = P1 \left(\frac{V1}{V2}\right)^{1.4} = 10,330 \left(\frac{0.0257}{0.3597}\right)^{1.4} = 250.5$ Kg/M²

During rising stroke the ram does work compressing air in vacuum chamber from 250.5 back to 10,330 Kg/M²

$WD = \frac{P1V1 - P2V2}{N - 1} = \frac{10,330 \times 0.0257 - 250.5 \times 0.3597}{1.4 - 1} = 434$ M Kg

WD by atmospheric pressure acting on projected area of vacuum chamber on top of ram.

= 10,330 × 0.253 × 1.321 = 3452 M Kg.

Nett energy produced by vacuum effect.

= 3452 − 434 = 3018 M Kg

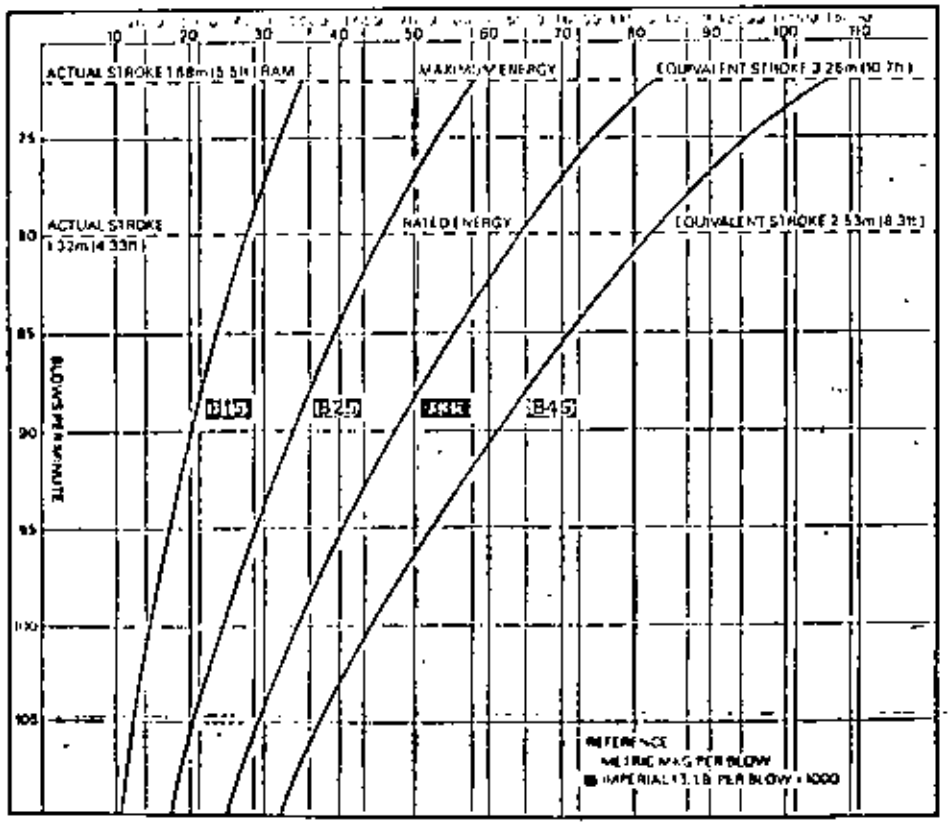
Energy stored against gravity

= Wh = 2500 × 1.321 = 3302 M Kg

Energy/blow @ 80 blows/min

= 3018 + 3302 = 6320 M Kg

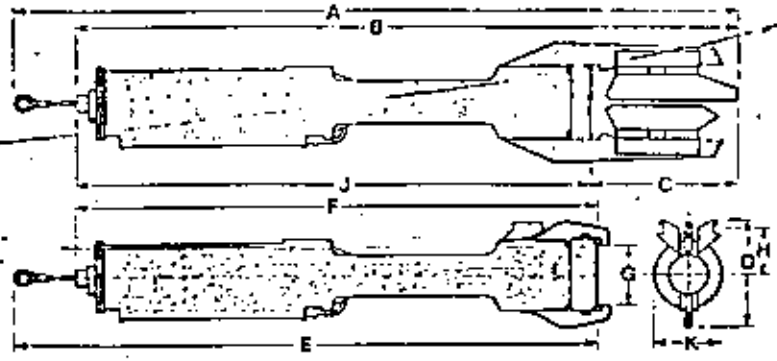
Energy/blows per minute



Specifications

		B15	B25	B35	B45
Hammer size		B15	B25	B35	B45
Net weight - base hammer kg		3870	6130	8641	11000
Weight - ram kg		1500	2500	3500	4500
Weight - anvil kg		300	532	573	1380
Weight - driving cap kg		393	478		-
Weight - driving cap kg		344	353	592	895
Energy per blow m kg @ 80 blows/min		3390	6330	8450	11400
No. of blows/min		80-100	80-100	80-100	80-100
Fuel consumption (approx) litre/hr		8	10	14	18
Fuel tank capacity litre		88	120	154	220
Lubrication tank capacity litre		23	24	50	50
Lubrication consumption (approx) litre/hr		1	1	1.5	1.5
Overall length (base hammer) mm	J	4.2	4.9	5	5.1
Overall width (base hammer) mm	K	590	744	937	1003
Overall depth mm	D	984	1010	1193	1372
Horse power @ 80 blows/min		66	141	155	200
Upper cylinder dimension (dia) mm		880	893	978	1093
Maximum stroke		1m1	1m1.5	1m1.5	1m2
Weights and dimensions of hammer with legs and inserts for crane suspension for driving steel sheets and bearing piles					
Total weight including wedge, drive cap, legs and inserts kg		5000	8360	11600	15000
Overall length (including legs and inserts) mm	B	8.2	8.6	9	9.7
Overall length (including starting rope and hook) mm	A	7.7	8.2	8.5	8.7
Projection of leg grips below anvil mm	C	1.35	1.5	1.85	1.93
Weights and dimensions of hammer fitted with back guides for use in leaders					
Total weight with back guides, drive cap and cap guides kg		4400	7330	10270	13000
Overall length of hammer m					
Fitted with flat hyperbolic cap m	F	5	5.2	5.4	5.6
Overall length (including starting rope and drive cap) m	E	6.60	6.90	7.10	7.20
Max. clearance under driving cap mm	G	578	628	749	940
Standout	H*	432	578	597	654

(1) With leaders * BSP 2'6" leads ⊙ For leader height in excess add 1.5m for crane-type machine to hammer-type



Double-acting die hammer complete with legs and inse

*Double-acting die hammer complete with back guides

BSP leaders

ADVANTAGES:

- LIGHTWEIGHT CONSTRUCTION
- * ADAPTABLE TO MOST CRANES
- * MODULAR CONSTRUCTION AND BUILT FOR INTERCHANGEABILITY OF PARTS
- * CAN BE USED AS A COMPRESSION STRUT
- * WILL ACCEPT ANY MAKE OR TYPE OF HAMMER

Effective guidance of both hammer and pile

BSP leaders perform the dual function [illegible] hammer and pile [illegible]

[illegible]

The leaders are manufactured in standard panel lengths from rectangular hollow section steel and are fully built for interchangeability. The use of RHS combines high strength with low all up weight.

Leaders can be used as part of a piling frame or as hanging leads. The latter can be supplied in many varying lengths according to the piling requirements and will fit all types of crane (provided the crane has a fixture suitable for the specification). The leader set is formed by building up to desired height with standard length panels, each section being held together by a set of joint couplings. The leads are extremely versatile and various panels can be added or subtracted at any time to form different leader lengths.

To avoid both the hammer rope and pile rope a fixed tongue head section is supplied for adjustment at the bottom, a manually adjustable head is provided. The leaders are fixed to the crane at two points. A swivel unit located at two thirds of the leader height fixes to the back of the leader and is pinned to the crane boom by boom brackets manufactured to suit each type of crane. Swivels can be made to suit any type of crane boom [illegible]

Leaders are tied back to the crane base by a telescopic stay. This is manually operated and is adjustable to [illegible]

[illegible] with the use of [illegible] tables. Full details of the range available of BSP leaders are available on request.

Hydraulically operated leaders

The stay and the foot are normally manually operated but they can also be hydraulically operated. Two types of hydraulically operated stays are available. The standard manual stay can be fitted with hydraulic rams which are operated by a hand pump. The alternative is a manual foot hydraulic sliding stay with controls mounted in the crane cab so that the operator has complete control of the whole piling operation from his seat. Usually a separate power pack is required to supply hydraulic power although in certain circumstances power can come from the crane.

Accessories

As a rule BSP recommend the use of a pile guide assembly with these leaders. This assembly fits at the base of the pile and guides the pile during driving.

[illegible]

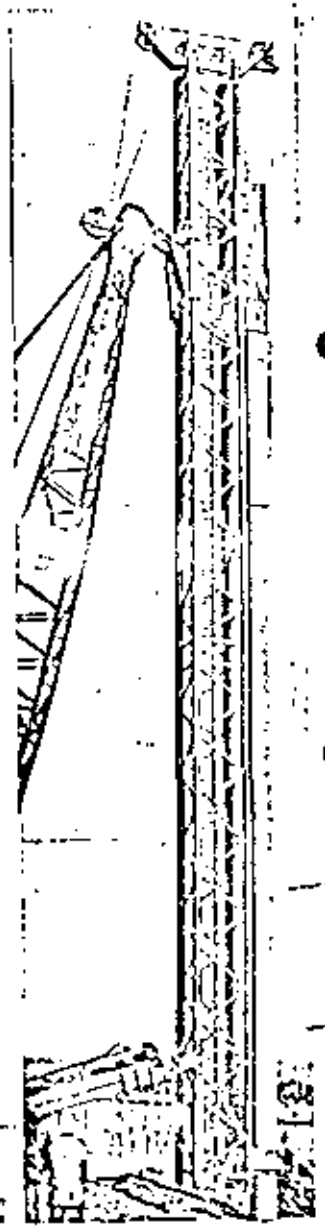
BSP additionally manufacture back guides to suit any type of piling hammer so that leaders can be operated in conjunction with other manufacturers' equipment.

Versatility

The leaders described above are incorporated in the standard piling frames produced by BSP International Foundations for the BSP Vibro system (see the Vibro brochure). Purpose built piling frames can be supplied to suit special piling requirements. It is also possible to adapt the leader panel as a rope suspended leader.

Very heavy duties

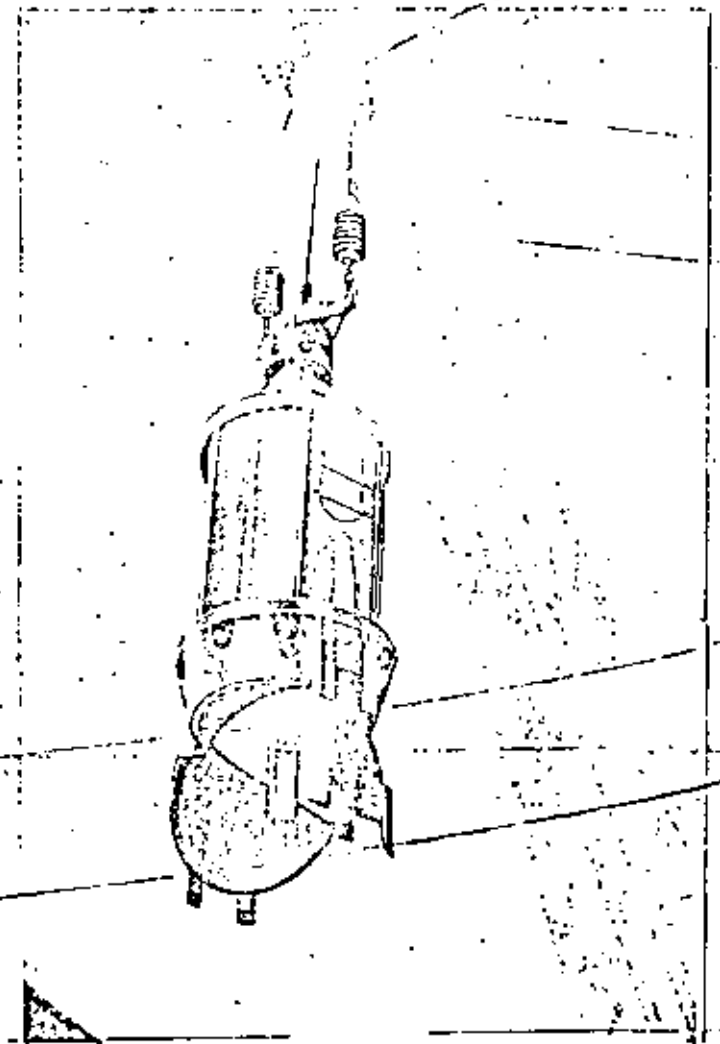
Special heavy duty leaders are available. Please apply for full details.



4 ton drop hammer driving concrete piles on B.I.R. set of 2'9" leads

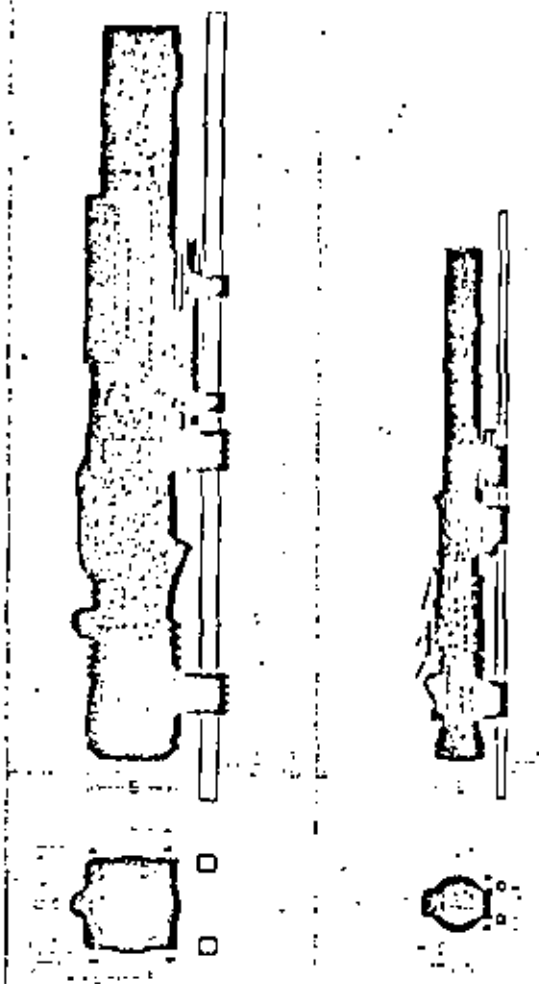
via galileo galilei, 107
33074 fontanafredda (pn) italia
tel. (0434) 9515-7-8-9
telex: 45073 comecasa
capitale soc. 350.000.000 int. vers.

casagrande



SINGLE LINE HAMMER GRAB BEL

1. ¿Cuáles son los Datos Técnicos más importantes de los martinetes DELMAG.



D22-13, D30-13, D36-13, D48-13, D62-13

D8, D12, D15

Esta hoja le ofrece una información sobre las potencias, los pesos y medidas.
Todos los datos corresponden al estado en el momento de la impresión. Nos reservamos el derecho de introducir las modificaciones que contribuyan al progreso técnico.

Martinete Diesel, tipo		D62-13	D48-13	D36-13	D30-13	D22-13	D15	D12	D8
Masa de golpeo (pesada)	kg	6200	4 6 0	3 630	3 000	2 200	1 500	1750	500
Energía por golpe	Nm	223 200-55 800	165 600-73 000	95 000-57 500	81 000-45 500	67 000-33 500	37 500	31 250	12 500
	(mkg)	(27 320-8 160)	(16 620-7 300)	(9 500-5 750)	(8 100-4 550)	(6 700-3 350)	(3 750)	(3 125)	(1 250)
Número de golpes por minuto	1/Minuto	35-50	37-52	37-52	38-52	38-52	42-60	42-60	42
Fuerza máx. de presión de erección sobre pilote	kN	2 500 *	1 870	1 670	1250	1 180	425	475	210
	(kg)	(250 000)	(187 000)	(190 000)	(125 000)	(118 000)	(42 500)	(47 500)	(21 000)
Adecuado para hincar pilotes, hasta	kg	25 000*	15 000*	10 000*	8 000*	6 000*	4 500*	4 000*	1 500*
Inclinación hincado, adel./atrás, hasta		1 : 2 (26,5°)	1:1 (45°)	1:1 (45°)	1:1 (45°)	1:1 (45°)	1:1 (45°)	1:1 (45°)	1:3 (18,5°)
Consumo combustible Diesel	l/h	20	18	11,5	10	7,5	6,8	6,8	3,5
Consumo aceite	l/h	3,2	2,3	2,3	1,5	1,5	0,75	0,75	0,5
Capacidad depósito (dep. combustible Diesel)	l	80	80	80	70	70	15,5	15,5	11,5
Capacidad depósito (dep. lubricante)	l	18	11	11	11	11	3	3	3
Capacidad depósito (dep. agua)	l	-	11	11	11	11	-	-	-
Pesos									
Peso total sólo p. funcionar en pedbladeras DELMAG (martinete Diesel + mordazas de guía + mecanismo disparador con lationes de guía) aprox.	kg	12 880	8 050	8 050	5 000	5 160	3 000	2 750	1 240
Martinete Diesel (sin accesorios) aprox.	kg	12 240	8 440	7 480	5 870	4 870	2 830	2 580	1 150
Mordazas de guía para martinete, aprox.	kg	170	100	100	70	70	40	40	20
Dispos. disparador con lationes de guía, aprox.	kg	470	470	470	220	220	130	130	70
Patín y protección de transporte, aprox.	kg	430	430	430	430	430	180	180	120
Caja de herramientas, herramientas + repuestos, aprox.	kg	140	100	100	100	100	60	60	60
Cabezales de golpeo (en diámetros medidos)	kg	A pedido	A pedido	A pedido	A pedido	A pedido	A pedido	A pedido	A pedido
Dimensiones A	mm	5 910	5 205	5 255	5 240	5 240	4 245	4 245	3 615
B	mm	ø 710	ø 620	ø 620	ø 560	ø 500	ø 450	ø 450	ø 320
C	mm	800	880	880	760	780	540	540	300
D	mm	560	640	640	540	540	230	230	230
E	mm	430	420	455	395	395	325	325	240
F	mm	380	275	275	235	235	335	335	245
G	mm	920	802	802	705	705	630	630	485
H	mm	500	500	500	435	435	370	370	280

* En el caso de los presentes datos, se trata de valores y dimensiones. En consideración con las condiciones del suelo, son posibles divergencias en más o menos.

Installation

Each pump is subjected to a full performance test on our testbed and is supplied ready for operation.

Be sure that the foundation plate is exactly levelled beneath the pump and the motor. Then it must be grouted in. The two halves of the flexible coupling both on the pump and the motor must be aligned exactly. This can easily be checked by using a ruler. It is also important that the two halves do not touch lengthwise. There should be a clearance of 3 - 6 mm between them, depending upon the size. The dowel cams must have play in the holes. Place steel wedges underneath the foundation plate so that it cannot become distorted as could otherwise occur, particularly in the case of large units. The foundation bolts should not be tightened or the pedestal connected before the concrete foundations have hardened thoroughly. After tightening the foundation bolts check the pump shaft for free rotation.

When installing bell drum pumps which are supply with plastic coupled transmission gear only, follow the above instructions. The transmission gear and the pump must be aligned exactly to the transmission of the motor shaft. If the belt is too tight the bearings will run warm and if it is too loose it will slip. Be sure to avoid both extremes. Do not exceed the gear ratio of 1:6.

If the pump is supplied without a coupling take care that the ball bearings are not damaged when fitting the pump half coupling. To avoid such damage the bearing cover plug should be removed and the shaft end strutted against a solid object. If the bearings have to be changed please take note of the following:

The bearings on the non-driving end consist of a grooved ball bearing, a distance ring and a rectangular ball bearing on the locking nut. They should be installed in that order. Sizes 04 to 10 have only a single row grooved ball bearing.

Piping

a) Suction piping

The suction piping must be perfectly airtight and should rise toward the pump.

If the suction piping does not rise toward the pump air pockets may form which can cause pump failure. Avoid sharp bends in the piping. The diameter of the suction pipe should not be smaller than the suction branch of the pump. For long suction piping select a larger diameter in order to reduce friction losses. The total suction lift (static suction lift + friction losses) should be kept as small as possible, for small and medium sized pumps it should not exceed 6 - 7 m and for large pumps 4 - 5 m.

If the diameter of horizontally installed suction piping is larger than that of the suction branch of the pump, use eccentric tapers to avoid air pockets. If installed vertically, concentric tapers may be used.

Bolt a foot valve to the end of the suction piping to allow priming of the piping and pump and to keep them filled when the pump is not running. The foot valve or suction strainer should be fitted at least 20 cm above the bottom of the sump and be adequately immersed to avoid air being drawn into the circuit. Low level protection should be provided if the level in the sump is liable to fall. The diameter of the foot valve should be such that the velocity of the water through the hole does not exceed 2 m/sec.

Do not install a sluice valve in the suction piping.

With flooded suction a foot valve is not required but a strainer should be provided and a sluice valve fitted in the suction piping as near the pump as possible. This sluice valve must not be used for regulating the output of the pump. The suction piping can be pressure tested with 2 - 3 atmospheres to ensure that no leaks exist.

b) Delivery piping

The diameter of the delivery piping should be at least as large as that of the pump delivery branch. Where longer runs are involved a larger diameter should be chosen to avoid excessive friction losses. If the discharge head is more than 10 m and extensive pipework is installed it is expedient to install a non-return valve with by-pass to protect pump and foot valve from the effect of water hammer if the pump is shut down suddenly. The by-pass valve is also useful for priming the pump and suction piping through the delivery piping. A discharge sluice valve should be fitted to enable regulation of the pump output. It is advisable to arrange the fittings in the following sequence: pump, non-return valve, sluice valve. The delivery piping should be flanged to suit the pressure involved but can be laid so as to meet the particular requirements.

Make sure that all piping is supported well. After connecting the piping check the coupling carefully and readjust the pump and motor, if possible.

Starting

Prime pump before starting!

First check if the pump shaft rotates easily and the direction of rotation is correct. Turn on the motor for a fraction of a second only! If the shaft fails to rotate, which may happen after having been out of operation for a long period, by turning it with a pipe wrench using pieces of copper between the jaws to avoid marking the shaft. If this fails try filling the pump with warm water, easing back the gland and if necessary removing the packing. Fill the bearings with clean, non-acidic bearing grease. Avoid using too much grease as this would cause heat to accumulate in the bearings. See lubrication table I, B 99.

The pump and suction piping must be completely filled with the fluid and all air must be expelled.

Open the air cocks and fill the pump and suction piping with water until water emerges from the vent cock.

While doing this turn the pump shaft several times by hand so that all air is expelled. The pump and suction piping are filled when no more air bubbles appear at the ventilation and blowing screws and the filling water level remains constant. Then close the air cocks. Now the pump can be started with the sluice valve closed. If the motor rating has been selected very exactly open the valve slowly and adjust it so that the motor is not overcharged.

If the pump is started against a low static counter-pressure or if it is important that the starting current be kept low, the sluice valve must be closed when starting the pump. The gland should be tightened so that it drips slightly. If it is tightened too much or unevenly the pump will become overheated, power consumption will rise and the shaft and gland will wear more quickly.

Maintenance

The ball bearings should be lubricated about 4 to 5 times a year, depending on the time in operation (according to T 59 1). The bearing temperature should not exceed 70 °C.

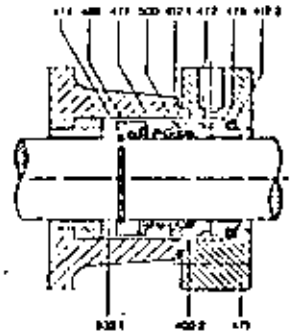
Pressure on the gland is received by lantern rings to which water with a very slight overpressure is channelled. This factor greatly increases the durability of the gland packing. The packing used by us is suitable for water up to 200 °, as well as solutions, lyes and dilute acids. When a new packing is fitted take care that the joins in successive packing rings are off-set one to the other. Suppliers of suitable packing can be obtained from our works. When volatile liquids, such as benzine or benzol are pumped, our pumps are fitted with special mechanical seals which do not require any maintenance.

Replacement of the mechanical seal

The mechanical seal is a precision part which requires great treatment. It is in work originally. Never touch the seal surfaces with tools (screwdrivers, scrapers, etc.). Use only a soft cloth for cleaning.

Replacement of the seal: open the screws of the two bearing covers, remove the bearing covers and unscrew the locking nut at the suction end of the shaft. Then pull off the ball bearings at the suction and the delivery end of the shaft and remove the bearing brackets. Then remove the screwed flanges and the bypass pipes. Then remove the seal casing (part 471). Now you can remove the O ring (part 412.2), stationary seal (part 475), rotaryy seal face (part 472) with O-ring (412.1), distance ring (part 500), spring (part 473), cable washer (part 474) with the tappet ball (part 466). Leave the spring ring (part 932.1) on the shaft.

Insert the new parts in the opposite order. Insert the tappet ball together with the cable washer (part 474) and the spring, stretching the nose of the spring in the opening of the cable washer. Insert the O ring (part 412.1) and the ring (part 500), stretching the other end of the spring into the opening of the rotaring seal face (part 472). Clean the sealing surfaces of the seal casing (part 471), insert the gasket (part 400.2) and the O-ring (part 412.2). Then tighten the seal casing nuts.

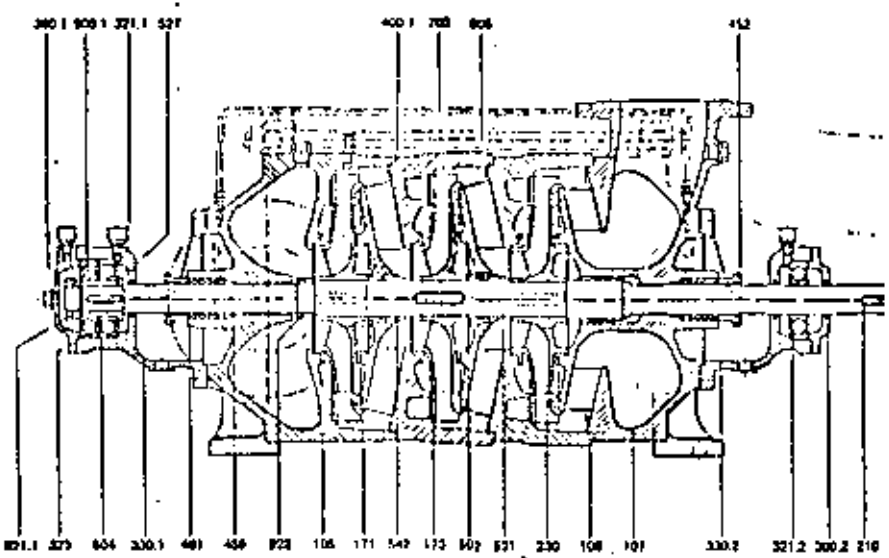


If there is danger of frost empty the pump completely.

Spare parts

All parts of our pumps are made to standard gauges and can be supplied as stock in most cases. Just specify the factory number of the pump and the part number (see the following sectional view with the parts list).

Sectional view and parts list of a high-pressure multistage centrifugal pump Series 44



Part No.	Designation		
106	suction casing	400.1	gasket
107	delivery casing	452	gland
108	bearingbox casing	458	lantern ring
171	diffuser	461	gland housing
173	diffuser plate	502	wear ring
210	shaft	504	distance ring
230	impeller	521	shaft bush
321.1	grooved ball bearing	527	locating sleeve
321.2	grooved ball bearing	542	shaft bush
323	angular contact ball bearing	703	by-pass pipe
330.1	bearing housing, N. D. E.	900.1	grub screw
330.2	bearing housing, D. E.	906	tie bolt
360.1	bearing cover, N. D. E.	921.1	bearing locking nut
360.2	bearing cover, D. E.	922	impeller locking nut

With sizes 4404 to 4610 part No. 502 and 542 are not incorporated. In case of wear they can be fitted additionally when repairing the pump. Part No. 323 and 604 are only incorporated in size 4412 and 4413.

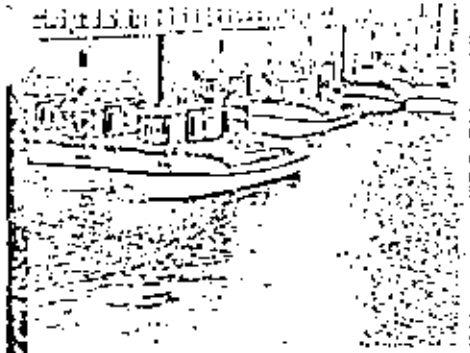
For spare parts please state type, number of pump and part number.

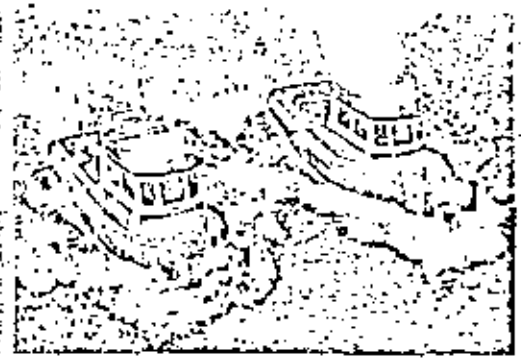
	Cause:	Remedy:
1. Pump does not deliver.	a) Wrong rotation	Change motor connections.
	b) Suction pipe and pump insufficiently primed or foot valve leaking.	Re prime pump and check foot valve.
	c) Loss of air pocket in suction pipe or shaft seal leaking	Check suction pipe and shaft seal (see maintenance); re prime pump.
	d) Speed too low	Check motor connections, voltage and speed
	e) Suction lift excessive	Lower pump
	f) System head higher than total head of pump.	Check suction and discharge head, contact our works
2. Pump not operating at full capacity.	a) Suction strainer or suction pipe clogged.	Clean strainer or suction pipe, keep strainer free from debris
	b) Suction strainer insufficiently immersed, air drawn into pump.	Lengthen suction pipe or reduce output of pump to correspond with inflow of water (but watch maximum suction lift).
	c) Delivery head higher than anticipated.	Verify actual delivery head, contact our works.
	d) Impeller, pump casing or pipeline clogged	Clean pump/pipework.
3. Pump absorbs too much power.	a) System head less than anticipated.	Throttle delivery sluice valve.
	b) Motor operating on two phases only.	Check motor connections and cable.

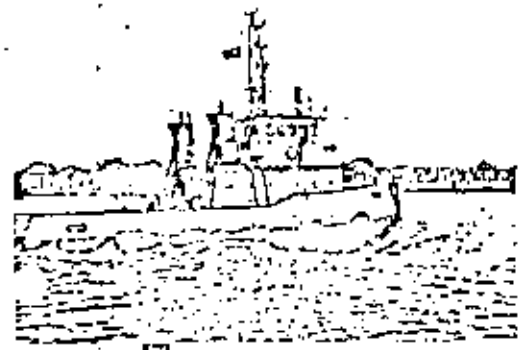
If faults cannot be rectified please contact our works.

REMOLCADORES

Deltawerf/shipyard has already an experience in shipbuilding for more than 40 years



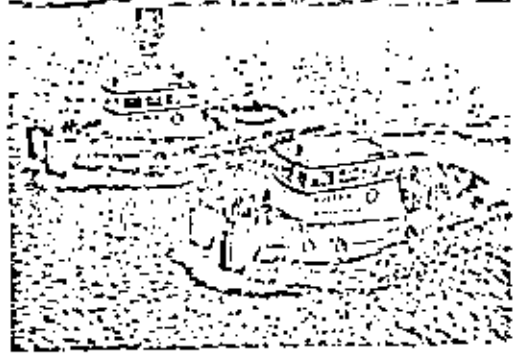




Since 1969 Deltawerf/shipyard has specialised in the building of
Tugboats - mooring launches - sounding launches - self propelled pontoons - pushboats - crewboats - hydrographic launches - fishing vessels
Due to the standardisation the delivery times are extremely short. The prices of Delta standardised vessels have proved to be competitive all over the world.

After Sales Service

Deltawerf takes care of technical after sales service by means of engineers, who shall give the best and quickest possible service to our customers, whenever and wherever needed
Spare parts from stock, can be delivered with the first available flight.

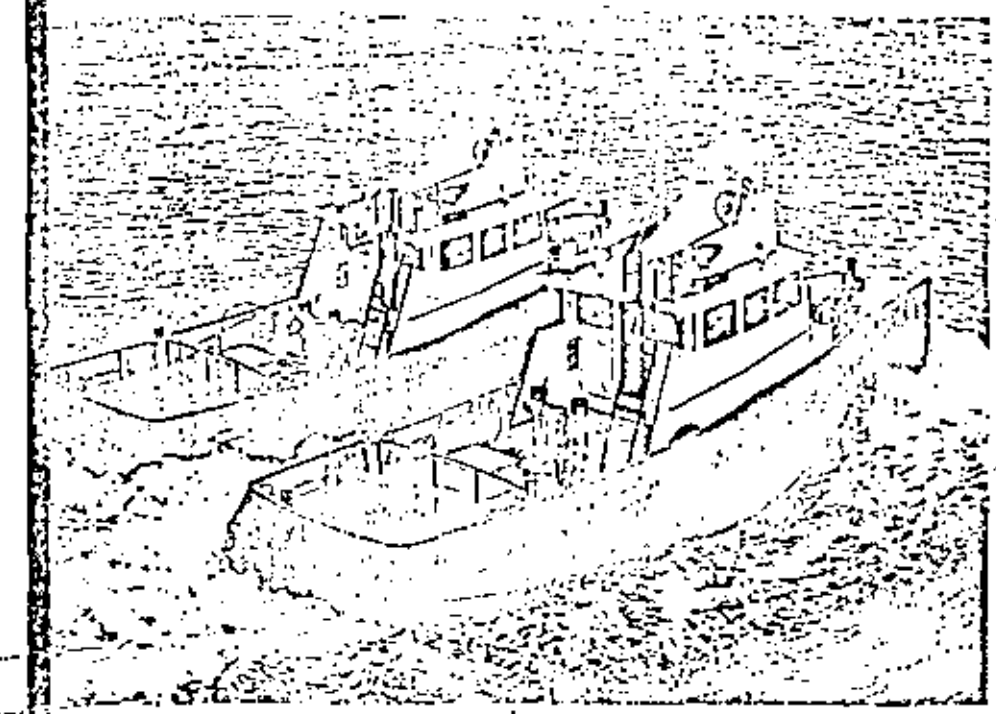


Design & Supervision

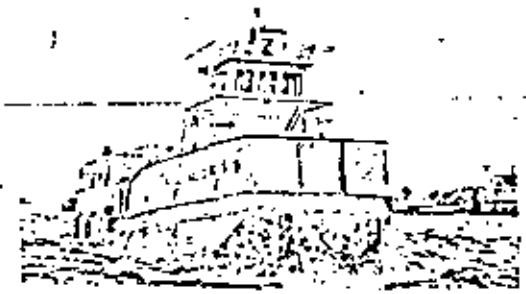
Deltawerf develops special designs of new standard- or custom built products. In this matter we are willing to co operate with designdepartments of our customers in or outside Holland.

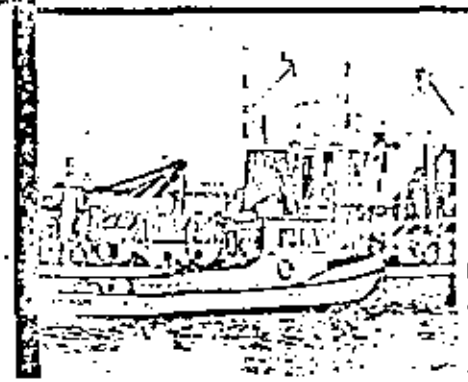
Optionals

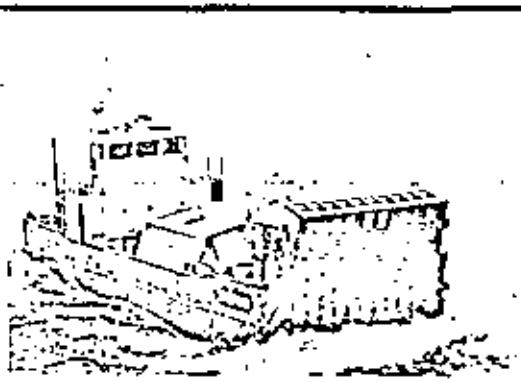
Optionals which can be equipped on the standard Deltavessels are
Clear view screen - compass - radar - single or double pushbow with 15" rubberfender - accommodation - flying bridge with second steering position - towing hook - anchor equipment - echo sounder - kort nozzle - hydrographic equipment, fire fighting equipment, position fixing equipment - w.h.f. etc.

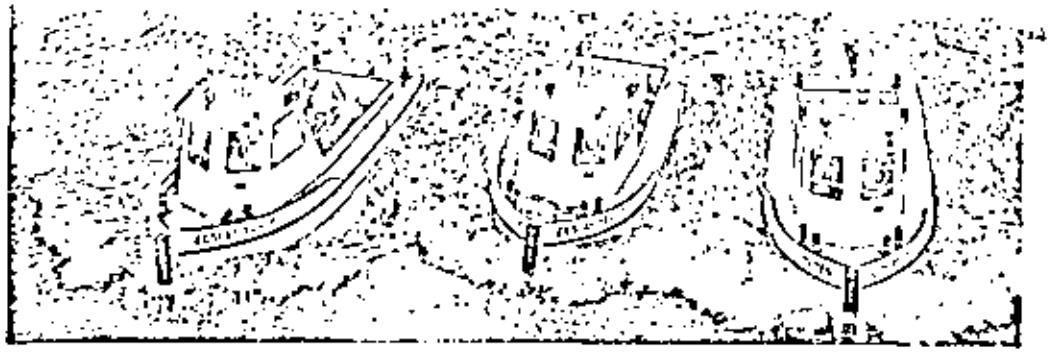


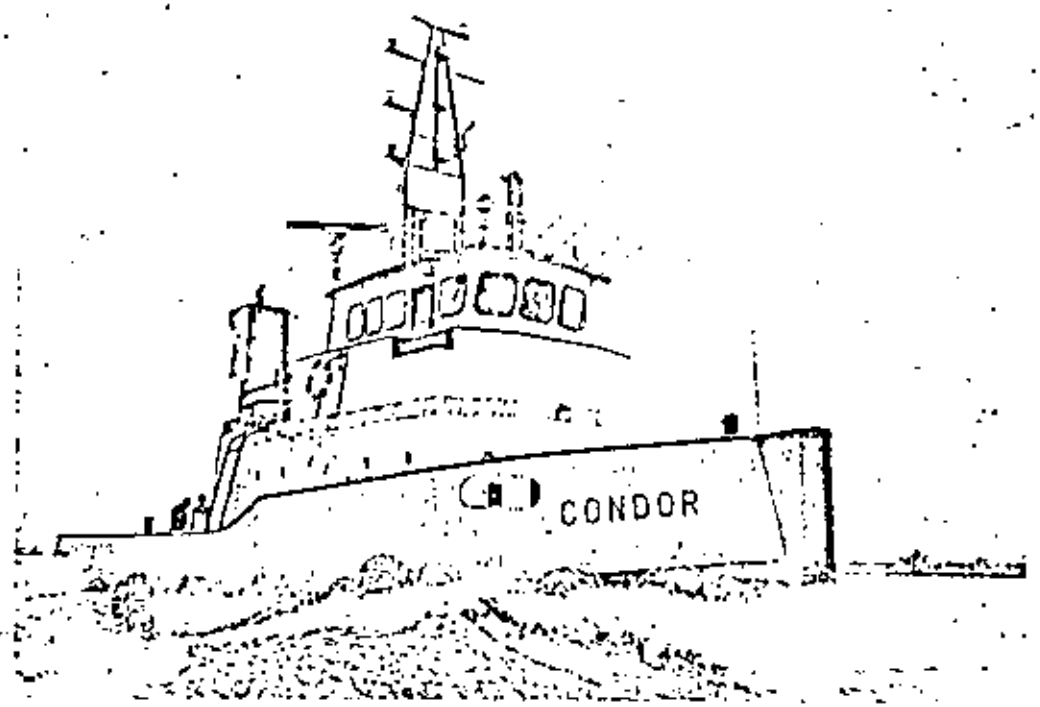
It's plain sailing with Delta workboats

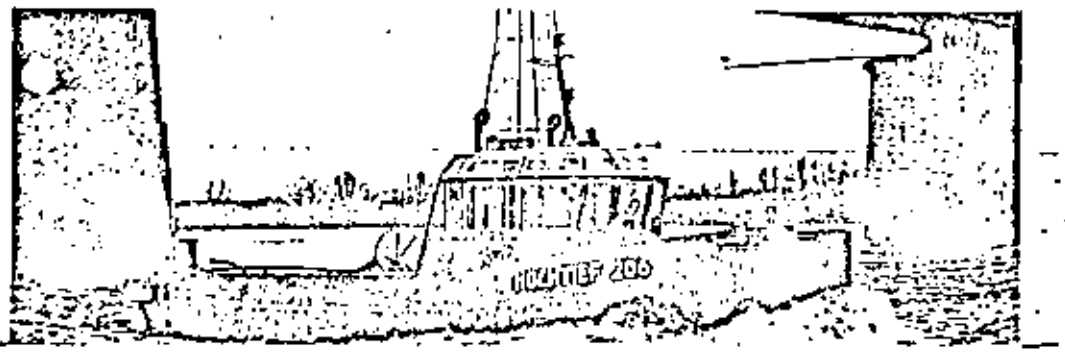




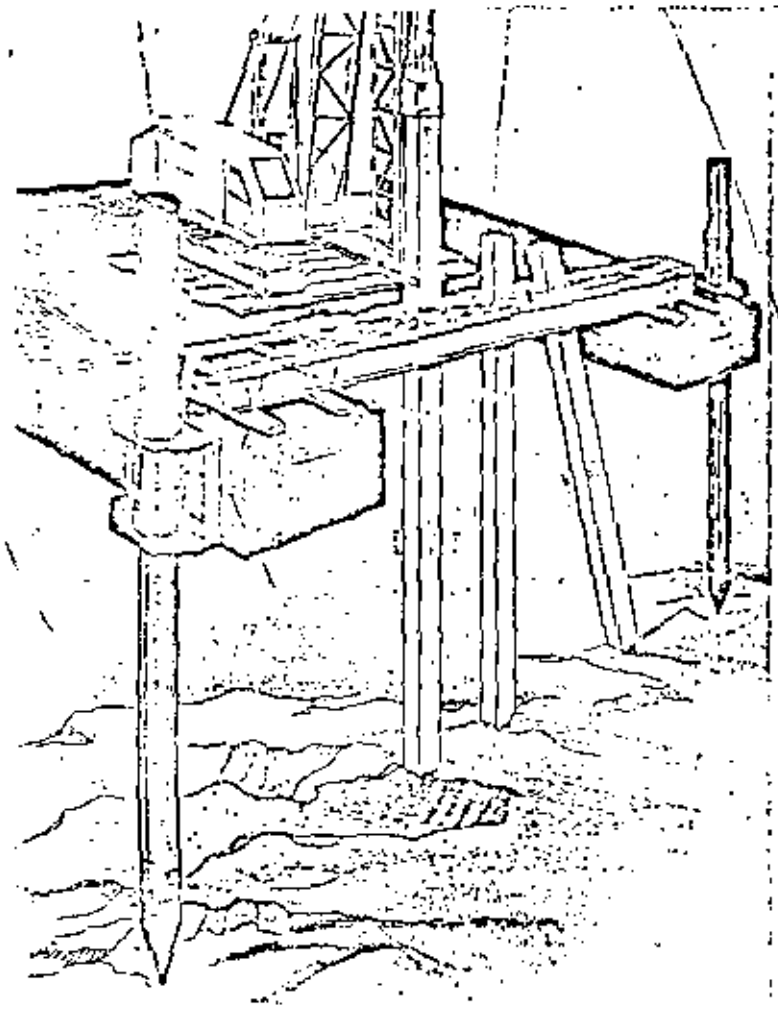








CHALANES Y FLEXIFLOATS

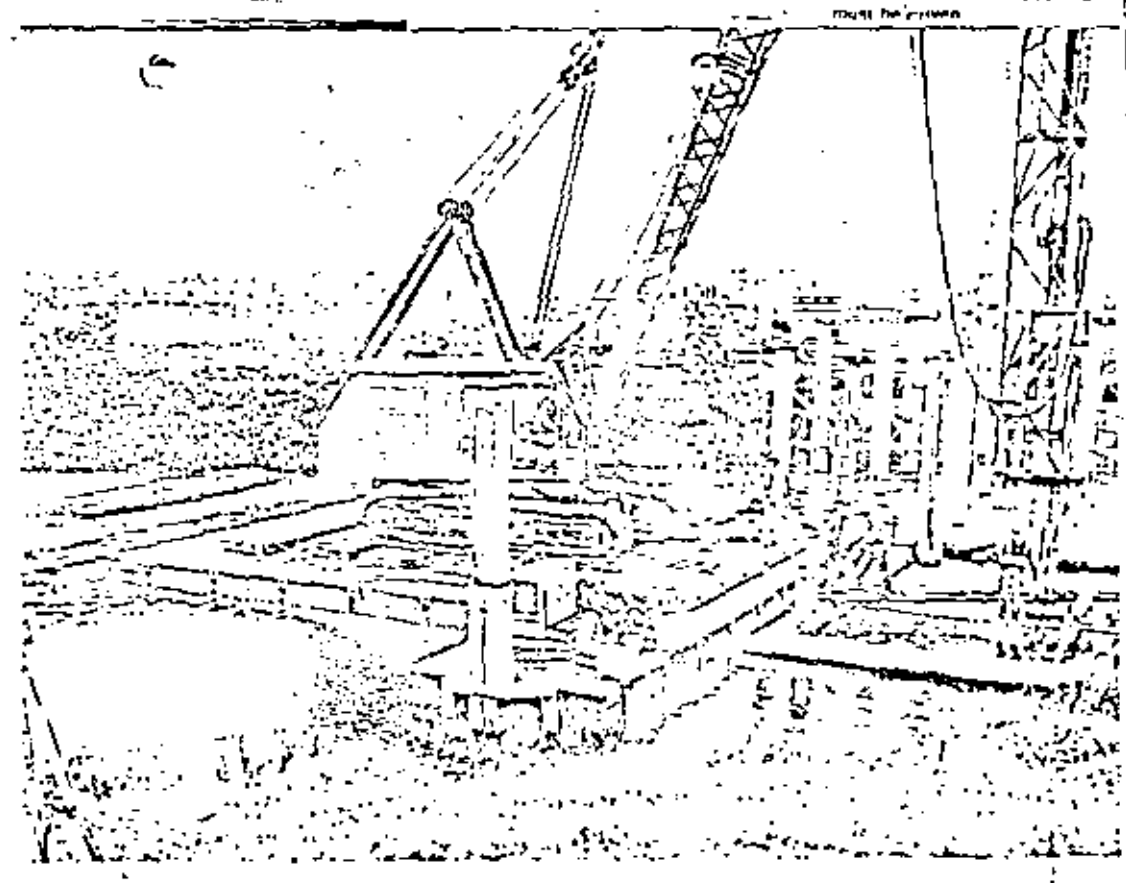


Page W-A-1

Foundation Pile Driving Assemblies

A. FOUNDATION PILE DRIVING ASSEMBLIES

Flexifloat Assemblies offer many advantages in pile driving applications for all types of machines and construction conditions. Shaped assemblies provide the desired stability for revolving loads, reduce the required lifting radius at which the loads must be picked, and increase the overwater area in which piling must be driven.



Page W-A-3

Foundation Pile Driving Assemblies

REVOLVING CRANE ASSEMBLIES — The Flexifloat System provides the equipment selection and flexibility of arrangement for engineering flotation assemblies having the combined advantages of shape, stability, and operating characteristics for effectively handling and driving all types of piling with tracked or wheel mounted cranes of all capacities.

Shaped and Counterbalanced Assemblies — An assembly utilizing booms to position and a combination of shape and counterweight to permit spotting a crane to work at its rated capacity with maximum overwater reach to drive skewed angle pile bents in a confined location area (Bayou Black, Venton, La.—1965)

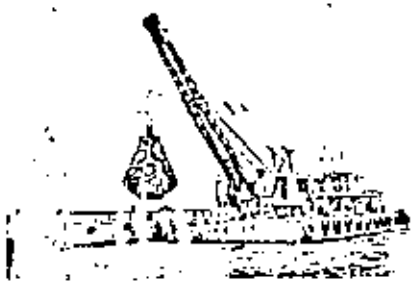
GRAB DREDGER

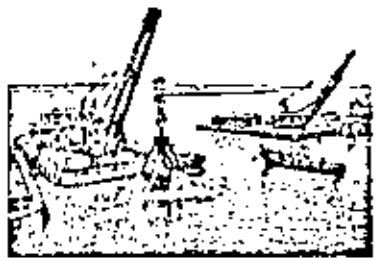
GD-160

Grab Dredger (GD-Series)

The P&H Grab Dredger is built on the basis of the superior techniques introduced into P&H Excavators on land.

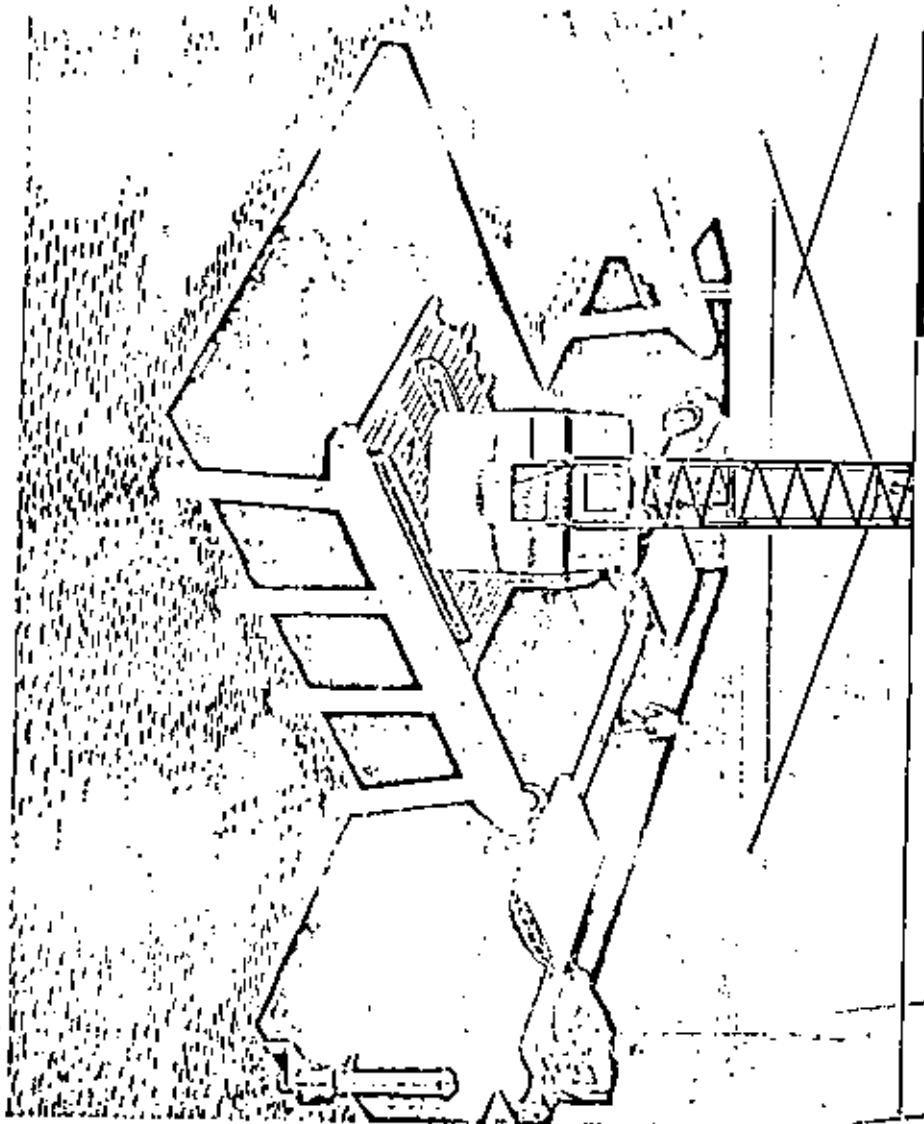
Most of all replacement parts are interchangeable with those of P&H Models, so parts replacement can be carried out quickly and secured operation is attained.

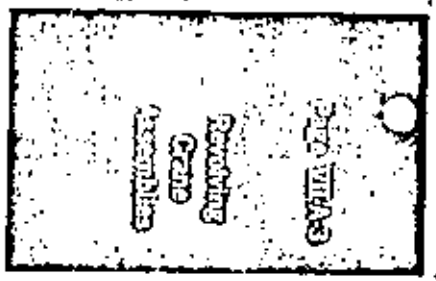




GD-230

MODEL			GD-160	GD-230	GD-280
Hoisting Load × Operating Radius		(t×m)	18.0 × 10.5	21.0 × 11.5	28.0 × 12.8
Boom Length		(m)	15.0	18.0	16.0
Dredging Depth (Below Water Level)		(m)	20	25	30
Hoisting Speed		(m/min)	55.0	60.0	50.0
Slewing Speed		(rpm)	3.6	3.0	3.0
Grab Bucket	Capacity (m³)	Light Type	4.0	6.5	8.5
		Heavy Type	3.0	4.0	5.0
	Weight (t)	Light Type	7.5	10.5	13.0
		Heavy Type	9.0	13.0	14.0
Diesel Engine	Type		GM8V-71N	GM12V-71N	GM12V-71N
	Rating at Prime Mover (PS/rpm)		220/1800	320/1800	368/2000
Hull Dimensions	Length	(m)	23.0	28.0	28.0
	Breadth	(m)	11.0	12.0	13.0
	Depth	(m)	2.2	2.5	2.5
Remarks			For hoisting, Torque Converter is adopted. For slewing, Magnetomotor is adopted.		

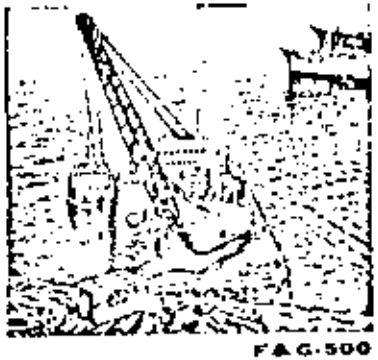




LOAD TRANSFER ASSEMBLIES are designed to [illegible] the radius at which heavy structure loads [illegible] picked from transporting assembly, provide [illegible] lift during load swinging and setting oper- [illegible] ations. T-shaped assembly provides minimum radius and list for revolving cranes [illegible] unsymmetrical shape of transporting assembly [illegible] reduces required radius for pick when mounting [illegible]

FLOATING CRANE & GRAB DREDGER

[illegible] FAG series are designed especially [illegible] you will get the same machine as a dredger provided that you only change a power lowering drum to digging drum, which supplied as standard, and replace a crane hook to dredging bucket.

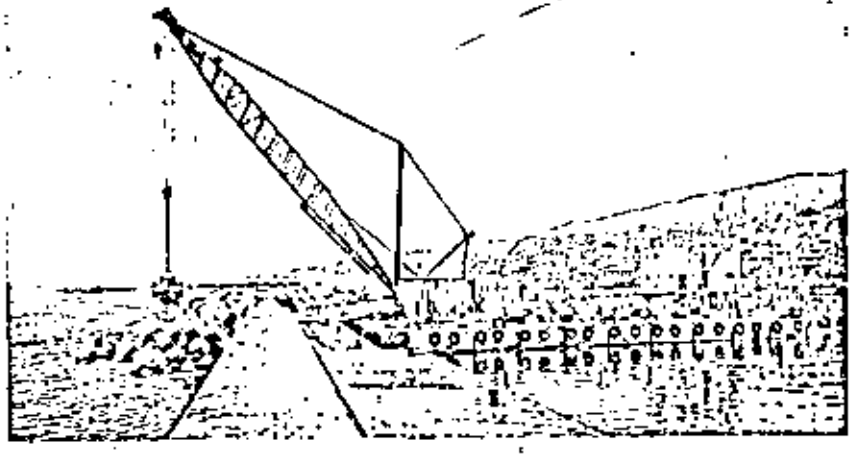


F&G-500

CRANE CAPACITY (ton)									
Model	F&G 200			F&G 350			F&G 500		
Boom Length (m) / Working Radius (m)	15.2	18.3	21.3	18.3	21.3	24.4	18.3	21.3	24.4
6	32.0 (–)	30.5 (–)	–	–	–	–	–	–	–
7	27.1 (–)	25.8 (–)	24.6 (–)	50.0 (–)	46.0 (–)	–	61.5 (1.0)	–	–
8	22.5 (–)	21.8 (–)	20.6 (–)	41.0 (–)	38.8 (–)	36.0 (–)	53.0 (–)	53.3 (–)	–
9	19.1 (10.2)	18.4 (–)	17.6 (–)	35.0 (–)	33.0 (–)	31.0 (–)	48.5 (–)	45.0 (–)	42.1 (–)
10	16.0 (10.2)	16.1 (–)	15.4 (–)	30.8 (–)	29.0 (–)	27.4 (–)	42.5 (–)	41.0 (–)	37.6 (–)
12	13.1 (10.2)	12.6 (18.2)	11.9 (18.2)	24.3 (10.8)	23.5 (–)	22.0 (–)	33.2 (13.0)	31.7 (–)	29.9 (–)
14	10.8 (–)	10.3 (10.2)	9.6 (18.2)	20.4 (10.8)	19.5 (10.8)	18.3 (10.8)	27.7 (13.0)	26.3 (13.0)	24.7 (13.0)
16	–	8.6 (–)	7.9 (–)	–	16.4 (10.8)	15.4 (10.8)	23.5 (13.0)	22.0 (13.0)	20.9 (13.0)
18	–	–	6.6 (–)	–	14.1 (10.8)	13.2 (10.8)	–	18.7 (13.0)	17.3 (13.0)
20	–	–	5.4 (–)	–	12.3 (–)	11.2 (–)	–	16.2 (–)	14.8 (–)
22	–	–	–	–	–	9.5 (–)	–	–	12.7 (–)

Caution: 1. In case of using as hoisting and unloading work, hoisting capacity is numerical value of 1 parentheses.

PRINCIPAL PARTICULARS FOR DREDGE					
MODEL			F&G 200	F&G 350	F&G 500
Hoisting Load × Operating Radius		(t×m)	13.0 × 12.0	18.0 × 15.0	23.0 × 16.0
Boom Length		(m)	15.2	18.3	18.3
Dredging Depth (Below Water Level)		(m)	20	20	25
Hoisting Speed		(m/min)	50	50	50
Slewing Speed		(rpm)	3.5	3.5	3.0
Grab Bucket	Capacity (m³)	Light Type	3.0	4.0	5.0
		Heavy Type	2.5	3.0	4.0
	Weight (t)	Light Type	6.0	7.5	10.5
		Heavy Type	7.5	8.0	13.0
PRINCIPAL PARTICULARS FOR CRANE					
Base Boom Length		(m)	15.2	18.3	18.3
Max Boom Length		(m)	21.3	24.4	24.4
Main Hoisting Rope Speed		(m/min)	50	50	50
Boom Hoisting Rope Speed		(m/min)	15	15	13.4
Boom Lowering Rope Speed		(m/min)	30	30	24.8
Slewing Speed		(rpm)	3.5	3.5	3.0
Diesel Engine	Type		GM6V-71N	GM12V-71N	GM12V-71N
	Rating of Prime Mover (PS/rpm)		270/1800	370/1800	350/2100
Hull Dimensions	Length	(m)	33.0	37.0	39.0
	Breadth	(m)	11.0	13.7	14.7
	Depth	(m)	3.3	2.8	3.0
Remarks			For hoisting, Torque Converter is adopted. For slewing, Magnetorque is adopted.		



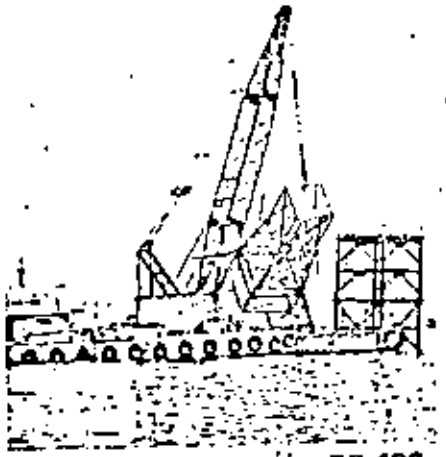
FD-1200

FD Series Crane Rated Loads

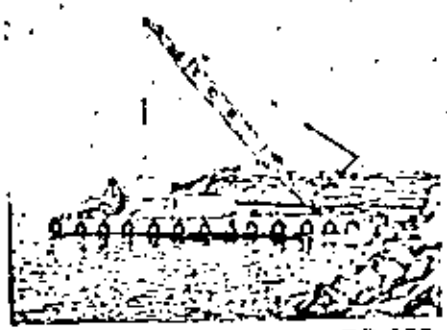
MODEL			FD-90		FD 120		FD 260		FD-320		FD 400		FD 500		FD-1200	
Boom Length Basic, Max. (m)			9.1	18.3	9.1	21.3	12.2	21.3	12.2	24.4	15.2	24.4	18.3	27.4	21.3	42.7
HOISTING CAPACITY (t)	OPERATING RADIUS (m)	8	18.0													
		6	14.8	13.1	19.3		39.0 (1.5m)									
		7	11.8	10.4	15.8		35.0		41.8		54.1					
		8	9.3	8.1	13.2	10.8	31.6	31.6	34.8		49.4		67.5		[illegible]	
		9	8.2	7.3	11.3	9.4	27.4	31.0	28.8	39.6	42.8	43.2	60.5	48.4	179.5	
		10		6.5		8.2	19.1	14.3	24.5	18.6	37.0	36.4	44.8	42.1	110.0	
		12		5.0		6.6	16.3 (11m)	10.7	21.5 (13m)	12.2	27.3	26.7	33.9	31.6	89.1	
		14		4.0		5.3		9.0		8.8	20.3	20.1	25.8	24.7	75.3	58.0
		16		3.5		4.4		7.8		8.2		15.9	20.5	19.5	64.0	43.1
		18				3.7		6.9		7.3		13.4	16.0	16.0	51.0	37.3
		20				3.4 (19m)		6.5 (19m)		6.3		11.6		14.2	50.0	33.7
		25												11.6		29.9
		30														21.0
		35														16.0

FLOATING CRANE

(360 DEGREE FULLY REVOLVING)



FD-400



FD-120

Floating Crane – Dynamic Hoisting Power

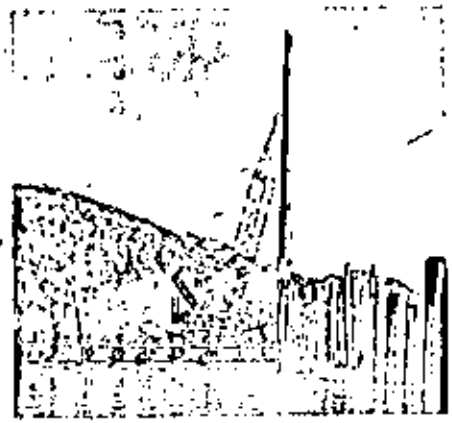
Kobe Steel Floating Crane is often called "Golden Arm" the reason why this machine exhibits its powerful hoisting capacity at the construction for the breakwater, the quay or the pier.

This machine can dispose of heavy construction materials speedily by means of its mighty hoisting power and 360 degree fully revolving motion.

We promise the machine makes your business rationalized and dispense with much labor.

MODEL		FD 90	FD 120	FD 260	FD 320	FD 400	FD 500	FD 1200	
Basic Boom Length	(m)	9.1	9.1	12.2	12.2	16.2	18.3	21.3	
Hoisting Load (Operating Radius)	(t/m)	18.0x5.0	18.3x6.0	20.0x8.8	41.6x7.0	54.1x7.0	82.5x8.0	150.0~8.0	
Hoisting Line Speed	(m/min)	48.0	48.0	37.0	37.0	48.0	48.0	High 0~29	Low 0~58
Slewing Speed	(rpm)	5.8	4.3	3.0	3.0	3.0	2.5	2.1	1.2
Type of Prime Mover		Diesel Engine							
Rating of Prime Mover	(PS x rpm)	84/1800	96/1470	130/1800	170/1800	220/2000	320/2000	420/2300	
Hull Dimensions	Length (m)	19.0	21.0	24.0	26.8	28.0	30.0	37.0	
	Breadth (m)	9.0	11.0	12.0	13.0	14.3	16.0	18.2	
	Depth (m)	1.8	2.0	2.3	2.5	2.7	3.0	3.3	
Remarks				For slewing, Magnetorque is adopted.		For hoisting, Torque Converter is adopted. For slewing, Magnetorque is adopted.			

PILE DRIVER BARGE



Pile Driver Barge – powerful and correct piling

This barge efficiently manages the powerful and correct pile driving only by attaching the leader and the diesel pile hammer to the floating crane. Kobe Steel pile driver barge exhibits its powerful capacity indispensable for the piling for the construction of the quay and the pier and for the steel sheet piles.

Followings are models of diesel pile hammer which also manufactured by us.

MODEL		K13	K25	K35	K845	K960	K150
Overall Length	(m)	4.05	4.56	4.56	5.40	6.77	8.90
Diameter of Anvil	(mm)	405	500	700	800	970	1,240
Distance between Centers of Hammer and Lead Pipe	(mm)	370	430	490	580	730	1,200
Maximum Width of Hammer	(mm)	816	768	881	996	1,135	1,700
Total Weight	(t)	2.0	4.3	7.6	11.8	15.0	36.5
Weight Ram	(t)	1.3	2.5	3.6	4.6	6.0	15.0
Number of Blow per Minute	(Blows/min)	40 ~ 60	39 ~ 60	39 ~ 60	38 ~ 60	35 ~ 60	42 ~ 60
Energy Output per Blow	(t×m)	3.7	7.8	10.6	13.6	16.0	39.6
Expulsion Pressure on Pile	(t)	48	100	150	191	248	330
Fuel Consumption (Light Oil)	(l/h)	3 ~ 8	8 ~ 12	12 ~ 16	13 ~ 21	24 ~ 30	60 ~ 75
Lubricating Oil Consumption	(l/h)	1	1.5	2	3.5 ~ 3.8	4 ~ 4	9 ~ 5
Fuel Tank Capacity	(l)	40	40	48	95	130	500
Lubricating Oil Chamber Capacity	(l)	5	7	9.6	15 ~ 16	25 ~ 25	60 ~ 60
Cooling Water Tank Capacity	(l)	70	80	140	270	350	700
Lubricant for Ram		Motor Oil SAE 40 ~ 50					
Lubricant for Anvil		Super Heated Steam Cylinder Oil			No. 2 Cylinder Oil, Motor Oil SAE 40		
Driving Capacity for Pile Driven by This Hammer (Permanent)	(t)	20 ~ 50	30 ~ 100	60 ~ 150	85 ~ 200	100 ~ 300	250 ~ 750

KOBE STEEL, LTD.

CONSTRUCTION MACHINERY DIVISION

Tokyo Head Office: Tokyo Bldg., No. 5-2, Tokiwa-Bashi, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan Phone: Tokyo (216) 2111
Cable: "KOBESTEEL TOKYO" TELEX: No. 222 3801 (KOBESTEEL TOKY)

Kobe Head Office: 3-18, Takatsu, Nishinakamachi, Fukiai-ku, Kobe, Japan Phone: Kobe (251) 1551
Cable: "KOBESTEEL KOBE" TELEX: No. 5627-127 (KOBESTEEL KOBE)

Inquiries to:

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

PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS

CONSTRUCCION DE OBRAS EXTERIORES
-ROMPEOLAS, ESCOLERAS y ESPIGONES

Ing Mauricio Osorio Morales

Agosto, 1981

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso México 1, D. F. Tel: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

CURSO SOBRE PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS
MARITIMAS Y PORTUARIAS
CONSTRUCCION DE OBRAS EXTERIORES: ROMPEOLAS
ESCOLLERAS Y ESPIGONES

Por: Mauricio Osorio Meralet.

Un rompeolas es una estructura que sirve para reflejar y disipar la energía del oleaje y evitar su incidencia sobre un área que se desea proteger. También se puede decir que un rompeolas es cualquier obstáculo que se interpone a la propagación del oleaje.

Los rompeolas se construyen para crear puertos artificiales haciendo seguras las maniobras y operaciones de las embarcaciones. A veces los rompeolas se construyen en el interior de grandes puertos para crear una zona de aguas tranquilas en donde se puedan realizar con facilidad las maniobras de carga y descarga de las embarcaciones, o para crear dársenas protegidas para el amarre de barcos pesqueros o de placer.

A veces se construyen rompeolas aislados de la costa. Los conectados a la costa actúan como barreras contra el movimiento de materiales a lo largo de la playa causado por el oleaje, provocando azolve en un lado y erosión en el otro.

También se construyen rompeolas en la entrada de los puertos naturales con el fin de protegerlos contra el oleaje, haciéndolos más seguros y facilitando las maniobras de las embarcaciones.

Se da el caso en que los "bajos" y arrecifes funcionan como rompeolas sumergidos, creando un área de aguas tranquilas como ocurre en las costas de Quintana Roo.

DEFINICION DE ESCOLLERAS

Una escollera es estructuralmente semejante a un rompeolas que se extiende dentro de un cuerpo de agua para dirigir y encauzar una corriente o flujo de marea, hacia un área determinada y evitar que el acarreo litoral azolve el canal. Las escolleras se lo

realizan en la desembocadura de un río, boca de una laguna, boca de un estero o entrada a una bahía, para mantener y ayudar a profundizar un canal de navegación al provocar el arrastre de materiales hacia aguas más profundas.

Las escolleras también protegen el canal de entrada contra oleajes y corrientes cruzadas. Por su localización particular el eje de las escolleras diferentemente puede ser perpendicular a la dirección del oleaje.

Tipos de rompeolas y escolleras. Los tipos construídos originalmente se clasifican como sigue:

De paramento vertical
Mixto.
De talud.

El rompeolas de paramento vertical está compuesto por un muro de pared vertical (o casi vertical) que se desplanta directamente sobre el terreno natural o sobre un enrocamiento colocado abajo de la superficie del agua. El enrocamiento se considera como cimiento de muro o como subestructura sobre la que va un muro como superestructura. La cimentación se prepara colocando capas de piedra hasta obtener la capacidad necesaria para soportar la estructura completa.

Los rompeolas de paramento vertical se usan en aguas relativamente profundas en donde el oleaje incidente sobre ellos no puede romper y sea reflejado hacia el mar. El muro o superestructura del rompeolas de paramento vertical, se construye de bloques o cajones de concreto.

Rompeolas mixto.- Está formado por un muro de paramento vertical (o casi vertical) desplantado sobre el terreno natural en aguas poco profundas o sobre enrocamiento llevado hasta un nivel que puede ser arriba del nivel de marea baja. Una característica fundamental de este tipo de rompeolas es que la ola sea reflejada por el muro en marea alta y en marea baja rompa contra el muro o en el enrocamiento sobre el cual el muro descansa.

El criterio para distinguir un rompeolas mixto de uno de paramento vertical es que en este último, el tirante de agua sobre el enrocamiento debe ser mayor que la amplitud del clapotis, y en el mixto lo contrario (la ola estacionaria resultante de la superposición de la ola incidente con la reflejante, se llama clapotis).

Rompeolas construidos como rompeolas de paramento vertical en aguas con profundidad insuficiente o cuando se presentan oleajes mayores que los previstos, funcionan como rompeolas mixtos con los inconvenientes que al romper la ola sobre el enrocamiento socava el muro hasta derrumbarlo como ocurrió con el rompeolas de Palermo, Italia.

Rompeolas de talud.- Las secciones transversales de forma trapezoidal de éstas estructuras se construyen con material pétreo como sigue: un núcleo de piedra de tamaños relativamente chicos resultantes de la explotación de una cantera, colocada en forma masiva; una capa de piedra de tamaño intermedio y finalmente una o dos capas de piedra grande colocada convenientemente. A esta última capa se le llama coraza y es la que resiste directamente el ataque del oleaje. Cuando no se consigue piedra de los pesos necesarios, la coraza se forma con elementos artificiales de concreto precolado como bloques, tetrápodos, tribarra, dom, dolos, etc. La característica principal en cuanto a funcionamiento, es que estas estructuras disipan la energía de la ola incidente provocando que la ola rompa en su talud causando sólo una reflexión parcial.

Estos rompeolas son los más numerosos en el mundo debido a:

1.- Con variación de la distancia de acarreo, siempre se consigue roca.

2.- Son relativamente fáciles de construir y reparar.

3.- Sólo sufren daños graduales a medida que son atacados por olas de mayor altura que las consideradas en el diseño.

Esta consideración es de gran importancia, ya que generalmente no se dispone de toda la información necesaria para su diseño. Por otra parte, al deteriorarse y quedar más tendidos los taludes, aumenta su estabilidad.

Otros tipos de rompeolas.- Además de los tipos primeramente tratados existen otros como:

Flotantes.
Cajones de concreto
Tablestacados.
Enrocamiento y concreto asfáltico
Coraza de arena con recubrimiento de concreto asfáltico.
Neumáticos

Los rompeolas flotantes son estructuras que se mantienen flotando y firmemente ancladas para resistir el impacto de la ola y obligarla a disminuir de altura, con lo cual se logra crear una zona de aguas tranquilas o cuando menos con una agitación menor que si no estuviera protegida por esos rompeolas.

Estos rompeolas se recomiendan como obras provisionales para disminuir la agitación en cierta zona de manera que permita la realización de un trabajo con menos dificultad, por ejemplo el dragado en un área expuesta al oleaje o salvar una embarcación varada en la playa.

Los rompeolas de cajones de concreto se construyen en tierra sobre planos inclinados para facilitar su botadura o en estructuras especiales a manera de diques flotantes o en diques flotantes. Se llevan flotando al lugar de la obra en donde se colocan sobre una cimentación preparada, generalmente de piedra producto de la explotación de una cantera. Los cajones se rellenan de piedra o arena para darles estabilidad y luego se les pone coronamiento de concreto.

Rompeolas de tablestacas.- Donde las condiciones del oleaje no sean muy severas, se construyen rompeolas de tablestacas de concreto o de acero. Los rompeolas de tablestacas se conciben como cajones de tablestacas unidos entre sí o como dos paredes

de tablestacas sirviendo una a la otra de anclaje mediante tensores y diafragmas, rellenándose con materiales pétreos y poniéndoles coronamiento de concreto.

Rompeolas de enrocamiento y concreto asfáltico. Son estructuras de enrocamiento en las cuales se realizan los huecos con concreto asfáltico, usando dispositivos especiales.

Rompeolas con corazón de arena y recubrimiento asfáltico. En principio es un bordo de arena con una coraza de concreto asfáltico. Teóricamente es una estructura estable y duradera, pero en la práctica es muy difícil de lograrlo, ya que cualquier falla en la coraza permite la fuga de arena, que constituye el corazón o núcleo, produciéndose su destrucción rápida.

Rompeolas neumáticos.- En aguas poco profundas si se coloca una tubería perforada del diámetro adecuado a la que se le suministra aire, se logra interrumpir la propagación del oleaje o cuando menos disminuir su altura. Los rompeolas neumáticos al igual que los flotantes se utilizan como obras provisionales.

CLASIFICACION DE LOS ROMPEOLAS CON TALUDES.

a) En cuanto a que la ola pase por encima del rompeolas.- Al romper la ola sobre el talud de un rompeolas, parte de la masa de agua se desplaza hacia arriba por el talud. Dependiendo de la altura alcanzada por la ola, se clasifican los rompeolas con talud como rebasables, o no. Un rompeolas se considera como no rebasable, cuando para cualquier condición del mar, las olas no pasan por encima del rompeolas. Cuando las olas pasan total o parcialmente al rompeolas se le llama franqueable o rebasable.

Dependiendo también de la altura con respecto al nivel del agua, un rompeolas puede ser sumergido o semisumergido.

b) De acuerdo a la constitución de la coraza.- Ya se dijo que la coraza es la que directamente resiste el ataque del oleaje. La coraza puede estar formada por fragmentos de roca natural o por elementos artificiales, lo que da origen a clasificar los rompeolas de talud como rompeolas con coraza de piedra y con

coraza de elementos artificiales. Los elementos artificiales se fabrican de concreto hidráulico; originalmente fueron de forma cúbica o paralelepípeda. Con la ayuda de los modelos hidráulicos se han obtenido nuevas formas con ventajas sobre los cubos originales. De los elementos artificiales, después del cubo; el más común es el tetrápodo, que permite taludes más empinados (a igualdad de peso de los elementos naturales y artificiales de la coraza) . La coraza constituida por tetrápodos tiene mayor porcentaje de vacíos que la constituida por cubos.

DIMENSIONAMIENTOS DE LOS ROMPEOLAS DE TALUD

Dos aspectos deben considerarse en el diseño de un rompeolas; geometría y estabilidad de la sección transversal del rompeolas.

Esto nos conduce a considerar lo siguiente:

a) Características del oleaje.
b) Disponibilidad y características de los materiales de construcción.
c) Utilización de modelos hidráulicos.
d) Procedimientos de construcción y equipo disponible.

Desde luego que geometría y estabilidad están íntimamente ligadas.
La geometría también depende de la finalidad de la obra.
Lo principal en el diseño de la sección de un rompeolas de talud es el cálculo de los pesos de los elementos naturales o artificiales que forman la coraza. Una vez determinado el peso de los elementos de la coraza se obtiene fácilmente el espesor de ésta, así como el espesor de la capa secundaria y los pesos límite de los materiales que forman estas capas.

A la fecha se conocen 18 fórmulas para la determinación de los pesos de los elementos que componen la coraza. En todas ellas intervienen la altura de la ola significante, el ángulo que el talud forma con la horizontal y la densidad relativa del material; en algunas fórmulas también intervienen el período y la longitud de ola
A continuación se expresan cuatro de estas fórmulas:

Iribarren	$P=\frac{KH^3d}{(u\cos a-\operatorname{sen} a)^3(d-1)^3}$	K=0.43 u=2.38
Pathens	$P=\frac{0.0145H^2Td}{(\cos a-0.75\operatorname{sen} a)^3(d-1)^3}$	T=2.5 H
Scott	$P=\frac{KH^3d}{\cos^3 a(d-1)^3}$	K=0.12
Hudson	$P=\frac{H^3d}{K\cot a(d-1)^3}$	K=3.2. para 1% de daños K=15.9 para 30-60% de daños

P= peso en toneladas, del fragmento de roca o elemento artificial de concreto con el que se construirá la coraza.

d= densidad relativa de la roca o concreto empleado.

K= coeficientes; diferentes para cada fórmula.

a= ángulo que forma el talud con la horizontal.

H= Altura de la ola de proyecto.

CONSTRUCCION DE ROMPEOLAS Y ESCOLLERAS.

1.- La construcción de rompeolas y/o escolleras comprende las siguientes operaciones: obtención o elaboración, transporte y su utilización en la obra de los materiales empleados.

2.- Materiales.- En la construcción de rompeolas de talud y escolleras, los materiales usados son los siguientes:

a) Fragmentos de roca de diferentes tamaños obtenidos por explotación de pedreras.

b) Depósitos naturales de roca.

c) Elementos artificiales de concreto, tales como bloques, tetrápodos, dolos y otros.

3.- Equipo.- A fin de facilitar la explicación de la construcción de un rompeolas se consideran separadamente las tres operaciones indicadas en el punto (1) y el equipo utilizado en cada una de ellas.

4.- Obtención de materiales.- Los materiales naturales empleados en la construcción de rompeolas, fundamentalmente son: agregados para concreto y rocas que se obtienen de bancos.

A los bancos de donde se obtiene la roca, se les llama pedreras.

En las pedreras la roca se obtiene mediante el uso de explosivos y equipo diverso como lo son: compresores de aire y su equipo adicional, perforadoras, grúas, palas mecánicas, tractores, cargadores frontales, etc.

La explotación de una cantera para obtener los materiales de los pesos y proporciones requeridos, es un trabajo especializado. La longitud, separación y diámetro de los barrenos deberán ser tales, que las "tronadas" produzcan el mayor porcentaje de material utilizable especificado. Sólamente se puede hacer una explotación correcta de una cantera, si se cuenta con el equipo apropiado para tronar, rezagar, manejar, clasificar y cargar la roca de acuerdo con los tamaños y graduaciones requeridos para la construcción de la obra.

La explotación de una pedrera comprende las operaciones siguientes: Desmonte, despalme, despate, barrenación, poblado de barrenos, tronada o voladura, amacice y apalanque, después de cada tronada, y manejo del material derrumbado para su clasificación y acopio, lo que incluye el retiro del desperdicio.

Si la formación rocosa no está cubierta de vegetación y tierra no será necesario hacer el desmonte y despalme.

En el despate intervienen los trabajos necesarios para derrumbar la roca por medio de voladuras, hasta formar el frente o frentes de ataque sensiblemente verticales.

Ya formado el frente o frentes se procede a la explotación propiamente dicha, siendo de capital importancia la referente a barrenos en cuanto a localización, expansión, diámetro, clase y cantidad de explosivos, así como los tiempos de disparo.

Cuando el frente de cantera es demasiado alto se divide esa altura por medio de balcones.

Después de cada tronada o tumbe se hará el cuacice y el apalanque o sea el retiro del material flojo y rejuelas por medio de barretas, pala mecánica, grúa y otras herramientas y máquinas para despejar el frente. También se deberá examinar el frente y los grandes ejemplares de roca para descubrir y eliminar a los explosivos sin estallar.

Se deberá contar con patios suficientes para maniobras, clasificación y carga de la piedra y áreas para depositar los materiales de rezaga.

Cuando el transporte de la piedra se haga por ferrocarril, las puntas de las vías deberán llegar a los frentes de ataque, debiéndose también contar con el patio de vías.

Sólo se deberá cargar el material pétreo ya clasificado, que se requiera para seguir la secuencia de construcción de las diferentes capas que forman el enrocamiento. El material deberá cargarse preferentemente en charolas o en cajas metálicas, las que se transportarán en plataformas de camión o de ferrocarril. El material pétreo también se podrá transportar en vehículos de volteo o en chalán.

Para cargar y manejar el material pétreo en la pedrera, el equipo más usado está formado por traxcavador, pala mecánica, grúa y tractor. El traxcavator y la pala son los adecuados para cargar la piedra chica, el tractor se emplea para las operaciones

de rezaga y la grúa, con estrobos o con "garra", se emplea para la carga de piedra de capa secundaria y de coraza.

La carga y envío de piedra se hace de acuerdo con las cantidades y tamaños que se vayan necesitando, para lo cual es necesaria una comunicación eficiente entre el lugar de extracción y el de carga.

Para evitar descuras, tanto en el lugar de carga como en el de descarga, todos los vehículos deberán ser previamente autorizados por el Director de la obra.

Cuando no se dispone de charolas, la piedra chica se carga en camiones de volteo y la piedra grande a camiones de plataforma.

5.- Transporte.- El costo del transporte puede llegar en algunos casos al 80% del costo de la obra. De aquí que, después del diseño, se tendrá que estudiar con mucho cuidado el procedimiento de construcción y el factor transporte. Se tendrá que analizar el conjunto de elementos para llegar a determinar el menor costo mediante la elección correcta del medio de transporte, los vehículos empleados, su capacidad, distancias, tiempo perdido por carga y descarga, volumen total por transportar, distribución de tamaños, etc.

Los medios de transporte utilizados en la construcción de rompeolas de enrocamiento son por agua, por ferrocarril, por carretera, o la combinación de ellos. Cuando se utiliza el transporte por agua se emplean chalanes y remolcadores o empujadores.

Si es por ferrocarril, se emplean plataformas. Cuando es por carretera, se procura emplear los vehículos permitidos de mayor capacidad. En cuanto al costo de transporte en orden creciente resulta: por agua, por ferrocarril y por carretera. He aquí que en algunos casos se ha transportado piedra por agua a más de 1,000 Kms. Para un rompeolas construído en Rotterdam se transportó por mar, piedra de Suecia. En términos gruesos se puede -

decir que por ferrocarril se transporta piedra a varios cientos de kilómetros y por carretera a cien kilómetros o menos. Por vía fluvial o vía de navegación interior el flete es menor que por vía marítima. A distancias mayores de las indicadas para cada medio de transporte, el costo de los elementos precolados resulta competitivo. Aunque el transporte por vía de navegación interior es lento, este se subsana programando los convoyes para que todos los días llegue al lugar donde se construye el rompeolas, la cantidad de piedra programada. Cuando se utilicen ferrocarril o camiones para el transporte, la piedra se recibe pesada en báscula; si por chalán, el peso se calcula por diferencia de desplazamiento, pintando escalas en las cuatro esquinas del casco.

6.- Ejecución.- El equipo empleado será en número, capacidad y de las características que aseguren que la obra se realice de acuerdo con el proyecto, las especificaciones y el programa de trabajo.

El equipo fundamental para colocar la piedra en la obra son las grúas de la capacidad y alcance necesarios para manejar la piedra de las distintas capas como lo indique el proyecto, las que podrán moverse (las grúas) sobre orugas, sobre vías de ferrocarril o montadas sobre chalán; aunque al contar con grúas sobre orugas de gran capacidad, las montadas sobre vías de utilizan poco.

Los chalanes llevan la piedra sobre su "cubierta" o dentro de sus compartimentos. Si la piedra va sobre "cubierta" su descarga y colocación se hace con grúa o con buldozer que va en la misma "cubierta" o en otro chalán.

Si la piedra se lleva en los compartimientos, la descarga y colocación en su sitio se hace abriendo las compuertas de fondo, aunque con estos chalanes sólo se puede colocar piedra de núcleo y sin alcanzar el nivel del agua.

7.- Construcción de núcleo.- El núcleo se forma con piedra colocada directamente en el lugar por camiones de volteo, colocada por medio de charolas maniobradas por grúas o se coloca desde chalán empujándola con buldozer o desde el chalán con descarga por el fondo. Los taludes serán terminados colocando la piedra con grúa, utilizando "charolas", redes, u otros medios.

Considerando que el costo de dragado por M3 es relativamente bajo en comparación con el costo de la piedra, en la construcción de rompeolas localizados en aguas de cierta profundidad y si existen en las cercanías materiales fácilmente dragables se puede emplear éstos para formar parte del núcleo, trabajos que serán ejecutados por vía marítima. Para evitar la pérdida de material y destrucción de la obra a medida que avance el trabajo, se irá protegiendo el núcleo con roca de mayor tamaño. Cuando en el diseño de rompeolas se utilizan modelos hidráulicos, éstos también pueden servir para programar las operaciones de construcción y tener un mínimo de riesgos durante la ejecución. Para proteger el núcleo contra el mal tiempo, principalmente los fines de semana, se acostumbra no dejar el núcleo descubierto sino protegido con piedra de los pesos apropiados obtenidos con ayuda del modelo y de los pronósticos del tiempo.

A fin de disponer de un ancho mayor para las maniobras, podrá permitirse que el núcleo se construya en dos etapas de acuerdo con la elevación de su corona y las condiciones reinantes en el mar, pudiéndose dejar de tramo en tramo, retornos para facilitar las maniobras del equipo de acarreo y colocación. Cuando se utiliza el ferrocarril para el transporte de piedra, las vías se llevan sobre el mismo rompeolas; se van prolongando a medida que avanza la obra, lo que permitirá que el equipo de ferrocarril se acerque hasta donde la grúa (que está en el extremo) pueda descargarlo y acomodar la piedra en el lugar que le corresponda.

8.- Carga secundaria.- La capa o capas que inmediatamente protegen al núcleo, estarán formadas por fragmentos de roca de los pesos indicados en los planos de proyecto. Para evitar una clasificación mecánica especial, se indicará las variaciones en pe

se que podrán tener los elementos de la capa secundaria.

La colocación de la roca para formar la capa secundaria, podrá hacerse parte a volteo y parte con grúa, utilizando los aditamentos apropiados y autorizados como son estrobos, garras, almejas, redes, charolas y otros. Para la colocación de la piedra de capa secundaria no se permitirá el empleo de bulldozer. Si la construcción del núcleo se realiza en dos etapas, las capas de protección se llevarán a la misma altura. La capa secundaria se irá protegiendo con piedra de coraza a medida que se avance en el trabajo.

9.- Capa de coraza.- La piedra de coraza se colocará pieza por pieza, utilizando grúas de la capacidad y alcance adecuados para colocar cada fragmento en su lugar definitivo.

Como para el caso de la capa secundaria, las grúas podrán utilizar para esta maniobra, estrobos, garras u otros medios aprobados. Los pesos de los fragmentos de roca para esta capa, podrán variar en más o menos 25%.

De la capa o capas de coraza depende la estabilidad del rompeolas; la coraza es la que resiste el impacto del oleaje, por lo que si los fragmentos de roca o piezas artificiales quedan mal colocados o no son de los pesos adecuados la ola comienza por desacomodar las piezas, luego las desaloja de su sitio dejando desprotegida la roca de menor tamaño la que rápidamente es desalojada. De esta manera queda destruída la estructura del rompeolas.

10.- Coraza de elementos artificiales.- Cuando no se dispone de roca natural de los pesos necesarios para resistir la fuerza del oleaje, se recurre al empleo de elementos artificiales como son: bloques, tetrápodos, tribarras, dolos, dolos y otros elementos de concreto hidráulico. Para la fabricación de estos elementos, se deberá contar con patios de colados de superficie adecuada para colar diariamente el número programado así como para almacenar la cantidad especificada.

En la fabricación de bloques, se podrán usar (dependiendo del peso de cada block), moldes metálicos, de madera o plástico. En la fabricación de otros elementos, se usarán moldes metálicos o de plástico.

Tratándose de tetrápodos de 5 toneladas, o más, se recomienda usar moldes metálicos, fabricados con lámina del espesor requerido. Cada juego de moldes consiste de seis piezas, necesitándose tantos juegos como tetrápodos se vayan a colar por día. Para colar un tetrápodo, se necesitan cuatro piezas, la del fondo y tres laterales. La pieza del fondo deberá estar apoyada sobre una cama de piedra triturada no mayor de tres pulgadas, u otro material aprobado que se ajuste a la forma de la pieza o tapa, a fin de que las presiones queden uniformemente distribuidas.

Las piezas o tapas laterales se podrán retirar del tetrápodo a las 24 horas de colado si la resistencia del concreto en ese tiempo es satisfactoria. La tapa del fondo podrá retirarse a las 72 horas del colado, debiéndose manejar el tetrápodo con los medios aprobados.

11.- Manejo y colocación de tetrápodos.- Sólo después de que el concreto alcance la resistencia especificada, los tetrápodos se podrán manejar, transportar y colocar en la obra. La coraza de un rompeolas y/o escollera, se formará con dos capas de tetrápodos debidamente colocados mediante una grúa de capacidad y alcance necesarios para colocar cada pieza en su sitio definitivo, usando para ello estrobos de cable de acero u otro medio aprobado.

La fabricación, manejo y colocación de bloques y otros elementos artificiales para formar la coraza de rompeolas y/o escolleras, se ajustarán en lo que corresponde a lo especificado para tetrápodos.

12.- Construcción de rompeolas de paramento vertical o mixto.- La construcción de estos rompeolas exige una organización

constructora más desarrollada que lo que se necesida para la construcción de un rompeolas y/o escollera de talud. La ejecución de la subestructura de enrocamiento, es semejante a la ejecución de los rompeolas de talud, con la diferencia que esta subestructura es sumergida, no pudiéndose llevar el equipo de construcción sobre la misma subestructura o enrocamiento. Este enrocamiento se coloca, si no todo, empleando chalanes--- con descarga por el fondo, y se completa con grúa, que toma la piedra de un chalán. La terminación de la subestructura, a -- las líneas y niveles de proyecto, se hace con buzos.

La construcción del muro o superestructura, se hace con piezas precoladas, bloques de concreto simple o cajones de con-- creto reforzado.

En el rompeolas de Génova, se construyeron bloques de 420 -- Tons. (12,0 x 4.5 x 2.95 M).

Sin embargo en la construcción de rompeolas de paramento vertical más que bloques, se usan cajones de concreto reforzado, algunos de dimensiones impresionantes, como los empleados en el puerto de Marsa el Brega, en Libia, de 28.20 x 18.0 x 16.0 M que se colaron en Génova y se llevaron remolcados hasta el sitio de la obra, a una distancia de 2,500 Km. Los cajones se construyen empleando varios métodos; en diques flotantes, en plataformas colgadas o en tierra.

Después de colocados los cajones, se rellenan con material relativamente barato como grava, piedra triturada o arena. Se-- completa la obra con un coronamiento de concreto, ya sea colado en el sitio o formado con piezas precoladas.

COUNTRY Authors and references	GENERAL FORMULA	FIGURE: Applied numerical values	FIGURE: $f(\alpha) =$
Spain:			
Castro (1)	$W = \frac{0.704}{(\cot g\,\alpha + 1)^2 \cdot \sqrt{\cot g\,\alpha - \frac{2}{\mu}}} \cdot \frac{H^3 \cdot \mu_a}{\left(\frac{\mu}{\mu_a} - 1\right)^3}$	$\mu = 2.65$	$\frac{0.704}{(\cot g\,\alpha + 1)^2 \sqrt{\cot g\,\alpha - 0.754}}$
Iribarren (2) (3) (4)	$W = \frac{K}{(\cos\alpha - \sin\alpha)^3} \cdot \frac{H^3 \cdot \mu_a}{\left(\frac{\mu}{\mu_a} - 1\right)^3}$	$K = 0.03$ (for $\alpha < 0.01$)	$\frac{0.03}{(\cos\alpha - \sin\alpha)^3}$
Iribarren (3)	$W = \frac{K}{(\mu \cos\alpha - \sin\alpha)^3} \cdot \frac{H^3 \cdot \mu_a}{\left(\frac{\mu}{\mu_a} - 1\right)^3}$	$K = 0.03$ $\mu = 2.65$	$\frac{0.03}{(2.65 \cos\alpha - \sin\alpha)^3}$
United States:			
Mathews (unpublished report)	$W = \frac{0.0149}{(\cos\alpha - 0.75 \sin\alpha)^3} \cdot \frac{H^3 \cdot T \cdot \mu_a}{\left(\frac{\mu}{\mu_a} - 1\right)^3}$	$T = 2.5\,H$	$\frac{0.03725}{(\cos\alpha - 0.75 \sin\alpha)^3}$
Lyttelton and Turner (5)	$W = \frac{K}{(\mu - \tan\alpha)^3} \cdot \frac{H^3 \cdot \mu_a}{\left(\frac{\mu}{\mu_a} - 1\right)^3}$ $\rightarrow K = K(\mu, \alpha)$	—	
Nelson and Ansell (7)	$W = \frac{0.0152}{\mu^2\left(\cot\alpha - \frac{\mu}{2}\right)} \cdot \frac{H^3 \cdot T \cdot \mu_a}{\left(\frac{\mu}{\mu_a} - 1\right)^3}$	$T = 2.5\,H$	$\frac{0.0405}{\mu^2\left(\cot\alpha - \frac{\mu}{2}\right)}$
Hudson (8) (9)	$W = \frac{1}{K_D \cdot \cot g\,\alpha} \cdot \frac{H^3 \cdot \mu_a}{\left(\frac{\mu}{\mu_a} - 1\right)^3}$	$K_D = 3.2$ (for 0-1 % damage)	$\frac{1}{3.2 \cot g\,\alpha}$
		$K_D = 15.9$ (for 30-40 % damage)	$\frac{1}{15.9 \cot g\,\alpha}$
France:			
Terro (10)	$W = \frac{K \cdot \left[\frac{\frac{2\mu H}{L}}{\sin\alpha - \frac{\mu L}{L}}\right]^4}{(\mu \sin\alpha - \cos\alpha)^3} \cdot \frac{H^3 \cdot \mu_a}{\left(\frac{\mu}{\mu_a} - 1\right)^3}$	$K = 0.0152$ With $L = \frac{H}{2}$ and $\frac{H}{L} < -0.1$	$\frac{0.0152}{(\mu \sin\alpha - \cos\alpha)^3}$
Sainflou (11)	$W = K \cdot K_1\left(\frac{1}{\cot g\,\alpha - 0.3} - 0.15\right) \cdot \frac{H^3 \cdot \mu_a}{\left(\frac{\mu}{\mu_a} - 1\right)^3}$	$K = 0.10$ $K_1 = 2.5$	$0.25\left(\frac{1}{\cot g\,\alpha - 0.3} - 0.15\right)$

COUNTRY Authors and references	GENERAL FORMULA	NOUT[1] Applied numerical values	NOUT[1] f(α) =
Sweden:			
Hansen (12)	$W = \frac{k}{(\cos\alpha - \sin\alpha)^2} \cdot \frac{H^2 \cdot \gamma_w}{\left(\frac{\gamma_s}{\gamma_w} - 1\right)^2}$	$k = 0.015$	$\frac{0.015}{(\cos\alpha - \sin\alpha)^2}$
Hansen (13)	$W = \frac{k \cdot K_p}{\mu \cos\alpha - \sin\alpha)^2} \cdot \frac{H^2 \cdot \gamma_w}{\left(\frac{\gamma_s}{\gamma_w} - 1\right)^2}$ with $K_p = K_p$ (α, permeable core) and $\alpha \geq -15°$	$k = 0.1113 \cdot 10^{-3}$ $\mu = 1.11$ Permeable core: $K_p(15°) = 7.44$ $K_p(20°) = 7.48$ $K_p(25°) = 6.36$ $K_p(30°) = 5.30$ $K_p(35°) = 4.20$ $K_p(40°) = 3.00$ $K_p(45°) = 1.40$ *α = inclination	$\frac{0.1113 \cdot 10^{-3} \cdot K_p}{(1.11 \cos\alpha - \sin\alpha)^2}$
Norway:			
Sæc (14)	$W = \frac{k}{\cos^2\alpha} \cdot \frac{H^2 \cdot \gamma_w}{\left(\frac{\gamma_s}{\gamma_w} - 1\right)^2}$	$k = 0.12$	$\frac{0.12}{\cos^2\alpha}$
Swiss-Germany:			
Sh[illegible] (15)	$W = \frac{k}{\sqrt{1 - \cos^2\alpha}} \cdot \frac{H^2 \cdot L \cdot \gamma_w}{\left(\frac{\gamma_s}{\gamma_w} - 1\right)^2}$	$k = 0.015$ $L = 20$ m	$\frac{0.3}{\sqrt{1 - \cos^2\alpha}}$
[illegible] (16)	$W = \frac{k}{\cos^2\alpha \cdot \sqrt{\cos^2\alpha}} \cdot \frac{H^2 \cdot L \cdot \gamma_w}{\left(\frac{\gamma_s}{\gamma_w} - 1\right)^2}$	$k = 0.015$ $L = 20$ m	$\frac{0.3}{\cos^2\alpha \cdot \sqrt{\cos^2\alpha}}$
Hasselgren (17)	$W = \frac{k \cdot K_1}{\cos^2(\alpha + \alpha)} \cdot \frac{H^2 \cdot \gamma_w}{\left(\frac{\gamma_s}{\gamma_w} - 1\right)^2}$	$k = 0.025$ $K_1 = 1.5$	$\frac{0.0375}{\cos^2(\alpha + \alpha)}$
Gabrielsen and Kaarstad (18)	$W = 0.3 \cdot k \cdot \gamma^{1/3} \cdot \frac{H^2 \cdot \gamma_w}{\left(\frac{\gamma_s}{\gamma_w} - 1\right)^2}$	$k = 1.5$ (for $H < 5$ m)	$0.45 \cdot \gamma^{1/3}/\cos\alpha$

[1] [illegible]

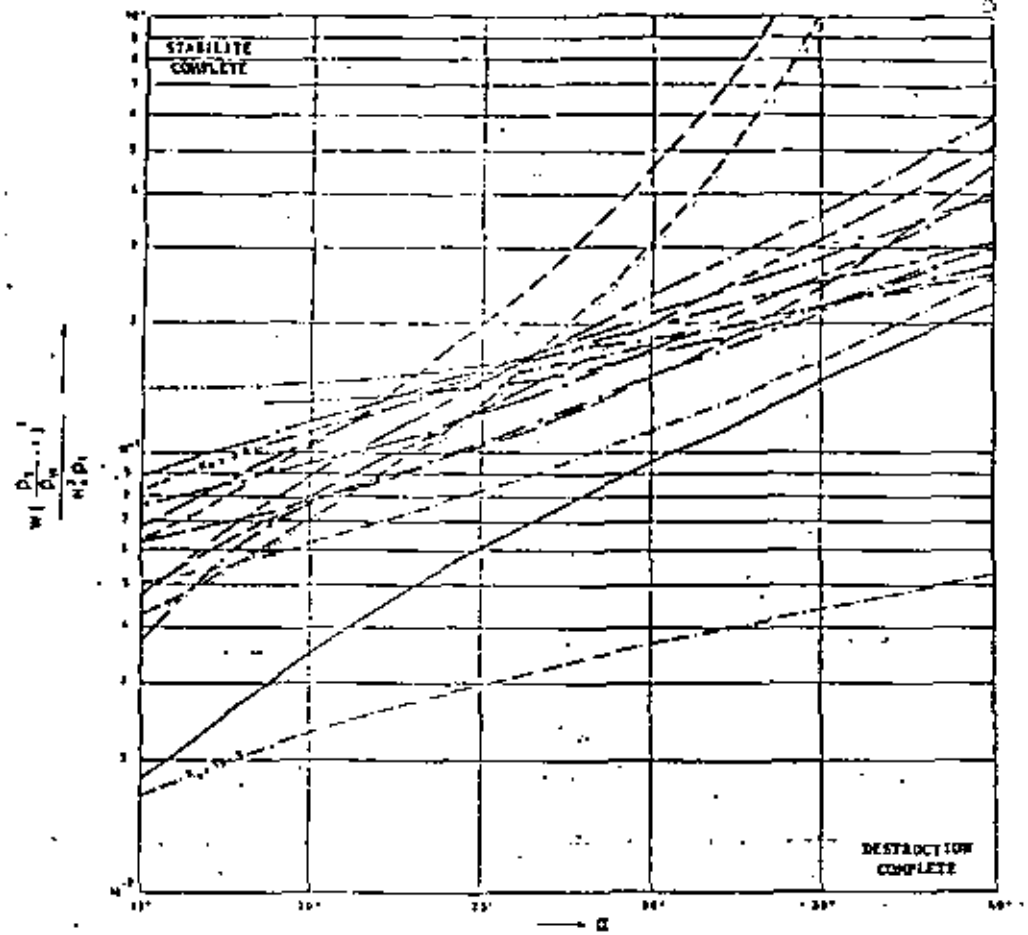
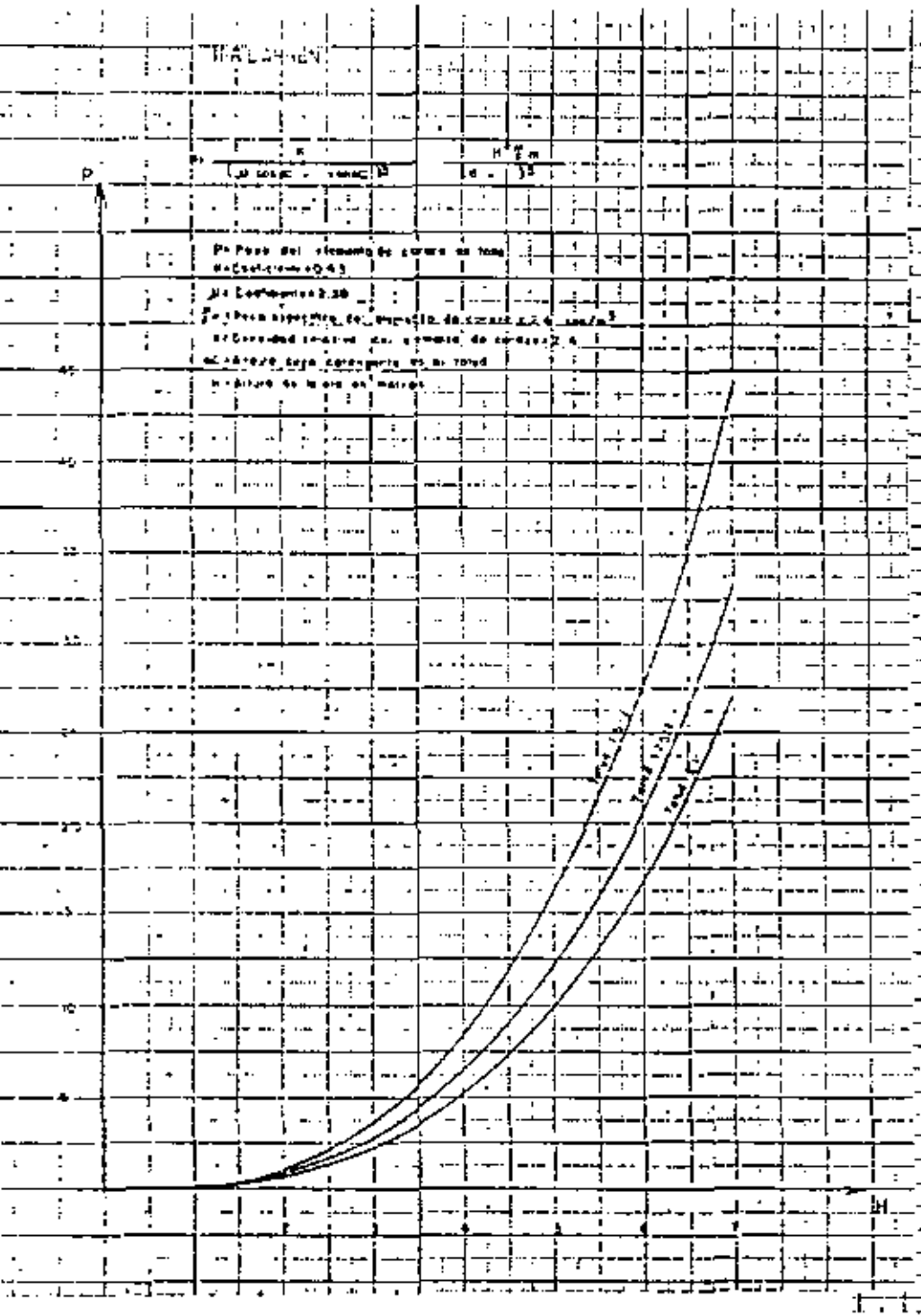


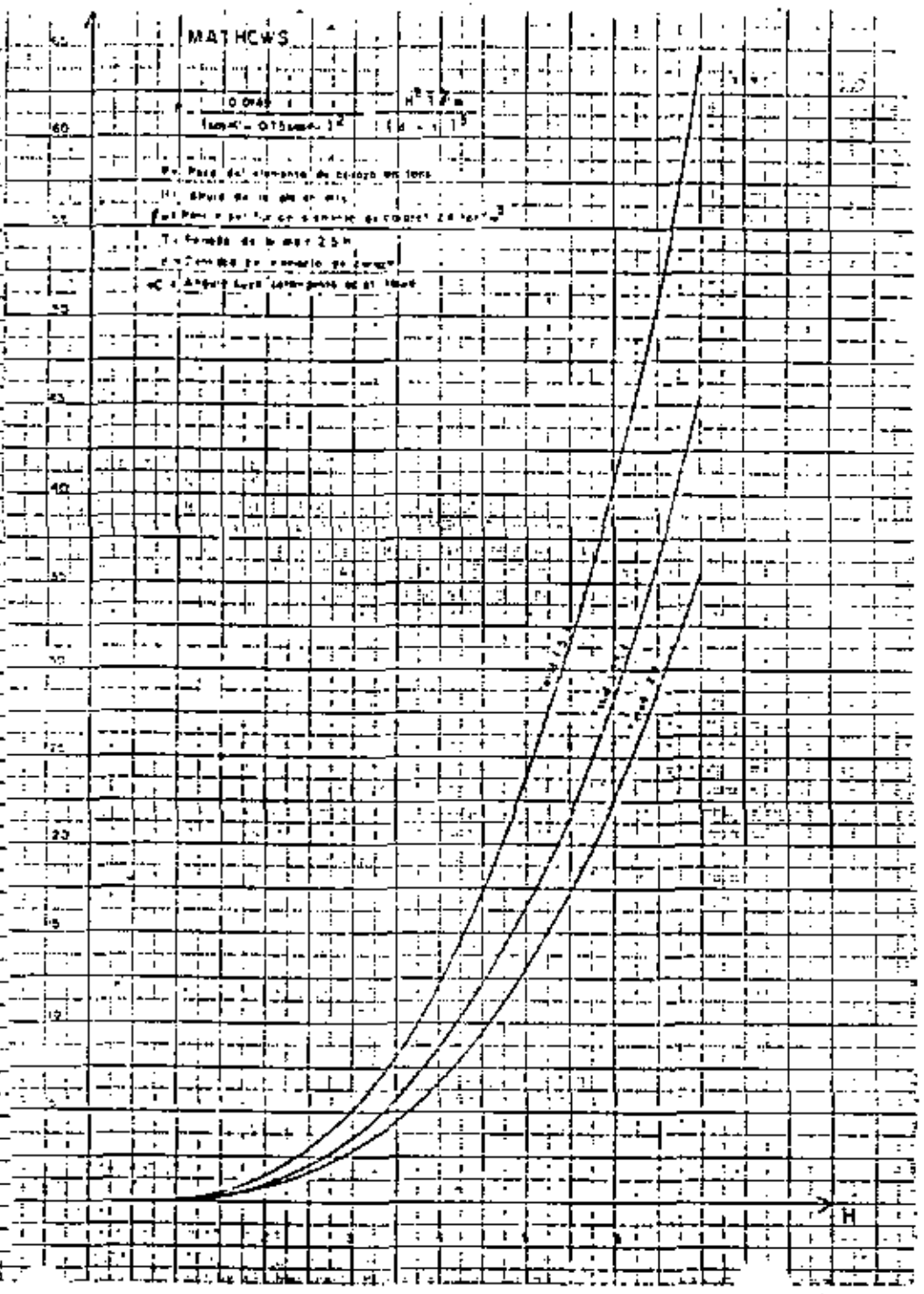
Fig. 6

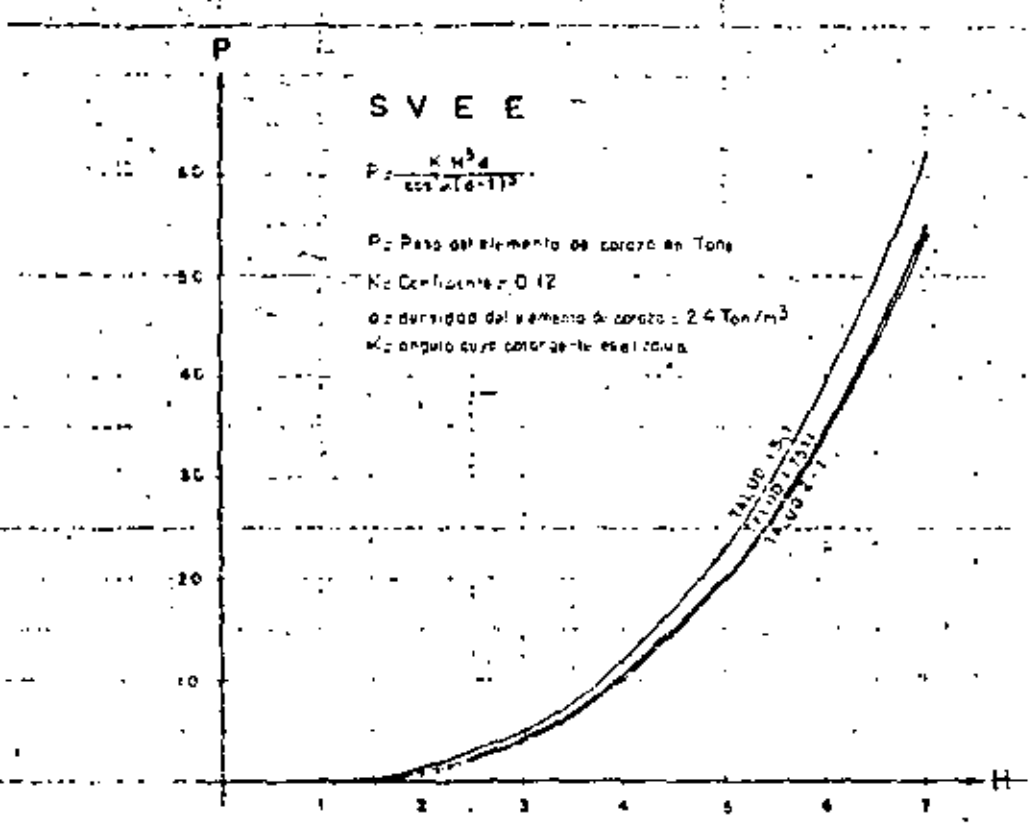
Selection of various formulas used for the calculation of artificial and natural blocks of rubble mound breakwaters as related to height H.

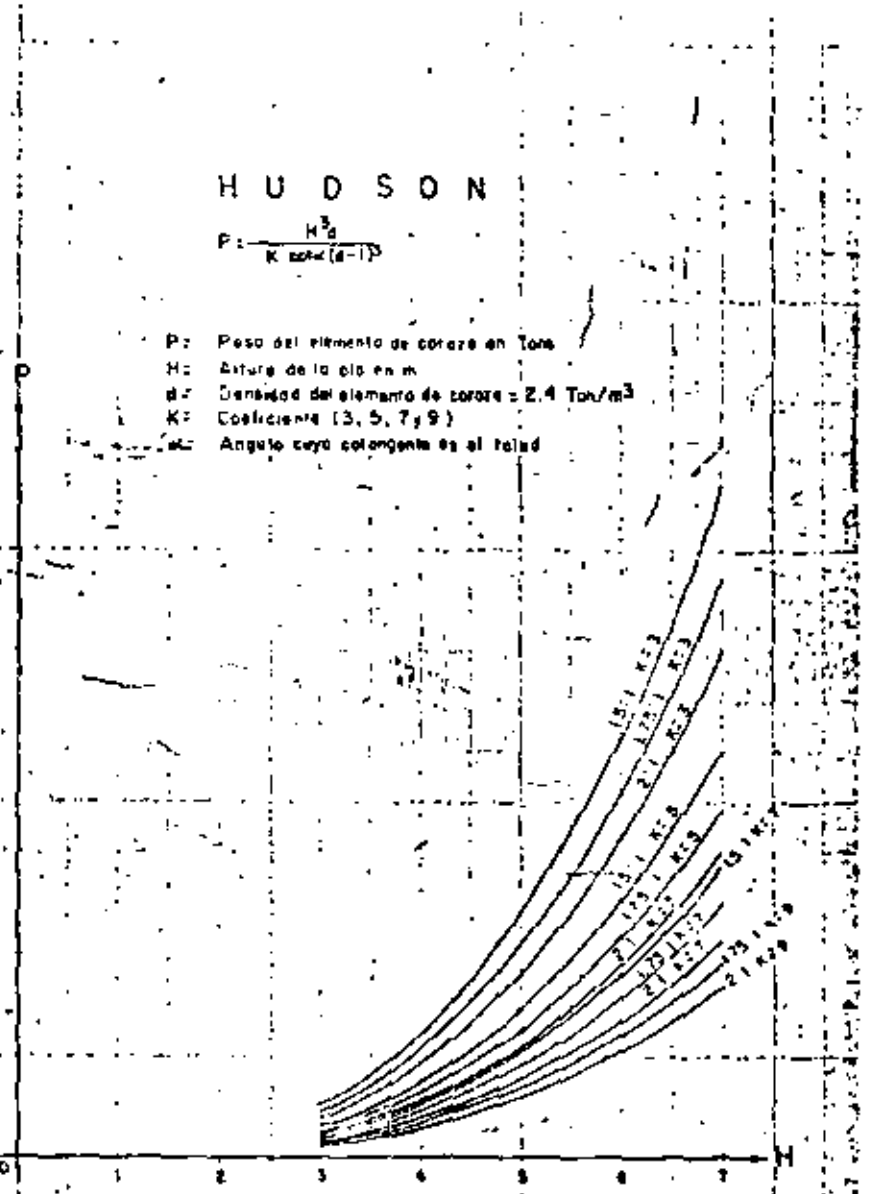
Legends:

CASINO
[illegible]
[illegible]
MATHEWS
[illegible]
[illegible]
[illegible]
DANNAL
BEALDEMIN
HEDAR
HEDAR
BVFS
[illegible]
[illegible]
METCALFE
GOLDBRUNNER


P
H

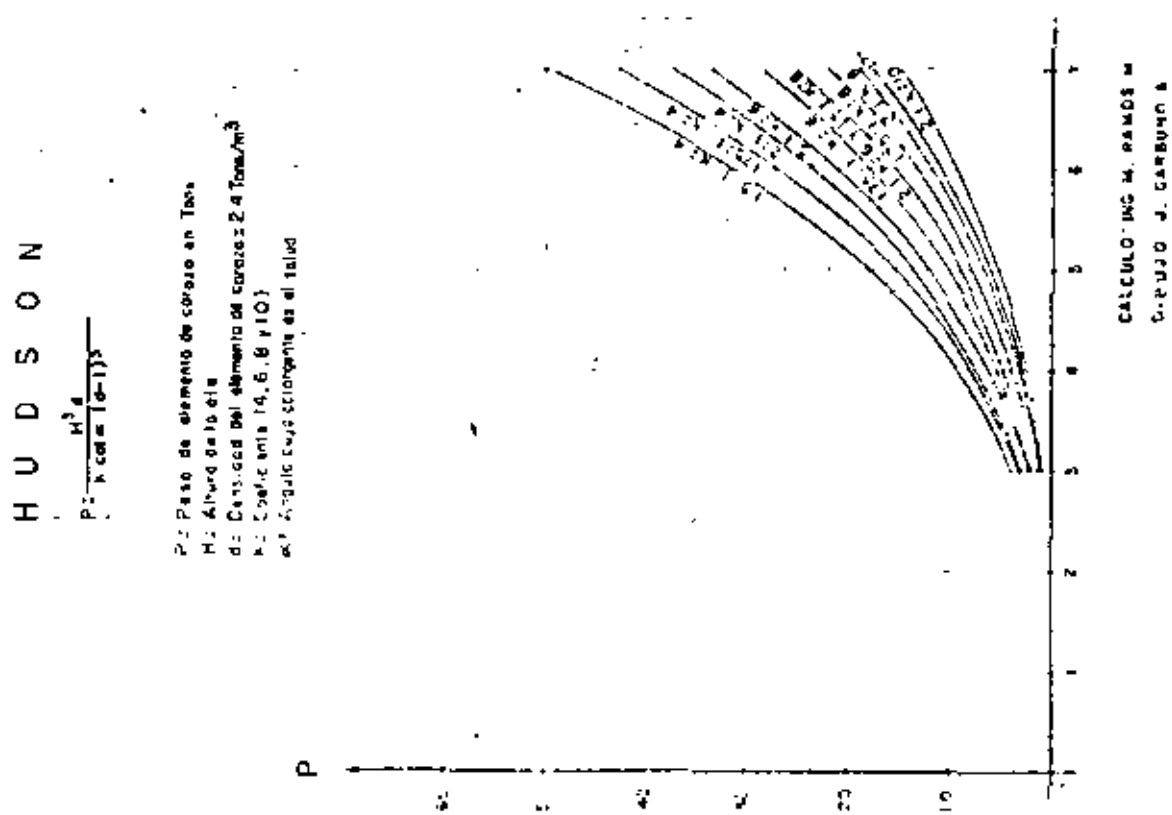

MATHEWS
H


SVEE
P = K H³ d / cos α (d-1)³
P: Peso del elemento de coraza en Tons
K: Coeficiente = 0.12
d: densidad del elemento de coraza = 2.4 Ton/m³
α: angulo cuya cotangente es el talud
P
H
TALUD 1.5:1
TALUD 1.75:1
TALUD 2:1
CALCULO: ING. M. RAMOS M.
DIBUJO: J. GARBUNO A.


HUDSON
P = H³ d / K cos α (d-1)³
P: Peso del elemento de coraza en Tons
H: Altura de la ola en m
d: Densidad del elemento de coraza = 2.4 Ton/m³
K: Coeficiente (3, 5, 7 y 9)
α: Angulo cuya cotangente es el talud
P
H
CALCULO: ING. M. RAMOS M.
DIBUJO: J. GARBUNO A.

PESOS DE LOS ELEMENTOS DE CORAZA DE ROMPEOLAS ROCA NATURAL CON PESOS ESPECIFICO DE 2.4 Ton/M3.

ALTURA DE OLA (m)	IRIBARREN	MATHEWS	SVEE	HUDSON K=4	HUDSON K=6
			TALUD 2:1		
2	0.75	0.75	1.00	-	-
3	2.25	2.75	3.75	3.00	3.00
4	5.25	6.50	10.00	7.50	5.00
5	10.00	13.00	19.00	13.50	9.00
6	16.75	22.50	33.00	23.50	15.50
			TALUD 1.75:1		
2	1.00	1.00	1.10	-	-
3	2.75	3.50	4.00	3.50	2.25
4	6.50	8.50	10.50	8.00	5.50
5	12.00	16.50	20.00	15.00	10.00
6	20.50	28.50	34.00	26.50	17.50
			TALUD 1.5:1		
2	1.20	1.50	1.25	-	-
3	2.75	5.25	5.00	4.00	2.50
4	8.50	12.00	11.50	9.00	6.25
5	16.25	23.75	22.50	18.00	12.50
6	27.50	40.50	39.50	31.50	21.50



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

PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS

CONSTRUCCION DE MUELLES

Ing. Arturo G. Bartolo de León

AGOSTO, 1981

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso México 1, D. F. Tel. 521-40-20 Apdo Postal M-2285

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.

FACULTAD DE INGENIERIA, U N A M

CURSO: PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS.

TEMA: CONSTRUCCION DE MUELLES.

PROFESOR: ING. ARTURO G. RUILOBA DE LEON.

PROGRAMA: PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE 7 MUELLES EN LA LAGUNA DE PAJARITOS, VER.

COATZACOALCOS, VERACRUZ., AGOSTO DE 1980.

Introducción.

El presente trabajo no pretende ser, sino una pequeña contribución, para ser de éste curso; de "Construcción Marítima y Portuaria".Obtener todo el éxito que se pretende.

A todos nos consta como esa maravillosa Profesión, que se llama "Ingeniería Civil", ha ido creciendo a pasos agigantados hasta llegar a ser hoy en día, una de las más importantes para el desenvolvimiento económico de nuestra Patria.

La Ingeniería Civil por lo extenso de sus Programas de Estudio y lo variado de Materias de Especialización, con que cuenta, hacen del Profesionista un Técnico con amplio futuro; que pueda participar hoy en día cualquier Empresa de índole, ya sea Oficial ó Privada.

Es mi deseo que los beneficios que se obtengan de éste Curso, redunden en favor de nuestros Profesionistas, ya que ello les dará mayor preparación técnica, que será aplicada de muy diferentes maneras; según las diversas ocupaciones de ustedes; pero siempre en favor de una Meta en Común: "Nuestra Patria".

Porque el Curso que en materia de "Construcción Marítima y Portuaria" sirvan de ejemplo, para que la Juventud Estudiosa de México, se guíe, para alcanzar la Cima y seguir promoviendo la aplicación de Técnica, presente y futuro de este Especialidad.

El trabajo que están ustedes iniciando a leer ó Escuchar, está hecho a más del propósito, que se menciona al principio con el fin de dar a conocer los Procedimientos de Construcción, y problemas que se presentaron; en la Construcción de 6 de los Muelles, de la "Nueva Terminal Marítima", en la Laguna de Pajaritos, Ver.

Posiblemente algunos problemas, no fueron atacados con procedimientos adecuados; producto quizá de la poca experiencia, que tenemos en esta clase de trabajos.

Se emplearon las Técnicas que a nuestro Juicio fueron las más convenientes. Les ruego que las críticas que se hagan de este trabajo, sean Benevolentes y se Enjuicien con Criterio, del que está expuesto a contribuir dentro de lo Humilde de sus conocimiento, esforzándose al desarrollo, cada vez más grande de esta Especialidad.

Antecedentes Históricos.

a).- Un Poco de Historia:

Me voy a permitir hacer unos Comentarios Históricos del Petróleo, donde todos ustedes están al tanto del rápido ascenso, que la "Industria Petrolera", ha tenido en el Mundo.

El Petróleo ha sido empleado en diversas formas desde hace varios Siglos. En la Biblia aparece con el nombre de: "Betún" - Asfalto. Los Babilonios y los Asirios lo emplearon, para el Alumbrado en sustitución, del Aceite Vegetal y como Cemento en sus Construcciones. Los Arabes y los Hebreos para usos Medicinales.

Los Romanos para la destrucción de la Flota de los Sarracenos. Los Egipcios en sus prácticas de Embalsamientos y en las Pinturas de los Muros de sus Tumbas; que todavía se aprecian vestigios.
Los Chinos fueron los primeros en usar el Gas Natural, para obtener alumbrado; sirviéndose de Tubos de Bambú, para su Transporte. Y el "Betún - Asfalto" la utilidad que le daban era como Implemento de Guerra, haciéndolo en forma de Aceite Hirviendo.

En el Distrito de Baká, Rusia en el Mar Caspio, los Manantiales de Petróleo y Gases Combustibles servían para mantener fuego, el cual consideraban como Sagrado los seguidores de algunas Sectas.
En México, los Totonacas de la Región de Papantla, Ver., lo recogían de la superficie del agua para utilizarlo como Medicina y como Incienso para sus Ritos.
Armando Argand, físico matemático y químico Italiano (1755 - 1803), inventa en el año de 1784 una Lámpara de Corriente de Aire, con Mecha Hueca y Redonda, que protegía un Tubo Cilíndrico de Vidrio reduciendo los inconvenientes del humo.

Con el descubrimiento de esta lámpara, se había introducido un nuevo uso al Petróleo, que pronto comenzó a generalizarse a fines del Siglo XVIII.

En los Estados Unidos, se estudió la forma de obtener el Petróleo Líquido que fuera apto para Arder en Lámparas para Alumbrado.

Samuel M. Kier construyó un Alambique y comenzó a Destilar el Primer Barril de Petróleo en 1850, convirtiéndose en el Pionero de la Refinación en América.

Cinco años más tarde, el Profesor Benjamín Silliman Jr. Químico Norteamericano, concluyó sus estudios sobre la Refinación del Petróleo basada en la Destilación Fraccionada que es el Método empleado aún en nuestros días.

El Primer Pozo que se perforó en América, con la exclusiva finalidad de obtener Petróleo, se debe al Coronel Edwin L. Drake con una Producción de 20 Barriles Diarios a una profundidad de 22.40 Mts. Esto sucedió el Sábado 22 de Agosto de 1859. Con este acontecimiento nació una Nueva Industria, " La Petrolera ".

Carls Benz Ingeniero Mecánico pionero de la Industria Automotriz y precursor del moderno automóvil, comenzó a diseñar y armar el motor de 2-velocidades en 1877. En 1886 construyó el primer automóvil impulsado con motor de gasolina.

El invento del Sr. Benz trajo como consecuencia el uso de Petróleo como carburante en los Motores de Combustión Interna, generalizándose en el siglo XIX el uso de la gasolina, pues tiempo atrás no tenía ningún valor comercial.

Cuan lejanos nos parecen esos días en virtud de la evolución que la Técnica y la Ciencia han experimentado al servicio de esa maravillosa actividad industrial.

México no a permanecido al márgen de todos estos acontecimientos.

A partir del año de 1901, en el que se encontró la primera producción comercial. Durante el periodo de 1915 a 1924, fué considerado entre los países productores más importantes del mundo, gracias a los grandes productores del Petróleo en el Distrito Ebano - Pánuco al Sureste de Tampico y a la vieja faja de oro, a la que se le atribuyeran reservas fabulosas.

La exploración petrolera en México, se inicia en 1900, haciéndose organizadamente a partir de 1942. Ante el compromiso prioritario de contar oportunamente con las reservas necesarias, que permitieran satisfacer la demanda siempre creciente de Petróleo y sus Derivados.

A partir del año de 1971 Petróleos Mexicanos tuvo que cambiar su política en cuanto los sistemas de planeación y operación empleados con anterioridad, buscando la máxima eficacia de los recursos disponibles.

La política de la exploración petrolera se estableció básicamente con dos tendencias fundamentales.

a).- Enfocar la atención exploratoria hacia la búsqueda de

yacimientos en nuevas áreas con posibilidades petrolíferas localizadas en la mayor parte del territorio Nacional, calificación que con anterioridad se había concentrado, casi en su totalidad a lo largo de la Planicie Costera del Golfo.

b).- Cambiar la imágen de que la Exploración se mide en función de los trabajos de campo, que si bien representan la información básica, esta no tiene un significado aprovechable, si no es debidamente manejada, depurada e interpretada por los especialistas mejor calificados y de máxima experiencia, labor que se desarrolla en los laboratorios y en el gabinete.

Así en pocos años de acelerada actividad se han descubierto nuevas provincias petroleras y varios yacimientos que momentáneamente hicieron posible que México recuperara su Autosuficiencia en materia de Petróleo; sin embargo la creciente demanda de hidrocarburos exige que la exploración no vuelva a quedarse rezagada, sino que al contrario su actividad se acelere a un ritmo que esté acorde con las demandas previsibles para la próxima década.

La exploración petrolera ha roto con sus atávicas áreas de exploración abarcando un amplio panorama económico - petrolero que comprende casi la mayor parte del Territorio Nacional, en cuya superficie de aproximadamente, de 2'000.000 de km.2., corresponden 782,100 Km2, a cuencas sedimentarias de origen marino localizadas en el Continente, y 378,900 Km2. a las plataformas Marines del Golfo de México y del Océano Pacífico.

Del total de actividad exploratoria que ha tenido lugar desde

1970 a 1976, el 70% se efectuó en la Planicie Costera del Golfo; 1.4 en las Plataformas Marinas del Golfo de México y de la Baja California en el Pacífico; el 20% restante corresponde a trabajos de reconocimiento en otras regiones de la República Mexicana, en las que se ha obtenido información preliminar en una superficie aproximadamente de 500,000 Km.2.

Del total de reservas descubiertas en los últimos 35 años corresponde el 72% a la Zona Sur, el 16% al Norte y Noroeste y el 12% al Distrito de Poza Rica.

Resultados.

Llanura Costera lo más trascedental que haya descubierto Petróleos Mexicanos en 38 años de su existencia en la Provincia Cretácica de Chiapas - Tabasco, donde están ubicados los ya famosos Campos de Sitio Grande, Cactus, Samaria y Cunduacán, de acuerdo con los últimos estudios geofísicos y geológicos puede extenderse hacia el Norte hasta la Plataforma Marina de Campeche; y hacia el Oeste y Noroeste en gran parte de los estados de Tabasco y Veracruz.

En el Estado de Veracruz en las inmediaciones del Puerto del mismo nombre, en el área de Cotaxtla se han descubierto en rocas semejantes y de la misma edad a las de REforma - Chiapas, cuya magnitud en reservas aún se ignora. Esta Provincia promete extenderse hacia el Sur y Norte y su valor económico lo decidirán los pozos exploratorios que habrán de perforarse en un futuro próximo.

Norte y Noreste de México. Aunque no tan espectaculares como los anteriores, los descubrimientos de los Campos en Tamaulipas y Coa-

huila, representan perspectivas esperanzadas de descubrir en áreas nuevas, por el tipo de rocas que las forman, cambiará en un futuro inmediato el problema de la oferta de energéticos en el Norte del País.

Plataforma Marina del Golfo de México. Lo sobresaliente y extraordinario desde el punto de vista económico - petrolero, ha sido el pozo CHAC # 1, cuya localización se dió a 80 Km. al Norte de la Laguna de Términos, después de una intensa y minuciosa exploración sismológica a lo largo y ancho de la Plataforma Marina de Campeche.

Este pozo se perforó con barcaza a una profundidad de 3,567 Mts. se encontró en Rocas Calcarias del mismo tipo a las localizadas en Sitio Grande, Aceite Comercial en una prueba de formación. Este descubrimiento abre nuevos horizontes de producción en gran parte de la Plataforma de Campeche, hasta latitudes aún desconocidas, habiéndose detectado hasta el momento un número considerable de nuevas localidades para perforar pozos exploratorios de los cuales se encuentran actualmente en perforación los de Bakab y Kukulcán.

En la Plataforma Marina de Coatzacoalcos se tienen posibilidades de encontrar nuevas reservas de Hidrocarburos en estructuras relacionadas con Domos Salinos, en forma semejante a las de la Cuenca Salina del Istmo en la parte terrestre.

Baja California. Los Estados de Baja California a través de su larga Historia, han sido explorados con fines casi exclusivamente mineros. En el año de 1944, interesados en descubir en esta porción de nuestro Territorio reservas de Hidrocarburos, inició en aquel año varios trabajos de exploración que culminaron con 8 pozos de exploratorios que por estar distantes unos de otros no fué posible obtener un dictámen definitivo sobre las posibilidades petroleras de la región.

Ante la creciente demanda de energéticos se decidió intensificar nuevamente su exploración, usando nuevas técnicas y sistemas, se lanzó a explorar en tierra y mar todas aquellas áreas que el conocimiento geológico señalaban con cierta posibilidad de éxito.

Desde Guerrero Negro, Bahía de Vizcaíno, Bahía Magdalena hasta las vecindades de La Paz, se exploró con Geología, Gravimetría y Sismología y del resultado del conocimiento obtenido se perforaron 4 pozos exploratorios de los cuales el pozo Cantina #1, se encuentra actualmente en pruebas de producción con buenas posibilidades de resultar productor de Gas.

Con los datos derivados de estas exploraciones se obtendrá el apoyo necesario para la interpretación que conduzca a valorar con mayor certeza las posibilidades petroleras de las Cuencas terrestres y marinas de Sebastián Viscaíno y Purísima - Iray.

Para finalizar, es necesario dar el crédito que les corresponde a los técnicos y trabajadores de Petroleos Mexicanos, ya que debido a su esfuerzo y dedicación hicieron posible que México pudiera contar con las reservas de hidrocarburos necesarias para continuar con su desarrollo industrial.

En la Industria Petrolera la Exploración, la producción, la refinación y el transporte son operaciones tan estrechamente vinculadas entre sí, en tal forma que el desarrollo de cada una de ellas está íntimamente ligada a las demás.

A todos nos consta como en los últimos años, se poseen una red de oleoductos, gasoductos y otras líneas de conducción de productos que permiten el transporte en su mayor parte del crudo obtenido en los campos petroleros en explotación a las Refinerías de Minatitlán, Poza Rica,

Cd. Madero y Reynosa en la Zona del Golfo; en el Zona Centro de la República se encuentran localizadas las Refinerías de Atzcapotzalco, Tula, Hgo., Salamanca, Gto. Cabe mencionar que actualmente se construyen las Refinerías de Cadereyta, N. L. y de Salina Cruz, Oax. desde las cuales se abastecen de productos petroleros, combustibles básicos para la Industria Petroquímica a varios lugares del Sur, Centro y Norte de la República Mexicana.

Bajo ciertas condiciones los transportes de petróleo crudo y sus derivados se podrán hacer por Ferrocarril, Carretera, Oleoducto y Buque Tanque.

La concentración de la totalidad de los campos productores de petróleo, gas natural a lo largo de la Costa Oriental de México, así como dispersión en vastas áreas del país de los centros de consumo plantean ciertos problemas de transporte y distribución, agravados además por la topografía de nuestro país y por lo acelerado del incremento en el consumo; factores estos últimos que dá mayor énfasis al transporte, obligando a la Industria Petrolera a desarrollar una constante actividad de planeación que le permite ajustarse a las nuevas condiciones a través de la ampliación oportuna de sus actividades y la adición de nuevas instalaciones tales como: Refinerías, Petroquímica Básica, Transportes, Plantas de Almacenamiento y Distribución Terrestres y Marinas, la Ecología y la Asistencia Social.

Siendo el problema de la transportación factor decisivo en el desenvolvimiento económico de cualquier industria y la gran variedad de productos existentes a lugares muy alejados tales como la Zona del Pacífico, la Exportación al Este de los Estados Unidos del Norte y a otros Países del mundo, así como el transporte entre lugares costeros es a todas luces más costeable si se utiliza el medio marítimo, --

razón por la cual las Obras Marítimas y Portuarias juegan un papel de carácter básico en la Industria Petrolera Mundial.

La transportación pluvial de grandes volúmenes de productos petroleros entre instalaciones localizadas en las márgenes de los ríos, ó entre éstas y las instaladas en la Costa, hace que en forma semejante las Obras Marítimas y Portuarias, las pluviales sean de gran importancia en la Industria Petrolera.

Recientemente se ha iniciado la perforación de pozos petroleros en el mar, por lo cual un nuevo aspecto de las Obras Marítimas va adquiriendo especial importancia. Debido al éxito de estas perforaciones la construcción de Plataformas en el mar, líneas de conducción submarinas; se ha llevado a cabo en forma sorprendente.

FLOTA PETROLERA DE MEXICO

Actualmente la Flota petrolera está constituída por 29 Buques Tanque, 28 Remolcadores, 44 Lanchas y 117 Chalanes. La flota de buques-tanques representa 635,601 T.P.M. y la flota menor de 50,732 T.P.M. con un valor total de $330'000,000.00.

La flota mayor en operación coloca a Petroleos Mexicanos en Segundo lugar dentro de los sectores estatales latinoamericanos en la Marina Mercante después de Brasil.

Por vía marítima se transporta anualmente el 50% de todos los productos que se manejan, el otro 50% se maneja por Oleoductos, Carros-Tanques y Auto Tanques, llegándose a transportar en 1975 99'000,000 de barriles, llegándose casi al límite de capacidad de transporte de la flota propiedad de Pemex que es aproximadamente de 4.5 millones de barriles al año por buque.

En virtud de lo anterior fué imprescindible recurrir al alquiler de buques por tiempo determinado o por viaje para cumplir con el transporte marítimo requerido por la demanda nacional de hidrocarburos.

También el aumento de las Importaciones exigió el arrendar barcos de bandera extranjera.

El total de barriles de petróleo crudo y derivados, transportado por vía marítima, con la flota combinada propiedad de Pemex y rentada para el presente año será de 220,000,000 de barriles.

Petroleos Mexicanos siempre a pugnado por ser autosuficiente en el transporte marítimo, para evitar así la dependencia del Exterior en esta importante actividad. Con el incremento de la flota; el volumen transportado por buques de Pemex será mayor el de los buques rentados y en la medida que se adquieran nuevas embarcaciones y operen a plena capacidad el oleoducto Cd. Cárdenas, Tab., - Poza Rica, Ver. Se eliminarán las naves rentadas.

Actualmente operan Buques Tanques cuyo peso muerto varía entre 10,000 y 50,000 Toneladas de Peso Muerto. Con base en las necesidades futuras de transporte marítimo y el resultado de estudios técnicos, se ha considerado que las embarcaciones que Pemex adquiera deben de

estar entre los límites de 40,000 a 60,000 Tons. de Peso Muerto. Los tres últimos buques tanques comprados por esta Institución tienen, dos de ellos 55,500 Tons. de Peso Muerto y uno de 43,700 Tons. de Peso Muerto.

Mencionaremos a continuación los diferentes tipos de productos que transporta la Flota de Petroleos Mexicanos.

R E F I N A D O S

Gasolina Nova, Gasolina Extra, Mexolina, Gasolina Catalítica, Nafta: Primaria Reformada y Catalítica, Hexano, Gasolina Alto Octanaje Tractomex, Diáfano, Diesel Especial, Diesel No. 1, Diesel 2 - D, Gasóleos de Vacío.

BASICOS PARA LUBRICANTES

Neutro 60 I.V., Neutro Ligero 80 I.V., Neutro Ligero 95 I.V.- Neutro Ligero 105 I.V., Neutro Pesado 80 I.V., Neutro Pesado 95 I.V.

Negros: Crudo del Istmo, Crudo Naranjos, Crudo Pánuco, Crudo-Diversos, Combustóleo Ligero, Combustóleo Vapores, Combustóleo Pesado,- Combustóleo Intermedio 15, Residuo Virgen Diluído, Residuo Primario, -- Asfalto Base, Pánuco Diluído, Asfalto Rebajado FR-1.

Petroquímicos Etileno, Amoníaco Anhidro, Propano, Butano, Butileno, Tolueno Xileno 5 Grados, Benceno, Orto-xileno, Meta - Paraxileno, Tetrámero, Dodecilbenceno, Etilbenceno, Metiletilcetona, Alcohol, Isopropílico.

TERMINALES MARITIMAS

Por las razones antes expuestas, anteriormente, tanto la Flota Petrolera como las Terminales Marítimas, se han venido modernizando y - ampliando en tal forma que bajo las condiciones programadas en cuanto -- al aumento que tendrán en sus capacidades de almacenamiento, bombeo y - Atraques se puede asegurar que se cumplirá con las demandas pronosticadas.

TERMINAL MARITIMA DE PAJARITOS, VER.

Uno de los más importantes aciertos en materia de instalaciones portuarias, fué la construcción de la " Terminal de Pajaritos ", - pués ha desplazado hacia este lugar el tráfico que antes se hacía en su totalidad a través del Río Coatzacoalcos hasta Minatitlán, Ver.; Actualmente se hace en Pajaritos el 55% de este tráfico y el de Minatitlán y Nanchital, Ver., se a reducido al mínimo, eliminando el peligro del paso de buques tanques por el puente de Coatzacoalcos; que ya fué causa - de muy costosos accidentes y bloqueos en las comunicaciones del Sureste del país.

LOCALIZACION

La Terminal Marítima de Pajaritos, se encuentra localizada entre Latitud 18°09' 30" Norte y Longitud 94°24' 30" Oeste.

En la parte inferior del Estado de Veracruz, al área se localiza en la Zona Tropical de la Zona del Golfo de México.

DATOS DEL LUGAR Y CLIMATOLOGICO

a).- Elevación.

4.5 Mts. sobre el Nivel del Mar.

b).- Zona Sísmica.

Zona No. 3.

c).- Condiciones del Viento.

Predominante: del Norte.

Velocidad: 200 Km/Hr. Máxima.

d).- Precipitación Pluvial.

762 m.m./hora máximo.

e).- Temperatura Ambiente.

Promedio: 27.5°C.

Mínimo: 10° C.

Máxima: 44° C.

Bulbo Húmedo: 28°C.

Humedad Relativa: 90% Máximo.

f).- Presión Barométrica.

760 mm.Hg.

La imperiosa necesidad de contar en la Zona Sur con una Terminal adecuada para las embarcaciones de esta Institución y de acuerdo a lo antes expuesto y localizada además en un sitio próximo a los Centros Petroleros e Industriales de esta Región en que florece la Industria Petroquímica. Se elaboraron varios estudios decidiéndose localizar dicha Terminal en la Márgen Sur dela Laguna de Pajaritos; para lo cual se dragó un Canal de Acceso que comunica el Río Coatzacoalcos con dicha Laguna en una longitud de 2.200 Mts. y una Plantilla del Canal de 100 Mts. con taludes de 1'a 5 Mts. con una profundidad de menos 14 Mts. N.M.M.B. (Sicigias). De este punto a la Bocana (Escolleras), se tuvo la necesidad de dragar a menos 14 Mts. N.M.M.B (Sicigias), con una longitud de 2000 Mts.

Esto quiere decir en conclusión que la Terminal se encuentra a escasos 4.200 Mts. de la desembocadura del Río Coatzacoalcos (Bocana).

El abrigo natural del Vaso Lacustre, el área tan considerable de agua de más de 2'000,000 de Mts.2, su proximidad al mar y a las Industrias tales, como: El Complejo Petroquímico Pajaritos, Complejo Petroquímico Congrejera, Refinería Gral. Lázaro Cárdenas en Minatitlán, Complejo Petroquímico Cosoleacaque, Ver., y demás Campos productores.

Para tal fin Pemex a efectuado inversiones muy considerables por concepto de Dragado de toda la Zona donde se localizan los Muelles construidos, y en fase de construcción y futuros; así como el área de maniobras al Norte de los mismos.

TIPOS DE MUELLES.

Tomando en cuenta los terrenos que Pemex posee en las Márgenes Sur, Norte y Oeste de la Laguna de Pajaritos, el total de Metros Lineales en contacto con el agua asciende a 1,650 Mts. aproximadamente.

Si se considera que esta Terminal se proyecta al futuro para una longitud de atraque de 2,130 Mts. se llega a la conclusión de que las propiedades de Pemex son insuficientes a menos que se construyan Darsenas mediante -- Dragados para aumentar la longitud utilizable, caso del Muelle No. 7 futuro que se encuentra localizado en la Márgen Norte de Dicha laguna, lo - cual es altamente costoso.

Por las razones expuestas se decidió disponer los Muelles de la Terminal en Espigón normales a la Márgen Sur de la Laguna, con lo - cual en una longitud de 860 Mts. se cubre las necesidades de los 4 muelles, con una longitud de atraque de 1,672 Mts.

Independientemente del ahorro indiscutible del terreno a localizar los Muelles como antes se ha dicho, se tiene las siguientes ventajas por mencionar algunas:

1).- Al concentrar las instalaciones en una zona reducida pero dentro de las normas de seguridad existe un mayor control de las operaciones en beneficio de un mejor servicio.

2).- Con una inversión ligeramente superior a la requerida, para la construcción de un Muelle "Tipo T", para el atraque de una sola embarcación en un Muelle en Espigón es posible el atraque de dos embarcaciones simultáneamente.

3).- La orientación de los Muelles en dirección Norte - Sur, -- que es la de los vientos dominantes, permite que la embarcación atracada presente la menor superficie al viento, lo cual tiene ventajas de importancia al efectuarse las maniobras de atraque y desatraque con mayor facilidad, transmitiendo menores esfuerzos a la estructura del Muelle.

DESCRIPCION

Los Muelles de esta Terminal se pueden clasificar como -- Muelles de Operación, requerimiento para cubrir necesidades en un lapso no menor de 20 años son las siguientes:

MUELLE No. "1".- PETROQUIMICO.

Tipo de Instalación	Espigón.
Número de Embarcación que atracan . . .	Dos.
Tonelaje máximo de Diseño	20,000 T.P.M.
Longitud de Muelle	266.22 Mts.
Eslora máxima actual	170 Mts.
Tipo de subestructura	Pilotes de Concreto.
Tipo de Superestructura	Concreto Reforzado.
Inició Construcción	2 de Enero de 1970.
Inició Operación	Agosto de 1972.
Producto que Opera	Etileno y Crudo.
Sistema de Operación	Manguera de 6" Ø para Etileno y Garzas para el crudo.
Sentido de Flujo	De tierra a Barco.
Servicios Auxiliares	Agua, Deslastre, Corriente eléctrica, alumbrado y teléfono.
Sistema Contra Incencio	
Luces de Situació	

Sistema de Defensa . . . . . Hule tipo fijo.

Sistema de Amarre . . . . . Ganchos de Escape.

Calado Oficial . . . . . 11 Mts (36').

Horario de Entrada y Salida . . . . . Diurno y Nocturno.

Observaciones . . . . . Calados referidos a la marea baja media.

Angulo de acercamiento al Muelle. Es el ángulo de insidencia se forma entre el alineamiento del Paramento del Muelle, con el -- longitudinal de simetría de la embarcación, misma que no excederá de -- 10°.

MUELLE No.2

Tipo de Instalación . . . . . Espigón.

Número de Embarcaciones que atracan . . . . Dos.

Tonelaje máximo de Diseño . . . . . 40,000 T.P.M.

Longitud de Muelle . . . . . .319.50 Mts.

Eslora máxima actual . . . . . .206 Mts.

Tipo de Subestructura . . . .Pilotes de Concreto.

Tipo de Superestructura . . . . . Concreto Reforzado.

Productos que opera . . . . . Combustóleo y Destilado.

Sistema de Operación . . . . Manguera de 8"ø.

Sentido de Flujo . . . . De tierra a barco.

Servicios Auxiliares . . . . Agua,Deslastre,Corriente Eléctrica, Alumbrado y - Telefono.

Sistema Contra Incendio . . . . . Torres con Monitores e - Hidratantes.

Luces de Situación. . . . . 1.- Roja Extremo Norte.
1.- Verde Extremo Sur.

Hoja No. 19

Sistemas de Defensas..... Hule tipo Fijo.

Sistema de Amarre..... Ganchos de Escape.

Calado Oficial..... - 14 Mts. (45').

Horario de Entrada y Salida..... Diurno y Nocturno.

Observaciones..... Calados referidos a la marea Baja Media.

MUELLE No. 3.

Tipo de Instalación..... Espigón.

Número de Embarcaciones que atracan..... Dos.

Tonelaje Máximo de Diseño..... 50,000 T.P.M.

Longitud del Muelle..... 349.55 Mts.

Eslora máxima actual..... 230 Mts.

Tipo de Subestructura..... Pilotes de Concreto.

Tipo de Superestructura..... Concreto Reforzado.

Productos que opera..... Crudos, combustóleo y Destilados.

Sistema de Operación..... Garzas de 12" ø .

Sentido de Flujo..... De tierra a barco.

Servicios Auxiliares..... Agua, Deslastre, Corriente eléctrica, Alumbrado y teléfono.

Sistema Contra Incendio..... Torres con Monitores e - Hidratantes.

Luces de Situación..... 1.- Roja Extremo Norte.
1.- Verde Extremo Sur.

Sistema de Defensas..... Hule tipo Fijo.

Sistema de Amarre..... Ganchos de Escape.

Calado Oficial..... -14 Mts. (45').

Horario de Entrada y Salida. ..... Diurno y Nocturno.

Observaciones..... Calados referidos a la Marea Baja Media.

MUELLE No. 4.

Tipo de Instalación..... Espigón.

Número de Embarcaciones que atracan..... Dos.

Tonelaje máximo de Diseño..... 50,000 T.P.M.

Longitud del Muelle..... 349.55 Mts.

Eslora máxima Actual..... 230 Mts.

Tipo de Subestructura..... Pilotes de Concreto.

Tipo de Superestructura..... Concreto Reforzado.

Productos que opera..... Crudos, Combustóleo y Destilados.

Sistema de Operación..... Ganzas de 12" Ø .

Sentido de Flujo..... De tierra a barco.

Servicios Auxiliares..... Agua, Deslastre, Corriente electrica, Alumbrado y Teléfono.

Sistema Contra Incendio..... Torres con Monitores e Hidrantes.

Luces de Situación..... 1.- Roja Extremo Norte.
1.- Verde Extremo Sur.

Sistema de Defensas..... Hule tipo Fijo.

Sistema de Amarre..... Ganchos de Escape.

Calado Oficial..... -14 Mts. (45').

Horario de Entrada y Salida..... Diurno y Nocturno.

Observaciones..... Calados referidos a la Marea Baja Media.

MUELLE No. 5.

Tipo de Instalación..... Marginal.

Número de Embarcaciones que atracan..... Uno.

Tonelaje Máximo de Diseño..... 50,000 T.P.M.

Longitud de Muelle..... 230,00 Mts.

Eslora máxima Actual..... 207 Mts.

Tipo de Subestructura ..... Pilotes de Concreto

Tipo de Superestructura..... Concreto Reforzado.

Productos que Opera..... Petroquímicos Envasados crudos, combustóleo y Destilados.

Sistema de Operación..... Mangueras de 8" Ø. contenedores de 4o Tons. Carga con Grúa Viajera.

Sentido de Flujo..... De Tierra a Barco.

Servicios Auxiliares..... Agua, Deslastre, Corriente Eléctrica, Alumbrado, Teléfono. Bodega y Patio de Maniobras para Estacionamiento de Contenedores.

Sistema Contra Incendio.....Torres con Monitores e Hidrantes.

Luces de Situación.....1.- Roja Extremo Norte.
1.- Verde Extremo Sur.

Sistema de Defensas.....Hule tipo Fijo.

Sistema de Amarre.....Bitas Dobles.

Calado Oficial.....14 Mts. (45').

Horario de Entrada y Salida.....Diurno y Nocturno.

Observaciones.....Actualmente en Estudio y proyecto.

ESTUDIOS PRELIMIAARES

Estudio del Suelo. Para determinar el Perfil Geológico y profundidad de Desplante de los Pilotes, se hicieron tres Sondeos que nos dieron las siguientes características.

1.- Sondeo No. 1695 a una profundidad de - 11.20 y a una distancia de la trasa teórica agua tierra de 10.00 Mts. encontrándose los siguientes materiales: Lino arenoso blando hasta una profundidad de 13.00 Mts. Arena fina ligeramente arcilloso, medianamente compactada a una profundidad de - 18.00 Mts. Arcilla muy rígida a una profundidad de - 20.00 Mts. Arena arcillosa muy densa a una profundidad de - 21.00 Mts. Arcilla rígida a una profundidad de 22.50 Mts.

Siendo ésta el nivel de desplante de pilotes ó sea a una profundidad de 22.50 Mts. Después de esta elevación hasta la profundidad de - 35.00 Mts. se encontró arena arcillosa muy densa.

2.- Sondeo No. 1698 a una profundidad de - 24.20 y a una distancia de la trasa teórica agua tierra de 123.00 Mts. encontrándose los siguientes materiales: Lino arenoso blando hasta una profundidad de - 17.00 Mts. Arena arcillosa medianamente compactada a una profundidad de -23.50 Mts.

Siendo este el nivel de desplante de pilotes ó sea a una profundidad de 23.50 Mts. desoués de esta elaboración hasta la profundidad de 35.00 Mts. se encontró arena arcillosa muy densa.

3.- Sondeo No. 1699 a una profundidad de - 27.10 y a una distancia de la trasa teórica agua tierra de 236.00 Mts. encontrándose los siguientes materiales: Azolve hasta una profundidad de - 12.00 Mts. Arena arcillosa medianamente compactada hasta una profundidad de - 14.50 Mts. Arcilla medianamente compactada hasta una profundidad de - 29.00 Mts.

Siendo éste el nivel de desplante de pilotes ó sea a una profundidad de - 29.00 Mts. Después de esta elevación hasta la profundidad de - 35.00 Mts. se encuentra arena arcillosa muy densa.

LABORATORIO.

Para determinar la variación Estratigráfica y las propiedades físicas de los materiales que forman las capas encontradas en los Sondeos se realizaron pruebas de: Humedad Natural, Densidad, Límites de Consistencia, Contracción Lineal y Granulometría a las Muestras extraídas en cada capa ó en variaciones de profundidad no mayores de 1.50 Mts.

De las muestras inalteradas obtenidas en los materiales cohesivos, se laboraron especímenes para realizar pruebas de compresión triaxial, Axial y consolidación unidimensional.

Desde las bases de diseño y de acuerdo con los resultados obtenidos del estudio de la Geotecnia, se determinó que el tipo de subestruc

tura mas viable para los Muelles es a base de pilotes, por lo que se procedió a obtener la capacidad de trabajo para los mismos.

Para definir el tipo de pilote a usar, se hizo un estudio económico de diversos tipos como son: De Concreto Reforzado, Concreto Preforzado, Tubulares y Sección H, resultando más económicos los precolados de concreto reforzado en sitio.

PROYECTO DEFINITIVO DEL MUELLE No. 4.

Es de este Muelle del cual quiero darles a ustedes los procedimientos de construcción que se emplearon.

Después de una serie de anteproyectos basados en las necesidades de diseño y tendientes todos a ser funcionales en grado máximo; se llegó a definir el proyecto definitivo que a continuación se describe.

MUELLE PETROLERO No. 4, para el atraque de Buques Cisternas desde 20,000 hasta 55,000 T.P.M.

Como los anteriores Muelles No. 1, 2 y 3 este Muelle se construyó en Espigón para el atraque, de una embarcación por banda. Su eje longitudinal está sobre la Coordenada E- 1080.71 y una longitud de 348.55 Mts. que es de la Coordenada S- 4985.78 hasta la Sur 4618.73 alineamiento del extremo de los Muelles 1, 2 y 3.

SISTEMA DE COORDENADAS.

El sistema de coordenadas que se utilizó como referencia para la localización, trazo y construcción del Muelle es el oficial de la Se

cretaría de Comunicaciones y Transportes, que es el mismo que se ha venido utilizando en la construcción del resto de las Instalaciones Portuarias de la Terminal.

NIVEL DE REFERENCIA.

Tanto para las profundidades como para las Cotas del Muelle se utilizó el plano de referencia coincidente con el cero correspondiente al nivel de marea baja media (sicigias), definido como el promedio de las Bajamares más bajas diarias. Se tomó como amplitud de Marea la diferencia entre la Pleamar máxima y la Bajamar mínima registrada.

Pleamar máxima registrada. . . 0.813 M.

Bajamar mínima registrada. . . 0.772 M.

Amplitud en valor absoluto . . 1.585 M.

Dichos valores estan referidos al nivel medio del mar, estando éste en el caso del Puerto Pajaritos, a 0.27 M. arriba de la Bajamar Media.

NIVEL DE OPERACION.

El nivel de operación será aquel donde se llevan a cabo las maniobras en el Muelle, consistentes en el movimiento de personal y vehículos a una altura tal que permita que el barco en condiciones extremas (a plena carga y vacío) sea operado sin ninguna dificultad y con todas las normas de seguridad.

Dicha Cota será de 3.50 Mts. con respecto al nivel de referencia antes mencionado.

TIPOS DE BUQUES QUE ATRACARAN

A continuación mencionamos las características principales de los barcos que harán uso del Muelle.

a).- Tipo de Embarcación: Buques Tanques.

Tonelaje de Peso Muerto: 20,400 Tons.

Eslora Total: 196.00 Mts.

Eslora entre Perpendiculares: 187.00 Mts.

Manga: 27.60 Mts.

Puntal: 16.60 Mts.

Calado de Verano: 10.50 Mts.

Calado Medio en Rosca: 6.20 Mts.

Area Máxima Longitudinal de Deriva debido al Viento: - - - 2,406.00 M2.

Area Máxima Transversal de Deriva debida al Viento: - - - 552.00 M2.

b).- Tipo de Embarcación: Buque Tanque.

Tonelaje de Peso Muerto: 55.000 Tons.

Eslora Total: 207.40 Mts.

Eslora entre Perpendiculares: 198.00 Mts.

Manga: 32.25 Mts.

Puntal: 16.75 Mts.

Calado de Verano 12.65 Mts.

Calado Medio en Rosca: 4.00 Mts.

Area Máxima Longitudinal de Deriva debida al Viento: - - - 3650 M2.

Area Máxima Transversal de Deriva debida al Viento: - - - 1200 M2.

[illegible]

La Cota de Proyecto considerada para el Dragado es la de 14.00 Mts. referida al nivel de Marea Baja Media igual a la existente en los Muelles 2 y 3 y Darsena de Maniobra, debido a que en este Muelle operarán Buques Tanques hasta de 55,000 T.P.M.

DIFERENTES PARTES QUE CONSTITUYEN EL MUELLE No. 4

a).- Plataforma Central de Operación: En este Muelle las dimensiones en Planta de esta Plataforma son de 35.00 Mts. en sentido longitudinal y de 30.00 Mts. en sentido Transversal.

En esta área se instalarán las tomas de productos constituídos por 12 Garzas con un diámetro de 12" y un gasto de 15,000 barriles/hora para operar productos negros y destilados con una presión de 90 a 110 lbs/pulg.2 y 4 Garzas con un diámetro de 4" para dar combustible a barcos.

Por consiguiente se tienen 8 Garzas Marinas por cada banda de atraque. La Plataforma Central se encuentra a 172.50 Mts. del eje del bordo sur.

b).- Plataformas Laterales de Atraque y Amarre de 20.00 Mts. por los paramentos de atraque y 32.00 Mts. en el sentido transversal. Son los elementos en que se apoyarán las embarcaciones en sus maniobras de Atraque y Desatraque, y se afirmarán partes de sus amarras. Se localizan una al Norte y otra al Sur de la Plataforma de Operación a una distancia de 33.50 Mts. de ésta.

c).- Duques de Alba de Amarre.

Para cumplir con todos los puntos de Amarre necesarios, para las embarcaciones que operen en el Muelle en forma segura.

Este Muelle requiere de 6 Duques de Alba de Amarre localizándose 3 al Norte y 3 al Sur de la Plataforma de Operaciones.

Las dimensiones de los Duques de Alba del Norte (4, 5 y 6) son en su paramento de atraque de 13.00 Mts. y en sentido transversal de 13.00 Mts.

Las dimensiones de los Duques de Alba del Sur (1, 2 y 3) son en su paramento de atraque de 8.00 Mts. y en sentido transversal 17.46 Mts.

d).- Viaducto para Peatones, Vehículos y Tuberías.

Tiene una longitud sobre el agua de 172.50 Mts. para permitir la comunicación rápida entre tierra y la plataforma central de operación pasando por los Duques de Alba del Sur (1, 2 y 3) mediante una calzada de 3.50 Mts. con banquetas laterales de 0.75 Mts. Así mismo está dotado de una apoyaría lateral a ambos lados de la calzada, para el alojamiento de la tubería de operación y servicio del muelle.

e).- Viaducto para Peatones: Para que todos los elementos que constituyen al Muelle queden debidamente comunicados, se construyó una pasarela que une la Plataforma Central de Operación con la Plataforma de Atraque y los Duques de Alba del Norte (4, 5 y 6) con un ancho de 1.50 Mts. de ancho y con barandal de concreto y en una longitud de 140.50 Mts. pasando por la Plataforma de Atraque y los Duques de Alba antes mencionados.

Velocidades de Atraque.

Se refiere a la componente de la velocidad del barco perpendicular al paramento de atraque del muelle cuando aquel se aproxime a ésta.

En la tabla siguiente, se mencionan los valores promedio:

Tonelaje de Peso Muerto	Velocidad Promedio En M/ Seg.
5,000	0.20
20,000	0.13
40,000	0.10
55,000	0.10

ANGULO DE ACERCAMIENTO AL MUELLE

Es el ángulo de incidencia que se forma entre el alineamiento del paramento del muelle, con el eje longitudinal de simetría de la embarcación mismo que no excederá de 10°

CALCULO DE LA MASA DE LA EMBARCACION

Para este concepto deberá intervenir el desplazamiento del mayor barco a plena carga que vaya a atracar en el muelle; se considera que la embarcación hace contacto con uno de sus costados en un punto situado a un cuarto de la eslora ya sea a partir de Proa que de Popa sumándole a este desplazamiento un peso extra que forma un cilindro de agua de masa con una longitud igual a la eslora del barco y un diámetro equivalente al calado de la embarcación a plena carga. Debiendo-

absorver la mitad de la energía, la estructura del muelle, las defensas, el colchón formado por el agua, etc. y la otra mitad al barco.

FUERZAS DE VIENTO SOBRE EL MUELLE

Se consideró una velocidad de viento de 150 Km.P.H. incidiendo sobre la máxima área longitudinal de deriva debida al viento de un barco de 65,000 T.P.M. que lo aconcha al muelle. Para el cálculo de los puntos de amarre, se tomarán la fuerza de tensión producida en éstos, al incidir un viento de 150 Km. P.H. sobre el costado del barco, tratando de abrirlo del muelle.

CARGAS VIVAS HORIZONTALES

Son aquéllas producidas por el atraque de las embarcaciones por el viento incidiendo sobre el barco tratando de separarlo al muelle ó aconcharlo al mismo y por las fuerzas del sismo. La Terminal Marítima de Pajaritos se localiza en la Carta Sísmica de la República Mexicana, dentro de la Zona No. 3.

CARGAS VIVAS VERTICALES

Este muelle de operación deberá soportar una carga uniforme de 1500 Kgs/M2. ó el paso de un camión H-15, a excepción hecha de las pasarelas para peatones que se calcularon para 400 kg/M2. de la soportaría para las tuberías se calculó considerando que está totalmente ocupado (dentro de especificaciones) por tubería de 0.50 Mts. (20") de Ø cargada con agua.

SISTEMA DE AMARRE

Con el propósito de proporcionar la mayor seguridad y facilidades de operación a los buques tanques en este muelle se instalaron Ganchos de Escape en vez de Bitas, en la posición y número que a continuación se indica.

EN LOS DUQUES DE ALBA DEL SUR

DUQUE DE ALBA No. 1.- Dos ganchos dobles con un desviaje de 33° y una carga total de 350 Tons. a cada lado.

DUQUE DE ALBA 2 y 3.- Dos ganchos sencillos a cada lado a 90° con una carga total de 180 Tons.

PLATAFORMA DE ATRAQUE LADO SUR

Cuatro ganchos sencillos en cada esquina con un desviaje de 12° con una carga total de 100 Tons.

PLATAFORMA DE OPERACION

Cuatro ganchos sencillos en cada esquina a 90° con una carga total de 100 Tons.

PLATAFORMA DE ATRAQUE DEL NORTE

Cuatro ganchos sencillos en cada esquina con un desviaje de 12° con una carga total de 100 Tons.

DUQUES DE ALBA DEL NORTE

DUQUES DE ALBA Nos. 4 y 5.- Dos ganchos sencillos a cada lado a 90° con una carga total de 180 Tons.

DUQUE DE ALBA No. 6.- Gancho cuádruple al centro a 90° con una carga total de 650 Tons.

SISTEMA DE DEFENSAS

Se pueden clasificar en dos grandes tipos:

1).- De atraque.

2).- De Borneo.

Las de atraque de tipo fijo fueron colocados horizontal y verticalmente en número suficiente para absorver la energía de impacto de los buques tanques en la siguiente forma.

En los Duques de Alba del Sur 1-2 y 3 se colocaron 2 defensas por paramento de atraque en sentido vertical.

Plataforma de operación se colocaron cuatro defensas por paramento de atraque en sentido vertical.

Plataforma de atraque del Norte y del Sur. Se colocaron tres defensas por paramento de atraque en sentido horizontal.

DUQUES DE ALBA DEL NORTE

DUQUES DE ALBA Nos. 4 y 5.- Se colocaron tres defensas por paramento de atraque en sentido vertical.

DUQUE DE ALBA No. 6.- Este duque de alba es el mas extremo del norte en el cual se localizaron las defensas de borneo, que como su nombre lo indica servirán para ayudar al barco en su ciaboga. Son de tipo circular giratorio con amortiguadores y eje retractil, instalándose 2; una en cada esquina con su eje de giro vertical. El plano de contacto de la defensa por lo tanto horizontal. Así mismo este duque de alba se le colocaron tres defensas fijas por cada paramento de atraque en sentido vertical.

SERVICIOS AUXILIARES DEL MUELLE

ILUMINACION: Por ser el muelle área peligrosa el alumbrado deberá ser profuso, a prueba de explosión y vapor en la zona de operación y puntos de amarre.

AGUA PARA SERVICIO DE LAS EMBARCACIONES: Su toma se localizó en la área de garzas.

VAPOR PARA EL SERVICIO DE LAS EMBARCACIONES: Su toma está localizada en la zona de garzas.

TELEFONO.- Está localizado uno en cada Caseta de Control (Zona de Garzas).

SISTEMA CONTRA INCENDIO: Se instalaron Hidratantes y Monitores para agua en el número y posición que las Normas de Seguridad lo indican en la siguiente forma: En la Plataforma de Operación en cada esquina se colocó una Torre con Monitor con una altura mínima de 5 Mts.

En la plataforma de atraque lado norte y lado sur se colocó una torre con monitor al centro de cada área. En los restantes elementos que son: Tres duques de alba de lado sur (1,2 y 3) así como los duques de alba del norte(4, 5 y 6) se colocaron hidrantes de contra incendio una pieza en cada uno de ellos.

LUCES DE SITUACION

En cada extremo del muelle se dejaron instaladas luces de situación que limiten la instalación. En el extremo norte duque de alba No. 6 en el paramento Este, irá una luz de color Verde y en el paramento Oeste, una luz de color Roja.

El tipo de lámpara es transistorizado con combinador automático 4 focos y válvulas solar con un alcance de 5 millas en condiciones de visibilidad normal utilizando para su alimentación corriente alterna.

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION QUE SE EMPLEARON EN EL MUELLE No. 4.

ORGANIZACION

La construcción del Muelle No. 4 se inició en Enero de 1977, y a la fecha se lleva terminado 100% de dicha instalación, con su urbanización correspondiente y sus servicios auxiliares.

Los inicia Petróleos Mexicanos a través de la Gerencia de Proyectos y Construcción.

La Superintendencia de Construcción de Obras Marítimas Zona Sur fué la encargada de este trabajo y funciona de la siguiente manera según se puede apreciar en el cuadro de organización mostrado en la figura No.-

Cada uno de los Departamentos mostrados en la gráfica tienen una función específica y una relación de labores por ejecutar, entre ellas existe una estrecha relación.

La anterior forma de trabajar a dado magníficos resultados por la constante relación de la cabeza con cada sección nó obstante el número grande de ellas.

La Superintendencia vigila constantemente el trabajo de cada departamento, se les trata de una manera cordial pero siempre exigiendo el máximo rendimiento. Se hacen Juntas periódicamente para que todos los Jefes de Sección estén enterados de las necesidades inmediata del trabajo.

PROGRAMA DE CONSTRUCCION.

Se elaboró un programa de construcción en el cual se basó en las necesidades que se tienen para la terminación de la obra; según con el Presupuesto que se cuenta, fecha de entrega de los materiales propios de la construcción.

El programa se aprecia en la figura No. y como se puede observar a la fecha se lleva un avance de como ustedes pueden apreciar --

el estudio de este Programa se ajustó al máximo debido a las necesidades internas de Petroleos Mexicanos dado que cada vez es más apremiante que este tipo de instalaciones entren en servicio ya que la Flota Petrolera que cruzan los Mares de nuestro Territorio así como la importación de Productos Elaborados necesitan de Puertos Funcionales.

EQUIPO EMPLEADO

Es el Equipo empleado en la construcción del Muelle No. 4 en la Terminal Marítima de Pajaritos, Ver.

DESCRIPCION	CANTIDAD	EMPLEO
Máquina de Soldar combustión interna 380 Amps.	5	Soldado de varillas para pilote cara falsa y trabajos diversos.
Máquinas de Soldar Eléctricas.	2	Soldado de varillas para pilote cara falsa y trabajos diversos.
Dosificadoras Marca STEITER. Cap. 20 M3. P.H.	2	Colados de pilotes, colado de caballetes, duques de alba precolados.
Vibradores de Chicote.	4	Colado de concreto general.
Bombas de concreto Mca. Deuz D. Cap. 20 M3. P.H.	2	Colado de pilotes, precolados y colados en general.
Grúa Hidráhulica P y H Capacidad 35 Tons.	1	Transporte y Estiba de pilotes y elementos precolados.
Grúa. Cap. 50 Tons.	1	Manejo de pilotes de estiba a chalan transportador.

DESCRIPCION	CANTIDAD	EMPLEO
Chalan con Cap. de 30 Tons.	3	Transporte de pilotes, maniobras y transporte de estiba..
Chalan con Cap. de 100 Tons.	1	Para Equipo de Pilotea.
Martinete doble acción DELMAG Mod. 30, Cap. 7500 Kg/Ml.	1	Para Hincado de Pilotes.
Torre de Pilotea de 27 Mts. de altura con accesorios.	1	Para Hincado de Pilotes.
Grúa., Cap. 50 Tons.	1	Para Hincado de Pilotes.
Malinches Manuales con Cap. de 5 Tons.	5	Para alineamiento del Chalan de Hincado de Pilotes.
Anclas con peso de	5	Para alineamiento del Chalan de Hincado de Pilotes.
Remolcador con Cap. de	1	Transporte de Pilotes y Movimiento de Chalan Pilotedor.
Lancha con Motor fuera de Borda de 15 H.P.	2	Transporte Personal y Trabajos Diversos.
Camiones de Redilas. Cap. 7 Toneladas.	2	Transporte de Materiales y trabajos diversos.
Camiones de Volteo. Cap. 6 M3.	2	Para Rellenos y Trabajos Diversos.
Tractor de Cargador Frontal Cap. 1.1/2 Yds.3.	1	Para Rellenos Limpieza de Areas y Trabajos Diversos.
Gato Hidráulico con Cap.		Para Postensado de TRabes.
Herramienta menor.	Lote	Trabajos diversos.
Maquinas de soldar de Combustión Int. Cap. 350 Amps.	5	Prefabricación de tuberías.

DESCRIPCION	CANTIDAD	EMPLEO
Tractor Remolque con Plataforma con Cap. 30 Tons.	1	Transporte de Tuberías y Materiales de Construcción.
Camión Winche con Cap. 5 Tons.	2	Transporte, Montaje y Trabajos diversos de Tuberías.
Equipo para limpieza con chorro de arena con accesorios.	2	Limpieza de Tuberías y Estructuras Metálicas.
Compresor con Cap. de	2	Limpieza de Tuberías y Estructuras Metálicas.
Ollas para pintura con sus accesorios.	4	Pintura de Tuberías y Estructuras.

REVISION Y ESTUDIO DE PROYECTO

Una vez recibidos en esta Superintendencia todos los Planos que consta el Proyecto, fueron revisados y estudiados para su mejor comprensión por todos y cada uno de los diferentes Jefes de Sección, así como por el Personal Técnico de la Compañía Contratista. Se hizo una Junta de Trabajo para determinar las necesidades de cada uno de los Departamentos que intervinieron en la construcción del Muelle No. 4.

Una vez terminada esta fase se procedió al estudio y revisión de las requisiciones de materiales tanto Nacionales como Extranjeros formulándose listas de materiales para Compras Locales y fueron Aprobadas para su adquisición.

OBRAS PROVISIONALES

En los terrenos contiguos al Muelle No. 4 se hizo una planeación para localizar las obras provisionales que eran necesarias tales como:

Bodegas para almacenar cemento.

Areas de Precolados de Pilotes y Curado de los Mismos.

Area de Almacenamiento y Estiba de los Pilotes Prefabricados.

Area de Colado de Trabes Postensadas y Almacenamiento.

Area de Soldadura y Armado y Enderezado Fierro de Refuerzo para Pilotes y demás elementos.

Localización de Dosificadoras en los lugares más convenientes.

Cuarto de Herramientas.

Bodegas para Materiales diversos.

Oficinas: Administración, Tomacurta de Tiempo, Control de Obra.

Sanitarios.

Corriente Eléctrica.

Agua Potable.

Comedor.

Teléfonos.

Area de Almacenamiento de Materiales Diversos. (Véase Fig. No.

Una vez hecha la planeación se procedió a la limpieza y nivelación de dichos terrenos, utilizando para ésto un Tractor D-4, un Cargador Frontal de Yarda y Media, dos camiones de volteo de 6 M3.

Una vez terminados estos trabajos se procedió a la construcción de Obras Provisionales y las áreas para precolados de pilotes, trabes, almacenamiento, etc.

COLADO DE PILOTES

Para la construcción del Muelle No. 4 se necesitaron construir 449 pilotes de concreto con una sección de 45 x 45 cm. en las siguientes longitudes: 141 piezas de 26.50 Mts.; 162 piezas de 28.10 Mts.; y 146 piezas de 30.00 Mts.

Para hacer estos Precolados se necesitó contar con una mesa de las dimensiones siguientes: 35.00 Mts. de largo por 20.00 Mts. de ancho.

Sobre el terreno natural, perfectamente compactado se coló una Plantilla de Concreto. Una vez que se encontraba perfectamente nivelada se coloca una membrana de polietileno, para evitar que se pegara una vez fraguado el pilote con la cama.

Se procedió a la colocación de los Armados para que posteriormente se instalen los costados de Cimbra de madera de triplay _ Marino y previamente prefabricados los tableros de esta cimbra. Antes de iniciar el colado se revisó su alineamiento y su sección, autorizándose el colado de estos elementos. Así mismo se tenía el cuidado de que la cimbra de los costados fuera con suficiente grasa para facilitar una vez fraguado su descimbrado.

Una vez que se ordenaba el colado de una cama de pilotes, los cuales contaban de 10 elementos, separados uno de otro 45 cms., este espacio es dejado para ser el Troquelado de la cimbra de los pilotes; se -

procedió a descimbrar costados de 12 horas de colado, para posteriormente por medio de vapor por un tiempo de 6 horas se curaban hasta alcanzar una resistencia de 625 kilos; al efectuaba este curado con vapor, se preparaba otra segunda cama de pilotes volviéndose a repetir el mismo procedimiento.

Terminado el curado de vapor de la primera cama se previó el -- problema que se presentaría al izarlos, para evitar fisuras o fracturas de los mismos. Se le acortaron a los pilotes antes de colar unos ganchos de varilla colocados en los puntos que marca un viga continua de tres apoyos y volado en los extremos.

Lo anterior dió magníficos resultados tanto en su transporte terrestre, Marítimo y maniobras de izado para su hincado, ya que se movieron satisfactoriamente cerca de 500 pilotes, cuyos despegues fueron hechos sin tener problema de consecuencia.

También se les dió un número y fecha de colado marcado en la cabeza de cada uno de los pilotes, para poder localizar fácilmente en caso de alguna falla en la calidad del concreto, ya que el laboratorio de Pruebas nos entrega semanalmente el reporte de calidad de dicho concreto.

Para el colado de pilotes la Superintendencia de Construcción - estableció los siguientes lineamientos.

OBSERVACIONES QUE SE DEBEN TOMAR ANTES DE COLAR CADA PILOTE

1.- El Refuerzo debe ser el indicado al igual que el número y - Separación de Estribos.

2.- La Cimbra debe estar perfectamente alineada y nivelada, las dimensiones que marca el plano con su respectivo chaflán.

3.- El Pilote antes de su colado deberá tener colocados los Ganchos de izaje en los puntos indicados.

4.- Durante el colado de cada pilote se tomaron muestras para -- comprobar su resistencia debiendo ser estas tres por cada Pilote.

5.- El Concreto tendrá una Resistencia mínima a la Compresión a los 28 días de fc= 250 kg/cm.2, se usará como cimentante -- una mezcla de cemento PORTLAND Tipo II y Puzolana en proporción de 1:5 en peso ó cemento PORTLAND Tipo V siendo este - último el que se usó en la construcción de estos pilotes.

6.- Debiéndose obtener un Concreto Denso con tamaño máximo de - agregado grueso de 4 cm. (1.1/2") y revestimiento de 5:7 -- cm.

7.- El acero de Refuerzo es de fy= 4200 Kg/cm2.

TRANSPORTE DE PILOTES

Para poder abastecer de Pilotes a la máquina encargada del hincado se utilizaron dos grúas, una de las cuales era la encargada de cargar de la Mesa de Colados los pilotes en los tres puntos de izaje transportando a lugar de estiba. La otra grúa era la encargada de izar y transportar del lugar de estiba al chalan hecho especialmente para el transporte marítimo de los pilotes.

TRAZO TOPOGRAFICO

Una vez que fué resuelto el colado de pilotes y el transporte - de los mismos a los lugares de la hinca, expondré en forma breve el sistema de Coordenadas usado en la Terminal Marítima de Pajaritos, Ver.

Las Coordenadas utilizadas son las Oficiales de la Dirección -- General de Obras Marítimas que dependen de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, teniendo su origen en la Mojonera que se encuentra localizada en el extremo Norte de la Escollera lado Oeste en Coatzacoalcos, Ver. (Bocana de dicho río).

Partiendo de la Mojonera No. con Coordenadas y= -4736.18 - x= + 1859.93; se trazó una línea auxiliar base paralela a la márgen Sur - de la laguna de Pajaritos, colocando en los puntos de inflexión, Mojoneras dándoles valores correspondientes, localizando la línea centro del -- muelle en construcción (No. 4). Procediéndose a colar una plancha de concreto de 60 cm. de ancho por 40 Mts. de largo para marcar en dicho elemento las Coordenadas de los bancos de pilotes del muelle en construcción. - Este tipo de Mojonera se hizo en las abcisas como en las ordenadas (x - y)

Una vez terminada esta fase se verificó exaustivamente los puntos de coordenadas de los bancos de pilotes de cada uno de los elementos que constituyen el muelle No. 4. Para localizar los pilotes inclinados -- dentro de la Laguna de Pajaritos, se colocaban dos tránsitos, uno en el - eje de las "X" y otro en el eje de las "Y" en la intersección de las visuales de ambos aparatos es el punto buscado para la hinca del pilote.

Cuando no era posible que la normal al eje auxiliar base fuera visible, entonces se trazaba un triángulo cualquiera con dos distancias conocidas por lo que se calculaba los dos ángulos de los extremos y se procedía en la forma anterior antes descrita.

HINCADO DE PILOTES

El proyecto del Muelle No. 4 consta de los elementos descritos con anterioridad, van sobre una serie de Bancos de Pilotes que se indican en las Tablas correspondientes a la intersección del eje de cada pilote con el plano de la elevación de recorte, que a su vez corresponde a la parte inferior de los cabezales de cada estructura.

La inclinación de los pilotes se indica en los dibujos correspondientes siendo en todos los casos 4:1 (4 Vertical, 1 Horizontal).

EL EQUIPO CON QUE SE CONTABA ERA EL SIGUIENTE:

1.- Chalan de 300 Tons. de capacidad.

1.- Grúa de 45 Tons. de capacidad.

1.- Martinete Delmag D-30 Diesel.

1.- Torre Guía de 27 Mts. de alto.

5.- Winches manuales.

5.- Boyarines.

5.- Anclas.

375 Mts. de Cable de Acero de 1" Ø.

1.- Lote de Herramientas Menor.

2.- Chalanes Cabria de 100 Tons. c/uno.

1.- Chalan de 30 Tons. adaptado para el acarreo marino de pilotes.

1.- Remolcador Marino de 375 H.P.

1.- Lancha con Motor Fuera de Borda para el acarreo de personal.

EL PROCEDIMIENTO QUE SE UTILIZO FUE EL SIGUIENTE

Se coloca el chalan piloteador en posición, mediante las anclas que van colocadas en la siguiente forma: tres anclas en la Proa, una ancla a Estribor, una al Centro y otra a Babor. En Popa 2 anclas, una a Babor y otra a Estribor; todas estas anclas eran unidas mediante cables de acero a los winches de tambora manuales e indicando mediante boyarines las posiciones de las anclas en el agua. Llegando el chalan con pilotes se colocan en la Proa del chalan piloteador se procedía a estrobar al pilote para ser izado y colocarse en la guía piloteadora, teniéndose cuidado de que la sufridera del martillo quedara centrada, una vez hecho ésto se retira el chalan de acarreo y sin que el pilote toque el fondo marino se empieza a ser el movimiento con los winches manuales hasta que el pilote esté en su sitio, verificándose la inclinación en la torre piloteadora mediante un entantillón, se vuelve a comprobar su posición mediante los dos tránsitos que están en tierra, que haciendo cualquier indicación para el ajuste mediante radios portátiles, terminada esta fase se baja el pilote al fondo marino se cierra la abrazadera guía en la parte baja de la --

torre y se cruce la sufridera de la cabeza del pilote, ésto se hacer para evitar daños a los elementos de hincado.

Se dispara el martillo para iniciar la hinca del elemento llevando un reporte de comportamiento, previamente se marcaron con pintura a cada metro de la punta hacia la cabeza su número correspondiente; véase Fig. Suspendiéndose el hincado hasta el rebote, ésto se hacía hasta alcanzar que en diez golpes penetrara el pilote 5 cms.

Terminado el hincado se retira hacia atrás el chalan piloteador para que entre el chalín proveedor á iniciar nuevamente el proceso de hincado como antes se expuso; excepto la posición de las anclas. Ésto se hará cuando se cambie la localización del chalan piloteador atacando otro banco de pilotes.

RECORTE DE PILOTES

Durante el hincado de los pilotes en la secuencia indicada, se procedió al recorte de los mismos cuidando que dicho recorte no quede abajo del nivel indicado en el dibujo correspondiente. las longitudes de las varillas sobrantes de los pilotes no se recortarán a no ser que excedan de 2 Mts. y estorben la operación que se haga cerca del pilote, en este caso se cortarán dejando libre un mínimo de 1.20 Mts. de longitud que se alojarán posteriormente en la superestructura.

Se procedió a contraventear las cabezas de los pilotes entre sí con objeto de evitar desplazamientos de consideración entre ellos, durante el recorte y la colocación de la obra falsa.

El procedimiento de recorte se efectuó manualmente, las herramientas utilizadas fueron: Marro de 12 libras y cuña, descarnando el pilote hasta el nivel de recorte, para que posteriormente con equipo oxiacetileno cortando el sobrante.

OBRA FALSA Y CIMBRA DE CONTACTO INFERIOR

Una vez terminado el recorte de un elemento del muelle (tales como Caballetes, Duques de Alba, Plataforma de Atraque y Operación). Para ilustrar mejor esta fase de construcción, tomaremos como ejemplo: La Plataforma de Operación, ya que este elemento presentó el problema mayor de Obra Falsa y de Cimbrado cuyas dimensiones son 30 x 35 Mts. como ustedes pueden apreciar es el elemento de mayores dimensiones. El procedimiento de construcción que se llevó a efecto se hizo de la siguiente manera.

1.- Se colocaron 4 abrazaderas una en cada cara del pilote con una dimensión de: 20.3 x 20.3 cms. (8" x 8"), sujetar éstas por unos pernos con placa en un extremo y en el otro con tuercas el diámetro de éstos pernos son de 38.1 mm. (1.1/2"), troquelando a su máximo para que trabajen a fricción, colocándose en cada uno de los pilotes.

2.- Se procedía a colocar tubos de diámetro de 30.48 cms. (12") arriba de las abrazaderas antes descritas en el sentido longitudinal colocando un tubo en cada extremo por cada banco de pilotes, estos tubos actuaban como vigas de soportes. Para evitar un peso adicional debido a la fluctuación de mareas y se introdujera agua en las tuberías, se colocarán tapas en los extremos de dichas tuberías.

Para evitar posibles fallas de deslizamiento de las abrazaderas se colocaron estribos de la cabeza del pilote sujetando éstos tubos que actuaban como vigas ó sea se estaba haciendo un sistema colgante combinado con el sistema de abrazaderas, todos estos elementos eran verificados por la supervisión por cada uno de sus departamentos, tales como Topografía, Niveles, Cimbrado y Obra Civil. Una vez verificado ésto, se procedía a colocar los cargadores de madera de 10 x 30.5 cms. (4" x 12"), con una longitud de 4.25 Mts. en sentido transversal a una separación entre ellos de 0.90 Mts. para sujetar estos elementos a la tubería, se colocaron troqueles con alambrón de 1/4" para conservar su verticalidad, colocados éstos cargadores se vuelve a verificar su nivel, que se hará mediante cuñas, así como el troquelado de cada uno de los elementos, para finalizar con la colocación de la Duela de 2.54 x 15.24 cms. (1" x 6"), con una longitud de 14.27 Mts. (14"), volviéndose verificar niveles, trazuales, etc.

ARMADO DE ACERO DE REFUERZO Y COLADO DE CONCRETO

Una vez hecha la Obra Falsa y colocada la Cimbra de fondo de la Plataforma de Corrección como ejemplo, se procedía al armado de dicho elemento las varillas eran cortadas y habilitadas en el patio localizado en tierra y transportadas de este lugar por medio de chalanes ó balsas construídas a exprofeso sobre tambores vacíos; una vez terminada esta fase de armado de esta plataforma, vuelve a verificarse por la supervisión la separación entre varillas, diámetros, amarres, recubrimiento del fondo, colocación de drenes para agua pluvial, dizzaros de varillas para los muros interiores, anclajes, pasos de ductos eléctricos, etc. Concluída esta verificación se procede a colocar la cimbra de concreto lateral (costados),

cuidando de contravestear esta cimbra con la obra falsa.

Especialmente las ménsulas donde irán los apoyos para el puente de tuberías y viaductos.

Como ustedes pueden apreciar la losa que se va a colar es de una dimensión de: 30 x 35 Mts. con un espesor de 1.20 Mts. dándonos por consiguiente un volúmen de concreto de 1260 Mts. con un peso de 3024 Tons.

Es difícil por el tipo de peso a manejar y el volúmen, se procedió a colarla por etapas en la siguiente forma: Se colocó el concreto en capas horizontales de 40 a 50 cms. la primera capa colocada sobre la cimbra se dejó endurecer, para ayudarnos a soportar el gran peso que significaba toda la estructura, sacando pruebas de laboratorio para detectar la Resistencia del Concreto a los 3 y 7 días, la segunda capa por especificación se requirió una compactación más enérgica que las subsiguientes, asegurándose en esta forma un contacto adecuado en la junta.

Como se puede observar estos colados se hicieron en tres etapas de 40 cms. cada uno. En la colocación del concreto se puso especial énfasis en evitar una segregación objetable. Para evitar la segregación, el concreto se depositó tan cerca como fué posible de su posición final y evitar que fluyera lateralmente una distancia máxima de un metro. Este colado se efectuó a través de bombeo desde la dosificadora de Concreto al lugar de colocación. Para que el concreto fuera bombeado con facilidad, se llevó a efecto un estricto control de la mezcla ya que debía ser plástico cohesivo de resistencia mediana. Se estableció un revenimiento óptimo el cual se mantuvo a través de toda la obra, no manteniéndose revenimientos inferiores a 5 cms. ni mayores de 15 cms.

Para que una mezcla pueda bombearse satisfactoriamente a distancias largas se requiere algo más de arena y agua, para tocar en cuenta la pérdida de revenimiento como resultado de la compresión a que está sujeta la mezcla.

El tamaño máximo del agregado grueso estaba limitado por el diámetro de la tubería, la cantidad del agregado en la mezcla, la resistencia deseada y el espaciamiento del acero de refuerzo. Como regla general esta Superintendencia no permitió el empleo de agregado gruesos mayores de 38 mm. (1.1/2").

Antes de iniciar el bombeo de concreto se lubricó la tubería mediante el bombeo de un mortero de consistencia semejante a la de concreto empleado, pero sin agregado grueso. Por lo general 0.5 de M3. de mortero era suficiente para la lubricación de esta tubería que es de un diámetro de 10 cms. (4"), de aluminio para su fácil manejo, haciendo la colocación final mediante una trompa de elefante.

En esta misma forma se colaron los demás elementos de que consta este muelle.

La obra falsa y la cimbra de fondo, los laterales ó costados se retiraron cuando los cilindros de concreto que obtuvo el laboratorio durante el proceso de colado demostraron que éstos ya habían adquirido el 70% mínimo permitido por esta Superintendencia de su resistencia.

ARMADO, CIMBRADO Y COLADO DE MUROS INTERIORES DE PLATAFORMA

Como se explicó anteriormente se dejaron ahogadas las varillas verticales de los muros interiores, dados, columnas, etc., arriba-

del nivel superior de la losa principal, procediéndose a colocar las varillas horizontales de los elementos antes descritos, verificando la supervisión la correcta colocación, número, diámetro, así como su alineamiento. Obtenido este Visto Bueno, se procede al cimbrado de los Muros Interiores Dados, Columnas, Etc., este Cimbrado se hará con tableros de triplay marino ya que el concreto será aparente; teniendo especial cuidado en la colocación de anclajes en los dados de los ganchos de escape de las torres contra incendio, etc., volviéndose nuevamente a checar por la supervisión alineamiento de cimbra, nivel de enrase, trovelados, poniendo especial cuidado en los anclajes, una vez terminada esta certificación, se da la autorización para el colado de concreto, siguiendo el mismo procedimiento de construcción, anteriormente descrito.

En caso de que el proyecto nos marque muros de tabiquillo recocido se construirán éstos rematándolos con una cadena de concreto armado superior, que deberá llevar anclajes necesarios para ligarlos con la losa de piso terminada. En esta etapa se colocará también los tubos que servirán para el agua contra incendio, ductos para la instalación eléctrica, ó bien se dejarán los huecos necesarios para colocarlos, se hacen los disparos para los hidrantes.

Protegiendo los tubos de acero al carbón mediante una protección mecánica, que consiste en lo siguiente: Limpieza a base de resqueteo y cepillo, pintura primario a base de alquitrán de hulla, una capa de esmalte a base de alquitrán de hulla, se colocó en entrecido una maya de vidriflex, que es una maya de fibra de vidrio y como acabado un fieltro de Vidromat.

MATERIAL DE RELLENO PARA LA PLATAFORMA DE OPERACION

Una vez alcanzada la Resistencia del concreto al 70%; se procedió a descimbrar muros, dados, columnas, etc., para dar paso al relleno de material de grava cementada y con un peso volumétrico de 1.6 Tons/m3, compactándose al 90% proctor standar colocándose en capas de 20 cms. teniendo el cuidado de escarificar la capa inmediata inferior en una profundidad de 3 a 5 cms. antes de colocar la siguiente capa, haciéndose su recorte al nivel indicado en el proyecto, para nos posteriormente dar los cambios de pendientes para el bombeo de la losa del piso terminado.

En este punto se procederá a colocar los ganchos de escape, hidrantes, el montaje de torres contra incendio, defensas, cable para tierra, registros eléctricos, tanques metálicos de retención de las purgas de garzas, soportes para tuberías y herraje en general.

ARMADO Y COLADO DE LA LOSA DE PISO TERMINADO

Se inicia esta fase, una vez revisado los niveles del relleno para proceder al armado de la losa del piso terminado haciéndolo de la siguiente forma: Se habilita fierro en tierra y se transporta por medio de personal a través de los viaductos que para hacer esta fase ya estarán construídos, posteriormente explicaremos este punto.

Al terminar el armado vuelve una vez más a verificarse los diámetros, las separaciones de recubrimiento, etc.; procediéndose a la colocación de reglas para dar el bombeo indicado en los planos; verificándose

con recio topográfico sus niveles y proceder de inmediato al colado de la losa, utilizando el sistema de bombeo el concreto de acuerdo con lo descrito anteriormente, sacando pruebas de calidad de los concretos y dándole terminación de escobillado para evitar el derrape del personal que opera. Al terminar este punto se prepara la cimbra para las guarniciones en todo su perímetro teniendo cuidado en verificar su armado, colado, descimbrado y su acabado, dejando tubos ahogados de asbestos, cemento para las salidas de agua pluvial.

Este es el procedimiento de construcción general para todos y cada uno de los elementos que constituyen el Muelle No. 4. Expondré a continuación el procedimiento de construcción de los viaductos, tanto para vehículos, peatones y tuberías.

FABRICACION DE TRABES POSTENSADAS PARA VIADUCTO DE TUBERIAS Y VEHICULOS.

Como se explicó con anterioridad se preparó una mesa para hacer precolados, esta nos servirá para la fabricación de estas Trabes, que en su caso son 22 Trabes con sección 0.30 Mts. de peralte 0.50 Mts. de patín y 0.20 Mts. de alma, variando sus longitudes desde 13.50 a 8.00 Mts. de acuerdo a sus claros en el Viaducto de Vehículos.

En el Viaducto de Tuberías fueron 108 Trabes con la siguiente sección 0.70 Mts. de peralte 0.30 Mts. de patín 0.15 Mts. de alma variando sus longitudes desde 13.50 a 8.00 Mts. Procediéndose a la fabricación de estos elementos en las siguientes formas. Se hicieron dos formas de Cimbras una para el Viaducto de vehículos y dos para el Viaducto de Tuberías dándoles a ambas la Sección Tipo I. Esta Cimbra se hizo de Triplay

Marino, haciendo tableros y para darle terminado se forró en su parte interior ó sea la cara que presenta al colado con lámina galvanizada para dar un acabado mejor y nos diera mayor veces de usos.

Se procede al armado de dichas Trabes verificándo sus separaciones y diámetro, previendo varillas a la distancia de 1/4 unos cartabones dejando barbas de varillas en un corte de 45 donde posteriormente se cimbrarán y colocarán los Diafragmas. Todas las aristas expuestas tendrán su Chaflán, en este punto se dejan colocados los Ductos de P.V.C. flexible, donde irán alojados los alambres del preesfuerzo, estos ductos serán de un diámetro de 7.62 cms. (3"). La cantidad de ductos se colocaron de acuerdo con el preesfuerzo máximo en el momento de aplicación dividido entre la fatiga de rotura, siguiendo la catenaria que se indica en el plano Colocándose en los casos que se requiera una placa en el patín superior, donde irán colocadas las columnas del marco que soportará el segundo lecho de tubería, esta placa irá con sus correspondientes anclajes, una vez verificado todo ésto, se procede a cimbrar, con los tableros previamente prefabricados, haciéndose su troquelado y su embrazado, dejando unos barrenos en el patín superior, donde se alojarán unos Ductos de P.V.C. flexible de 1.91 cms. de diámetro (3/4"), con una equidistancia de 1.00 Mts. Esta preparación nos sirve para colocar unas escuadras de varillas para soportar la cimbra del viaducto de vehículos y andadores; se verifica separaciones sus chaflanes, nivel, placas para columnas, etc.; dándose la órden de colado.

La resistencia a la compresión fué de F'c= 350 kg/cms.2.. llevando control de laboratorio. Una vez alcanzada esta Resistencia se procede a la aplicación del Preesfuerzo en la siguiente forma: Se corta el

Acero de Preesfuerzo a la longitud requerida dejando aproximadamente 0.50 mts. a ambos extremos de la Trabe.

Las características del Acero de Preesfuerzo fueron de una fatiga a la ruptura de Fr= 12.500 kg/cm.2, debiendo no exceder los siguientes valores:

Esfuerzo Temporal máximo al tensar. . . . . 0.85 Fr.

Esfuerzo máximo al anclar. . . . . 0.75 Fr.

Esfuerzo máximo en operación después de descontar las pérdidas. . . . . 0.60 Fr.

El diámetro de los hilos fué 6.4 mm. (1/4") y una Ac= 0.32 Cm2.

Procediéndose a la introducción de dichos alambres a los Ductos previamente colocados antes del colado dándonos mediante un pequeño cálculo la cantidad de alambres necesarios para absolver el Preesfuerzo máximo en el momento de aplicación, dándonos por resultado que en algunas Trabes nos dieron 36 hilos, haciendo Torones de 12 hilos cada uno, ó sea que nos dió por resultado 3 Torones, otras nos dieron 24 hilos en 2 Torones y algunas de 12 hilos con un solo Toron, dependiendo como antes se explicó de la Tabla de Preesfuerzos que viene indicada en los Planos correspondientes (Ver Planos.

Una vez introducidos los alambres se procede a la limpieza de los mismos en las cabezas, colocándose los cejos en ambos extremos de las trabes estando listos para la aplicación del Preesfuerzo mediante un Gato Hidráulico con accesorios para el tensado.

Alcanzado la tensión por hilo, que variará según otro pequeño cálculo, que será de dividir el Preesfuerzo Máximo en el momento de la aplicación entre el número de hilos, siendo nuestro caso el de 36 hilos a 3.229 Tons. por hilo menos un 15% por pérdida.

En el otro caso de 24 hilos será de 2.255 Tons. por hilo menos el 15%. Este mismo cálculo se aplicará a otras Trabes. Al estar aplicando con el Gato la tensión se introducen las cuñas dentadas de forma cónica; para terminar así después de dar tensión a todos y cada uno de los hilos que componen las Trabes. A este método se le llama "FREYSSINET"

Una vez terminada la tensión se procede al llenado de cemento - mortero del hueco existente entre la armadura del postensado y la pared - del conducto que le sirve de alojamiento; ésto tiene por objeto proteger la armadura contra la corrosión; establecer una adherencia entre la armadura y el concreto para mejorar la resistencia a la rotura cuando se trata de una pieza a flexión.

La inyección se verificó con las condiciones siguientes:

a).- El Mortero debe llenar completamente el Ducto sin bolsas - de aire ni de agua segregada.

b).- El Mortero no debe contener componente alguno, capaz de -- atacar el acero.

c).- El Mortero después de fraguado debe presentar una Resistencia por lo menos igual a f'c= 200 kg/cm.2.

d).- La composición del Mortero deberá ser de una parte de cemento y otra parte de arena limpia a proporción de 1.5 y con agua de 17 a 15 litros para ser una mezcla pastosa (Pintura Espesa).

COLOCACION Y MONTAJE DE TRABES POSTENSADAS

Al concluir las vases anteriormente descritas se procede a la - terminación de los Apoyos en Caballetes, Dados de Alba, Plataforma de -

Acceso y Plataforma de Operación, colocándose placas de neopreno de dureza shore No. 60 sobre ésta se coloca una lámina No. 14, después otra placa de neopreno; éstos serán los apoyos móviles, en cuanto a los apoyos Fijos se colocará única y exclusivamente una placa de neopreno, de acuerdo con las indicaciones, localización y nivel contenido en los planos de referencia. Procediéndose primeramente las Trabes que forman el Viaducto de Vehículos haciéndose en la forma siguiente: Mediante una Grúa Hidráulica con una capacidad de 35 Tons. con Llantas de Hule se transporta hasta la orilla de la Laguna o Embarcadero, para que a su vez en este punto sea tomada por el Chalan Piloteador, mediante un guarnido y en dos puntos de -- fijo se hacer el transporte marítimo de las Trabes Postensadas, colocándolas en su sitio correspondiente. Colocando las Trabes sobre los Apoyos -- Móviles ó Fijos previamente colocados. Para el Puente de Tuberías se procede en igual forma, con la variante de que en par de Trabes llevan Precolados y colocados los Diafragmas; ó sea que se precoló todo el Marco, y - haciendo esta colocación con un Igualador en cuatro puntos de iza. En - - igual forma fueron Precoladas las Trabes para Pasones, haciendo igual su colocación, la separación entre las cabezas de las Trabes fué colocado -- Celotex como junta de expansión a la separación indicada en el Proyecto. .

ARMADO Y COLADO DE DIAFRAGMAS Y LOSAS DE PISO TERMINADO EN VIADUCTO DE VEHICULOS

Como se recordará en la fabricación de las Trabes Postensadas - se dejaron preparaciones para recibir el Armado de los Diafragmas, así -- como unos Ductos de P.V.C. de 3/4"Ø en el Patín Superior, para así ser -

colocaces las Escuadras que soportan unos Cargadores de Madera de 4 x 4" longitudinalmente para posteriormente colocar unos Cargadores Transversales, para finalmente colocarse la Duela de Fondo. Verificando ésto Topográficamente de Trazo y Nivel, procediéndose a la colocación del Acero de Refuerzo que se habilitó en tierra transportándolo al lugar de colocación y vuelve otra vez a verificarse por la Supervisión la Separación del Armado del Acero de Refuerzo, Diámetros, colocación de Drenes para Agua Pluvial, Anclajes para Postes de Alumbrado, Disparos de Ductos Eléctricos, Colocación de Cable para Tierras, Verificación de Recubrimiento, Ventanas para el paso de Ductos Eléctricos en los Diafragmas, Placas para soportar las Escuadras de Ductos Eléctricos, así como la preparación para el Colado de los Barandales, etc. Terminada ésta Supervisión se dió la órden de colado con los lineamientos que se explicaron anteriormente, para la colocación y bombeo de concreto.

Dándose la órden de decimbrado hasta obtener cuando menos en 28 días de Resistencia a la Compresión que en este caso será de un F'c=250 kg/cm.2. Al terminar este fase de procede al Armado, Cimbrado y Colado de los Barandales, siguiendo los lineamientos que se describieron con anterioridad con todas sus fases de verificaciones, dando por concluída la construcción de los Viaductos para Vehículos.

COLOCACION DE DEFENSAS DE BORNEO Y DEFENSAS FIJAS VERTICALES Y HORIZONTALES

Como ya hablamos con anterioridad del número de Defensas por Paramento de Atraque en cada uno de los Elementos que constituyen esta Muelle así como ustedes recordarán también que al estar haciendo los Co-

lados de los Muros Perimetrales se dejaron anclajes los correspondientes Anclajes para que en este punto se proceda a la colocación de las Defensas de Atraque y de Borneo.

Los tipos de Defensas de Atraque corresponden a las fabricadas por Bridgestone Tire Co. L.T.D. fueron colocadas de acuerdo con la Tabla contenidas en los Planos de Proyecto. (Ver Plano).

Las Defensas de Borneo son fabricadas por la Shibata Industrial Co. L.T.D. en la cantidad y dimensiones que se describieron con anterioridad. (Ver Plano).

SOLDADURA Y MONTAJE DE LINEAS DE SERVS. Y PRODUCTOS.

Antes de iniciar esta fase de construcción se hace una Selección y Prueba de Personal que va a intervenir en la Soldadura, de acuerdo con las Especificaciones y Códigos Vigentes, ya que todas las líneas serán verificadas en sus Juntas por Pruebas Indestructibles (Rayos X), para una correcta aplicación de la Soldadura. Una vez aprobado el Personal Soldadores, se procede con un grupo a la Prefabricación de los Cabezales de llegada donde se localizan las Garzas Marinas. Otro grupo está destinado al Montaje, Alineación, y Punteo con Soldadura de Tuberías Rectas, una vez que se tiene alineada, se procede al soldado de la Junta para que posteriormente se tome una Prueba Radiográfica de dicha Junta, para verificar las posibles fallas, ó la aceptación de la Junta. Como ustedes pueden observar este tipo de labor se hace en conjunto hasta llegar al Armado de todo el Sistema. (Ver Plano). Verificándose que todas las líneas de tuberías en su alineación, nivel y apoyos el tipo y cantidad que indica el Proyecto. Este tipo de herraje fué previamente-

ordenado para su fabricación.

Una vez obtenido el Visto Bueno de la Supervisión, se dará la orden para el llenado de agua y proceder a la Prueba Hidrostática de cada una de dichas líneas, hasta alcanzar la presión que nos indique el Proyecto, manteniéndola durante 24 horas mediante un registro que está Sancionado por un Representante de la Secretaría de Industria y Comercio, así como por los Técnicos de Petróleos Mexicanos, concluída esta Prueba se desfoga y se lava para extraer posibles elementos extraños.

LAS LINEAS CON QUE CONTARA ESTE MUELLE SERAN LAS SIGUIENTES

Crudo 24" Ø	2 Líneas.
Diesel 12" Ø.	2 Líneas.
Gasolinas 12" Ø	2 Líneas.
Kerosina 12" Ø.	2 Líneas.
Combustóleo 20" Ø	2 Líneas.
Lastre 20" Ø	2 Líneas.
Agua Tratada 6" Ø	2 Líneas.
Agua Dulce 6" Ø	2 Líneas.
Vapor 8" Ø	2 Líneas.
Aire 3" Ø	2 Líneas.
Combustibles a Barcos 6" Ø.	2 Líneas.
Agua Contra Incendio 12" Ø.	2 Líneas.

MONTAJE DE GARZAS MARINAS

Al tener concluído los cabezales de llegadas, se procede a la colocación de las Garzas Marinas en la siguiente forma: Se limpia la base de concreto, así como las cuerdas de las anclas, que se dejaron previamente se colocan Placas de Nivel, dando el Grout correspondiente á sea la elevación del nivel de la base de concreto, al nivel inferior de la placa del pedestal de la garza, se este pedestal y ese espacio que se dejó, se inyecta con un Mortero rico en cemento y semi seco, se instalan las tuercas sobre los tornillos de anclaje y se verifica nuevamente, que la cara de la brida del cople elevado deba estar horizontal. Para proceder a la colocación de los brazos sobre este cople, de acuerdo al Instructivo de la Casa Fabricante seleccionando el Método más conveniente según el Equipo disponible. Una vez instalado el Pantógrafo, se instalan los Contrapesos Principales y Secundarios, usando las dimensiones del Centro de Gravedad mostrado en el dibujo de ensemble.

Los ajustes finales de los Contrapesos y Cables se harán al final colocándose las válvulas rompedora de vacíos y otros accesorios. Consecuentemente a la terminación de esta fase, se instaló el Equipo Eléctrico e Hidráulico con lo que será movido dichos Pantógrafos, poniendo especial cuidado al instalarse el Sistema Hidráulico, limpiando cada componente tanto de Tuberías como de Mangueras, suficiente Aceite Hidráulico para llenar el Sistema y así estar listos para la aceptación final. Los Materiales y Equipos Eléctricos serán a Prueba de Explosión todo el Banco de Garzas Marinas irán a Tierra de acuerdo con los Códigos precedentes y las Especificaciones (Véase Planos y Especificaciones del Fabricante).

UBICACION Y MONTAJE DE TORRES CONTRA INCENDIO E HIDRATANTES

Con anterioridad se hizo mención a la cantidad posición de Torres Contra Incendio e Hidratantes. Las Torres Contra Incendio fueron -- prefabricadas en este punto son colocadas en sus bases procediendo a anclarlas, nivelarlas y haciendo su conexión al sistema de contra incen- - dio, colocando el Monitor, así como sus Válvulas correspondientes en todas y cada una de las Torres Contra Incendio e Hidratantes, para hacer - su prueba final de acuerdo con las Normas de Seguridad vigente.

INSTALACION DE FUERZA Y ALUMBRADO

Para llevar a cabo la instalación Eléctrica de los Muelles Petroleros es indispensable hacer una clasificación del Tipo de local ó -- lugar como lo especifica el Capítulo V del Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas; el Artículo No. 30 de este Capítulo nos hace una Clasificación de locales Peligrosos y que resumiendo son los siguientes:

Lugares en los cuales existan continua o periódicamente y que se manejen, traten ó empleen Concentraciones Peligrosas de Gases ó Vapores Inflamables, Líquidos Volátiles Inflamables ó Gases Inflamables; y que éstas substancias puedan existir debido a operaciones de Reparación ó Mantenimiento, ó debido a Pérdidas, así como a Escapes que pueda haber debido a Rupturas Accidentales.

También se hace una Clasificación de Grupos Atmosféricos y son los siguientes:

Grupos A, B, C, D, E, F y G. los cuáles resumiéndolos son:

Atmósferas que contienen Acetileno, Hidrógeno, Vapores de Éter Etílico, Etileno, Ciclopropano, Gasolina, Exano, Nafta, Butano, Propano ó Gas Natural; Atmósfera que contienen Polvo Metálico incluyendo Aluminio, Magnesio y otros Metales así mismo Peligrosos.

Con esta breve descripción la Plataforma de Operación así como el Muelle en General (Aunque en menor proporción se clasifica como un lugar peligroso quedando dentro de los Grupos B, C, D, Clases I División -- 1, 2; ya que es en la Plataforma de Operación donde se llevan a cabo las mayores Concentraciones de Gases y Vapores Explosivos debido a la continua operación de Carga y Descarga de los Buques Tanques con los Diversos Productos que opera Petróleos Mexicanos.

INSTALACION DE CANALIZACIONES Y EQUIPO

La instalación de Canalizaciones y de Equipo Eléctrico en locales Peligrosos en este caso los Muelles Petroleros deben ser a prueba de explosión y que se entiende encerrado en una Caja que sea capaz de resistir sin dañarse ni transmitir al exterior flamas ó chispas y cualquier -- Explosión de Gas o Vapor que pudiera ocurrir en su interior. Las Canalizaciones se hacen por medio de Tubo Conduit Metálico de Pared Gruesa con -- uniones roscadas y las cuales cuando es necesario que vayan acopladas a - cajas ó accesorios de conexiones deben proveerse de los medios adecuados para evitar la entrada de los Gases ó Vapores Explosivos.

UNIDADES DE ALUMBRADO

Las Lámparas que se instalan en los Muelles deben ser Unidades Cerradas e Impenetrables por los Gases y Vapores y no deben quedar expuestas a daño mecánico.

AISLAMIENTO DE CONDUCTORES

El Aislamiento de los Conductores que se usen deben ser Resistentes a la acción de los Gases o Vapores a que pueden quedar expuestos así como a los Derrames de Aceite que puedan haber.

CONEXION A TIERRA

Las partes Metálicas descubiertas, no conductoras de corriente, tales como las Tuberías que conducen los Productos, las Estructuras Metálicas, Torres Contra Incendio, Postes de Alumbrado y las Garzas Marinas así como los Tableros e Interruptores de Equipo Eléctrico que opere a más de 150 Volts. a Tierra ó a cualquier Voltaje ya que el Muelle es un lugar peligroso se conectan a tierra en una forma permanente.

SISTEMA DE ALUMBRADO

Todo Muelle Petrolero debe contar con suficiente Iluminación para operar de noche con toda seguridad principalmente la Plataforma de Operación que requiere de precisión en la conexión de las Garzas Marinas

a las Tomas de los Buques Tanques. Actualmente la distribución de Alumbrado de un Muelle se lleva a cabo por medio de Reflectores de Vapor de Mercurio de 400 Watts. a 220 Volts. y colocados por medio de Postes a una Altura de 10 Mts. sobre el Nivel Piso Terminado; todos los Reflectores que se montan a lo largo del Muelle se orientan de tal forma que su Haz Luminoso sea de Norte a Sur con objeto de evitar el Deslumbramiento a los Prácticos que Operan el Atraque de los Buques Tanques.

Todo Muelle debe contar en cada Extremo con Luces de Situación que limiten las Bandas de Atraque del Muelle, colocándose una Luz Roja en la Banda Izquierda y una Luz Verde en la Banda Derecha; el Tipo de Lámpara que se monta es Transistorizada con un Cambiador Automático de 4 Focos y Fotocelda Solar, el alcance de la Lámpara es de 5 Millas en condiciones de Visibilidad Normal y su Alimentación es a través de una Banco de Baterías que proporcionan 12 Volts. en Corriente Directa a la vez este Banco es alimentado a través de un Cargador con objeto de que no haya disminución en la Carga de la Batería.

LOS SISTEMAS DE COMUNICACION

Con los que cuenta todo Muelle Petrolero es a base de Teléfonos instalados en los Cuartos de Control que se localizan en la Plataforma de Operación; estos Teléfonos son del Servicio de Microondas que Opera Petróleos Mexicanos en todas sus Instalaciones, el Servicio que proporcionan estas Unidades es de vital importancia ya que establece la Comunicación entre el Personal encargado de operar la Conexión y Apertura de Válvulas para el Paso de Producto a los Barcos con el Personal encargado de

operar las Estaciones de Bombeo. Así como entre los Capitanes del Buque y el Departamento de Operaciones Marinas.

LOS MUELLES CUENTAN ADEMAS CON SERVICIOS AUXILIARES COMO SON:

El Cable de Tierra para Conexión a Bordo del Buque para Descargarlo de la Corriente Estática, así como Tomas de Corriente Eléctrica para Alumbrado exclusivamente de las Embarcaciones, en caso de Emergencia - estas Tomas deben tener una capacidad de 48 kilowatts. a 440 Volts.

Anteriormente los Tableros de Alumbrado, Tableros de Fuerza y - en sí todo el Equipo que componía el Centro de Control, se instalaban en - la Planta Inferior del Cuarto de Control quedando localizados por este - motivo en la Plataforma de Operación, con el tiempo se observó que eran - incómodos para un buen manejo por parte del Personal encargado ya que - originaba molestias a la hora de su Mantenimiento por encontrarse en un - Area Peligrosa, ésto motivó que todo el Centro de Control del Sistema de - Fuerza y Alumbrado se vaya a instalar en el Muelle No. 4 fuera de éste, - llevando únicamente al Interior del Muelle las Canalizaciones Eléctricas - de Fuerza y Alumbrado; así como el Sistema de la Red de Tierra.

Esta modificación trae consigo un ahorro considerable en la adquisición de Materiales ya que el Centro de Control no deberá ser a Prueba de Explosión, sino del Tipo " NEMA 1, "

PINTURA Y ACABADO EN TUBERIAS ESTRUCTURAS DE ACERO Y OBRA CIVIL.

En vista de las condiciones de exposición de las Instalaciones - Marítimas, sabiéndose que se trabajará en un ambiente húmedo y salino, -- con Gases derivados del Azufre, se buscó el mejor sistema para la aplicación de los Recubrimientos que a continuación voy a exponer.

TUBERIAS Y ESTRUCTURAS METALICAS.- Se inicia haciendo una limpieza con Chorro de Arena a Metal Blanco, usándose como Primario un Inorgánico de Zinc Tipo Autocurante ó sea que se obtiene una Insolubilización por sí mismo sin requerir de ninguna Solución que se aplique posteriormente, las características de este Primario es sumamente Duro y Resistente a la Abrasión, con excelente Resistencia a la mayoría de los Solventes a -- los Ambientes Húmedos, Salinos y Marinos.

Las Pruebas Químicas se realizarán después de las 24 Horas de - Secado y dándose un Espesor de Recubrimiento con una Mano de Pintura de - 2.5 - 3 Milésimas y después del tiempo correspondiente de Recuperación -- este Recubrimiento no debe mostrar Ablandamiento, Ampollamiento, Agrietamiento, ó pérdida de adhesión.

Aplicando posteriormente a un Acabado Vinílico de Altos Sólidos cuya Especificación se refiere a un Recubrimiento a base de Resinas Vinílicas Plastificante, Pigmentos Colorantes Inertes y Solventes; formando - una Película Mate, Dura, de Alta Resistencia Mecánica y con una excelente Resistencia a las condiciones de Exposición antes citadas. Las Pruebas -- Químicas se efectuarán después de 48 horas de su aplicación y el Recubrimiento de 3 Mils. por Mano y el Número de Manos será de Dos; para que el-

Recubrimiento sea efectivo no debiendo mostrar después de su Recuperación; Ablandamiento, Ampollamiento, Agrietamiento, ó Pérdida de Adhesión.

OBRA CIVIL, PARAMENTOS DE MUELLE, BARANDALES DE CONCRETO, GUARNICIONES, ETC.

Se inicia con la preparación de las Superficies de Concreto en Paredes, Parapetos, Barandales a base de limpieza con ácido Muriático Comercial y Lavado con Agua Dulce hasta dejarla limpia dicha superficie, -- concluyendo esta operación se aplica el Primario Vinil epoxico Modificado, esta Especificación se refiere a un Primario a base de Pigmentos - - Inhibidores de Plomo, Oxido de Hierro, Inertes y un Vehículo Vinílico con modificación Epoxi - Fenolico. Sus características es de una excepcional - Adherencia, una gran Compactibilidad con diversos Recubrimientos. Excelente capacidad para detener la Corrosión bajo la Película, Resistente al -- Ambiente Húmedo y Salino con Gases Derivados del Azufre. Las Pruebas Químicas se efectuarán después de 72 Horas y el Recubrimiento será de un Espesor de 1 Mls. por Mano, aplicándose Dos Manos de este Primario.

El Acabado se dará con el Vinílico Altos Sólidos que anteriormente fué descrito.

La Tabla de Colores Convencionales para Pintar las Instalaciones Portuarias de Petroleos Mexicanos son:

Garzas. . . . . Color Blanco con Franja de 20 cms. de Ancho en el Brazo Secundario distintivo del Producto que Maneja.

Estructura de Operación de Garzas. . . . . Color Naranja.

Casetas de Control . . . . . Color Blanco.

Elementos de Amarre.

Ganchos, Bitas, Cornamusas . . . . . Color Naranja.

Parapetos y Barandales . . . . . Color Naranja.

Guarniciones . . . . . Color Blanco.

Enrejado Irving. . . . . Color Negro.

Paramento del Muelle . . . . . En Cuadros Alternados de 2 x 2 Mts. Color Blanco y Color Naranja.

Torres y Líneas Contra Incencio. . . . . Color Rojo.

Postes de Alumbrado . . . . . Color Verde Claro desde el Nivel de Piso hasta 2 Mts. de Altura el Resto color Blanco.

Defensas. . . . . Color Negro.

Escaleras. . . . . Color Negro.

Tuberías . . . . . Color Blanco con Franjas de 20 -- cms. de Ancho a cada 10 Mts. Distintivos del Producto que Manejan.

COLORES DISTINTIVOS DE LOS DIFERENTES PRODUCTOS.

Gasolina Super. . . . . Color Amarillo.

Gasolina Nova. . . . . Color Crema.

Diesel. . . . . Color Café.

Lastre. . . . . Color Gris Obscuro.

Agua Potable. . . . . Color Azul Obscuro.

Kerosina. . . . . Color Verde Claro.

Aire. . . . . Color Amarillo Claro.

Vapor . . . . . Sin color van Aisladas.

Combustóleo . . . . . Sin color van Aisladas.

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

PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS Y PORTUARIAS

CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ALEJADAS DE LA COSTA

Expositor: Ing. Clemente Beltrán R. de L.

AGOSTO, 1981

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso México 1, D. F. Tel: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ALEJADAS DE LA COSTA

I N D I C E

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

DURANTE LA ANTIGUEDAD EL MAR FUE UN MISTERIO Y UN RETO A LA VEZ PARA EL HOMBRE QUE VIVIA EN SUS ORILLAS.

MISTERIO, PORQUE NADA SABIA - EN UN PRINCIPIO - DE COMO SURCARLO, NI QUE HALLARIA EN EL NI TAMPOCO A DONDE LO CONDUCIRIA.

RETO, PORQUE LA CURIOSIDAD DE SABER PARECE SER INNATA EN EL SER HUMANO, Y COASUSTANCIAL A LA INQUIETUD DE SU ESPIRITU - DESCUBRIR LO QUE ANTE SUS OJOS APARECE COMO UNA INCOGNITA.

DE ESTA MANERA LOS PUEBLOS RIBEREÑOS LLEGARON A IDEAR EMBARCACIONES, Y CON ELLAS, SIN ALEJARSE DEMASIADO DE LAS COSTAS, FUERON PONIENDOSE EN CONTACTO CON OTROS HOMBRES Y OTRAS CULTURAS, AL MISMO TIEMPO QUE SURGIA EL COMERCIO. TAL ACONTECIO CON LOS GRIEGOS - POR EJEMPLO - Y CON LOS FENICIOS; GRANDES NAVEGANTES DEL MEDITERRANEO, MAR DONDE NACIERON Y SE FUERON CONFIGURANDO LOS PERFILES DEL MUNDO OCCIDENTAL.

DISTINTO FUE EL PROCESO CUANDO SE TRATO DE SURCAR LOS GRANDES OCEANOS, APARTANDOSE DE LAS COSTAS.

LA FRAGILIDAD DE LAS EMBARCACIONES Y EL TEMOR A LO DESCONOCIDO, LO LIMITADO DE LOS CONOCIMIENTOS GEOGRAFICOS Y EL VA-

LOS QUE SE ATRIBUIA A LAS LEYENDAS Y SUPERSTICIONES, FUERON CAUSA DEL AISLAMIENTO ENTRE LOS HOMBRES QUE VIVIAN EN DISTINTOS CONTINENTES.

EL MAR RESULTABA UN OBSTACULO Y POR SIGLOS SEPARO A PUEBLOS CUANDO ENTRE ELLOS APARECIA LA MURALLA DE LOS GRANDES MARES.

LOS GRANDES DESCUBRIMIENTOS GEOGRAFICOS SEÑALARON AL MAR COMO UN CAMINO - AMPLIO Y DIFICIL A LA PAR - PERO QUE AHI ESTABA PARA AZUZAR LA INTREPIDEZ Y LA AMBICION DE LOS HOMBRES Y DE LOS PUEBLOS.

DESDE ENTONCES LA NAVEGACION SE FUE PERFECCIONANDO Y LA INTELIGENCIA Y LA VOLUNTAD HUMANAS CONVIRTIERON CON EL - - - TIEMPO LA AVENTURA INICIAL - PARA LA QUE SE NECESITABAN - - GRANDES DOTES DE AUDACIA - EN ALGO COTIDIANO, EXENTO DE GLORIA, ES CIERTO, PERO TAMBIEN DE PELIGRO, EN UN ALTO GRADO.

DE ESTE MODO EL MAR DEVINO ANTE TODO CAMINO, MEDIO ADECUADO DE COMUNICACION, Y LOS PAISES PODEROSOS SE DISPUTARON - SU DOMINIO, PORQUE SIGNIFICABA UNA ENORME VENTAJA EN CUANTO AL COMERCIO, EN PARTICULAR, Y AL PROGRESO ECONOMICO, EN GENERAL. INCLUSO LA HEGEMONIA POLITICA FUE A VECES EN BUENA MEDIDA - PRODUCTO DEL DOMINIO DE LOS MARES.

HOY, EL PANORAMA HA CAMBIADO, LO QUE MUESTRA - UNA VEZ MAS, - LA EVOLUCION A QUE ESTA SOMETIDO EL SER HUMANO Y EL CARACTER

DINAMICO DE LA HISTORIA. PORQUE AUNQUE SIGA SIENDO EL MAR UN MEDIO DE COMUNICACION, LOS PUEBLOS VEN EN EL, ANTE TODO, UN - ENORME ARSENAL DE RECURSOS DE LA MAS VARIADA GAMA.

TANTO QUE EN ESAS RIQUEZAS SE CONTEMPLA LA SOLUCION PARA MUCHOS DE LOS MAS GRAVES PROBLEMAS DE CARENCIA A QUE SE ENFRENTA NUESTRO MUNDO.

POR ESE MOTIVO, POR SER EL MAR UNA ESPERANZA DE BIENESTAR - MEXICO MANTIENE LA TEORIA DEL MAR PATRIMONIAL, QUE SOSTIENE - EN LA MAS VIABLE DE SUS INTERPRETACIONES - QUE CONTIGUA A LAS DOCE MILLAS DE MAR TERRITORIAL DEBE HABER UNA ZONA DONDE LA EXPLOTACION DE LOS RECURSOS MARINOS, RENOVABLES Y NO RENOVABLES, SEA UNA FACULTAD DEL ESTADO RIBERENO, HASTA UN MAXIMO DE DOSCIENTAS MILLAS NAUTICAS, COMPRENDIDAS EN ELLAS LAS DOCE MENCIONADAS COMO INTEGRANTES DEL MAR SUJETO A LA - SOBERANIA.

POR ESA AMPLIA ZONA, LA NAVEGACION, EL SOBREVUELO Y EL TENDIDO DE CABLES SUBMARINOS SERAN LIBRES, YA QUE NO ES PARTE INTEGRANTE DEL TERRITORIO DEL ESTADO. EL MAR PATRIMONIAL ASI ENTENDIDO, ES UN CONCEPTO ECONOMICO, CUYA ENUNCIACION SE DEBE PRECISAMENTE A LA CONCIENCIA ADQUIRIDA SOBRE EL VALOR DEL MAR, POR LOS RECURSOS BIOLOGICOS Y MINERALES QUE ENCIERRA.

SENTADAS LAS BASES JURIDICAS QUE RIGEN NUESTROS DERECHOS SOBRE EL MAR, TOCA A NOSOTROS COMO INGENIEROS LA RESPONSABILI

DAD DEL MEJOR APROVECHAMIENTO DE NUESTROS RECURSOS MARINOS. CONSTRUYENDO CADA VEZ MAS Y MEJORES INSTALACIONES ALEJADAS DE LA COSTA.

6

2. FABRICACION DE ESTRUCTURAS

PARA LA FABRICACION DE LAS GRANDES ESTRUCTURAS QUE SE INSTALAN ALEJADAS DE LA COSTA ES NECESARIO CONTAR CON LOS PATIOS DE FABRICACION QUE REUNAN LOS SIGUIENTES REQUISITOS:

1. FACIL ACCESO AL MAR, YA SEA COLOCADOS EN LA DESEMBOCADURA DE UN RIO-CON TIRANTE SUFICIENTE PARA NAVEGACION-O CERCANA A ELLA.
2. VIAS DE ACCESO TERRESTRE PARA EL ABASTECIMIENTO DE MATERIALES-CARRETERAS, FERROCARRILES.-
3. CONTAR CON SERVICIOS DE ENERGIA ELECTRICA.
4. AREA CON DIMENSIONES SUFICIENTES PARA ALOJAR EL TRABAJO A DESARROLLAR, CONSIDERANDO EL AREA EN SI DE TRABAJOS, ALMACENAMIENTO DE MATERIALES Y EQUIPO, AREAS DE CIRCULACION PARA EL EQUIPO PESADO Y AREAS DE OFICINAS, COMEDORES, BODEGAS Y ESTACIONAMIENTO.

NORMALMENTE SE PROCEDE AL ACONDICIONAMIENTO DE LOS PATIOS DE FABRICACION CONSISTENTE EN LOS SIGUIENTES TRABAJOS:

1. DESMONTE DE TERRENO
2. ELIMINACION DE LA CAPA VEGETAL
3. ELEVAR LA RESISTENCIA DEL SUELO DE ACUERDO A LAS INDICACIONES DE LOS ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS Y A LAS RESISTENCIAS QUE DEBE DE TENER DE ACUERDO A LAS ESTRUCTURAS Y EQUIPOS QUE HA DE SOPORTAR.
4. PILOTEO PARA LA COLOCACION DE LAS VIGAS DE DESLIZAMIENTO.

5. CONSTRUCCION DE VIGAS DE DESLIZAMIENTO
6. CONSTRUCCION Y ACONDICIONAMIENTO DE MUELLES
7. DRAGADO DE LA MARGEN DEL RIO DONDE SE LOCALIZAN LOS PATIOS HASTA ALCANZAR LA PROFUNDIDAD NECESARIA PARA QUE LOS CHALANES Y REMOLCADORES PUEDAN ATRACAR Y CARGAR LAS ESTRUCTURAS PARA SU TRANSPORTE AL AREA DE TRABAJO.

EL CASO TIPICO DE FABRICACION DE ESTRUCTURAS PARA SU INSTALACION FUERA DE LA COSTA, LO REPRESENTA LA PLATAFORMA PETROLERA MARINA, YA SEA DE PERFORACION, PRODUCCION O DE ENLACE, QUE TIENEN PROCESO DE FABRICACION MUY SEMEJANTES, CON LA EXCEPCION DE QUE LAS DOS ULTIMAS NO LLEVAN CONDUCTORES.

PLATAFORMA MARINA	SUBESTRUCTURA O JACKET	PILOTES	CONDUCTORES	SUPERESTRUCTURA O DECK
DE PERFORACION	X	X	X	X
DE PRODUCCION	X	X		X
DE ENLACE	X	X		X

SUBESTRUCTURA O JACKET.

REPRESENTA UNA UNIDAD PIRAMIDAL TOTALMENTE TUBULAR QUE SE APOYARA EN EL LECHO MARINO Y SUS ELEMENTOS PRINCIPALES SON 4 MARCOS TRAPEZOIDALES DE 50 A 80 MTS. DE LONGITUD, DEPENDIENDO DE

LA PROFUNDIDAD A DONDE SE INSTALARA. FORMADOS POR TUBERIA DE 52" Y 48" DE DIAMETRO.

LOS 4 MARCOS SON SOLDADOS CON TODOS SUS ELEMENTOS EN EL PISO PARA POSTERIORMENTE SER IZADOS Y UNIDOS CON OTROS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE TAL MANERA DE IR INTEGRANDO LA BASE DE LA - PLATAFORMA.

LA SUBESTRUCTURA INTEGRADA POR LOS 4 MARCOS PERMITIRA TENER 8 PUNTOS DE APOYO. SOBRE EL LECHO MARINO. ASI COMO REFUERZOS TANTO LONGITUDINALES COMO TRANSVERSALES EN LOS DIFERENTES NIVELES DE LA SUBESTRUCTURA.

UNA VEZ ARMADA LA SUBESTRUCTURA SE PROCEDE A LA OBTURACION DE LOS EXTREMOS DE LAS PIERNAS DE LA SUBESTRUCTURA PARA ASEGURAR LA FLOTABILIDAD.

COLOCACION DE SERVICIOS AUXILIARES DE LA SUBESTRUCTURA TALES. COMO ATRACADEROS VALVULAS DE INUNDACION EN LAS PIERNAS. COLOCACION DE ANODOS PARA PROTECCION CATODICA. ETC.

CUANDO LA PLATAFORMA VA A SER DESTINADA A PERFORACION SE COLOCAN UNAS GUIAS PARA LOS TUBOS CONDUCTORES DE CADA POZO.

TODAS LAS JUNTAS SOLDADAS SON CONTROLADAS EN CUANTO A SU CALIDAD POR MEDIO DE REGISTROS DE RAYOS 'X' O DE ULTRASONIDO. DE MANERA QUE GARANTICEN LA SOLIDEZ DE LA ESTRUCTURA.

SUPER ESTRUCTURA O DECK

ES LA PARTE SUPERIOR DE LA PLATAFORMA MARINA. FORMADA POR 8 - COLUMNAS Y DOS PISOS PRINCIPALES. SE ENSAMBLA DIRECTAMENTE AL EXTREMO SUPERIOR DE LAS PIERNAS DE LA SUBESTRUCTURA O JACKET.

SU CONSTRUCCION PRECISA DE MANIOBRAS PERFECTAMENTE COORDINADAS ENTRE GRUAS DE GRAN CAPACIDAD. ASI COMO DE LOS MISMOS - CONTROLES DE EXACTITUD Y CALIDAD TOMADOS EN CUENTA PARA LA FABRICACION DE LA SUBESTRUCTURA - JACKET -

DENTRO DE ESTA SUPERESTRUCTURA SE CONSTRUYEN LOS ACCESOS A LOS DIFERENTES PISOS QUE HABRA EN LA PLATAFORMA. COMO SON:

EL PISO DE ATRACAMIENTO. QUE ES LA PARTE SUPERIOR DE LA SUBESTRUCTURA.

EL DE PRODUCCION Y EL DE PERFORACION. EN EL CASO DE QUE LA PLATAFORMA SEA DESTINADA A ESTE ULTIMO OBJETO.

EL PISO DENOMINADO DE PRODUCCION. CORRESPONDE AL NIVEL INTERMEDIO DE LA SUPERESTRUCTURA Y SERA DONDE SE ALOJEN LOS ARBOLES DE NAVIDAD DE LOS POZOS TERMINADOS. ASI COMO LAS TUBERIAS DE CONDUCCION DEL FLUJO DE LOS HIDROCARBUROS. ADEMAS DE SERVICIOS AUXILIARES PARA LAS OPERACIONES DE PERFORACION.

EN EL PISO DE PERFORACION SE ALOJAN TODOS LOS ELEMENTOS DEL EQUIPO CON QUE SE EJECUTA ESTA OPERACION. TALES COMO LA TORRE. EL MALACATE. LA MESA ROTATORIA. LOS EQUIPOS DE BOMBEO. ETC:

EL HELIPUERTO. ASI COMO LOS PAQUETES HABITACIONALES SE INSTALAN SOBRE ESTE MISMO PISO FORMADO AL IGUAL QUE EL DE PRODUCCION POR VIGAS ESTRUCTURALES CON MODULOS SOBREPUESTOS DE REJILLA ANTIDERRAPANTE TIPO IRVING.

CON PROCEDIMIENTOS SIMILARES SE FABRICAN LOS TRIPODES Y PUENTES QUE COMPLEMENTAN LOS COMPLEJOS PETROLEROS - COSTA AFUERA .

(11)

ACTIVADES A DESARROLLAR PARA LA FABRICACION DE UNA PLATAFORMA DE PERFORACION Y REBOMBEO

I. SUB-ESTRUCTURA (JACKET).

1. RECEPCION DE MATERIALES
2. FABRICACION DE MARCOS
3. ARRIOSTRAMIENTO HORIZONTAL
4. FABRICACION PASILLOS Y BARANDALES
5. DEFENSA Y ATRACADEROS
6. PINTURA Y PROTECCION ANTICORROSIVA
7. CARGA Y AMARRE

II. SUPER-ESTRUCTURA (DECK).

1. RECEPCION DE MATERIALES
2. FABRICACION DE MARCOS
3. FABRICACION CUBIERTA INFERIOR
4. FABRICACION CUBIERTA SUPERIOR
5. FABRICACION PASILLOS, BARANDALES Y ESCALERAS.
6. INST. ELECTROMECANICAS
7. PINTURA Y PROTECCION ANTICORROSIVA
8. CARGA Y AMARRE.

III. PILOTES.

1. RECEPCION DE MATERIAL
2. FAB. PRIMERA SECCION
3. FAB. SEGUNDA SECCION

4. FAB. TERCERA SECCION
5. FAB. CUARTA SECCION
6. FAB. QUINTA SECCION
7. CARGA Y AMARRE

IV. CONDUCTORES.

1. RECEPCION DE MATERIAL
2. FAB. PRIMERA SECCION
3. FAB. SEGUNDA SECCION
4. FAB. TERCERA SECCION
5. FAB. CUARTA SECCION
6. FAB. QUINTA SECCION
7. CARGA Y AMARRE

ACTIVIDADES A DESARROLLAR PARA LA FABRICACION DE UNA PLATAFORMA DE ENLACE Y PRODUCCION TEMPORAL

I. SUB-ESTRUCTURA (JACKET)

1. RECEPCION DE MATERIALES
2. FABRICACION DE MARCOS
3. ARRIOSTRAMIENTO HORIZONTAL
4. FABRICACION PASILLOS Y BARANDALES
5. DEFENSAS Y ATRACADEROS
6. PINTURA Y PROTECCION ANTICORROSIVA
7. CARGA Y AMARRE

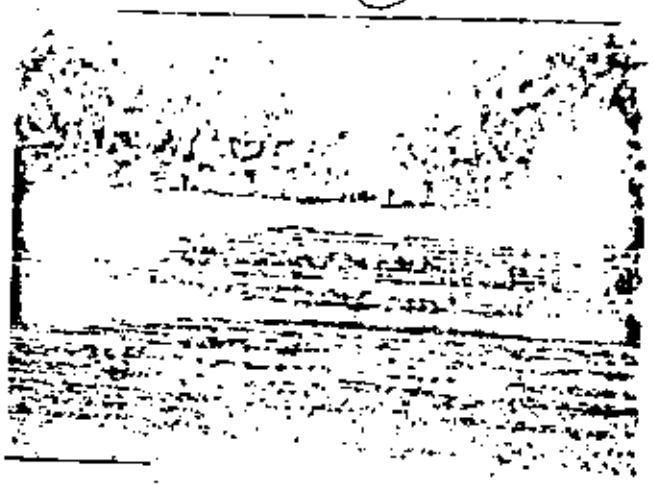
II. SUPER-ESTRUCTURA (DECK)

1. RECEPCION DE MATERIALES Y EQUIPO
2. FABRICACION MARCOS
3. FABRICACION DE CUBIERTAS INFERIOR
4. FABRICACION DE CUBIERTAS INTERIOR
5. FABRICACION DE CUBIERTAS SUPERIOR
6. FABRICACION TUBERIAS
7. MONTAJE DE TUBERIAS
8. SISTEMAS ELECTRICOS
9. FABRICACION DE PASILLOS Y BARANDALES
10. MONTAJE DE EQUIPO
11. PINTURA Y PROT. ANTICORROSIVA
12. CARGA Y AMARRE

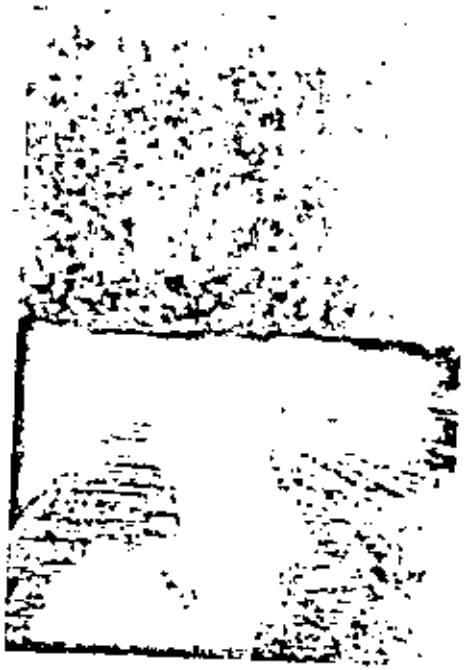
III. PILOTES.

1. RECEPCION DE MATERIAL
2. FAB. PRIMERA SECCION
3. FAB. SEGUNDA SECCION
4. FAB. TERCERA SECCION
5. FAB. CUARTA SECCION
6. FAB. QUINTA SECCION
7. CARGA Y AMARRE

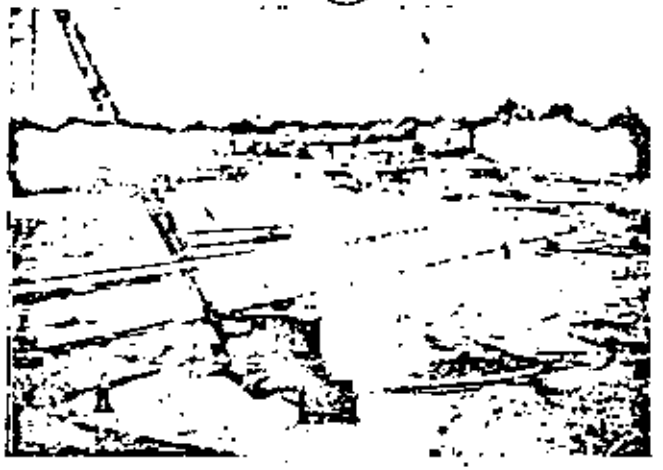
(15)



ACONDICIONAMIENTO DE PATIOS

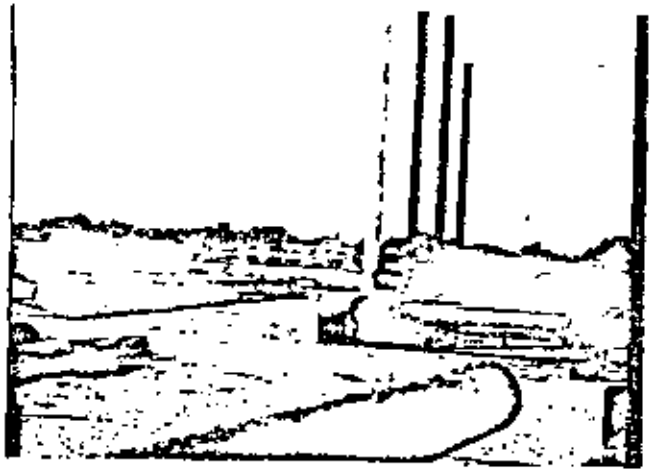


(16)



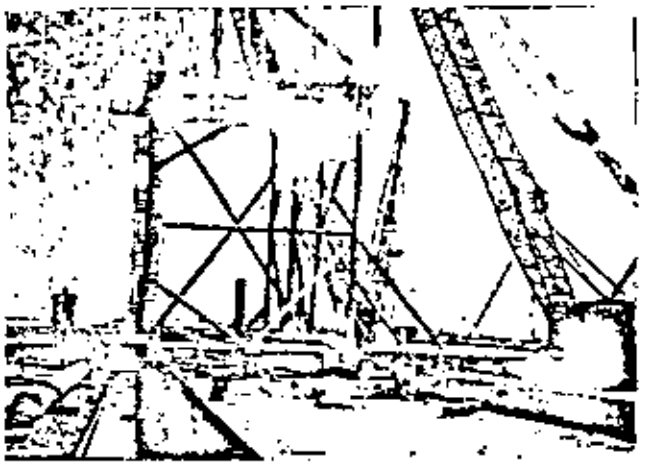
SKY DE DESLIZAMIENTO

(17)

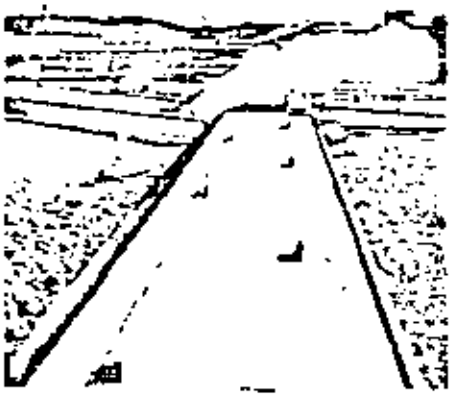


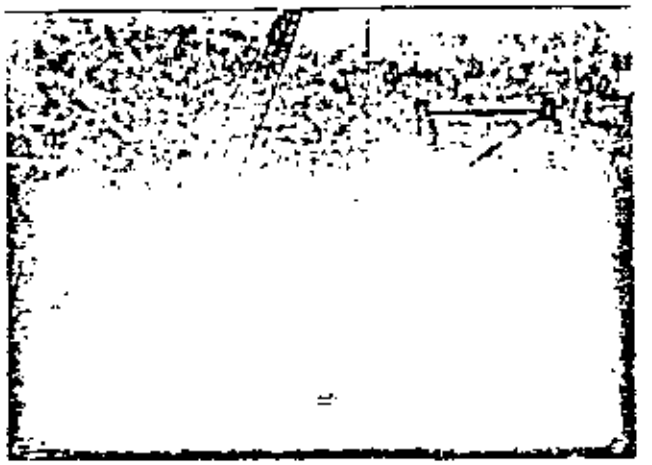
APOYO DE LA SUBESTRUCTURA SOBRE VIGA DE DESLIZAMIENTO

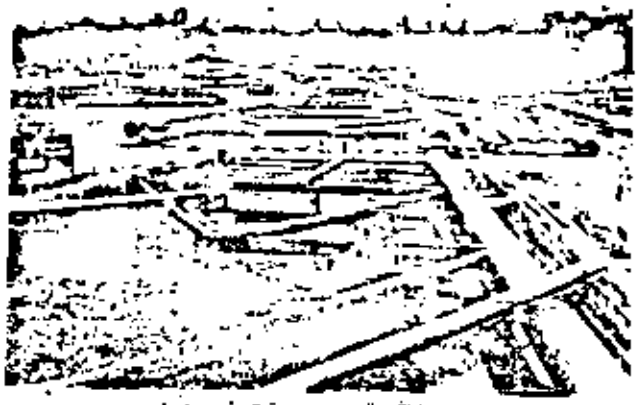
(18)



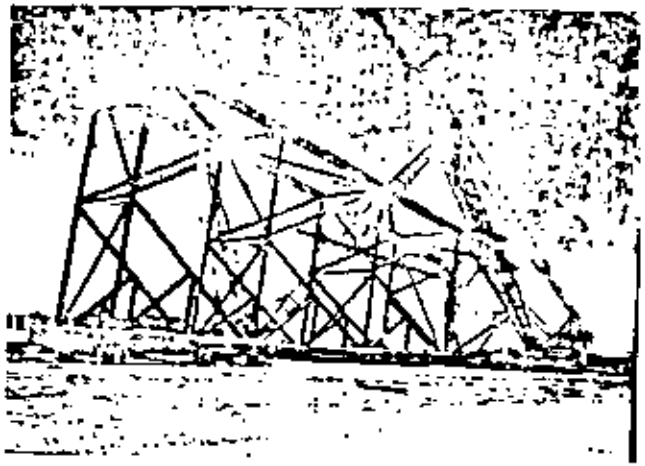
ARMADO DE MARCOS DE LA SUBESTRUCTURA - JACKETS -





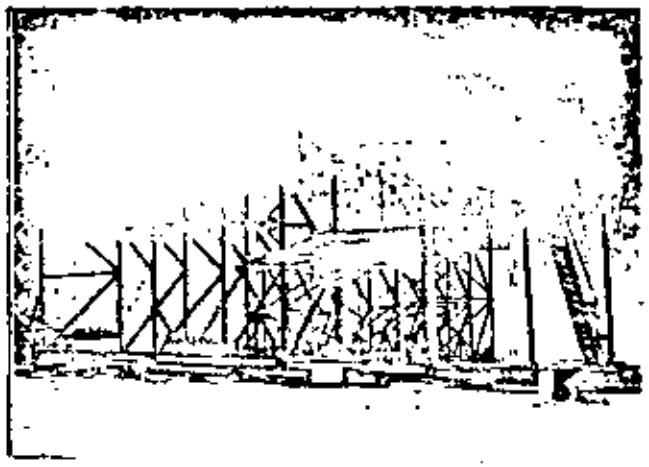


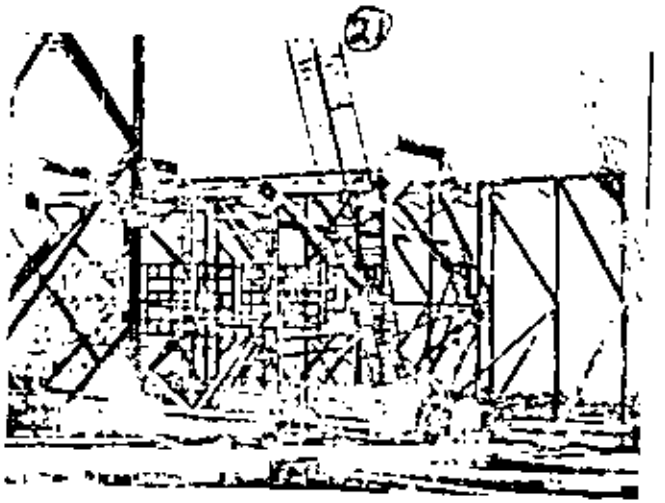
ARMADO DE MARCOS DE LA SUBESTRUCTURA - JACKETS -



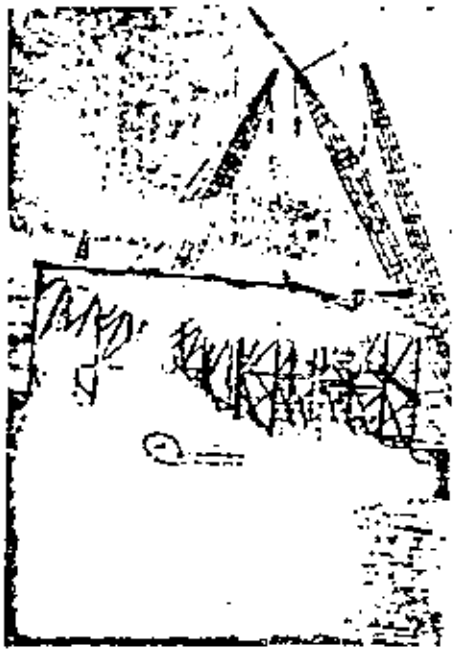
PRODUCCION EN SERIE DE PLATAFORMAS MARINAS

- JACKETS -

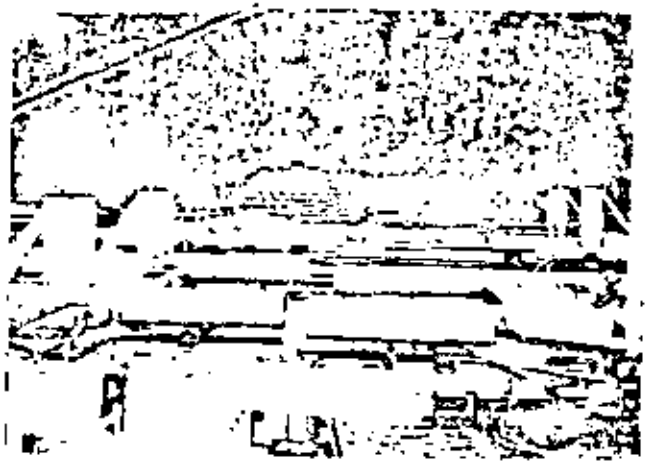




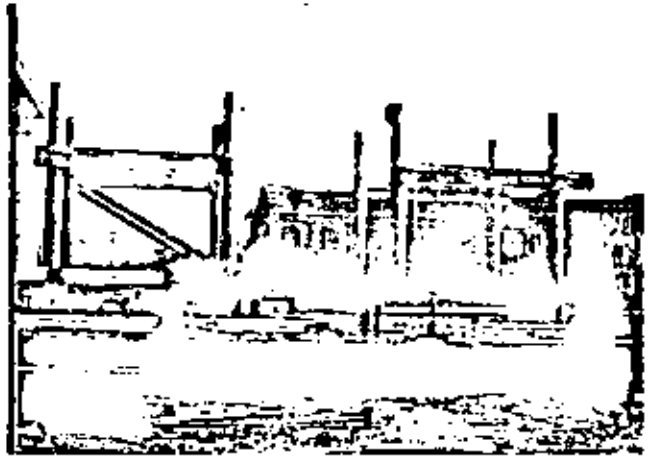
COLOCACION DE DEFENSAS - JACKETS -



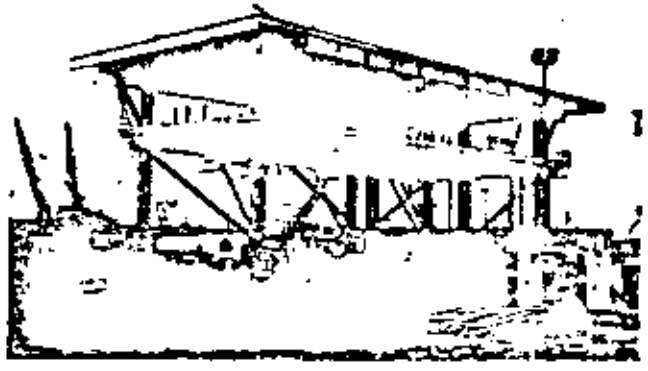
CONSTRUCCION DE SUPERESTRUCTURA - DECKS -



23

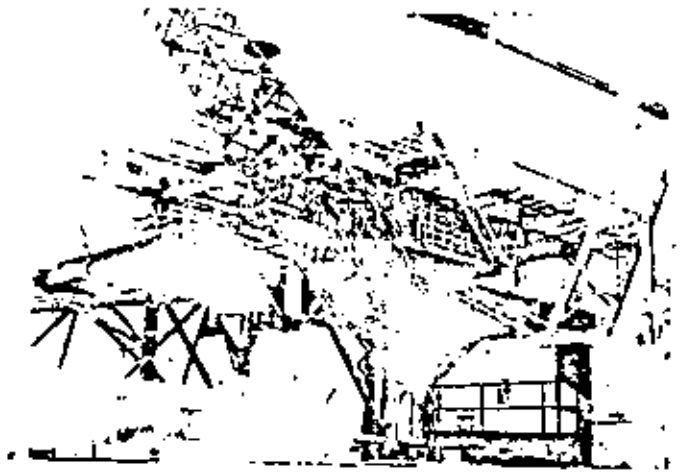


CONSTRUCCION DE SUPERESTRUCTURA - DECKS -

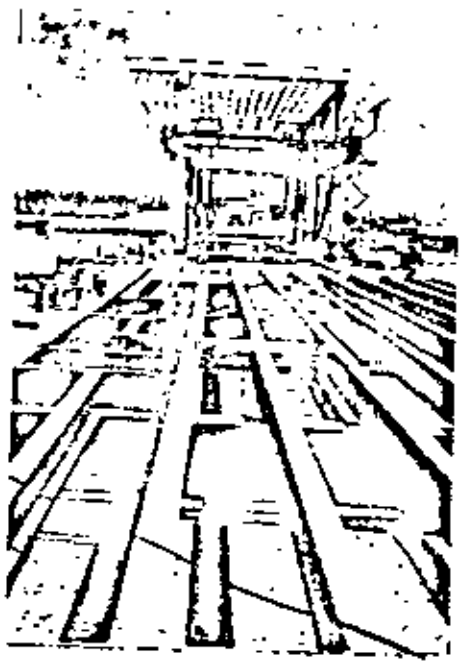


24

CONSTRUCCION DE SUPERESTRUCTURA - DECK -



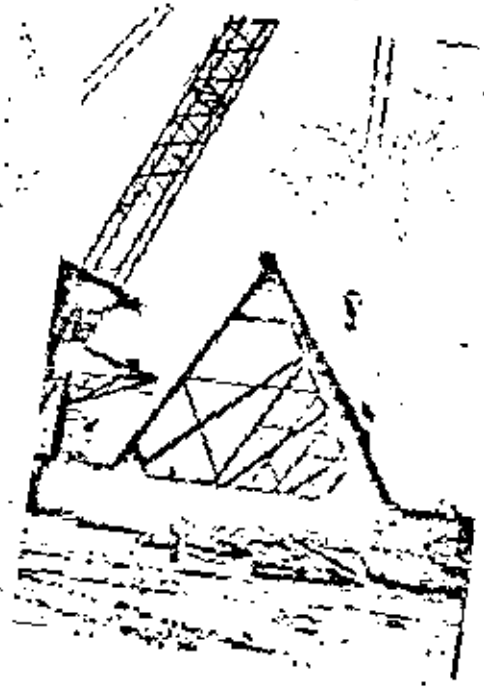
CONSTRUCCION DE SUPERESTRUCTURA - DECK -



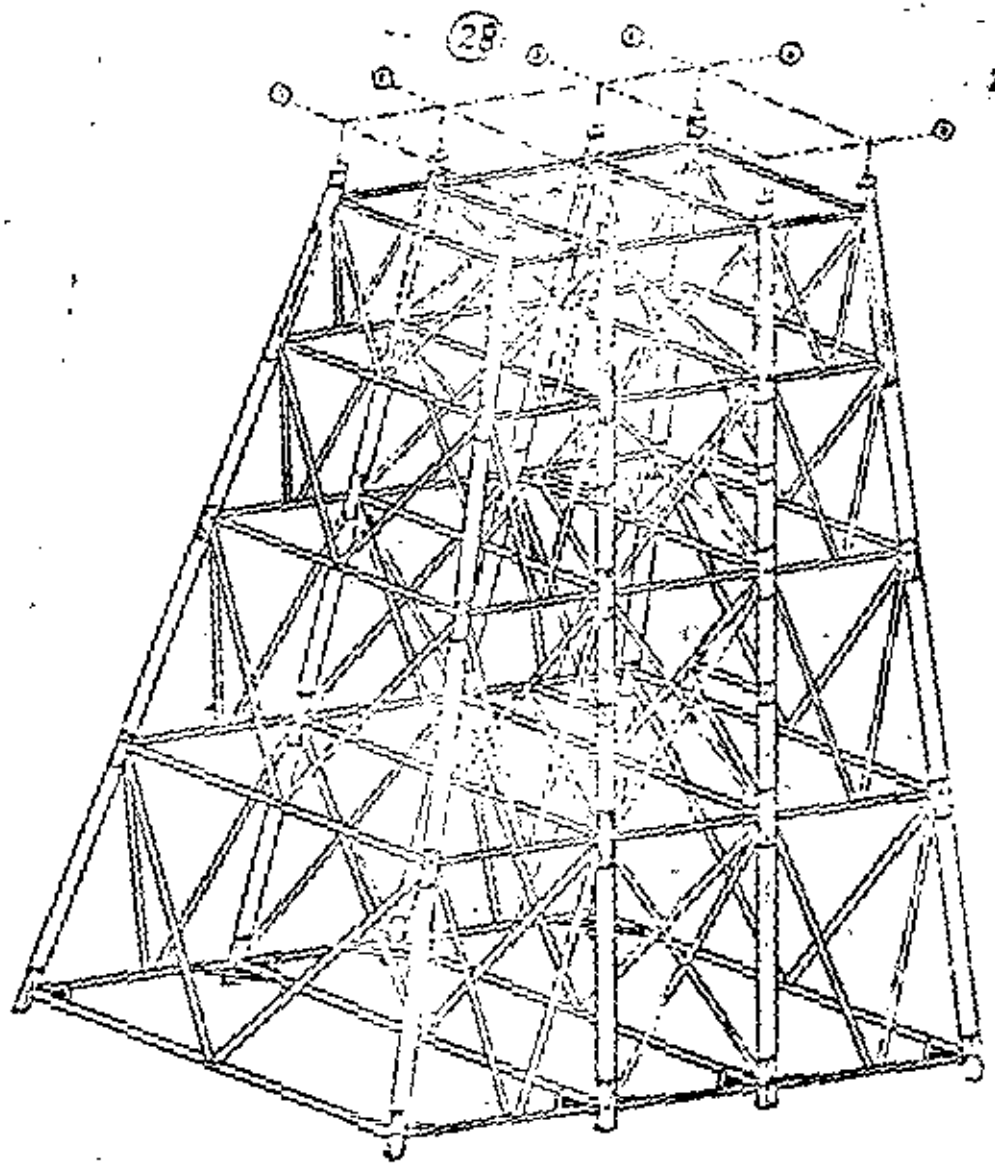
SUPERESTRUCTURA - DECK -

27

CONSTRUCCION DE TRIPODE PARA EL QUEMADOR

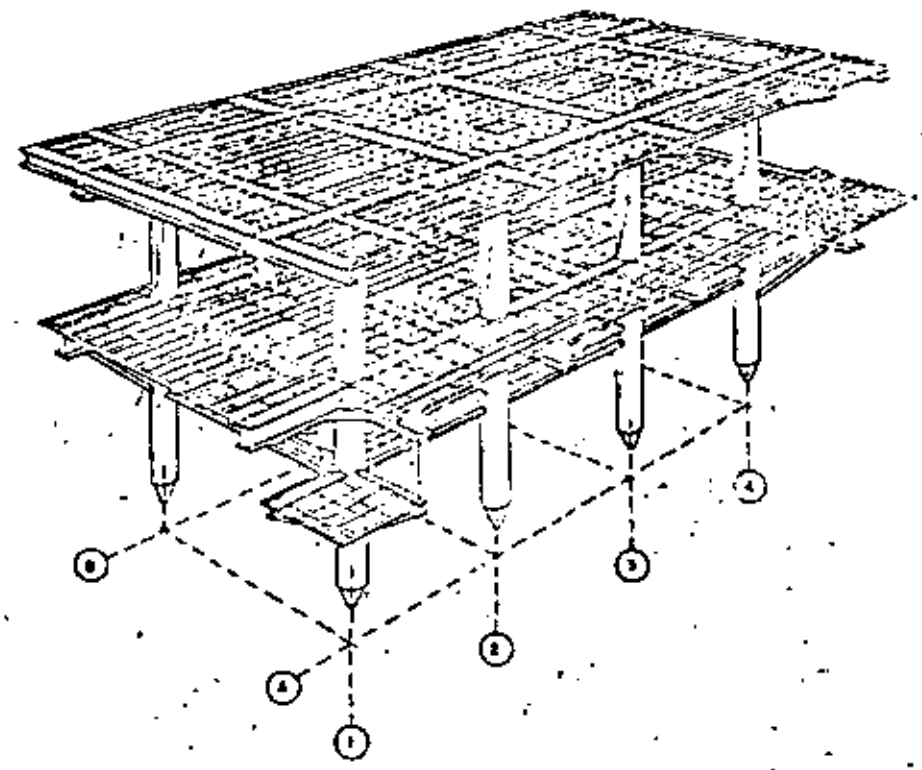


28



SUBESTRUCTURA
(JACKET)

(29)



SUPERESTRUCTURA
(DECK)

(30)

3. TRANSPORTE Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS

UNA VEZ TERMINADA LA SUBESTRUCTURA Y PROGRAMADA SU INSTALACION EN EL AREA DE TRABAJO. EL CHALAN QUE SE ENCARGARA DE TRANSPORTARLA HACIA ALTA MAR. ES ACOMODADO DE TAL FORMA, QUE LAS TRABES DE DESLIZAMIENTO DONDE SE ENCUENTRAN DESCANSANDO LOS MARCOS CENTRALES. COINCIDAN CON LAS TRABES QUE PARA EL MISMO OBJETO ESTAN PRECONSTRUIDAS SOBRE EL CHALAN DE LANZAMIENTO.

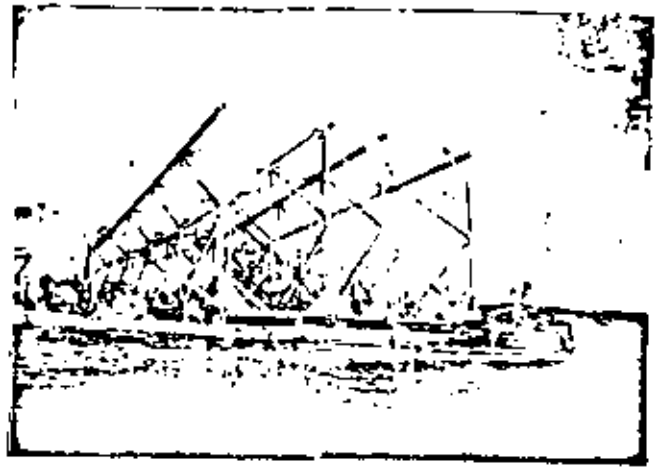
DOS MALACATES CON LA POTENCIA REQUERIDA PARA ARRASTRAR LAS 800 Ton. QUE PESA LA SUBESTRUCTURA. INICIAN EL JALON DE ESTA PARA MONTARLA SOBRE EL CHALAN.

TERMINADA LA MANIOBRA SE ASEGURA LA ESTRUCTURA CON SOLDADURA Y SE INICIA EL TRANSPORTE CON EL AUXILIO DE REMOLCADORES ESPECIALIZADOS EN ESTE TIPO DE OPERACIONES.

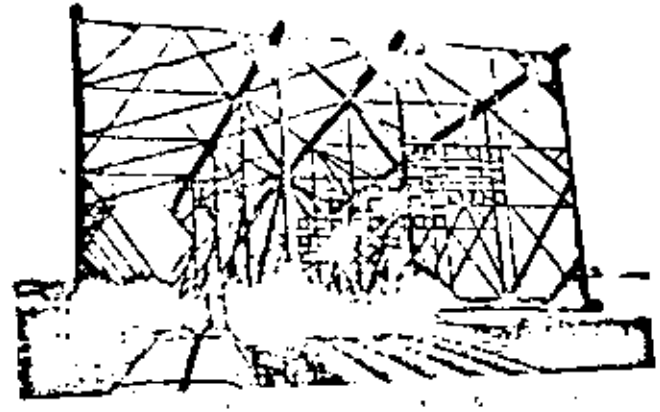
AL MISMO TIEMPO QUE SE TRANSPORTA LA SUBESTRUCTURA EN OTRO CHALAN DE CARGA. CON EL REMOLCADOR RESPECTIVO, SON TRANSPORTADOS LOS PILOTES Y CONDUCTORES.

DE MANERA SIMILAR A LA MANIOBRA DE CARGA DE LA SUBESTRUCTURA SE REALIZA EL MONTAJE A LA BARCAZA DE CARGA DE LA SUPERESTRUCTURA O DECK. AUXILIANDOSE EN PERFECTA COORDINACION DE LAS GRUAS NECESARIAS PARA SU IZAMIENTO Y COLOCACION SOBRE EL CHALAN.

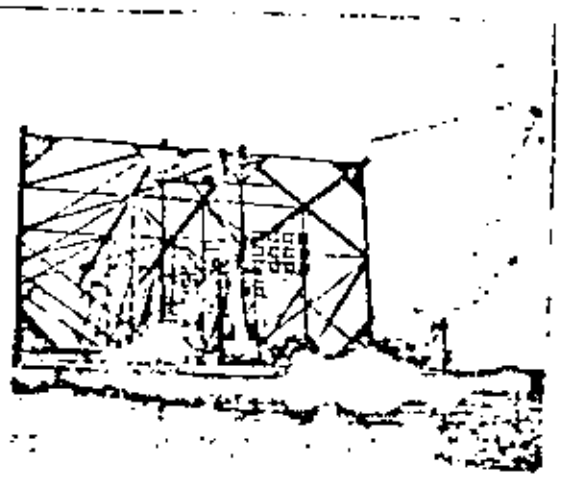
SUBESTRUCTURA - JACKET - LISTA PARA SU TRANSPORTE

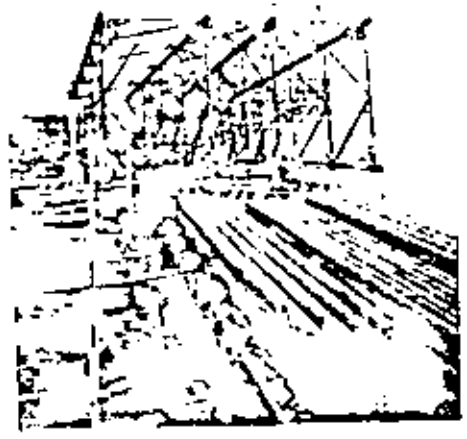


SUBESTRUCTURA MONTADA SOBRE EL CHALAN DE LANZAMIENTO

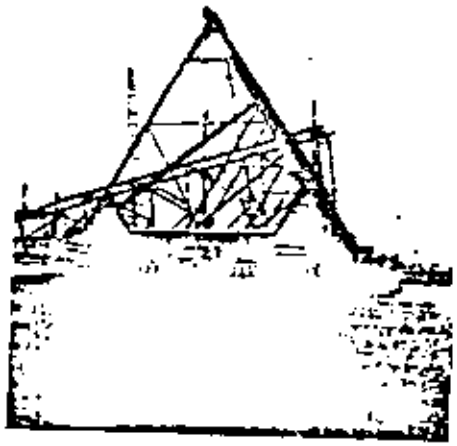


SUBESTRUCTURA -JACKET- Y PILOTES LISTOS PARA NAVEGAR AL AREA DE TRABAJO MONTADOS SOBRE CHALANES DE DESLIZAMIENTO Y CARGA RESPECTIVAMENTE.





TRIPODE SOBRE CHALAN DE CARGA LISTO PARA SU TRANSPORTE AL AREA DE TRABAJO.



4. LANZAMIENTO DE SUBESTRUCTURAS.

AL ARRIBO DE LA SUBESTRUCTURA EN EL CHALAN DE LANZAMIENTO AL SITIO DE BOTADURA. ESTA SE ANCLA DE MANERA QUE AL BOTAR LA - SUBESTRUCTURA. QUEDA UNA DISTANCIA APROXIMADAMENTE DE 300 M. ENTRE LA MISMA Y EL BARCO GRUA. PARA LO CUAL SE COMIENZA A LASTRAR LA BARCAZA A SU CONFIGURACION DE BOTADURA, ES DECIR. ± 2° HACIA POPA Y SE COMIENZA A CORTAR LAS AMARRAS MARINAS. DURANTE ESTE TIEMPO, SE ENGANCHA UN REMOLCADOR A LA POPA DE LA BARCAZA GIRANDOLA A POSICION DE BOTAR, LUEGO SE ENGANCHA AL CABLE DEL MALACATE A LA BRIDA DE ARRASTRE DE LA SUBESTRUCTURA. CON ESTE CABLE SE TIRA DE ELLA HACIA EL BARCO GRUA.

PARA PROCEDER A LA BOTADURA DE LA SUBESTRUCTURA. ESTO SE HACE ATIESANDO LOS CABLES DEL MALACATE QUE ESTAN SUJETOS A LAS OREJAS DE BOTADURA DE LA SUBESTRUCTURA CON EL MALACATE SE TIRA DE LA MISMA DESLIZANDOLA SOBRE LARGUEROS O VIGAS HASTA QUE SU CENTRO DE GRAVEDAD REBASE EL EJE DE ROTACION DE LAS VIGAS DE VOLTEO. EN ESTE PUNTO LA SUBESTRUCTURA SE BOTA SIN AYUDA.

UNA VEZ QUE ESTE LA SUBESTRUCTURA EN EL AGUA. UN REMOLCADOR TOMA UNA DE LAS LINEAS DE RETEN SUJETAS A LA PARTE INFERIOR DE LAS PIERNAS.

CON EL BARCO GRUA SE POSICIONA LA SUBESTRUCTURA DE MANERA - QUE PUEDE SUJETARSE EL GANCHO PRINCIPAL DE LA GRUA A LOS ES

LINGUES PARA ENDEREZARLOS.

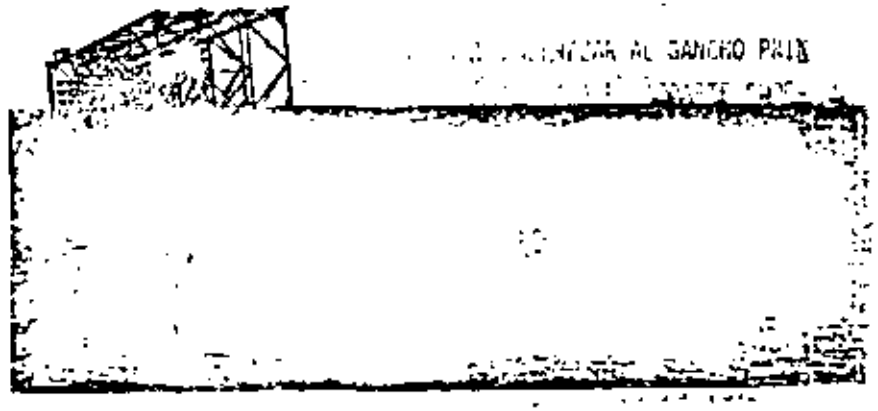
SE DEBE PONER MUCHA ATENCION EN LO ANTERIOR. PORQUE DE LO CO TRARIO, SE PROVOCARIA DESIGUALDAD AL TIRO DE LOS MALACATES - OCASIONANDO QUE SE TRABE LA SUBESTRUCTURA EN LOS RIELES GUIA DEL LARGUERO DE DESLIZAMIENTO; CUANDO LOS ESLINGUES NO ESTAN ENGANCHADOS CORRECTAMENTE AL GANCHO PRINCIPAL SE CRUZAN Y AL QUEDAR LA SUBESTRUCTURA EN POSICION VERTICAL ESTA QUEDA DES- NIVELADA.

UNA VEZ CONECTADAS LAS ESLINGAS DE ENDEREZAR AL GANCHO PRIN CIPAL, SE LEVANTA LA SUBESTRUCTURA HASTA QUE LA PARTE SUPE- RIOR DE LAS PIERNAS INFERIORES QUEDA FUERA DEL AGUA. ENTON- CES SE ABREN LAS VALVULAS DE INUNDACION DE LAS DOS PIERNAS CENTRALES INFERIORES. ESTAS DOS VALVULAS SE INUNDAN CONTRA LAS VALVULAS VENTEO CERRADAS.

PARA LA COLOCACION DE LA SUBESTRUCTURA EMPLEAN LA BOYA Y BRUJULA GIROSCOPICA Y UNA VEZ QUE LA SUBESTRUCTURA ESTE EN POSICION, SE INUNDAN LAS PIERNAS Y SE COMIENZA A PONER LOS ANDAMIOS PARA QUITAR LAS TAPAS DE LAS PIERNAS EN SU - PARTE SUPERIOR.

INMEDIATAMENTE, Y ANTES DE COMENZAR A PONER PILOTES, SE - VERIFICA EL NIVEL DE LA SUBESTRUCTURA.

ARRIBO DE LA SUBESTRUCTURA EN EL CHALAN DE LANZAMIENTO AL SITIO DE BOTADURA



5. POSICIONAMIENTO Y PILOTEO DE SUBESTRUCTURAS (JACKETS).

LA COLOCACION E HINCADO DEL PRIMER PILOTE SE HACE EN LA MAS ALTA DE LAS CUATRO PIERNAS CENTRALES DE LA SUBESTRUCTURA CON OBJETO DE ACERCAR LA SUBESTRUCTURA A SU NIVEL. EL PRIMER PILOTE SE EMPLEARA COMO DE PRUEBA. LUEGO DE HABER HINCADO EL PILOTE INICIAL EL CUAL SE CORTA Y SE AGADE UNA SECCION SOLDADA. MIENTRAS SE SUELDA ESTA, SE COLOCAN LAS PRIMERAS SECCIONES DE LOS PILOTES INICIALES DE LAS PIERNAS CENTRALES. LUEGO DE HABER HINCADO LA SECCION AGADIDA AL PILOTE DE PRUEBA SE HINCAN LOS PILOTES INICIALES RESTANTES.

LA SEGUNDA SECCION SE AGADE AL PILOTE DE PRUEBA Y SE AGADEN TANTAS SECCIONES A LOS PILOTES INICIALES COMO EL TIEMPO LO PERMITA; CUANDO QUEDAN HINCADOS TODOS LOS PILOTES CENTRALES SE COMIENZAN CON LOS PILOTES DE ESQUINA.

UNA VEZ HINCADOS LOS PILOTES A LA PENETRACION DE DISEÑO SE VERIFICA NUEVAMENTE EL NIVEL DE LA SUBESTRUCTURA. SI ES NECESARIO SE NIVELA DE NUEVO HASTA QUE QUEDA DENTRO DE LA TOLERANCIA SEGUN ESPECIFICACIONES. UNA VEZ NIVELADA LA SUBESTRUCTURA SE CALZAN LAS PIERNAS Y COMIENZA LA SOLDADURA.

AHORA, LAS ELEVACIONES DE CORTE DE PILOTES SE MARCAN EFECTUANDO LOS CORTES DURANTE EL HINCADO DE LOS CONDUCTORES PREVIO A LA COLOCACION DE LA SUPERESTRUCTURA.

YA MARCADAS LAS ELEVACIONES DE CORTE DE PILOTES. SE COMIENZA LA COLOCACION DE TODOS LOS CONDUCTORES INICIALES. LA INFORMACION OBTENIDA DEL PILOTE DE PRUEBA DETERMINA LA SECUENCIA DE LAS SECCIONES AGREGADAS. LOS CONDUCTORES SE HINCAN HASTA LA PENETRACION DE DISEÑO Y SE CORTAN A LA ALTURA MOSTRADA EN LOS PLANOS PARA POSTERIORMENTE SOLDARLOS.

CUANDO ESTAN COMPLETOS LOS CONDUCTORES, SE REALIZA OTRO CHEQUEO DE NIVEL DE LA SUPERESTRUCTURA PARA ASEGURAR QUE ESTE DENTRO DE LA TOLERANCIA ACEPTABLE SEÑALADA EN LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS; INMEDIATAMENTE DESPUES, SE PROCEDE A COLOCAR LOS MIEMBROS QUE DEBAN ESTAR AL NIVEL DE LA SUBESTRUCTURA PARA PROSEGUIR CON LA INSTALACION DE LA SUPERESTRUCTURA.

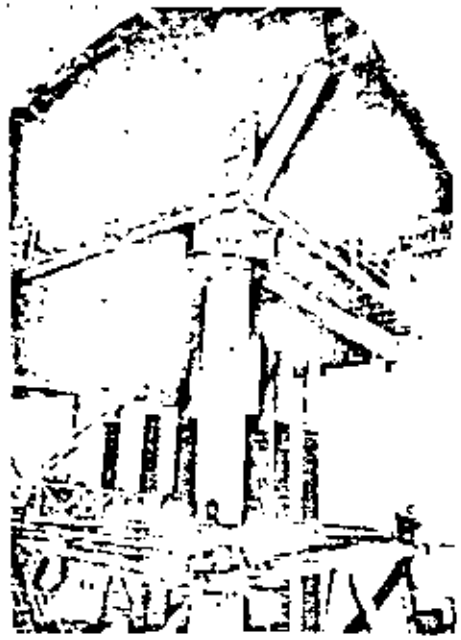
40

COLOCACION DE PILOTES

6. MONTAJE DE SUPERESTRUCTURAS. (DECKS).

ESTA OPERACION SE EFECTUA SOLDANDO LOS ELEMENTOS VERTICALES Y POSTERIORMENTE SE EFECTUA LA LIMPIEZA Y PINTURA Y AL TERMINAR ESTA SE INICIA EL MONTAJE DE LOS MODULOS DE PERFORACION.

(42)



DETALLE DE UNION
ENTRE LA SUBESTRUCTURA Y LA SUPERESTRUCTURA

7. MODULOS DE PERFORACION

ES EL EQUIPAMIENTO DE LAS PLATAFORMAS Y ESTAN COMPUESTOS POR LOS SIGUIENTES PAQUETES:

1. DE MAQUINAS
2. DE BOMBAS
3. DE LODOS
4. QUIMICOS
5. DE PERFORACION
6. HABITACIONAL

LOS CUATRO PRIMEROS SE MONTAN SOBRE LA SUPERESTRUCTURA; EL PAQUETE DE PERFORACION SE MONTA A UN LADO DE LOS ANTERIORES, PERO QUEDANDO SOBRE ELLOS Y EL HABITACIONAL SE MONTA EN EL PISO SUPERIOR, DIRECTAMENTE ARRIBA DE LOS CUATRO PRIMEROS.

UNA VEZ MONTADOS LOS PAQUETES, SE PROCEDE A CONECTAR ENTRE ELLOS LAS SIGUIENTES LINEAS:

LINEAS DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
LINEAS DE AGUA POTABLE
LINEAS DE AGUA INDUSTRIAL
LINEAS DE ACEITE
LINEAS DE LODOS
LINEAS DE CEMENTAR

LINEAS ELECTRICAS DE CORRIENTE ALTERNA Y DIRECTA.

SIMULTANEAMENTE SE INICIAN LOS TRABAJOS DE LAS LINEAS DE PRODUCCION, QUE CONSISTEN EN CONECTAR LOS DOCE CABEZALES DE POZO A TRES CABEZALES PRINCIPALES DE PRODUCCION Y DE PRUEBA Y SUS LINEAS DE GAS Y CRUDO (A QUEMADOR Y A LOS CABEZALES). UNA VEZ CONCLUIDOS LOS TRABAJOS DE INTERCONEXION DE MODULOS, DE LINEAS DE PRODUCCION Y LINEAS DE RECOLECCION, LA PLATAFORMA QUEDA LISTA PARA EMPEZAR A PERFORAR Y PRODUCIR.

8. TIPOS DE PLATAFORMAS

LAS PLATAFORMAS MARINAS QUE SE HAN INSTALADO EN LA SONDA DE CAMPECHE, DE ACUERDO A SU FUNCION, SON LAS PLATAFORMAS DE PERFORACION; LAS DE PRODUCCION TEMPORAL Y LA DE ENLACE. HAREMOS UNA BREVE DESCRIPCION DE CADA UNA DE ELLAS.

PLATAFORMAS DE PERFORACION.-SON DEL TIPO AUTOSUFICIENTES DE 8 COLUMNAS, DISEÑADAS PARA CONTENER 12 POZOS. ESTE TIPO PREVEE FLEXIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACION DE LAS OPERACIONES DE PERFORACION Y PRODUCCION. LOS SISTEMAS DE PRODUCCION PUEDEN SER ALOJADOS EN LAS CUBIERTAS DE LA SUPERESTRUCTURA Y ASI LOS POZOS PUEDEN PRINCIPIAR A PRODUCIR MIENTRAS LA PERFORACION CONTINUA.

LA CUBIERTA CONSTA DE DOS NIVELES, UNO DE PRODUCCION A 52' SNM Y OTRO DE PERFORACION A 69' SNM. ESTA CUBIERTA ESTA SOPORTADA POR 8 COLUMNAS. LA CONSTRUCCION DE ESTA CUBIERTA ES CON TRAVES ARMADAS DE PLACA, LAS CUALES UNIDAS A LAS COLUMNAS FORMAN MARCOS RIGIDOS. ESTE CONCEPTO, TIENE LAS VENTAJAS DE PROVEER MAS ESPACIO DISPONIBLE, FACILITA LA INSTALACION DEL EQUIPO, EL MOVIMIENTO DE TUBERIAS Y SIMPLIFICA SU FABRICACION E INSTALACION. EN ESTA CUBIERTA SE ENCUENTRA LOCALIZADO: EL EQUIPO DE PERFORACION, TANQUES DE LODO, MAQUINARIA Y EL PAQUETE HABITACIONAL.

LAS DIMENSIONES DE LA CUBIERTA PRINCIPAL ESTAN CONTRALADOS

POR LOS REQUERIMIENTOS DEL EQUIPO DE PERFORACION, CANTIDAD Y ESPACIAMIENTO DE LOS POZOS. ACTUALMENTE SE ESTAN CONSTRUYENDO DE 68' X 116' INCLUYENDO EL VOLADIZO PERIMETRAL DE LA PLATAFORMA QUE TIENE UN ANCHO DE 13'.

LAS DIMENSIONES DE LA CUBIERTA INFERIOR SON DE: 90'11" X 45'9" Y UN CANTILIVER DE 30' X 15' NECESARIO PARA SOPORTAR EL SEPARADOR DE PRUEBA. EN ESTA CUBIERTA SE ENCUENTRAN LOS ARBOLES DE PRODUCCION, CABEZALES DE DISTRIBUCION, TANQUES DE ALMACENAMIENTO, DE AGUA Y DIESEL, BOMBAS DE AGUA DE SERVICIO, CONTRA INCENDIO Y MODULOS DE SUPERVIVENCIA.

LA CONFIGURACION DE LA SUBESTRUCTURA VARIA DE ACUERDO A LA PROFUNDIDAD DEL AGUA, NUMERO DE CONDUCTORES, TAMAÑO Y PESO DE LA CUBIERTA. PARA NUESTRO CASO, LA PROFUNDIDAD MEDIA ES DE 150', CON DIAMETRO DE COLUMNAS DE 52-1/2", CON ELEVACIONES INTERMEDIAS EN LAS CUALES SE ENCUENTRAN LAS GUIAS DE CONDUCTORES.

LAS DIMENSIONES DE LOS PILOTES VARIAN DE ACUERDO AL SUELO Y LOS REQUERIMIENTOS DE PENETRACION Y SON DE 48" DE DIAMETRO CON ESPESORES VARIABLES DE 1.25 A 2" A LO LARGO DE SU LONGITUD, LA CUAL ES DE 1415' CON UNA PENETRACION VERTICAL DE 240'.

EL ANALISIS DE LAS CARGAS QUE PRODUCE LA OLA SOBRE LA ESTRUCTURA ESTA BASADO EN LA ALTURA, PERIODO DE LA MISMA Y VELOCIDAD DE LA CORRIENTE MARINA. ESTOS DATOS BASADOS EN

REPORTES METEOROLOGICOS Y MARINOS.

LA SUBESTRUCTURA ES DESLIZADA EN UNA BARCAZA DE LANZAMIENTO, USANDO EQUIPO CONVENCIONAL. LA CUBIERTA SE INSTALA MEDIANTE MANIOBRAS DE LEVANTAMIENTO.

LOS PESOS ESTIMADOS PARA UNA PLATAFORMA DE PERFORACION SON:

SUPERESTRUCTURA	410 TON.
SUBESTRUCTURA	1322 TON. (INCLUYE CONDUCTORES 567 TON.)
PILOTES	1341 TON.

PLATAFORMAS DE PRODUCCION TEMPORAL.

LAS PLATAFORMAS DE PRODUCCION TEMPORAL SE COMPONEN BASICAMENTE DE UNA SUB-ESTRUCTURA METALICA DE 8 COLUMNAS FABRICADAS EN 4 6 5 NIVELES SEGUN LA PROFUNDIDAD DE INSTALACION. MISMA QUE ES VARIABLE ENTRE 40 Y 60 METROS.

LA SUPERESTRUCTURA CONSTA DE 2 NIVELES Y TAMBIEN ESTA SOPORTADA POR 8 COLUMNAS QUE SON ACOPLADAS DIRECTAMENTE A LA SUBESTRUCTURA. LA CONSTRUCCION DE ESTAS CUBIERTAS ESTA FORMADA POR VIGUETAS DE ACERO TIPO I APOYADAS SOBRE MARCOS RIGIDOS HECHOS DE PLACA UNIDOS ESTRUCTURALMENTE A LAS 8 COLUMNAS.

ESTAS PLATAFORMAS DE PRODUCCION TEMPORAL TIENEN ACCESO POR

VIA AEREA (HELICOPTEROS) Y POR PUENTES DE ENLACE. TANTO CON LA PLATAFORMA DE PERFORACION VECINA, COMO CON LA PLATAFORMA DE ENLACE.

LA FUNCION PRINCIPAL DE ESTA PLATAFORMA ES RECIBIR EL CRUDO DE LAS PLATAFORMAS DE PERFORACION, PROCEDER A LA SEPARACION DE GAS ACEITE, REBOMBEANDO EL CRUDO-VIA PLATAFORMA DE ENLACE A TIERRA Y EL GAS TEMPORALMENTE SE ENVIA AL QUEMADOR. EL QUEMADOR ESTA MONTADO EN UN TRIPODE COMPUESTO DE SUB-ESTRUCTURA Y SUPER-ESTRUCTURA, Y ESTA CONECTADO CON LA PLATAFORMA DE PRODUCCION POR UN PUENTE APROXIMADAMENTE DE 100 MTS., MISMO QUE SE SIRVE DE COMUNICACION ENTRE PLATAFORMA Y QUEMADOR.

PARA PROPOSITOS ESTRUCTURALES SE ESTAN CONSIDERANDO LOS SIGUIENTES PESOS PARA LAS PLATAFORMAS DE PRODUCCION:

SUPER-ESTRUCTURA	800 TONELADAS (INCLUYENDO EQUIPO MONTADO).
SUB-ESTRUCTURA	750 TONELADAS
PILOTES	1.250 TONELADAS
PUENTES	200 TONELADAS
TRIPODE QUEMADOR	600 TONELADAS

PLATAFORMAS DE ENLACE

LAS PLATAFORMAS DE ENLACE, ESTAN FABRICADAS DE ESTRUCTURAS META-

LICAS DE 8 COLUMNAS Y ESTAN DISEÑADAS PARA RECIBIR EL CRUDO PROVENIENTE DE LAS PLATAFORMAS DE PERFORACION.

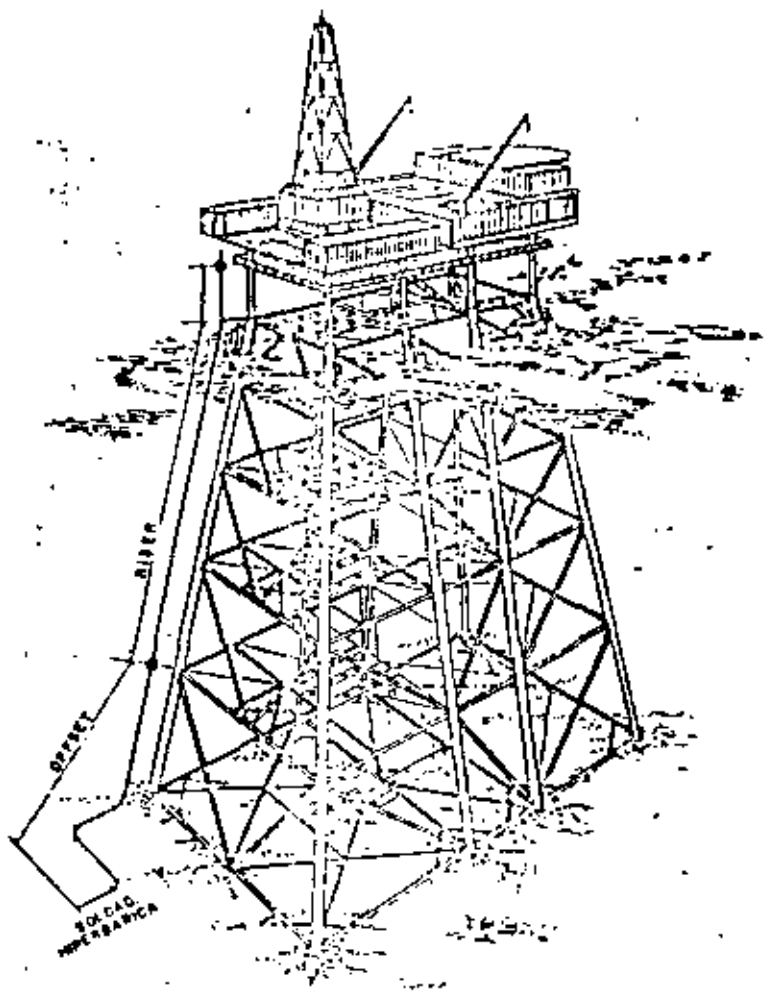
LA CUBIERTA CONSTA UNICAMENTE DE UN NIVEL QUE ES EN DONDE SE INSTALAN TODOS LOS EQUIPOS ELECTROMECANICOS Y ESTA FABRICADA DE VIGUETAS TIPO I ARMADAS SOBRE MARCOS ESTRUCTURALES HECHOS DE PLACA DE ACERO, MISMOS QUE SON APOYADOS EN LAS COLUMNAS.

ESTAS PLATAFORMAS NO TIENEN ACCESO AEREO Y SU COMUNICACION ES EXCLUSIVAMENTE A TRAVES DE LOS PUENTES EN DONDE SON ALOJADAS LAS TUBERIAS QUE TRANSMITEN EL CRUDO.

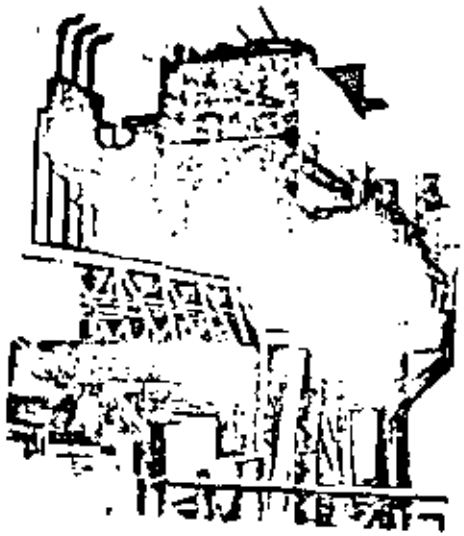
LA FUNCION PRINCIPAL DE ESTA PLATAFORMA ES RECIBIR EL CRUDO YA SEPARADO DEL GAS Y REBOMBEARLO PARA QUE A TRAVES DE LINEA DE DESCARGA SEA ENVIADA LA PRODUCCION A TIERRA.

PARA PROPOSITOS ESTRUCTURALES SE ESTAN CONSIDERANDO LOS SIGUIENTES PESOS PARA LAS PLATAFORMAS DE ENLACE:

SUPER-ESTRUCTURA	300 TONELADAS
SUB-ESTRUCTURA	750 TONELADAS
PILOTES	1.150 TONELADAS



PLATAFORMA DE PERFORACION



PLATAFORMA DE PRODUCCION TEMPORAL

9. OLEODUCTOS. OLEOGASODUCTOS TENDIDO Y ENTERRADO DE LINEAS INSTALACION DE RAISERS: SOLDADURA HIPERBARICA.

TENDIDO DE TUBERIAS SUBMARINAS.

LOS METODOS PARA TENDIDO PUEDEN CLASIFICARSE DE LA SIGUIENTE MANERA:

A.- REMOLQUE POR EL FONDO O TIRON
B.- FLOTACION
C.- CARRETE O METODO DE BOBINA
D.- BARCAZA DE TENDIDO

A.- REMOLQUE EN EL FONDO.- CUANDO SE UTILIZA EL METODO DE TIRON, LA TUBERIA SE FABRICA EN TIERRA, EN UNA O VARIAS SECCIONES SEGUN EL CASO. EN SEGUIDA SE BOTA AL AGUA MEDIANTE RODILLOS DE LANZAMIENTO Y SE ESTIRA POR EL FONDO HASTA SU POSICION FINAL YA SEA POR MEDIO DE UN MALACATE FIJO SOBRE UNA BARCAZA O BIEN JALANDOLA CON UN REMOLCADOR ADECUADO.

EL SISTEMA DE BOTADO CUENTA CON UNA ZONA EN PENDIENTE Y RODILLOS SOBRE LOS CUALES LA TUBERIA SE COLOCA MONTANDOLA POR MEDIO DE TRACTORES CON PLUMA LATERAL EQUIDISTANTES SEGUN EL CASO. CON FRECUENCIA LA TUBERIA DEBE SER FRACCIONADA DEBIDO A LO REDUCIDO DEL AREA DE BOTADURA. CUANDO ESTE SEA EL CASO, EL TIRON DEBE SER INTERRUMPIDO POR EL CAMBIO DE AMARRE Y LA SOLDADURA DE UN TRAMO CON OTRO.

LA LONGITUD DEL TIRON QUEDA LIMITADA POR LA CAPACIDAD

DEL MALACATE. LA TENSION PERMISIBLE DEL TUBO Y EL PESO DE LA TUBERIA. EL PESO DE LA TUBERIA EN EL AGUA PUEDE REDUCIRSE COLOCANDO FLOTADORES PERO UNA BOYANCIA LIGERAMENTE NEGATIVA EXPONE A LA LINEA AL MOVIMIENTO DE CORRIENTES Y OLEAJES.

ESTE METODO ES UTILIZADO PRINCIPALMENTE EN CRUCES DE AGUA LIMITADOS (RIOS). Y TUBERIAS RELATIVAMENTE CORTAS DESDE LA LINEA MEDIA DE MAREAS EN LA COSTA HASTA LAS INSTALACIONES (DESCARGADEROS)

B.- FLOTACION.- PARA TENDER UNA TUBERIA POR EL METODO DE FLOTACION DEBE PRIMERO SOLDARSE LOS TUBOS PARA FORMAR TRAMOS DE CIERTA LONGITUD DE TIERRA. LOS FLOTADORES SE COLOCAN PARA PROPORCIONAR BOYANCIA Y SECCION POR SECCION SE LLEVAN LOS TRAMOS A SU POSICION. UNA BARCAZA SUJETA UN EXTREMO DEL TRAMO TENDIDO HASTA QUE LA SIGUIENTE SECCION LLEGA Y SE UNE. LOS FLOTADORES SON LIBERADOS SISTEMATICAMENTE PARA BAJAR LA TUBERIA HASTA EL FONDO. ESTE PROCEDIMIENTO SE REPITE HASTA QUE LA LINEA QUEDA COMPLETA.

UNA VENTAJA DEL METODO DE FLOTACION ES QUE ESTE SUPERA LAS LIMITACIONES EN LONGITUD INHERENTE AL METODO DE TIRON POR EL FONDO. POR OTRO LADO. ES ALTAMENTE VULNERABLE EN MAREAS MODERADAS. LA MAYOR APLICACION PARA EL METODO DE FLOTACION ES EN LAGUNAS. PANTANOS Y EN GENERAL EN AGUAS PROTEGIDAS.

C.- CARRETE O METODO DE BOBINA.- SI LA TUBERIA NO ES DE GRAN DIAMETRO Y SU LONGITUD ES RELATIVAMENTE CORTA. ESTA PUEDE SER TENDIDA POR EL METODO DE BOBINA. EL PROCEDIMIENTO CONSISTE EN FABRICAR LA TUBERIA EN FORMA CONTINUA Y DE BOBINA DENTRO DE UN CARRETE DE GRAN DIAMETRO. LA LINEA ES TENDIDA SIMPLEMENTE DESEMBOBINANDOLA. MEDIANTE EL MOVIMIENTO DE LA BARCAZA O CUALQUIER OTRA EMBARCACION. MAS O MENOS EN LA MISMA FORMA QUE UN CABLE.

DEBE APLICARSE TENSION PARA LIMITAR LA CATENARIA EN LA TUBERIA DURANTE SU TENDIDO. ESPECIALMENTE EN AGUAS PROFUNDAS.

UNA TUBERIA TENDIDA POR ESTE METODO PUEDE SER PROBADA E INSTALADA A MAYOR VELOCIDAD.

D.- BARCAZA DEL TENDIDO.- LA BARCAZA DE TENDIDO ES UTILIZADA CUANDO LA TUBERIA ESTA CONSTITUIDA POR TUBO DE GRAN DIAMETRO. DE CONSIDERABLE LONGITUD Y DEBE TENDERSE EN MAR ABIERTO.

LA TUBERIA SE TRANSPORTA DE LOS MUELLES A LA BARCAZA UTILIZANDO BARCOS ABASTECEDEROS O CHALANES DE CARGA. AL LLEGAR A LA BARCAZA SE ACODERA A UNA BANDA Y UTILIZANDO LA GRUA MOVIL DE 150 TONELADAS SE PROCEDE A DESCARGAR LA TUBERIA DEL ABASTECEDOR Y ESTIBARLA SOBRE LA CAMA ALIMENTADORA. EN EL AREA DE ESTIBA SE REVISAN TODOS LOS BISELES DEL TUBO PARA VER SI NO EXISTEN LAMINACIONES Y EN ALGUNOS CASOS EN QUE APAREZCAN GOLPES O ABOLLADURAS SE REBISELARA DE NUEVO.

LAS JUNTAS DEL TUBO DEBEN SOLDARSE SOBRE LA BARCAZA, LA CUAL ESTA EQUIPADA CON CINCO ESTACIONES DE SOLDADURA, DISPUESTAS PARA MANEJAR LA TUBERIA. CUALQUIERA QUE SEA LA FORMA DE UNION EN EL INTERIOR DE LA BARCAZA SE DISPONE COMO PROMEDIO DE 25 MAQUINAS DE SOLDAR CON EXTENSIONES DE CABLES A CADA UNA DE LAS DIVERSAS ESTACIONES INSTALADAS SOBRE LA CUBIERTA.

EL PROCEDIMIENTO PARA SOLDAR ES EL SIGUIENTE:

CADA TUBO SE ALINEA CON EL YA INSTALADO POR MEDIO DE UN ALINEADOR INTERIOR CON UNA POTENCIA TAL QUE EN CASO DE ESTAR OVALADA LA TUBERIA SE REGRESA A SU FORMA CIRCULAR.

LAS VARILLAS PARA SOLDAR SERAN DEL TIPO Y CLASE ADECUADA PARA EL TRABAJO, DE ACUERDO CON LA ULTIMA EDICION DE LAS NORMAS DE LA "AMERICAN WELDING SOCIETY" Y LA "AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS".

LA CALIDAD DE LA SOLDADURA ES VERIFICADA POR MEDIO DE UNA UNIDAD DE RAYOS "X" LA CUAL ESTA UBICADA EN LA BARCAZA ENTRE LAS ESTACIONES 4 Y 5. EN CASO DE EXISTIR FALLAS QUE REQUIERAN SER REPARADAS SE HARAN EN LA ESTACION DE SOLDADURA UBICADA AL FINAL DE LA RAMPA DE LANZAMIENTO.

TERMINADA LA SOLDADURA Y CON EL VISTO BUENO DE LA UNIDAD DE RADIOGRAFIAS SE PROCEDE A PROTEGER CONTRA LA CORROSION LA JUNTA.

EN SEGUIDA DENTRO DEL AGUA DESLIZANDOSE SOBRE EL PONTON SE PERMITE QUE LA LINEA ALCANCE EL FONDO DEL OCEANO SIN NINGUN ESFUERZO PERJUDICIAL A LA MISMA.

EL PONTON ES UNA RAMPA ARTICULADA A LA BARCAZA LA CUAL SE PROLONGA MEDIANTE UN ANGULO CONTROLANDO DESDE ESTA CASI HASTA EL FONDO DEL MAR. ESTO LIMITA LA CATENARIA DE LA TUBERIA.

LA BARCAZA DE TENDIDO ES FIJADA, MEDIANTE VARIAS LINEAS DE ANCLAS A MEDIDA QUE LA BARCAZA AVANZA, LOS REMOLCADORES MUEVEN PERIODICAMENTE LAS ANCLAS HACIA DELANTE UNA A UNA. LA SECUENCIA DE ESTOS MOVIMIENTOS ESTA LIMITADA POR LA VELOCIDAD DE AVANCE EN LA SOLDADURA YA QUE DESPUES DE HABER TERMINADO EL FONDEO Y VERIFICAR CON LA ESTACION DE PARCHEO O PROTECCION ANTICORROSIVA SE COBRA CABLE EN LAS ANCLAS DE PROA HASTA DESPLAZAR LA BARCAZA UNA DISTANCIA IGUAL AL TRAMO DE TUBO QUE SE VA A SOLDAR Y ASI SUCESIVAMENTE HASTA COMPLETAR EL TENDIDO DE LA TUBERIA.

ESFUERZOS EN LA TUBERIA

EL TENDIDO DE TUBERIAS SUBMARINAS DE CUALQUIER DIAMETRO EN AGUAS CON PROFUNDIDAD HASTA DE 30 M. (100') PUEDE CONSIDERARSE COMO RUTINA. EN AGUAS PROFUNDAS SE PRESENTAN NUEVOS PROBLEMAS A MEDIDA QUE LA PROFUNDIDAD AUMENTA. EL PESO PROPIO DE LA TUBERIA PRODUCE ESFUERZOS DE FLEXION QUE PUEDE DEFORMARLA O FALLAR SIN LA APLICACION DE NINGUNA CARGA EXTERNA. ADEMAS AUMENTAN LAS DIFICULTADES PARA ANCLAR Y SOSTENER LA BARCAZA DE TENDIDO. A MEDIDA QUE LA PROFUNDIDAD AUMENTA POR EL EFECTO DE CATENARIA EN LAS LINEAS DE ANCLA. UN OLEAJE MODERADO NORMALMENTE CAUSA MOVIMIENTOS SIGNIFICANTES A LA BARCAZA EN AGUAS PROFUNDAS.

OTRO FACTOR APAREJADO CON EL TENDIDO EN AGUAS PROFUNDAS -60 M. O MAS-, ES LA DIFICULTAD EN EL RENDIMIENTO DEL TRABAJO BAJO EL AGUA A TALES PROFUNDIDADES. LOS BUZOS PUEDEN PERMANECER SOLAMENTE BAJO EL AGUA, DURANTE CORTO TIEMPO, A MENOS QUE REALICEN - BUCEO DE SATURACION. EL BUCEO DE SATURACION REQUIERE CONSIDERABLE EQUIPO EXTRA Y TIEMPO QUE EL BUZO PASA EN LA CAMARA DE DESCOMPRESION. LA DESCOMPRESION DENTRO DE LA CAMARA PUEDE TOMAR VARIOS DIAS SI LOS BUZOS HAN TRABAJADO EN PROFUNDIDADES DE AGUA MAYORES - DE 90 M - 295' -

NORMALMENTE LA FUERZA DEL OLEAJE QUE ACTUA SOBRE LA TUBERIA Y EL AGUIJON ES MUCHO MAYOR CERCA DE LA SUPERFICIE DEL AGUA QUE EN LA PROFUNDIDAD. ESTO ES UNA VERDAD EN PARTICULAR SI EL OLEAJE SE PRESENTA EN CORTOS PERIODOS.

LA OLA DE LONGITUD CORTA EN PERIODO DE OLEAJE CORTO, LIMITA SU EFECTO SOBRE EL SISTEMA DE BARCAZA Y TUBERIA. EL EFECTO INTEGRADO DE ESTE OLEAJE DE CORTO PERIODO, ACTUANDO A TODA LA LONGITUD DE LA BARCAZA, - PUEDE SER MUY PROXIMO O IGUAL A CERO.

POR OTRO LADO, LAS CORRIENTES PUEDEN SER TAN SIGNIFICANTES A GRANDES PROFUNDIDADES COMO LO PUEDEN SER EN LA SUPERFICIE, EXCEPTO EN CONDICIONES DE TORMENTA. - NO DEJA DE SER SORPRENDENTE QUE LAS CORRIENTES PUEDAN SER EN LO PROFUNDO COMO LO PUEDEN SER EN LA SUPERFICIE, PORQUE LAS CORRIENTES NORMALMENTE CONDUCIDAS POR

EL VIENTO SE CONSIDERAN COMO CORRIENTES CONTROLADAS DENTRO DEL OCEANO, EXCEPTO BAJO CONDICIONES DE TORMENTA.

DURANTE CORTOS PERIODOS, EL OLEAJE CON BAJA AMPLITUD TIENE UN PEQUEÑO EFECTO SOBRE LAS OPERACIONES DE TENDIDO.

EN PERIODOS LARGOS, EL OLEAJE DE CIERTA AMPLITUD PUEDE JUGAR UN PAPEL MAS IMPORTANTE EN LA REDUCCION DE TALES OPERACIONES. LOS LARGOS PERIODOS DE OLEAJE SON CON FRECUENCIA LOS PRECURSORES DE TORMENTAS.

PUESTO QUE EL PERIODO DE ACCION DEL OLEAJE SOBRE LA TUBERIA RESULTA CRITICO, ES CONVENIENTE COLOCAR INSTRUMENTACION A BORDO PARA DETERMINAR PERIODOS Y AMPLITUD SOBRE LA BARCAZA EN MOVIMIENTO. CON ESTE EQUIPO, EL DESARROLLO DE CONDICIONES PELIGROSAS PARA LA OPERACION DE TENDIDO PUEDEN SER ANTICIPADAS, ANTES DE QUE SE PRESENTE UN PROBLEMA SERIO.

CUANDO SE ALCANZA UNA PROFUNDIDAD EN EL AGUA DE 10 M. -30'- SE CONECTA A LA BARCAZA UN PONTON RECTO CONVENCIONAL PARA CONTINUAR LA OPERACION DE TENDIDO DE TUBERIA. CON EL PONTON SOPORTANDO EL TUBO A MEDIDA QUE - AVANZABA EL EXTREMO TEPOPA SOBRE EL FONDO DEL MAR. EN AGUAS PROFUNDAS, LA PENDIENTE DEL FONDO AUMENTA EN -- FORMA SIGNIFICANTE, RESULTANDO TAMBIEN UN AUMENTO EN LAS DIFICULTADES EN LA OPERACION DE TENDIDO. EL AUMENTO EN LA COMPLEJIDAD PARA LAS OPERACIONES DE TENDIDO SE REFLEJA EN LA REDUCCION DEL NUMERO DE METROS TENDIDOS DIARIAMENTE.

A MEDIDA QUE LA PROFUNDIDAD DEL AGUA AUMENTA, DEBE --

APLICARSE TENSION SOBRE LA TUBERIA PARA PREVENIR UN EXCESO EN LOS ESFUERZOS FLEXIONANTES RESULTANTES AL DISMINUIR EL RADIO DE CURVATURA DEL TUBO AL LLEGAR A UNA MAYOR PROFUNDIDAD.

HAY TRES TIPOS DE DAÑO A LA CONSTRUCCION CONTRA LOS CUALES HAY QUE PROTEGERSE

- PANDEO O DEBILITAMIENTO DEL TUBO TRANSPORTADOR
- DESCASCARAMIENTO DEL REVESTIMIENTO DE CONCRETO - DEBIDO AL EXCESIVO DOBLEZ
- AGRETAMIENTO EXCESIVO DEL REVESTIMIENTO DE CONCRETO.

EN TODOS LOS CASOS VERIFICADOS. LA TERCERA CONDICION ES LA QUE OCURRE PRIMERO. POR LO TANTO. SI EL PROCEDIMIENTO TENDIDO ES SATISFACTORIO Y SE PREVIENE EL - EXCESIVO AGRIETAMIENTO. LOS OTROS TIPOS DE DAÑO QUEDAN ELIMINADOS.

LA TUBERIA DEBE SER SIEMPRE INSTALADA. DE FORMA TAL QUE LOS ESFUERZOS QUEDEN DENTRO DEL LIMITE CUANDO ESTA QUEDE EN SU LUGAR. ES DE IMPORTANCIA PARA LA ESTABILIDAD DE LA TUBERIA QUE EL REVESTIMIENTO DE LASTRE PERMANEZCA INTACTO Y ASI LA LINEA MANTENDRA SU ALINEAMIENTO Y PROFUNDIDAD.

UN CONCEPTO GENERALMENTE ACEPTADO ES QUE AL FLEXIONARSE EL CONCRETO ESTE SE AGRIETA DEBIDO A LA TENSION. - LOS INSPECTORES DEBE REVISAR OCULARMENTE PARA DETERMINAR CUANDO EL AGRIETAMIENTO ES EXCESIVO.

PONTON

EL PONTON. AGUIJON O STIN GER. LO PODEMOS DEFINIR COMO UN PUENTE QUE PROVEE APOYO A LA TUBERIA DURANTE SU RECORRIDO DESDE EL MOMENTO QUE ESTA ABANDONA LA BARCAZA. HASTA QUE REPOSA EN EL FONDO.

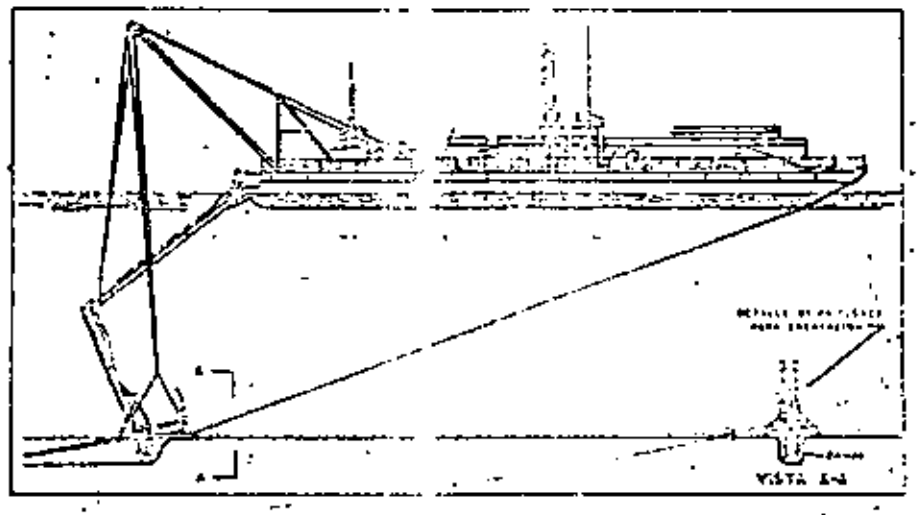
ENTERRADO DE TUBERIAS.

EL DESARROLLO DE LAS TECNICAS PARA ENTERRAR LA TUBERIA DESPUES DE QUE ESTA HA SIDO TENDIDA. REPRESENTA UN LENTO Y COSTOSO TRABAJO. LA TUBERIA DEBE ENTERRARSE PARA ASEGURAR UNA MAYOR PROTECCION CONTRA EL PELIGRO DE HURACANES. BARCOS. REMOLCADORES Y BARCAZAS Y - EN GENERAL PARA PROTEGERLA CONTRA CUALQUIER FENOMENO QUE SUCEDA EN EL FONDO EL MAR. LA VULNERABILIDAD A ESTOS PELIGROS AUMENTA PARA LAS GRANDES DIAMETROS.

LOS METODOS ACTUALES PARA ENTERRAR TUBERIAS EN EL MAR EMPLEAN DRAGAS DE CHORRO Y DE CHORRO Y SUCCION. PARA CORTAR UNA TRINCHERA DEBAJO DE LA TUBERIA. DESPUES DE QUE ESTA HA SIDO TENDIDA. LAS TUBERIAS DE GRAN DIAMETRO REQUIEREN DE UN GRAN VOLUMEN DE DRAGADO PARA LA EXCAVACION DE LAS TRINCHERAS.

ACTUALMENTE EL ENTERRADO DE LINEAS SUBMARINAS TIENE UN PROMEDIO DE COLCHON SOBRE LA PARTE SUPERIOR DEL TUBO DE 60 A 90 CMS: Y ESTOS EQUIPOS PUEDEN OPERAR HASTA EN PROFUNDIDADES DE 60 M: ESTAS CAPACIDADES PUEDEN EXTENDERSE CON PEQUEÑAS MODIFICACIONES. VER FIG. DONDE SE DETALLA EN FORMA ESQUEMATICA UN TIPO DE BARCAZA PARA - ENTERRAR TUBERIAS.

ESTA BARCAZA COMBINA EL EFECTO DE CORTE DE CHORRO DE AGUA CON ALTA PRESION Y UNA BOMBA DE SUCCION PARA EL DRAGADO. ESTE DISPOSITIVO CORTA LA ZANJA Y LA LIMPIA SACANDO DE DEBAJO DE LA TUBERIA EL LODO; LA UNIDAD - CHORRO-SUCCION, ES OPERADA MEDIANTE UN PATIN MONTADO SOBRE LA TUBERIA Y REMOLCADO MEDIANTE UN CABLE QUE - CORRE BAJO LA PROA DE LA BARCAZA DE DRAGADO SE MUEVE SOBRE LAS LINEAS DE ANCLAS. RODILLOS CON LLANTA DE - HULE SOBRE Y A LOS LADOS DE LA TUBERIA, PERMITEN EL-DESPLAZAMIENTO DE LA UNIDAD CHORRO-SUCCION. ESTOS RODILLOS DE HULE EVITAN CUALQUIER DAÑO AL REVESTIMIENTO. LAS BOMBAS DE CHORROS DEBEN DESARROLLAR 300#. SE HA ENCONTRADO QUE ESTA PRESION NO PERMITE CORTAR ZANJAS LO SUFICIENTEMENTE RAPIDO EN EL FONDO DE ALGUNOS OCEANOS. EN LOS ULTIMOS TRABAJOS DE DRAGADO PARA ENTERRAR TUBERIA, SE HA INCREMENTADO LA PRESION DEL CHORRO A 1000#Y SE HA REQUERIDO UNA ENERGIA EN EL BOMBEO DE 5400 H.P. ESTE NUEVO EQUIPO DE DRAGA PARA ENTERRAR TUBERIA PUEDE CORTAR ZANJAS HASTA DE 1.20 X - 1.80 M. (4' X 6') DE PROFUNDIDAD A UNA VELOCIDAD DE - 300 METROS POR HORA EN FONDOS CON LODO MUY BLANDO Y ARENAS SUELTAS. EN MATERIALES DUROS, LA VELOCIDAD DE CORTE SE REDUCE HASTA 30 METROS POR HORA. CABE ACLARAR QUE ESTAS UNIDADES NO ESTAN DISEÑADAS PARA TRABAJAR EN SUELOS CON FORMACIONES DE GRAVA NI PEQUEÑOS CANTOS RODADOS DE ARCILLA.



DETALLE TIPICO DE BARCAZA CON EQUIPO PARA EXCAVACION EN EL FONDO DEL MAR

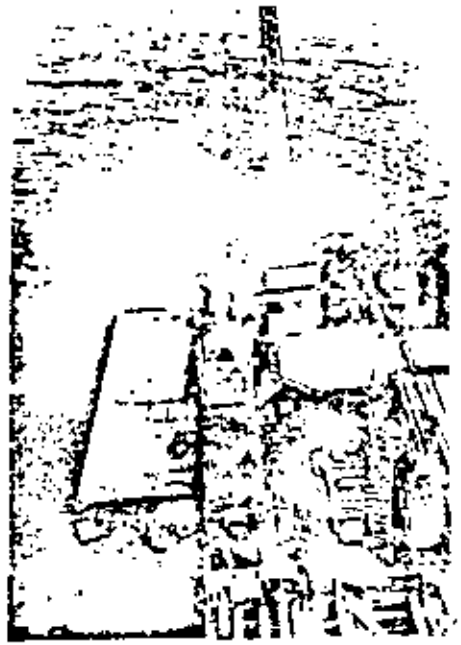
ACTIVIDADES A DESARROLLAR PARA EL TENDIDO DE
LINEA REGULAR MARINA

SI EL TENDIDO SE REALIZA DE PLATAFORMA A PLATAFORMA:

1. COLOCACION DE SISTEMA DE POLEAS EN PLATAFORMA Y CONEXION DE ESTROBO A TAPON DE LANZAMIENTO DE LA TUBERIA.
2. INICIO LANZADO DE TUBERIA HASTA EL OFFSET
3. TENDIDO DE LINEA (ALINEAMIENTO, SOLDADURA Y RADIOGRAFIA)
4. FONDEO FINAL DE LA LINEA EN EL LECHO MARINO.
5. ALINEAMIENTO CORRECTO DE LA L. REG. CON RESPECTO AL OFFSET

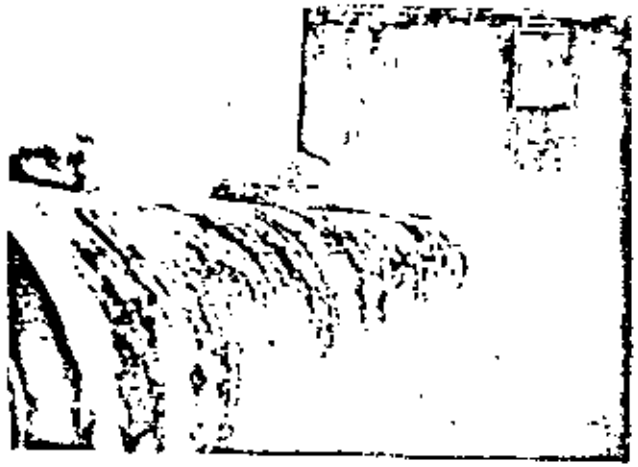
SI EL TENDIDO SE REALIZA SIN PLATAFORMA:

1. FONDEO DE ANCLA PARA INICIAR TENDIDO DE TUBERIA.
2. TENDIDO DE LINEA (ALINEAMIENTO, SOLDADURA Y RADIOGRAFIA)
3. FONDEO FINAL DE LA LINEA EN EL LECHO MARINO
4. ALINEAMIENTO CORRECTO DE LA L. REG. CON RESPECTO AL OFFSET



ACODERAMIENTO DEL CHALAN A LA BARCAZA DE TENDIDO.

65

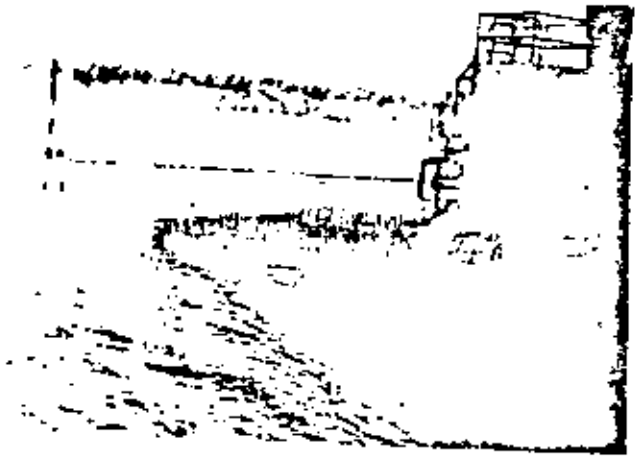


SOLDADURA A BORDO DE LA BARCAZA DE LANZAMIENTO

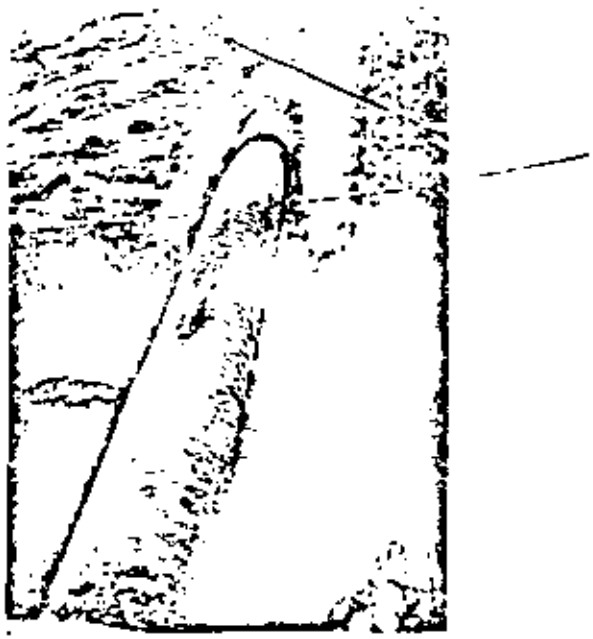
66

SOLDADURA A BORDO DE LA BARCAZA DE LANZAMIENTO

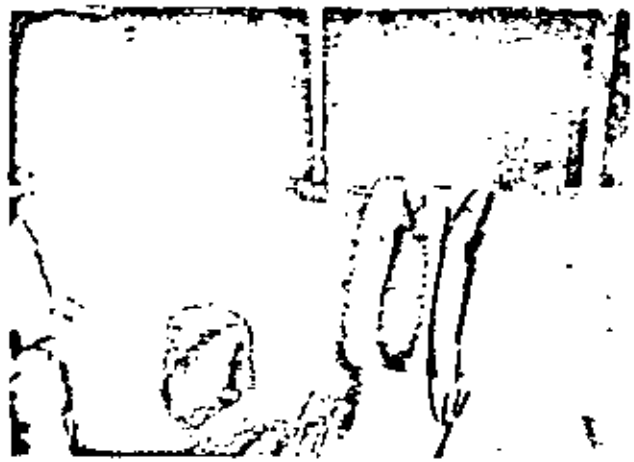
67



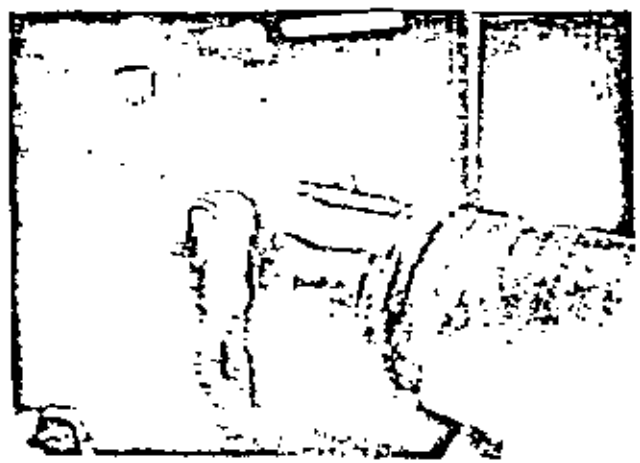
TENDIDO DE TUBERIA



68



PROTECCION MECANICAS
DE LAS JUNTAS SOLDADAS



INSTALACION DE TUBO ASCENDENTE (RISER)

LA INSTALACION DE ASCENDENTES EN LAS PLATAFORMAS DE PRODUCCION, NO PRESENTA NINGUN PROBLEMA IRRESOLUBLE EN AGUAS CUYA PROFUNDIDAD, SEA TAL QUE LAS TECNICAS DE TENDIDO PUEDAN SER APLICABLES, PERO SE REQUERIRA UNA GRUA CON CAPACIDAD CONSIDERABLE, MONTADA SOBRE LA BARCAZA DE TENDIDO O UNA BARCAZA GRUA AUXILIAR,- MAS EL EMPLEO DE BUZOS PARA HACER LAS NECESARIAS MEDICIONES, CORTES Y ASEGURAR EL CORRECTO AJUSTE DE - LAS ABRAZADERAS DEL TUBO ASCENDENTE.

PARA CASOS DONDE SE REQUIERA LA INSTALACION DE UN - ASCENDENTE Y TENDER TUBERIA QUE SE ALEJE DE LA PLATAFORMA, HACE NECESARIO EL PREFABRICAR EL TUBO ASCENDENTE Y MANTENERLO VERTICALMENTE, CON EL AUXILIO DE UNA BARCAZA-GRUA, MIENTRAS SE SUELDA AL EXTREMO DE - LA LINEA, LA CUAL ES MANTENIDA BAJO LA SUPERFICIE - MEDIANTE LA BARCAZA DE TENDIDO Y SU PONTON. LUEGO SE BAJAN LENTAMENTE Y EN FORMA SIMULTANEA LA LINEA Y EL TUBO ASCENDENTE A MEDIDA QUE LA BARCAZA SE ALEJA, ESTO, NATURALMENTE REQUIERE DE UN CONTROL MUY PRECISO DE LOS PONTONES, LO CUAL ES REALIZADO POR LOS BUZOS, ASI COMO UNA CONTINUA COORDINACION HASTA QUE EL ASCENDENTE ESTA EN EL FONDO Y LAS ABRAZADERAS SEAN ASEGURADAS.

EN OTROS CASOS, ES NECESARIO QUE EL TUBO ASCENDENTE - LLEGUE JUNTO A LA PLATAFORMA. EN ESTE CASO, SE REQUIERE GENERALMENTE QUE LA BARCAZA DE TENDIDO, TIENDA SU - LINEA LO MAS CERCA POSIBLE A LAS PATAS DE LA PLATAFORMA. PARA QUE ESTA DESCANSE A UN COSTADO Y SOBRE EL - FONDO, MEDIANTE SUS DESCANTES DE DESCENSO Y PONTON SE HARA UNA MEDICION PRECISA DE LA DISTANCIA ENTRE EL EXTREMO DE LA TUBERIA Y UNA DE LAS PATAS DE LA - PLATAFORMA. LA SECCION HORIZONTAL DEL TUBO ASCENDENTE, ES POSTERIORMENTE CORTADA SUBIENDO LA TUBERIA - HASTA LA SUPERFICIE DONDE EL ASCENDENTE ES SOLDADO A LA LINEA Y LUEGO BAJADO NUEVAMENTE AL FONDO, CON LA AYUDA DE LA GRUA DE LA BARCAZA O DE LA BARCAZA-GRUA AUXILIAR, SOSTENIENDO EL TUBO ASCENDENTE EN POSICION VERTICAL, A MEDIDA QUE LA LINEA ES BAJADA HASTA DEJARLA SEGURA SOBRE EL FONDO Y PUESTAS LAS ABRAZADERAS. AMBOS METODOS, REQUIEREN UN CONTROL MUY EXACTO DE LA LONGITUD DEL TUBO ASCENDENTE Y LA COORDINACION DE LOS DIFERENTES EQUIPOS. ADEMAS DE SEÑALAR QUE ESTO NO ES - POSIBLE EN AGUAS CON PROFUNDIDAD A LA CUAL LOS BUZOS QUE UTILIZAN EL EQUIPO DE AIRE CONVENCIONAL NO PUEDE FUNCIONAR.

NUEVO METODO.- HAY UN METODO RADICALMENTE DISTINTO PARA LA INSTALACION DE TUBO ASCENDENTE EN AGUAS PROFUNDAS, QUE ELIMINA LAS DESVENTAJAS ANTERIORES. ESTE METODO CONSISTE EN PASAR LA TUBERIA A TRAVES DE UN TUBO PREFORMADO EN (J) , TUBO CONDUCTOR QUE ES CONSTRUIDO DENTRO DE LA ESTRUCTURA DE LA PLATAFORMA.

CUANDO SE INSTALA EL ASCENDENTE AL EXTREMO DE LA LINEA SUFICIENTE TUBERIA EXTRA DEBE TENDERSE, PASANDO LA PLATAFORMA PARA PERMITIR EL TIRON DENTRO DEL TUBO J. - -

APROXIMADAMENTE 90 M. (300'). DESPUES DE QUE LA SOLDADURA HA SIDO TERMINADA, TODA LA TUBERIA ES BAJADA AL FONDO DEL OCEANO. DESPUES UN CABLE ES UNIDO AL EXTREMO DEL TUBO Y PASADO A TRAVEZ DEL TUBO J. MEDIANTE REMOLCADORES SE HACE EL TIRON DEL TUBO QUE ADOPTA UNA FORMA DE (S) EN EL FONDO. EN EL PROCESO, EL EXTREMO DEL TUBO ES INTRODUCIDO UN CORTO TRAMO DENTRO DEL TUBO J.

FINALMENTE LA LINEA ES TIRADA A TRAVEZ DEL TUBO J. MEDIANTE EL CABLE ATADO AL EXTREMO DE LA LINEA Y UNIDO A UN MALACATE SOBRE LA PLATAFORMA. EL MALACATE DE LA BARCAZA ASISTE PARA MOVER EL TUBO SEGUN SE REQUIERA. ADEMAS DE SOPORTAR EL PESO DEL TUBO Y ASI REDUCIR LA FRICCION SOBRE EL FONDO DEL OCEANO.

ASCENDENTES CONVENCIONALES:

EL ASCENDENTE CONVENCIONAL CONSISTE EN UN TUBO EN FORMA DE "L" SOLDADO A LA SECCION TENDIDA SOBRE EL FONDO EJECUTANDOSE EL ENSAMBLE, A UN LADO DE LA PLATAFORMA MEDIANTE UNA BARCAZA CON GRUA.

LA GRUA SE OPERA COORDINADAMENTE CON LA BARCAZA DE TENDIDO Y EL AGUIJON PARA BAJAR LA LINEA Y LA SECCION "L" EN FORMA PROGRESIVA HACIA EL FONDO, A MEDIDA QUE NUEVOS TRAMOS SE SUELDAN A LA PARTE VERTICAL DEL ASCENDENTE.

A CONTINUACION EL ASCENDENTE ES SUJETADO A UNA PATA DE LA PLATAFORMA MEDIANTE ABRAZADERAS COLOCADAS POR BUZOS. UNA MODIFICACION RELATIVAMENTE RECIENTE A ESTE METODO, CONSISTE EN UNA VIA O RIEL H A LO LARGO DE UNA DE LAS -

PATAS DE LA PLATAFORMA, POR DONDE LA PIEZA "L" PUEDE SER GUIADA. SIN EMBARGO, AUN CON LA VIA GUIA, EL TALUD O PENDIENTE CON QUE USUALMENTE SE CONSTRUYEN LAS PATAS DE LAS PLATAFORMAS, CAUSAN CONSIDERABLE - DIFICULTAD AL ENVIAR EL ASCENDENTE (RISER) HASTA EL FONDO Y QUE ADOPTE LA FORMA CONVENIENTE PARA PERMITIR LA COLOCACION DE ABRAZADERAS EN LOS PUNTOS DETERMINADOS PREVIAMENTE.

NO OBSTANTE LAS TECNICAS DE MANEJO Y EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE MANIOBRAS, PARA QUE ESTA OPERACION SEA RAZONABLEMENTE ECONOMICA, SE REQUIERE QUE LA PROFUNDIDAD DEL AGUA SEA MAYOR DE 30 M. (100') Y DURANTE - LOS PERIODOS DE MAR CALMADO. EL PROBLEMA DEL MANEJO Y EL COSTO DE LA ASISTENCIA DE BUZOS, AUMENTAN RAPIDAMENTE CON LA PROFUNDIDAD DEL AGUA.

SOLDADURA HIPERBARICA

EL SISTEMA CONSISTE FUNDAMENTALMENTE DE UNA "CAJA" INVERTIDA LA CUAL ESTA EQUIPADA CON LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA DESPLAZAR EL AGUA A TRAVES DE GASES A ALTA PRESION. ASIMISMO, LA "CAJA" CONTIENE LAS FACILIDADES REQUERIDAS PARA PERMITIR EL ACCESO AL PERSONAL DE BUCEO EN EL FONDO MARINO UNA VEZ QUE EL AGUA HA SIDO DESPLAZADA.

BUZOS ENTRENADOS EN EL ARTE DE LA SOLDADURA HIPERBARICA Y LOS TRABAJOS RELACIONADOS TRABAJAN EN ESTE MEDIO EN CONDICIONES - SIMILARES A AQUELLAS ENCONTRADAS EN LA SUPERFICIE.

LAS TUBERIAS A CONECTAR SE ALINEAN APROXIMADAMENTE UTILIZANDO ARMAZONES HIDRAULICOS ESPECIALMENTE DISEÑADOS PARA ESTE OBJETO ANTES DE INSTALAR EL SISTEMA PARA SOLDADURA HIPERBARICA SOBRE LA TUBERIA.

ABRAZADERAS HIDRAULICAS QUE FORMAN PARTE DEL SISTEMA SE MOVILIZAN EN POSICION SOBRE LA TUBERIA. AL MISMO TIEMPO QUE LA ELEVACION DEL SISTEMA SE AJUSTA A TRAVES DE PATAS HIDRAULICAS PARA ESTE EFECTO., UNA VEZ QUE LO ANTERIOR SE HA LLEVADO A CABO, SE PUEDE PROCEDER CON LAS PREPARACIONES REQUERIDAS PRELIMINARES A LA EVACUACION O DESPLAZAMIENTO DEL AGUA DE MAR CONTENIDA DENTRO DEL SISTEMA.

ARMAZONES HIDRAULICOS PARA EL MANEJO DE TUBERIAS SOBRE EL FONDO MARINO

EL ARMAZON CONSISTE DE UNA ESTRUCTURA PRINCIPAL DE TRES PATAS LA CUAL CONTIENE UN RIEL SOBRE EL CUAL SE TRASLADA UN TREN -- EQUIPADO PARA EL MANEJO DE TUBERIA DE HASTA 42" CON CUBIERTA DE LASTRE. EL CONTROL DEL ARMAZON Y SUS FUNCIONES EN EL MANEJO DE TUBERIAS SE LOGRA A TRAVES DE ARIETES HIDRAULICOS.

GENERALMENTE SE REQUIERE DE DOS ARMAZONES PARA EFECTUAR TRABAJOS DE INSTALACION Y REPARACION DE TUBERIAS. UNA A CADA LADO DEL SISTEMA DE SOLDADURA. ESTAS SON CONTROLADAS TANTO CON BUZOS EN AGUA O DESDE EL INTERIOR DEL SISTEMA POR EL PERSONAL - AHI UBICADO.

EL SISTEMA LIGERO HA SIDO DISEÑADO PARA TRABAJAR EN ACUERDO - CON EL ESPACIO Y CAPACIDAD DE GRUA DISPONIBLE A BORDO DEL TIPICO BARCO AUXILIAR DE CONSTRUCCION. EL SISTEMA DE SOLDADURA HIPERBARICA COMPRENDE EL CONJUNTO HABITACIONAL PARA SOLDADURA COMPLEMENTADO POR DOS ARMAZONES HIDRAULICOS INDEPENDIENTES PARA EL MANEJO DE TUBERIAS CON CAPACIDAD PARA MANEJAR PESOS DE HASTA 42 TONELADAS.

LOS COMPONENTES DEL SISTEMA LIGERO SON COMO SIGUE:

LA ESTACION DE SOLDADURA Y BUCEO (WADS) ES EL CENTRO DE MANDO PARA EL SISTEMA DE SOLDADURA HIPERBARICA Y PROPORCIONA LOS --

SERVICIOS A TRAVES DE LOS CUALES EL SUPERVISOR DE BUCEO DIRIJE, CONTROLA Y MANEJA LA EJECUCION DE LA OPERACION.

PARA PERMITIR AL SUPERINTENDENTE DE OPERACIONES CONTROLAR EL TRABAJO A DESARROLLAR TODA LA INFORMACION RELACIONADA CON ASPECTOS AMBIENTALES, OPERACIONES DE SOLDADURA HIPERBARICA SON TRANSMITIDAS A LAS VARIAS ESTACIONES DE CONTROL A TRAVES DEL SISTEMA DE TELEMETRIA O ALTERNATIVAMENTE A TRAVES DE UN SISTEMA RIGIDO DE EMERGENCIA.

ESTA INFORMACION CONSISTE DE TEMPERATURA EN EL HABITAT, HUMEDAD, NIVEL DE RADIACION, PRESION PARCIAL DEL OXIGENO ATMOSFERICO, AMPERAJE Y VOLTAJE PARA CADA MAQUINA SOLDADORA Y LA TEMPERATURA DE LA TUBERIA. LA INFORMACION TRASMITIDA A TRAVES DEL SISTEMA DE TELEMETRIA SE EXHIBE EN UN MONITOR DE VIDEO EN LA CONSOLA DE TELEMETRIA.

ACTIVIDADES A DESARROLLAR PARA LA COLOCACION DE OFFSET Y RISER PARA UNA LINEA MARINA

76

1. POSICIONAMIENTO DEL BARCO EN SITIO
2. ACOBERAR CHALAN CON OFFSET Y RISER AL BARCO
3. ESTROBAR EL OFFSET SOBRE CHALAN
4. COLOCACION DEL OFFSET EN EL LECHO MARINO
5. ALINEAMIENTO Y CERRADO DE ABRAZADERA DEL OFFSET
6. ESTROBAR EL RISER SOBRE EL CHALAN
7. COLOCACION DEL RISER EN PATA DE PLATAFORMA
8. COLOCACION DE ANILLO Y ESPARRAGOS EN BRIDA QUE UNE AL OFFSET CON EL RISER.
9. CERRADO DE ABRAZADERAS QUE SOPORTAN EL RISER SOBRE LA PATA.
10. COLOCACION DE DEFENSA
11. RETIRADA DEL BARCO O BARCAZA

ACTIVIDADES A DESARROLLAR PARA LA SOLDADURA HIPERBARICA DE UNA LINEA MARINA

1. POSICION EN EL LUGAR DE TRABAJO
2. BAJAN BUZOS A INSPECCIONAR LA LINEA
3. ROMPER CONCRETO (LASTRADO) EN DONDE SE EFECTUARA EL CORTE.
4. CORTE IRREGULAR DE LINEA REGULAR
5. ALINEACION DE LINEA REGULAR CON OFFSET
6. DRAGADO PARA RECIBIR EL HABITAT Y SPAR
7. CONEXION UMBILICAL (VARIAS)
8. COLOCAR SPAR SOBRE LINEA REGULAR Y OFFSET
9. ALINEAR LIN. REG. CON OFFSET PARA PREPARAR EL BIS. DEL L. REG.
10. BAJADO DEL HABITAT
11. SELLAR Y EFECTUAR VACIO EN HABITAT. COLOCAR PIGS. EN TUB. L. REG.
12. BISELADO DE L. REG. Y PREPARAR CARRETE DE AJUSTE.
13. COLOCACION DE CARRETE DE AJUSTE
14. ALINEADO DE CARRETE, PRECALENTAMIENTO Y LIMPIEZA
15. 1a. SOLD. DE CARRETE DE AJUSTE
16. ALINEADO PRECALENTAMIENTO Y LIMPIEZA
17. 2a. SOLD. DE CARRETE DE AJUSTE
18. TOMA DE RADIOGRAFIAS
19. REVELADO E INTERPRETACION DE RADIOGRAFIAS
20. RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO EN SOLD. Y CARRETE DE AJUSTE
21. SEPARACION DE CONEXIONES DE HABITAT (UMBILICALES).
22. LEVANTAR EL SPAR DEL LECHO MARINO Y COLOCARLO SOBRE CUBIERTA DE BARCAZA.

ACTIVIDADES A DESARROLLAR PARA LA PRUEBA HIDROSTATICA DE UNA LINEA MARINA

1. POSICIONAMIENTO DE LA BARCAZA EN LA PLATAFORMA
2. REVISION DE TRAMPA DE DIABLOS (APRETAR BRIDAS)
3. PREPARACION Y CHEQUEO DE EQUIPO EN PLATAFORMA Y BARCAZA
4. CONEXION DE MANGUERAS EN BARCAZA
5. CORRIDA DE DIABLO PARA LIMPIAR LINEA Y LLENAR DE AGUA
6. LEVANTAR PRESION PARA EFECTUAR PRUEBA HIDROSTATICA
7. CORRIDA DE GRAFICA
8. QUITAR GRAFICA SI SE MANTUVO LA PRESION
9. SI LA PRESION NO SE MANTIENE SE VUELVE A REVISAR (No. 2)
10. SE BAJA LA PRESION
11. SE COLOCA DIABLO (POLY PIG) PARA DESALOJAR EL AGUA CON AIRE
12. SE DESCONECTAN LAS MANGUERAS
13. LEVANTAN ANCLAS DE LA BARCAZA PARA SU RETIRO

10. MONOBOYAS.

LAS MONOBOYAS TIENEN POR OBJETO AMPLIAR LA INFRAESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA DEL PETROLEO EN EL AREA DEL TRANSPORTE MARITIMO.

POR MEDIO DE ESTE SISTEMA SE REALIZAN LAS MANIOBRAS DE CARGA Y DESCARGA ALEJADAS DE LA COSTA, DE BUQUES-TANQUES. ESTE SE DEFINE COMO MONOBOYA TIPO CATENARIA.

PERMITE EL DESCONGESTIONAMIENTO DE LOS PUERTOS PETROLEROS DE EMBARQUE YA QUE PUEDE CARGAR BUQUES-TANQUES HASTA DE - 250,000 TONELADAS.

LAS MONOBOYAS SON DISEÑADAS PARA PROPORCIONAR UN AMARRE SEGURO A BUQUES-TANQUES, PUDIENDO CARGAR O DESCARGAR PRODUCTOS, CONSIDERANDO LA RESULTANTE DE LOS EFECTOS DE VIENTO, CORRIENTES Y OLEAJE. LA EMBARCACION QUEDA AMARRADA EN LA POSICION QUE PRESENTE MENOS RESISTENCIA A LAS CONDICIONES CITADAS.

LAS MONOBOYAS O TERMINALES DE CARGA, SON SIMILARES A UNA EMBARCACION DE ESTRUCTURA DE ACERO Y SU DISEÑO ESTRUCTURAL DEBE CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES DE LA AMERICAN BUREAU OF SHIPPING O SIMILAR (ABS).

SU INSTALACION Y MANTENIMIENTO SON SIMPLES, PERMITE AL -

BARCO GIRAR, ACOMODANDOSE EN LA POSICION QUE PRESENTA MENOR RESISTENCIA AL VIENTO Y PUEDE TRABAJAR EN CONDICIONES DE TIEMPO IMPOSIBLES PARA CUALQUIER OTRA INSTALACION. TAMBIEN PUEDE TRASLADARSE A OTRO LUGAR QUE SE CONSIDERE MAS CONVENIENTE.

CONSIDERANDO COMO UNA SOLA ESTRUCTURA LA MONOBOYA EN SI, LAS CADENAS, LAS ANCLAS Y LOS CABOS DE AMARRE, TENEMOS LAS SIGUIENTES CONDICIONES DE TRABAJO:

1. CONDICIONES AMBIENTALES NORMALES.
   EL SISTEMA PUEDE OPERAR CON BARCOS HASTA DE 250.000 TONELADAS.

2. CONDICIONES AMBIENTALES DE TORMENTA.
   CON UN BARCO DE 150.000 TONELADAS AMARRADO, LOS FACTORES DE SEGURIDAD DEL SISTEMA ESTRUCTURAL SON: CADENAS 2.45, ANCLAS 1.3 Y LOS CABOS 1.1. ESTOS FACTORES SE TENDRAN SOLO EN CONDICIONES OCEANOGRAFICAS, LAS CUALES ESTAN CONSIDERADAS COMO ACCIDENTALES, ES DECIR, CUANDO POR CAUSAS FORTUITAS UN BARCO SEA SORPRENDIDO AMARRADO A LA BOYA, LOS FACTORES ANTES SEÑALADOS SE ACEPTAN PARA ESTAS CONDICIONES DE TRABAJO.

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE TORMENTA PARA BARCOS DE 250.000 TONELADAS AMARRADOS, SE EXCLUYE LA POSIBILIDAD DE QUE POR CAUSAS ACCIDENTALES OPEREN DURANTE UNA TORMENTA CON LA MO-

NOBOYA.
SI POR ALGUNA RAZON EL BUQUE TANQUE ES SORPRENDIDO AMARRADO A LA BOYA, SE PREVEE QUE SE ROMPA EL CABO DE AMARRE, PARA LIBERAR EL BARCO Y NO SE DAÑE.

PARA QUE SE CUMPLAN ESTAS CONDICIONES, LOS FACTORES DE SEGURIDAD A LA FALLA SON: CADENAS 1.79, ANCLAS 0.95 Y CABOS 0.75.

SE DEBEN TOMAR EN CUENTA LAS CONDICIONES DE ESTABILIDAD DE LOS BARCOS AMARRADOS, EN FUNCION DE LA PROFUNDIDAD EN QUE SEA LOCALIZADA LA MONOBOYA, RESPECTO AL NIVEL DE BAJAMAR MEDIA.

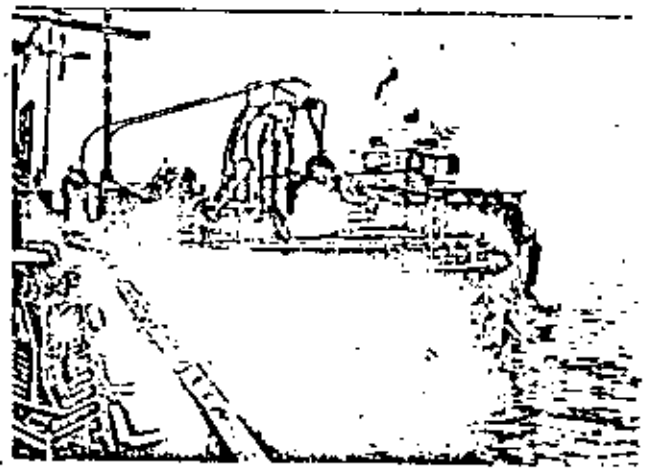
LA ESTABILIDAD DE LA MONOBOYA DEBE SER SATISFACTORIA, AUN EN EL CASO DE TENERSE UN BARCO DE 250.000 TONELADAS AMARRADO DURANTE UNA TORMENTA.

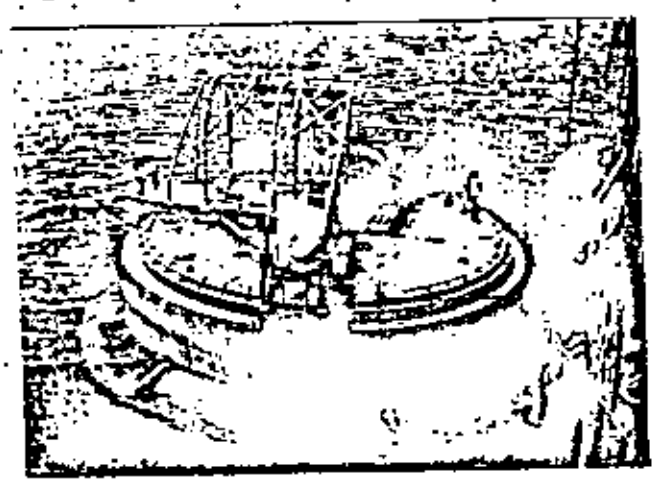
M O N O B O Y A

FACTORES DE SEGURIDAD A LA FALLA DEL SISTEMA

		CONDICIONES AMBIENTALES			
		BARCO 150.000 T.		BARCO 250.000 T.	
ELEMENTO	RESISTENCIA TONELADAS	NORMALES	TORMENTA	NORMALES	TORMENTA
CABO	431	3.39	1.10	2.36	0.75
ANCLAS	326	4.08	1.30	2.96	0.95
CADENAS	621	7.40	2.45	5.45	1.79

MONO BOYA





11. EQUIPOS DE APOYO.

PARA LAS DIFERENTES FASES QUE COMPONEN LOS TRABAJOS DE CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ALEJADAS FUERA DE LA COSTA. ES NECESARIO CONTAR CON LOS EQUIPOS DE APOYO MINIMOS PARA LA CORRECTA EJECUCION DE LOS MISMOS:

DICHOS EQUIPOS SON:

A. TRANSPORTE DE PILOTES Y ESTRUCTURAS.

1. CHALAN DE LANZAMIENTO
2. CHALAN DE CARGA
3. REMOLCADORES

B. LANZAMIENTO, POSICIONAMIENTO, PILOTEO Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS Y DE MODULOS DE PERFORACION.

1. BARCAZA GRUA CON CAPACIDAD DE 2.000 T.

C. TENDIDO DE LINEAS SUBMARINAS.

1. BARCO POSICIONADOR
2. BARCAZA DE TENDIDO
3. BARCAZA DE ENTERRADO

D. INSTALACION DE TUBERIAS ASCENDENTES.

1. BARCAZA PARA EFECTUAR SOLDADURAS HIPERBARICAS CON SU EQUIPO COMPLETO DE SATURACION.

E. TRANSPORTE Y ABASTECIMIENTO.

1. HELICOPTEROS DIFERENTES CAPACIDADES.
2. BARCO ABASTECEDOR.
3. BARCO DE PASAJEROS.

F. UNIDADES HABITACIONALES.

1. BARCO SEMISUMERGIBLE COMO UNIDAD DE APOYO HABITACIONAL Y APOYO AEREO.

17. PROYECTO DE LA SONDA DE CAMPECHE

LA PLATAFORMA CONTINENTAL QUE RODEA LA PENINSULA DE YUCATAN ES DE GRAN TAMAÑO, PUESTO QUE CUBRE UNA SUPERFICIE DE MAS DE 170 MIL KILOMETROS CUADRADOS. ESTA PLATAFORMA SE EXTIENDE SOBRE TODO AL NORTE Y AL PONIENTE DE LA PENINSULA.

AUNQUE LA EXPLORACION GENERAL SISMOLOGICA MARINA HA CUBIERTO LA MAYOR PARTE DE ESTA PLATAFORMA CONTINENTAL, SE HAN HECHO TRABAJOS DE MAYOR DETALLE EN UNA SUPERFICIE DE 8 MIL KILOMETROS CUADRADOS EN LA PARTE SUR DEL GOLFO DE MEXICO, FRENTE A LAS COSTAS DEL ESTADO DE CAMPECHE, EN DONDE SE DESCUBRIO UN IMPORTANTE COMPLEJO DE CAMPOS PRODUCTORES DE PETROLEO CRUDO.

LA ZONA QUE YA HA PROBADO TENER YACIMIENTOS DE PETROLEO COMPRENDE UN AREA POR DESARROLLAR DE 700 KILOMETROS CUADRADOS. ESTO AUNADO AL IMPRESIONANTE ESPESOR DE LAS ROCAS SATURADAS CON PETROLEO Y A LA GRAN POROSIDAD DE LAS MISMAS, HA CONVERTIDO AL GOLFO DE CAMPECHE EN LA NUEVA PROVINCIA PETROLERA MAS IMPORTANTE DEL MUNDO.

HASTA ESTE MOMENTO, EL PRINCIPAL CAMPO DE LA SONDA DE CAMPECHE ES EL LLAMADO AKAL, QUE, CON PRODUCCION DE 42 MIL BARRILES POR DIA POR CADA POZO, SE ENCUENTRA A LA CABEZA DE LOS -

CAMPOS PRODUCTORES DEL MUNDO. EN CUANTO AL RENDIMIENTO PROMEDIO POR POZO.

A UNA DISTANCIA APROXIMADA DE 80 KM. DE LAS COSTAS DE CD. DEL CARMEN. SE LOCALIZA LA SONDA DE CAMPECHE. EN UN RECTANGULO CON UN AREA DE TRABAJO DE 1,400 KM^2.

EN ESTA AREA SE LOCALIZAN LAS SIGUIENTES ESTRUCTURAS GEOLOGICAS EN ORDEN DE IMPORTANCIA.

AKAL. NOHOCH. ABKATUM. IXTOC. KU. MALLOB. CHAC. KUTZ. KANAAB. PO E IXCH. . .

LOS CAMPOS ACTUALMENTE EN EXPLOTACION AKAL, NOHOCH Y ABKATUM CON 10 PLATAFORMAS DE PERFORACION EN OPERACION. ESTAN UNIDOS ENTRE SI POR LINEAS DE RECOLECCION (OLEOGASODUCTOS). QUE - - TRANSPORTAN EL ACEITE Y LO LLEVAN HASTA LAS PLATAFORMAS DE - PRODUCCION. DONDE SE SEPARA EL CRUDO DEL GAS, EL CRUDO SE EN VIA A TIERRA DESDE LAS PLATAFORMAS DE ENLACE A TRAVES DE DOS OLEODUCTOS MARINOS DE 36" Ø QUE PARTEN DE LOS COMPLEJOS AKAL-C Y AKAL-J HACIA EL PUERTO DE DOS BOCAS, TABASCO. EL GAS SE RECOLECTARA Y TRANSPORTARA HASTA CIUDAD PEMEX PARA SU APROVECHAMIENTO. UNA VEZ TERMINADA LA CONSTRUCCION DEL GASODUCTO DE 36" Ø QUE PARTE DE NOHOCH "A" A NUEVO PROGRESO EN CAMPECHE Y A LA INSTALACION DE TRES PLATAFORMAS DE COMPRESION Y UNA DE - ENLACE QUE SE ENCUENTRAN EN FABRICACION.

EL PROGRAMA DE TRABAJO CONTEMPLA HASTA LA FECHA, LA FABRICACION E INSTALACION DE 29 PLATAFORMAS DE PERFORACION. 12 DE PRODUCCION. 4 DE ENLACE. 3 DE COMPRESION. 3 HABITACIONALES. 2 DE RECORREO; DE LAS CUALES A LA FECHA ESTAN INSTALADAS 23 DE PERFORACION. 5 DE PRODUCCION. 2 DE ENLACE Y UNA MONOBOYA EN ABKATUM EN OPERACION PARA CARGA A BUQUES CON CAPACIDAD - DE 250.000 TONELADAS. 114 KILOMETROS DE LINEAS DE 14 A 24 - PULGADAS DE DIAMETRO Y DOS OLEODUCTOS A TIERRA DE 36" Ø POR 161 KMS. DE LONGITUD YA CONSTRUIDOS Y EN OPERACION; DOS GASODUCTOS DE 36" Ø Y DOS DE 24" Ø EN CONSTRUCCION CON UNA LONGITUD DE 119 KMS.

ASIMISMO SE ENCUENTRA EN CONSTRUCCION UN OLEODUCTO DE 36" Ø POR 95 KMS. DEL COMPLEJO AKAL J A CAYO ARCAS DONDE ESTA PROYECTADA UNA TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y PUERTO. CUYA PRIMERA ETAPA CONSISTIRA EN CARGA A BUQUES MEDIANTE UNA MONOBOYA PARA BARCOS HASTA DE 250.000 TONELADAS DE PESO MUERTO.

SE ENCUENTRA EN PROYECTO LA FABRICACION E INSTALACION DE 4 PLATAFORMAS MAS PARA PERFORACION. 4 DE ENLACE. 1 DE PRODUCCION. 3 DE COMPRESION Y 2 HABITACIONALES ASI COMO 180 KMS. DE OLEODUCTOS DE 36" Ø. 80 KMS. DE LINEAS DE RECOLECCION EN 20" Ø Y 35 KMS. DE GASODUCTOS DE 36" Ø.

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

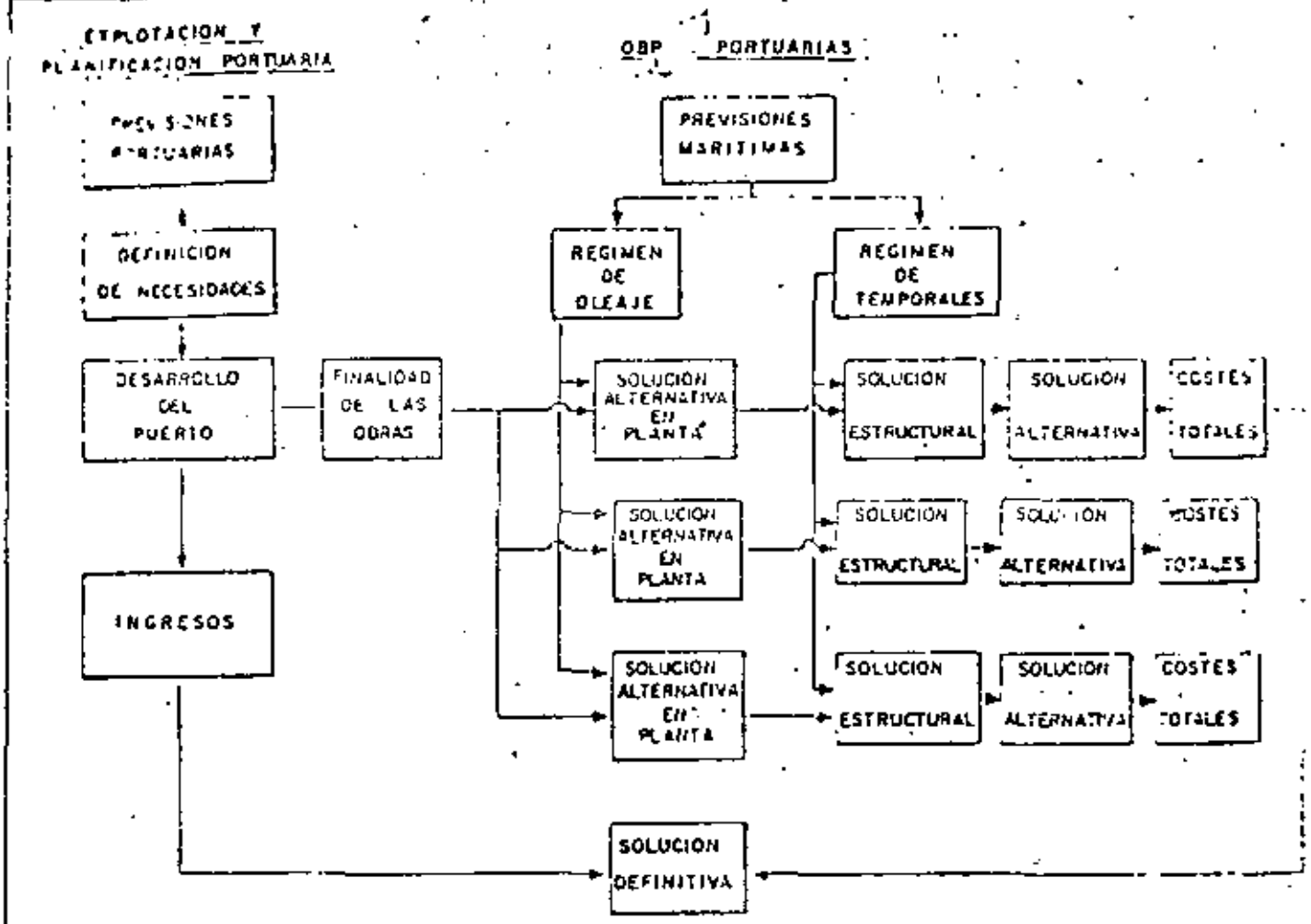
PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS Y PORTUARIAS

DETERMINACION DE LA ALTURA DE OLA DE CALCULO

AGOSTO, 1981

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso México 1, D. F. Tel: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

DETERMINACION DE LA ALTURA DE OLA DE CALCULO



Este trabajo trata únicamente del proceso a seguir para llegar a la solución estructural óptima, determinada ya la solución en planta. Para ello, es necesario:

1. El cálculo o dimensionamiento de las diversas secciones del dique ante diferentes hipótesis de temporales.
2. Elección de unos criterios que lleven a la obtención de la solución estructural óptima.

El cálculo o dimensionamiento de las secciones de un dique será objeto de otra publicación donde se expondrán los diversos aspectos a considerar en el cálculo, así como los métodos normalmente empleados. Sin embargo, y dada su estrecha relación con el punto segundo, se incluye en esta exposición unas notas necesarias para poder comprender y juzgar los procedimientos seguidos para llegar a la solución óptima.

Por tanto, en este artículo, que es un resumen avance de una de las publicaciones de la serie patrocinada por la Dirección General de Puertos, se pretende reflejar todos estos problemas, recogiendo la inquietud de multitud de consultas presentadas ante este Laboratorio. Los autores hemos intentado tener en cuenta las tendencias existentes, basándonos en la experiencia acumulada: en la dirección de los ensayos realizados en el Laboratorio de Trondheim (Noruega), para el dique en talud del superpuerto de Bilbao; en el asesoramiento de los realizados en el Danish Hdraulic Institute para el dique vertical de la IV Planta Siderúrgica de Sagunto; en la preparación de las últimas conclusiones del «Rapport Final de la 2ª Commission Internationale pour l'Etude des effets des Lames» (1977) del A.I.P.C.N., así como en los primeros trabajos realizados para la 3.ª «Commission Internationale pour l'etude des effets des Lames», constituida expresamente con este fin.

A lo largo de las sucesivas páginas, hemos querido expresar nuestra prudencia ante todo proceso matemático que, al encadenar sucesivas hipótesis cada una de ellas con errores perfectamente naturales del orden del 10 al 20 %, sin saber hacia dónde se dirigen estos errores, nos puede llevar a conclusiones finales posiblemente separadas de la realidad hasta incluso un 200 %.

Igualmente expresamos nuestra intranquilidad ante la dificultad de generalizar resultados, ya que al considerar todas las variables que realmente influyen en un fenómeno, es necesario multiplicar hasta tal punto los ensayos que hacen inviable el buscar seriamente resultados generales hábiles.

COMPORTAMIENTO DE UN DIQUE ANTE EL OLEAJE

CUANDO se somete un dique a la acción de un temporal de intensidad superior a su capacidad resistente, se producen averías que pueden llegar a considerarse como destrucción del dique si la intensidad del temporal alcanza una cierta magnitud. El conocimiento de la evolución de las averías, es decir, del comportamiento del dique frente al oleaje, y consecuentemente, de los métodos apropiados de cálculo, tiene una importancia fundamental para llegar a su correcto dimensionamiento.

Los métodos de cálculo pueden clasificarse en dos grupos:

— Métodos semi-empíricos o empíricos generales.
— Métodos empíricos particulares.

En el primer grupo se incluyen aquellos métodos basados en consideraciones teóricas, y ajustados a través de la experimentación, cuya aplicación puede ser considerada general dentro de una serie de limitaciones dependientes de la amplitud de la experimentación realizada. El inconveniente que presentan estos métodos, independientemente de su mejor o peor exactitud, es consecuencia de la necesidad de la generalización, que obliga a realizar los ensayos de tarado de la formulación en unas condiciones poco reales. Así por ejemplo, los ensayos sobre diques en talud han sido efectuados con un talud indefinido y los correspondientes a diques verticales, sobre un paramento que no permite el rebase. La aplicación de los resultados a los casos particulares, donde el talud no es indefinido, y se corona éste con un espaldón rellejante; o al tratarse de un dique vertical, el disponer un botaolas para disminuir el rebase, puede conducir a resultados erróneos. A estas diferencias en cuanto a la forma de la sección, se puede añadir la forma de realización de los ensayos en cuanto al oleaje a que está sometido. Gran cantidad de fórmulas de aplicación general han sido obtenidos a través de ensayos con oleaje regular o monocromático. Este tipo de oleaje es esencialmente diferente al existente en la naturaleza. Desde hace más de una década se han realizado ensayos tendentes a conseguir una fórmula de equivalencia entre oleajes regular e irregular sin resultados definitivos hasta el momento. Por otro lado, el gran número de variables que intervienen en la definición de un temporal en la naturaleza impide la realización de ensayos con oleaje irregular de forma general. Debido a estas deficiencias, sólo es recomendable el empleo de estos métodos a nivel de anteproyecto debiendo recurrir siempre que sea posible a los métodos empíricos particulares para llegar al dimensionamiento definitivo.

Los métodos empíricos particulares consisten en ensayos en modelo reducido de las diversas secciones tipo del dique realizados en las condiciones más próximas posibles a las existentes en la naturaleza. El equipo de que constan los canales de ensayo es capaz de reproducir temporales con las características que se deseen. Con ello se consigue comprobar, previamente a la construcción del dique, el efecto de los posibles temporales y dimensionarlo de forma mucho más aproximada que con los métodos anteriores.

El desarrollo de las averías en los diques difiere según su tipología. Pueden considerarse dos grandes grupos a efectos de comportamiento los diques verticales y los diques en talud.

Los primeros están constituidos básicamente por un muro cuyo paramento del lado del mar es vertical construidos normalmente mediante bloques o cajones prefabricados. El peso del muro a través del rozamiento con la banqueta de cimentación produce un esfuerzo horizontal resistente que debera ser capaz de soportar los esfuerzos producidos por el temporal de cálculo. Estos esfuerzos en síntesis son de dos tipos: un esfuerzo horizontal sobre la cara exterior del dique y un esfuerzo vertical ascendente debido a la subpresión generada por el paso de la ola. Cuando las solicitaciones debidas al oleaje superan un cierto umbral, el dique deja de ser estable produciéndose un desplazamiento de la cuya magnitud depende de la intensidad de aquellas solicitaciones y de su duración. Aunque podría admitirse, en función de las características del dique, un desplazamiento acumulado máximo de las secciones a partir del cual se considere como avería total, la dificultad en la evaluación del desplazamiento debido a la acción de una sola ola y de los desplazamientos acumulados, producidos por olas contenidas en un mismo temporal o en sucesivos temporales, obliga en la práctica normal, a suponer que la excedencia de las condiciones de cálculo implica la destrucción del dique.

Los diques en talud presentan un comportamiento diferente en razón de su diferente constitución. La destrucción de un dique en talud no es súbita, sino que viene precedida por una serie de averías en el manto de protección en forma de elementos ▶

(cantos de escollera, bloques, tetrápodos, etc.) desplazados por el oleaje fuera de la sección o al menos fuera de la zona donde ejercen su función resistente. El desarrollo de las averías depende de la intensidad del temporal y de su duración. Sin embargo, cuando el temporal exceda el de iniciación de averías pero su intensidad no es muy elevada, el desarrollo de las averías se detiene alcanzando un estado de equilibrio que puede ser de dos tipos: absoluto y ficticio. En el primer caso, la duración no tiene influencia puesto que la sección es totalmente estable. En el segundo caso, la estabilidad puede prolongarse durante un cierto tiempo a partir del cual el desarrollo de las averías continúa. Cuando la intensidad del temporal es suficientemente elevada, el crecimiento de los daños es continuo y función de la duración sin llegar a alcanzar en ningún momento una situación de estabilidad frente al oleaje.

De acuerdo con lo expuesto, el comportamiento del dique podría estar representado por sus curvas de averías que proporcionan, en su acepción general, una relación entre la intensidad del temporal, su duración, y los daños acumulados producidos. En las curvas que se muestran a continuación (figura 1) la intensidad del temporal estará representada por la altura de ola significante, H_s.

La curva 1 representa la curva de daños correspondiente a un oleaje de altura de ola significante H_{s_1}. Los daños crecen a medida que se incrementa la duración, llegando un momento en que dejarían de producirse daños. Los daños máximos producidos son d_1%.

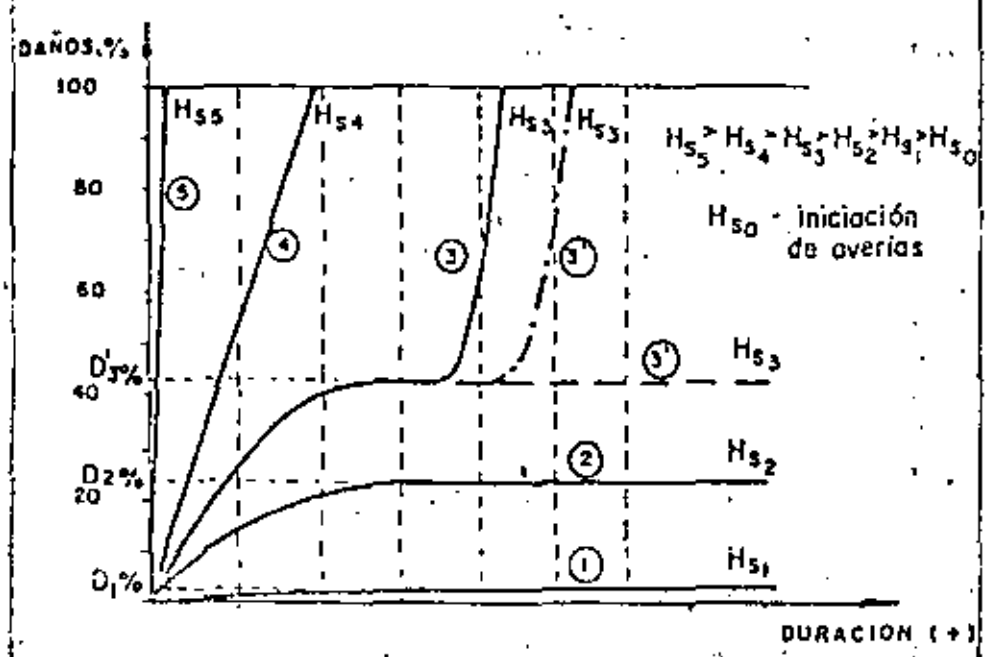


FIG. 1.— CURVAS DE AVERIAS DE UN DIQUE EN TALUD.

La curva 2 corresponde a un oleaje de altura H_{s_2}. Como puede observarse, el crecimiento de los daños es superior, pero se alcanza igualmente la estabilidad para un nivel de daños d_2%.

Las curvas para la altura H_{s_3} corresponden a la fase de estabilidad ficticia. En este momento, el comportamiento de la sección no puede predecirse y por ello se han dibujado tres curvas que muestran diferentes posibilidades.

La curva 3 muestra una fase de estabilidad, pero, a partir de un cierto momento, continúa el incremento de daños alcanzándose la rotura rápidamente.

Para la curva 3', la fase de estabilidad es duradera prolongándose indefinidamente.

La curva 3'' es similar a la curva 3. En este caso la estabilidad se prolonga durante más tiempo, pero la destrucción ha tenido lugar igualmente.

La curva 4, para la altura de ola H_{s_4}, muestra un crecimiento casi constante de los daños hasta alcanzar la destrucción total en un plazo de tiempo relativamente breve.

Finalmente, la curva 5 representa la evolución de averías para un temporal H_{s_5} que produce la rotura inmediata de la sección.

La determinación de las curvas de averías es importante en cuanto proporciona una información fundamental sobre el comportamiento de la sección y permite realizar una previsión de la posible evolución de los daños en el dique a lo largo de su vida previsible, de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia de temporales de diversas duraciones y de la repetición de temporales. Con ello, se podría dimensionar un dique bajo criterios de rotura. Sin embargo, en la práctica, esto no es factible en la mayoría de los casos; las curvas de averías se podían obtener mediante laboriosos ensayos en modelo reducido, pero la translación de resultados a la realidad está imposibilitada por la carencia de datos estadísticos fiables que relacionen temporales de una cierta intensidad con sus duraciones.

En consecuencia, y como conclusión a estos últimos párrafos, se puede decir que el dimensionamiento de un dique vertical es posible hacerlo para condiciones de rotura, mientras que el de un dique en talud sólo para condiciones de iniciación de averías.

DIMENSIONAMIENTO DE UN DIQUE

PREVIAMENTE al estudio de las diversas alternativas estructurales de las secciones de un dique hay que realizar una previsión de oleaje donde, como resultado final, se obtendrá la distribución extremal de temporales o régimen de temporales. Un régimen de temporales proporciona la probabilidad de ocurrencia de cada temporal de una intensidad dada, y simultáneamente —ya que está relacionado con esa probabilidad— el periodo medio de retorno definido como el intervalo de tiempo medio entre la presentación de dos temporales cuyas intensidades excedan una dada.

La forma típica de presentación de un régimen de temporales se muestra en la figura 2, donde en ordenadas figura la intensidad de temporal (definida por su H_s máxima) y en abscisas la probabilidad de un temporal no sea excedido, $F(H_s)$. El periodo medio de retorno, T, correspondiente a un temporal de intensidad H_s se puede calcular mediante la relación:

$$T = \frac{1}{1 - F(H_s)}$$

En definitiva, el régimen de temporales *no* indica cual deberá ser la altura de ola de cálculo

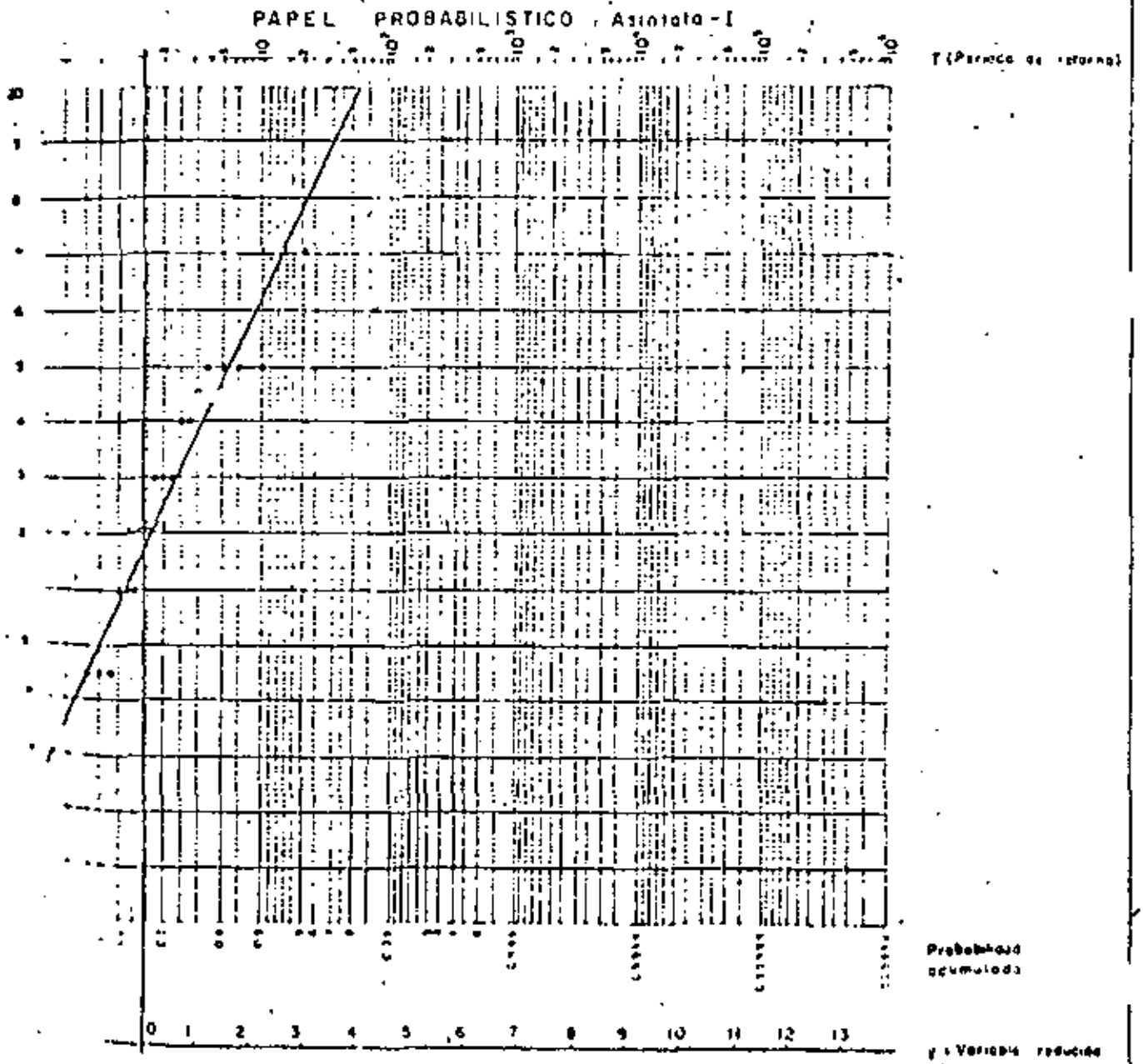


FIG 2 — REGIMEN DE TEMPORALES

para el dique, sino simplemente la probabilidad de excedencia en un año de las condiciones de cálculo o dimensionamiento que hayan sido tomadas.

Iribarren, dando un avance gigantesco en su época, propuso un método determinista para el cálculo de la altura de ola simple obteniéndola mediante la fórmula $H = 1,2\sqrt{F}$, modificable por los planos de refracción y sujeta a unos ciertos coeficientes de seguridad. Sin embargo, esta postura determinista no es compatible con la realidad, puesto que es evidente, de acuerdo con la naturaleza, que, en general, la ocurrencia de temporales de diversas intensidades es siempre posible. Lógicamente cuanto mayor sea la intensidad del temporal, menor será la probabilidad de que éste ocurra, y viceversa.

Entonces, es incuestionable, que salvo en condiciones muy particulares (como puede ser la limitación de altura de ola por rotura de ésta) es absolutamente imposible calcular una obra marítima de forma que soporte todos los temporales que se puedan presentar durante la vida previsible de la obra. Cualquiera que sea la altura de ola de cálculo en los niveles de dimensionamiento en que nos movemos siempre existe una probabilidad, o un riesgo de que ésta sea superada. Si la altura de ola de cálculo es relativamente pequeña, la probabilidad de que se presente un temporal de altura superior será grande y existirá un riesgo alto de que la obra sea destruida durante su vida. Si aumentamos la altura de ola de cálculo, las probabilidades de destrucción disminuirán, pero el costo de construcción será más elevado que en el caso anterior. Se plantea entonces un problema de decisión: ¿qué altura de ola se debe adoptar como más conveniente para el cálculo?, o lo que es lo mismo, ¿qué período de retorno se debe tomar para fijar la altura de ola de cálculo?

La presente publicación no pretende solucionar el problema de la decisión, sino proporcionar unos elementos de juicio que faciliten la tarea.

Dos han sido los artículos seleccionados relativos al tema:

— CRITERIO DE RIESGO, de Leon F. Borgman.
— DISEÑO OPTIMO DE UN DIQUE, de J. van de Kreeke y A. Paape.

Borgman, en su artículo, presenta tres modelos para la evaluación del riesgo. La diferencia entre ellos está, exclusivamente, en las hipótesis de partida en cuanto a ocurrencia de sucesos. No obstante, los tres modelos proporcionan la misma información. De ellos, el más interesante a efectos prácticos es el modelo I, ya que los requerimientos básicos admiten, en parte, una respuesta. Este modelo consta de dos apartados claramente diferenciados. En primer lugar, y apoyándose en el régimen de temporales, proporciona la probabilidad o «riesgo» de que un temporal de una cierta intensidad H_t sea superado durante la vida previsible de la obra, L. La ecuación que proporciona el «riesgo» es:

$$E_t = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^L$$

donde T es el período medio de retorno del temporal, cuya intensidad es H_t. Ello permite conocer el riesgo de destrucción o de iniciación de averías de un dique conocidos el régimen de temporales, su vida previsible, y la intensidad del temporal de destrucción del dique o de iniciación de averías según el caso.

Con estos datos, es el criterio del ingeniero que proyecta la obra el que debe decidir qué nivel de riesgo considera admisible teniendo en cuenta:

— Las características tanto físicas como económicas de la estructura.
— La finalidad de la obra.
— La importancia de los bienes defendidos o protegidos.

La parte segunda del modelo proporciona la probabilidad de que dado un valor de daños, éste no sea superado durante la vida de la obra, y, de forma particular, la probabilidad de que los daños sean nulos. Sin embargo, todo el proceso está apoyado en una distribución típica empírica de averías que no ha sido contrastada con una distribución de datos real. Bajo este aspecto, y hasta un mejor conocimiento de la bondad del ajuste o de una nueva función de distribución, la aplicación de esta segunda parte del método no es viable.

Otro criterio de dimensionamiento es el propuesto por Van de Kreeke y Paape. Según ellos, la altura de ola de cálculo óptima es la que corresponde a una estructura para la cual la inversión efectuada sea mínima. Esta inversión es la suma de los costes de construcción y el valor de las pérdidas económicas debidas a avería o rotura de la estructura, teniendo en cuenta no sólo el valor de la propia obra sino también los bienes defendidos por ella. De forma gráfica, las curvas de costes y pérdidas económicas adoptan la forma que se muestra en la figura 3.

La aplicación del estudio económico difiere en la obtención de la curva de pérdidas económicas según se trate de un dique vertical o de un dique en talud. Las diferencias son consecuencia de su diferente comportamiento frente al oleaje.

En el caso de un dique vertical, si éste ha sido dimensionado para una altura de ola significante H_{s_0}, cuando ésta es excedida se produce, o se considera que se produce, la destrucción total de la obra. Las pérdidas económicas deberán incluir el costo de reconstrucción del di-

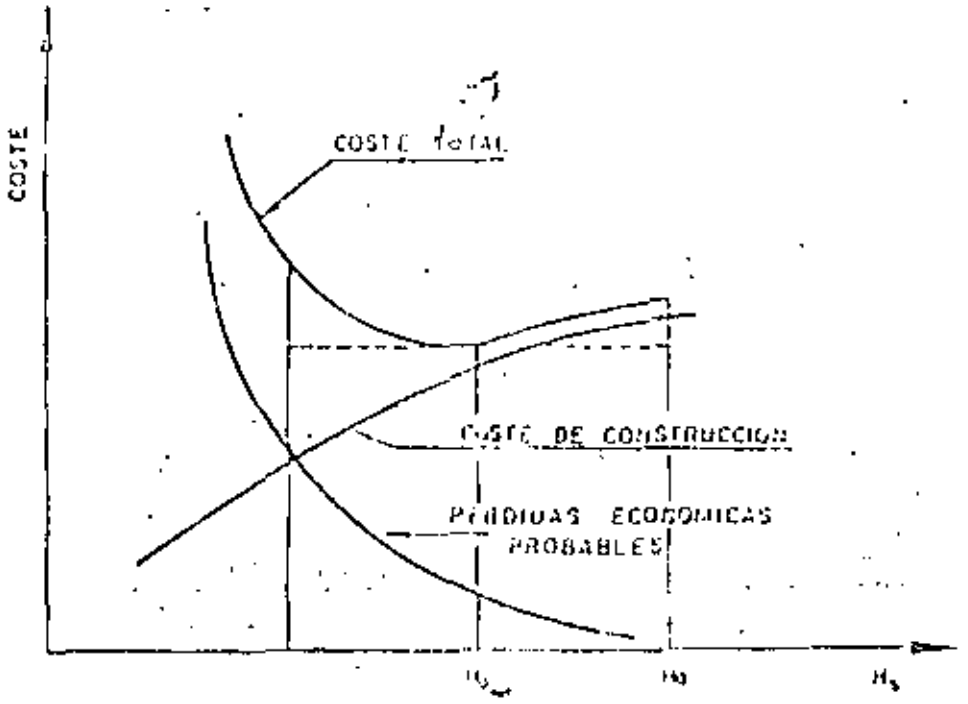


FIG 3.- RELACION COSTES - ALTURA DE OLA SIGNIFICANTE

que, βP, donde β es un factor de mayoración de costes y las pérdidas en bienes defendidos, B. Este valor puede ser capitalizado aplicándole entonces un factor que depende del interés continuo anual, i, que adopta la forma:

$$\frac{100}{i}\left(1-e^{-\frac{iL}{100}}\right),$$

siendo L la vida probable de la obra. La probabilidad de que se produzca la destrucción del dique puede ser obtenida del régimen de temporales calculando la probabilidad de excedencia anual de H_{ss}. En resumen, la curva de costes totales cuyo mínimo hay que determinar adquiere la siguiente expresión:

$$C(H_s) = P(H_s) + \frac{100}{i}\left(1-e^{-\frac{iL}{100}}\right) \cdot Pr(H_s > H_{ss}) \quad [\beta P(H_s) + B]$$

Cuando se trata de un dique en talud el proceso es similar a partir del momento de la rotura, pero esta situación viene precedida por una fase de averías parciales que hay que considerar. Cuando se producen solo averías parciales, las pérdidas económicas solo incluyen los costes de reparación del manto principal del dique, ya que los daños no afectan al resto de la estructura y tampoco a los bienes protegidos. Para el cálculo de estas pérdidas es necesario disponer de las curvas de averías que permiten conocer, dada la presentación de un temporal de una cierta H_s, el porcentaje de daños, d, que registrará la sección. La expresión final del coste total será:

$$C(H_s) = P(H_s) + \frac{100}{i}\left(1-e^{-\frac{iL}{100}}\right) \cdot \Sigma \Delta Pr(H_s)\, \Delta W$$

donde:

$$\Delta Pr(H_s) = Pr(H_{s_i} \leq H_s < H_{s_{i+1}})$$

$$\Delta W = \frac{d_i}{100}\beta P_M$$

para la fase de averías parciales, siendo $[H_{s_i}, H_{s_{i+1}}]$ intervalos de alturas de ola definidos en la zona de averías parciales, d_i el porcentaje de averías medio correspondiente al intervalo y P_M el coste de construcción del manto principal.

Para la fase de rotura del dique:

$$\Delta Pr(H_s) = Pr(H_s > H_{ss})$$
$$\Delta W = \beta P + B$$

siendo H_{ss} la altura de ola significante del temporal que produce la rotura de dique.

En el caso de que se considere que el interés del capital sea igual a la tasa de incremento de costes, las expresiones anteriores adoptan la forma

$$C(H_s) = P(H_s) + L \cdot Pr(H_s > H_{ss}) \quad [\beta P(H_s) + B]$$
$$C(H_s) = P(H_s) + L \cdot \Sigma \Delta Pr(H_s) \cdot \Delta W$$

ANALISIS DE LAS VARIABLES

ESTUDIO ECONOMICO

Los datos de entrada necesarios para realizar el estudio económico de una obra son:

Régimen de temporales. Proporciona la relación entre altura de ola significante representativa de un temporal y su probabilidad de presentación, obtenida mediante el ajuste estadístico a una serie de puntos.

Las estimas obtenidas a partir de la muestra ajustada a los puntos mediante diversos métodos pueden dar resultados ampliamente variables lo cual implica una variación igualmente amplia en la obtención de la solución optima. Es, por lo tanto, muy importante conocer de antemano cual es el tipo de distribución que debe emplearse.

Altura de ola de dimensionamiento para formulas de estabilidad. Existe una gran disparidad de criterios en cuanto a qué altura de ola característica debe tomarse para el calculo. Las más usadas son las siguientes:

$H_{s,3} = H_s$
$H_{1/10} = 1{,}271\ H_s$
$H_{1/20} = 1{,}403\ H_s$
$H_{1/100} = 1{,}666\ H_s$
$H_{0,01} = 1{,}513\ H_s$
$H_{max\,N_1} = 1{,}60\ H_s$
$H_{max\,N_2} = 1{,}90\ H_s$
$H_{max\,N_3} = 2{,}00\ H_s$

tomándose frecuentemente los valores de $H_{max\,N}$ para el calculo de diques verticales y valores menores para el caso de diques en talud.

Para cualquiera de ellas, conociendo su relación con H_s, se puede modificar el régimen de temporales para adecuarlo a esta altura de ola característica.

El problema de elección de la más apropiada para el calculo es complicado, y mas aún, teniendo en cuenta que los esfuerzos producidos sobre diques verticales son función del cuadrado de la altura de ola en el término más significante y para los diques en talud, del cubo de la misma. Este problema desaparece automáticamente mediante ensayos en canal de oleaje irregular ya que en él se reproducen unas condiciones de oleaje muy similares a las reales siendo suficiente el valor de H_s para definir el oleaje.

Coste de construcción. Para realizar el estudio económico es conveniente dividir a lo largo del dique tramos de características similares a los que se pueda asignar la misma sección. Para cada tramo se realizará su estudio económico. Es recomendable obtener los costes de construcción directamente de la sección dimensionada en lugar de emplear una fórmula función de la altura de ola de calculo que, aunque pueda ser un procedimiento muy rápido, puede conducir a errores que afectarían el resultado del estudio económico.

Evaluación de la curva de averías (diques en talud). Como se indicó anteriormente, la curva de averías interviene en el estudio económico y por lo tanto debe ser determinada con la mayor exactitud. Uno de los errores más frecuentes que se cometen es no considerar, cuando se manejan curvas de averías teóricas, el criterio seguido en la determinación de los porcentajes de daños. Así, por ejemplo, en la curva de averías proporcionada por Iribarren, los porcentajes están referidos al «manto activo» cuya longitud es seis veces la arista del cubo de volumen equivalente al del elemento tipo del manto principal y su espesor es de una sola capa. Otro de los factores que pueden inducir a error es la dispersión normal que ofrecen las curvas de averías. Es conveniente repetir los ensayos varias veces en las mismas condiciones para adoptar para el estudio económico el valor medio de las curvas.
tar para el estudio económico el valor medio de las curvas.

Evaluación de las pérdidas en bienes defendidos. El peso en el resultado final de las pérdidas debidas a daños en los bienes defendidos es tan grande que exige un delicado estudio. En la evaluación se deben considerar:

a) Pérdidas directas en bienes defendidos en el puerto (muelles, equipo terrestre, buques resguardados, etc.)

b) Pérdidas indirectas como consecuencia menos inmediata de la rotura del dique. En este punto se incluyen no solo la pérdida de ingresos por las diferentes tarifas portuarias durante la reconstrucción del dique sino también y una vez finalizadas las obras la de tráfico a otros puertos que guarda una cierta inercia y los perjuicios causados a industrias aliñas del puerto y que de alguna manera dependan de él para su normal funcionamiento.

Vida previsible de la obra. Así como el coste de construcción (I) y las pérdidas en bienes defendidos (B) son datos, exclusivamente, del estudio económico, el régimen de temporales (para la altura de ola característica adecuada) y la vida previsible de la obra son también datos para la determinación del riesgo.

Realizado ya el estudio económico y determinadas las condiciones de cálculo optimas, tal como veremos en las conclusiones, es conveniente calcular el

riesgo de destrucción o de iniciación de averías que implica aquella elección. Si éste es aceptable, se toman como definitivas. Si no es así, se determinan fijando el nivel de riesgo admisible. Si, para el estudio económico, la determinación de P y/o B no ha sido correcta, el error no tendrá influencia en el cálculo del riesgo correspondiente y por tanto, en cierta medida, podrá ser detectado. No ocurre lo mismo con el régimen de temporales y la vida previsible de la obra, ya que al ser comunes a ambos análisis, no tienen posibilidad de contraste.

Por ello, y por la influencia que tiene en el resultado final, la evaluación de la vida previsible de la obra requiere un cuidadoso análisis a través del estudio del papel futuro que desarrollará la obra proyectada en la vida del puerto.

APLICACION DEL CRITERIO DE RIESGO

Los datos necesarios para la obtención de la altura de ola de cálculo son:

— Régimen de temporales.

— Vida previsible de la obra.

— Nivel de riesgo admisible.

Para los dos primeros son válidos los comentarios realizados en la parte correspondiente del estudio económico.

Nivel de riesgo admisible

En su elección, como ya se indicó anteriormente, hay que tener en cuenta:

— Las características de la estructura (rígida, semirrígida o deformable).

— La finalidad de la obra.

— La importancia de los bienes defendidos.

Una estructura deformable admite la posibilidad de averías parciales cuando la altura de ola de cálculo es superada hasta un cierto límite. No ocurre así cuando se trata de obras rígidas, es decir, obras para las cuales la excedencia de la altura de ola de cálculo implica su destrucción total. (El hecho de un desplazamiento admisible tal como se apunta en la exposición del estudio económico de Kreeke y Paape no se considera como avería, puesto que no es susceptible de reparación.) Según esto, es evidente, que en igualdad de condiciones, el nivel de riesgo que se podría admitir para una u otra es diferente; se puede admitir un riesgo más alto para diques de escollera que para diques verticales.

El nivel de riesgo admisible debe ser también reflejo de la importancia de la obra en cuanto al fin para la cual ha sido proyectado. Cabe hacerse la pregunta ¿qué sucedería si dejase de cumplir su función durante un tiempo? La respuesta a esta pregunta no da una idea de los perjuicios que puede causar. No debe tratarse del mismo modo una obra de protección de un puerto del cual depende el funcionamiento de un área industrial que una obra cuya finalidad sea la estabilidad de una playa, por ejemplo.

De igual forma debe ser considerada la importancia de los bienes defendidos, o incluso, en muchos casos admiten una valoración conjunta con el párrafo anterior. El resultado de esta valoración es el que condiciona en mayor medida el nivel de riesgo considerado como admisible.

Recordaremos que para el caso de diques verticales, el riesgo admitido es de rotura, y para el caso de diques en talud, es de iniciación de averías.

COMPARACION DE AMBOS METODOS DE DIMENSIONAMIENTO

Para la comparación de ambos métodos se han realizado unos ejemplos de dimensionamiento de diques verticales y diques en talud. Para clarificar la influencia de las diversas variables que intervienen en el estudio, se realizó éste bajo diferentes hipótesis de vida previsible y bienes defendidos. En el ejemplo de diques verticales se varió ligeramente el régimen de temporales para mostrar la sensibilidad de la solución ante esta variación, y en el ejemplo de diques en talud, la forma de evaluar el coste de construcción del dique.

Hay que señalar que en los ejemplos realizados en la publicación se ha considerado como única variable definitoria de la intensidad de los temporales la altura de ola significante, sin tener en cuenta otras variables ya especificadas anteriormente. En este artículo sólo se recogen las curvas y los cuadros correspondientes a los resultados finales.

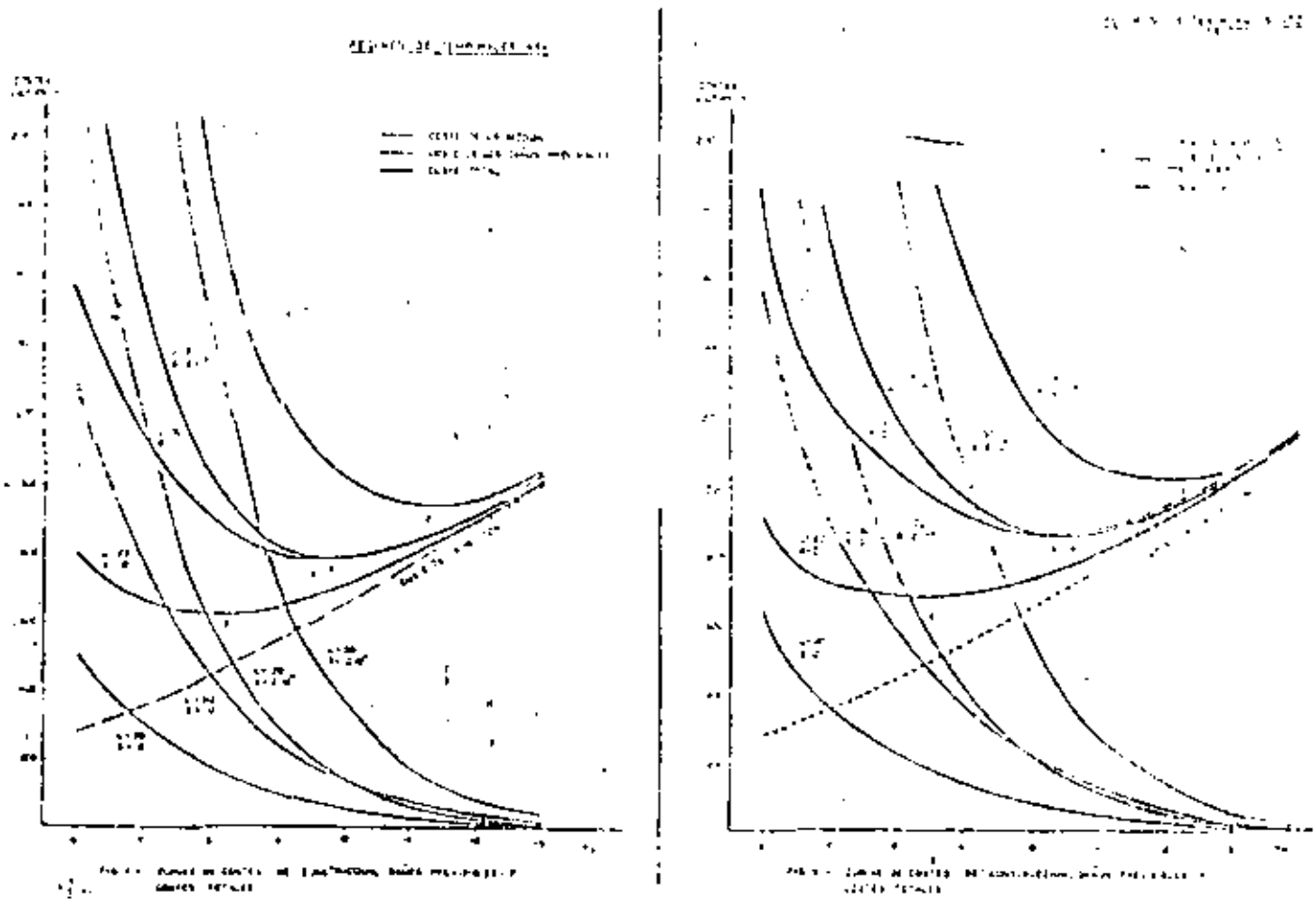
El esquema que se ha seguido en ambos ejemplos es el mismo. Primeramente se realiza el estudio económico obteniéndose las curvas de costos de construcción, de pérdidas económicas probables y de costes totales como suma de las anteriores. Determinados los costes mínimos, y por lo tanto la altura de ola significante óptima para el cálculo, se calcula el riesgo que implica tal elección. A continuación se realiza el análisis de riesgo donde se determina la altura de ola significante para el cálculo a través de la adopción de unos niveles de riesgo admisibles. Finalmente, se comparan los resultados obtenidos en uno y otro caso.

Diques verticales

El ejemplo se realizó con dos valores de la vida previsible de la obra: L = 50 años y L = 20

años, y con dos valores de bienes defendidos: B = 0 y B = 2.10⁴ pts. En el análisis de riesgo, queda también recogida la diferente importancia de la obra, reflejada en B, al adoptarse dos niveles de riesgo distintos: 10% que correspondería a B = 0 y 2,5% que correspondería a B = 2 × 10⁴ pts. Para determinar la sensibilidad de la solución ante el régimen de temporales se realizaron los cálculos para dos regímenes de temporales próximos entre sí.

ESTUDIO ECONOMICO



RIESGOS DE ROTURA QUE IMPLICA LA ELECCION DE LA ALTURA DE OLA SIGNIFICANTE OBTENIDA DEL ESTUDIO ECONOMICO

Régimen de temporales n.º 1

L años	B ptas ml	H_{s} metros	T años	RIESGO %
50	2·10⁴	11.25	1 250	3.92
50	0	9.50	294	15.66
20	2·10⁴	9.75	400	4.88
20	0	8.20	111	16.56

Régimen de temporales n.º 2

L años	B ptas ml	H_{s} metros	T años	RIESGO %
50	2·10⁴	12.25	1 538	3.20
50	0	10.30	370	12.66
20	2·10⁴	10.60	424	4.31
20	0	8.50	105	17.42

ANALISIS DE RIESGO

L años	B ptas/m³	RIESGO DE ROTURA %	T años	REGIMEN DE TEMPORALES n.º 1 H_{ss} metros	REGIMEN DE TEMPORALES n.º 2 H_{ss} metros
50	$2 \cdot 10^4$	2,5	1915	11,90	12,60
50	0	10,0	475	10,10	10,60
20	$2 \cdot 10^4$	2,5	790	10,80	11,50
20	0	10,0	190	8,80	9,30

COMPARACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL ESTUDIO ECONOMICO Y DEL ANALISIS DE RIESGO

Régimen de temporales n.º 1

L años	B ptas/m³	ESTUDIO ECONOMICO H_{ss}(m)	ESTUDIO ECONOMICO Riesgo(%)	ANALISIS DE RIESGO H_{ss}(m)	ANALISIS DE RIESGO Riesgo(%)
50	$2 \cdot 10^4$	11,25	3,92	11,90	2,5
50	0	9,50	15,66	10,10	10,0
20	$2 \cdot 10^4$	9,75	4,98	10,80	2,5
20	0	8,20	16,56	8,80	10,0

Régimen de temporales n.º 2

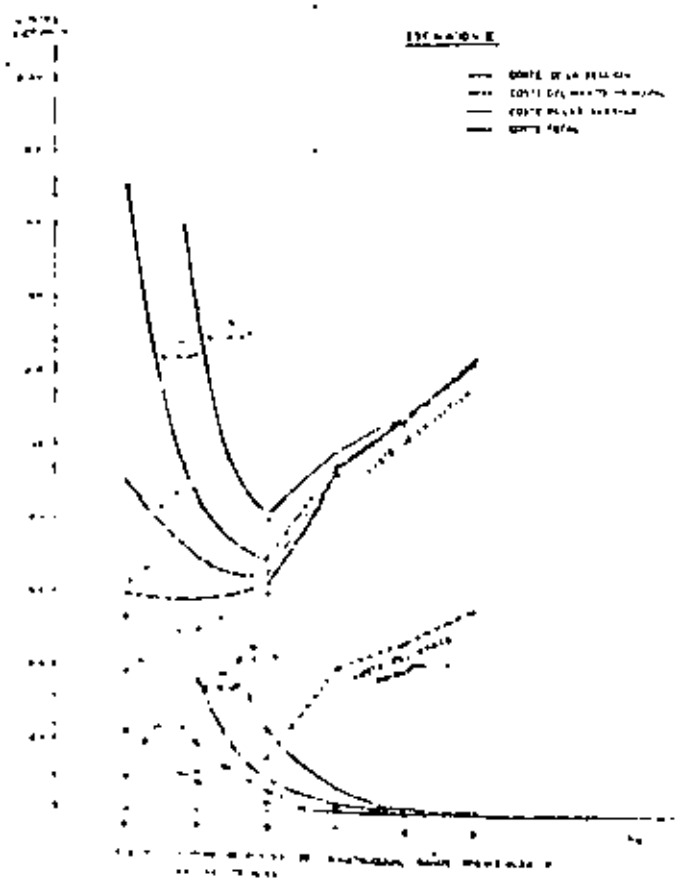
L años	B ptas/m³	ESTUDIO ECONOMICO H_{ss}(m)	ESTUDIO ECONOMICO Riesgo(%)	ANALISIS DE RIESGO H_{ss}(m)	ANALISIS DE RIESGO Riesgo(%)
50	$2 \cdot 10^4$	12,25	3,20	12,60	2,5
50	0	10,30	12,66	10,60	10,0
20	$2 \cdot 10^4$	10,60	4,31	11,50	2,5
20	0	8,50	17,42	9,30	10,0

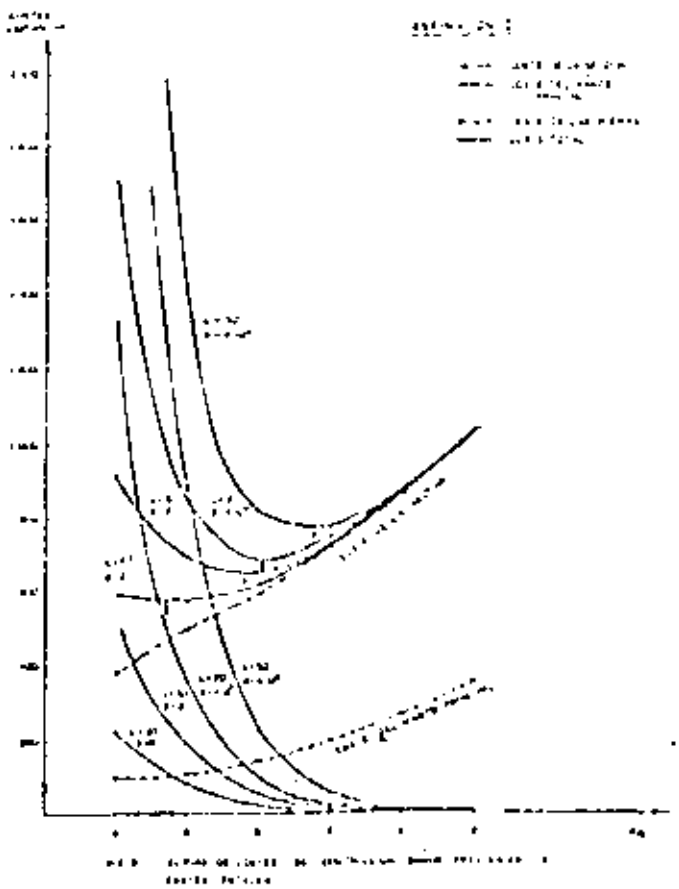
DETERMINACION DE LA ALTURA DE OLA DE CALCULO

Dique de escollera

Los valores de las hipótesis de partida son: t = 50 años y L = 20 años, y B = 0 y B = 4·10⁴ pesetas. En relación con estos valores de los bienes defendidos se adopto para el análisis de riesgo unos niveles de 15% y 30% respectivamente. El ejemplo se realizó para dos formas de evaluacion de costes de construcción: «estimación I» basada en una formula de calculos de costes y «estimación II» donde se calculaban los costes directamente de la sección dimensionada.

ESTUDIO ECONOMICO





RIESGO DE INICIACION DE AVERIAS QUE IMPLICA LA ELECCION DE LA ALTURA DE OLA SIGNIFICANTE OBTENIDA DEL ESTUDIO ECONOMICO

L	B	ESTIMACION I			ESTIMACION II		
años	pts/m	H_s(m)	T (años)	Riesgo(%)	H_s(m)	T (años)	Riesgo(%)
50	$4 \cdot 10^4$	6,76	114	35,66	6,00	58	58,15
50	0	5,80	48	64,73	5,80	48	64,73
20	$4 \cdot 10^4$	6,05	61	28,34	6,00	58	29,42
20	0	4,70	18	67,27	4,70	18	67,27

ANALISIS DE RIESGO

L años	B pts/m.	RIESGO %	T años	H_s m
50	$4 \cdot 10^4$	15	308	7,87
50	0	30	141	7,00
20	$4 \cdot 10^4$	15	123	6,85
20	0	30	57	5,97

COMPARACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL ESTUDIO ECONOMICO Y DEL ANALISIS DE RIESGO

L	B	ESTUDIO ECONOMICO				ANALISIS DE RIESGO	
		ESTIMACION I		ESTIMACION II			
años	pts/m.	H_s(m)	Riesgo(%)	H_s(m)	Riesgo(%)	H_s(m)	Riesgo(%)
50	$4 \cdot 10^4$	6,76	35,66	6,00	58,15	7,87	15
50	0	5,80	64,73	5,80	64,73	7,00	30
20	$4 \cdot 10^4$	6,05	28,34	6,00	29,42	6,85	15
20	0	4,70	67,27	4,70	67,27	5,97	30

COMENTARIOS GENERALES

Como consecuencia de los ejemplos expuestos se pueden hacer una serie de observaciones.

La aplicación correcta del estudio económico no es sencilla. En él intervienen una gran cantidad de variables que tomando valores diferentes dentro de la realidad modifican sensiblemente la altura de ola significante de cálculo, y por lo tanto la sección definitiva. Otro factor expuesto anteriormente, no reflejado en los ejemplos, es el interés que se podía aplicar al capital. En los ejemplos se ha considerado que este igualaba la tasa de alza de costes, pero si aplicamos el estudio económico, tal como viene reflejado en multitud de publicaciones, donde únicamente se considera el interés aplicado al capital, los valores mínimos de costes totales, y por lo tanto, los niveles de cálculo se desplazan hacia la izquierda de los gráficos con lo cual se abaratan los costes de construcción pero aumentan los riesgos.

En definitiva, el método permite, manejando las variables de forma siempre razonable, a través del estudio económico, llegar a justificar cualquier solución dentro de unos límites más o menos amplios.

En el caso de que dos proyectistas realicen el mismo proyecto, es muy probable que empleando ambos el estudio económico alcancen resultados bastante diferentes, resultados que por otro lado estarían respaldados por consideraciones siempre justificables.

Un criterio que proporciona más transparencia a la justificación de la solución adoptada es el análisis de riesgo. En él, una vez definida la vida probable de la obra, todas aquellas consideraciones están refundidas en una: el nivel de riesgo que se considera admisible para la obra. Por ello, es siempre conveniente después de realizar el estudio económico calcular cual es el riesgo que implica la solución óptima obtenida, porque no hay que olvidar que la destrucción de la obra proyectada, hecho probable si el riesgo es alto, la convierte en la menos económica de todas, puesto que el coste final llegará a ser tres o cuatro veces el coste inicial de construcción.

DETERMINACION DE LA ALTURA DE OLA DE CALCULO

Aún suponiendo que los datos de partida sean absolutamente ciertos, ¿por qué razon el estudio economico *no* proporciona la mejor solución? La respuesta está en el hecho de que el estudio económico es válido cuando se aplica a la construcción de un número elevado de obras de las mismas caracteristicas, como, por ejemplo, podria ser una fábrica de viguetas y se intentase dimensionar la vigueta mas económica (independientemente de las normas oficiales de seguridad). Aplicando el estudio económico, de todas las viguetas fabricadas de acuerdo con la más económica, algunas se romperian, pero las perdidas ocasionadas por su rotura estarian compensadas por el ahorro de material en las viguetas que no han roto, siendo la suma total de costes minima de acuerdo con el estudio economico. Esto es cierto en este caso porque tenemos una muestra suficientemente amplia para que se pueda asegurar que las leyes estadisticas que se han manejado en el estudio economico se van a cumplir.

Trasladando estos razonamientos al campo de las obras maritimas, el estudio economico podria ser plenamente valido si dimensionaramos conjuntamente un número N (suficientemente grande) de diques en las mismas condiciones. Del estudio económico obtendremos las alturas de ola de calculo correspondientes a los diques más económicos, a las cuales corresponderá un riesgo determinado de averias. A lo largo de la vida previsible de las obras, es probable que algun dique sufra averias o incluso en algun caso es posible que se produzca la rotura. De acuerdo con el estudio económico, la suma de costes de construccion mas los derivados de la reparación y reconstrucciones será menor que en el caso de que se haya realizado en el supuesto de que las bases de partida sean ciertas). Ello significa que el ahorro conseguido en la construcción de las secciones compensa sobradamente las inversiones que haya que realizar en las reparaciones o reconstrucciones, o, en otras palabras, la cantidad ahorrada en unos puertos servirá para financiar las averias registradas en otros. Entonces en el conjunto de diques dimensionados, de acuerdo con el estudio economico, podemos establecer dos grupos: el correspondiente a los diques que seran averiados o destruidos, y el grupo de los diques que no sufrirán averias y que indirectamente financiarán los costes de reparación de los del primer grupo.

En la practica real, el estudio se aplica exclusivamente para dimensionar las obras de abrigo de un puerto, aunque el estudio económico se desarrolla exactamente igual que si se aplicara a un número N de diques. Si las obras que hoy proyectamos, finalizada posteriormente su vida previsible, se encuadran dentro del segundo grupo, habrian sido las mas economicas, e incluso más de lo esperado del estudio economico, puesto que no contribuiran a la reparacion de averias en otros diques. Sin embargo, si el dique pertenece al primer grupo, no contaremos, producido el desastre, con el ahorro tecnico de los pertenecientes al segundo, con lo cual el dique será el menos económico de todos. En resumen, el resultado del estudio económico nos deja en una situacion de desconocimiento de que es lo que le puede ocurrir a lo largo de su vida previsible.

Este razonamiento al que se ha llegado viene avalado por la tesis doctoral de E. Copeiro, que abarcando un problema más general sobre «analisis extremal sobre variables meteorologicas», llega por caminos distintos e independientemente a

Llegado este momento, la utilidad del analisis de riesgo es clara; de él obtenemos la probabilidad o riesgo de que durante la vida de la obra esta pueda sufrir averias o ser destruida, es decir, la probabilidad de que se encuadre en el primer grupo o en el segundo. Si el riesgo de averia o destruccion es grande acudiremos a una solucion mas conservadora que la teoricamente mas economica. De acuerdo con esto, podriamos llegar al mismo punto adoptando previamente unos niveles de riesgo admisibles y dimensionar para ellos nuestra seccion. El concepto de riesgo es mas claro que el obtenido del estudio económico, aunque mucho más problemático en el momento de tomar decisiones especialmente en este campo donde no existen directrices orientadoras.

De acuerdo con lo expuesto, la conclusion final es la siguiente: el estudio economico de una sección es útil para proporcionar un orden de magnitud del nivel al cual debera ser dimensionada, pero consideramos que es siempre necesario apoyarse en el analisis de riesgo para definir la solucion definitiva, solucion a la cual se puede llegar directamente mediante este último criterio.

BIBLIOGRAFIA

— A.I.P.C.N. Recent Fr... de a Commission Internationale pour l'Etude des Effets des Lames. Anejo al Boletin numero 25 (Vol III 1976).

— BORGMAN, Leon. Risk Criteria. A.S.C.E., 1963 WW3.

— INIBARREN, Ramón: Formula para el cálculo de los diques de escolleras naturales o artificiales. XXI. C.I.N. Estocolmo. 1965

— LE MEHAUTE, Bernard. Similitude in Coastal Engineering. A.S.C.E., 1976 WW3.

— VAN DE KNEEKE, J., y PAAPE, A. On Optimum Breakwater Design. Coastal Engineering, 1964 Ch. 34.

— SHORE PROTECTION ...

Directorio de Asistentes al curso: [illegible]cto y Construcción de Obras Marítimas
Agosto de 1981.

1. Julio Aguilar Larque
I M P
Subjefe Sección B
Av. Lázaro Cárdenas 152
México 14, D.F.
567 66 00 Ext 2637

Valle de Guerra 51-2
Valle de Aragón
Estado de México

2. Medardo Alvarez Martínez
Analista de Sistemas Portuarios
S C T
Av. Eugenia 197 3° Piso
Dir. Gral de Ope. Portuaria
México 12, D.F.
696 01 00 Ext 150

Bolívar 121 Altos 2
Centro
México 1, D.F.
578 92 49

3. José Luis R. Anaya y García
Construcciones Protexa S.A. de C.V.
Gerente de Operación
FF CC Cuernavaca 211
Chapultepec Morales
540 68 29

Real de San Lucas 76 Casa 1
México 21, D.F.
544 97 05

4 Angel Arvizu Zaragoza
Dir Gral. de O Marítimas
Depto de Est y Lab
Ingeniero Consultor
Miguel Lerdo de Tejada 6
San Juan Ixhuatepec, Edo de México
569 28 37

Calle 298 No. 28
El Coyol
México 14, D.F.

5 Faustino Bañuelos Gallegos
Dirección General de Obras Marítimas
S. C. T.
Jefe de Normas Técnicas
Insurgentes Sur 465 10° Piso
México 8, D.F.
564 53 61

Contadores 53
México, D.F.
581 37 41

6 Juan Benítez Cárcamo
Dir. Gral de O Marítimas
Ingeniero Civil
Insurgentes Sur 465
México 11, D. F.
564 53 71

Mier y Pesado 137 10
México 12, D.F.

José A. Cerniechiaro Figueiras
P E M E X
Ingeniero de Planeación
Av. Marina Nacional 329
México 17, D.F.
254 39 59

San Antonio 135-7
Náoples
México 18, DF
563 01 56

Guillermo Chóng Cruz
Dir. Gral. de O. Marítimas
S. C.T.
Ingeniero Civil
Insurgentes Sur 465
México, D.F.
584 61 28

Napoleón 39
Moderna
México 13, D.F.

Onésimo Constantino Blanco
Ing. de Sist de Transporte Metropolitano
Jefe del Depto de Obras Hidráulicas
Legaria 252
México 17, D.F.
399 69 22 Ext 237.

Providencia 824
México 12, D.F.
523 42 00

10 Gloria Djaddah Djaddha
Obras Marítimas
Estructurista
Insurgentes Sur.465 8° Piso
México 17, D.F.
564 51 01

Newton 285
Polanco
México 5, D.F.
254 28 58

11 Javier Flores Martinez
Departamento de Pesca
Jefe de Sección
Alvaro Obregón 269
México 12, D.F.
511 02 40

Norte 24 A No. 18
Col. Industrial
México 14, D.F.
537 43 54

12 Rafael Fortanet Lara
Industrias Conasupo S.A. de C.V.
Asesor Técnico
Valencia 36
México 19, D.F.
563 87 96

Circ. Cronistas 165
Satélite, Edo. de México
562 97 59

13 Benjamín García Audelo
Dir Gral. de Obras Marítimas
Auxiliar Técnico
Insurgentes Sur 465
México 18, D.F.
564 72 78

Norte 67 No. 2941
México 16, D.F.
355 95 39

22. Carlos Martínez García
S C T
Ing. Civil
Insurgentes Sur 465
México 11, D.F.
564 51 01

Calle Eusebio Jauregui 166
México 16, D.F.
352 22 90

23 Alejandro Rogelio Martínez Medina
Constructora Politécnica SA
Proyectista
E. Rebsamen 308 2 F
México 12, D.F.
543 29 33

Valle del Siret 114
Valle de Aragón
M éxico, D.F.

24. Filomeno Mata del Río
Dir. Gral de Obras Marítimas
S CT
Técnico en Arquitectura
Insurgentes Sur 465 10° Piso
México, D.F.
564 53 61

Playa Mocambo 470
México 13, DF
579 36 41

25. Roberto Mendoza Blackaller
Serv. Industr. Peñoles S.A. de C.V.
Gerente de Desarrollo
Reforma 383 Piso 14
México 5, D.F.
514 64 07

Pirineos 305
México 10, D.F.
520 41 50

26. Jorge Aldo Morazán Arroyo
Industrias Conasupo, S.A. de C.V.
Asesor Técnico
Valencia 36-2° Piso
México 19, D.F.
563 87 96

Valle de Rivas 100
Valle de Aragón
Estado de México

27. Raúl Monroy Montes de Oca
Inst. Mex. del Petróleo
Jefe Oficina de Proyectos Arquitectónicos
Av. de los 100 Metros No. 152
México 14, D.F.
567 66 00 Ext. 2667

Augusto Rodín 102 No. 19
México 18, D.F.
515 37 52

28. Arnoldo Navar Cavada
Dir de Obras Marítimas
Ingeniero Civil
Insurgentes Sur 465
México 11, D.F.
584 61 28

Reforma 616-688
México 3, D.F.
529 90 80 Ext. 608

36. Adrián Carlos Reyes Mejía
Depto. de Pesca
Supervisor
Av. Alvaro Obregón 269
México 7, D.F.
525 49 60

Querétaro 27
México 20, DF
550 26 19

37. Felipe G. Reyes Ramírez
Dir. Gral. de Obras Marítimas
S C T
Proyectista
Lerdo de Tejada 6
San Juan Ixhuatepec, Edo. de Méx.
569 28 37

Leonardo Bravo 5
Jesús del Monte
Estado de México
277 20 76

38. C. Virgilio Reyes Reyes
Dir. Gral. de O. Marítimas
Ing. Civil
Insurgentes Sur 465-8° Piso
México 11, D.F.
564 51 01

Debussy 81
México 2, D.F.
583 56 15

39. Manuel Ramón Rojo Abrego.
Dirección Gral. de O. Marítimas
Ing. Civil
México 11, D.F.
584 61 28

Felipe de la Garza 315
México 9, D.F.
765 21 92

40. Eduardo Ruiz López
Dir. Gral. de Obras Marítimas
S C T
Arq. Proyectista
Insurgentes Sur 465
México 11, D.F.
564 53 61

Nte. 94 # 6526-8
México14, D.F.
760 55 64

41. María Teresa Lidia Sánchez Vega
S C T
Ing. Civil
Lerdo de Tejada 6
Sn. J. Ixhuatepec, Edo. de Méx,
569 28 36

Sn. Borja 1212 5
México 12, D.F.
559 70 52

42. Jesús Santa Anna Rodríguez
Esc. Nal. de Est. Profesionales Acatlán
México
373 23 99 Ext. 197

Playa Ola Verde 385
México 13, D.F.
579 17 14

29. Bernardo Omaña Díaz
S C T
Obras Marítimas
Insurgentes Sur 463
México 11, D.F.
584 61 28

Nativitas 66
México 13, D.F.
579 41 76

30. Luis Oscar Pérez Camacho
P E ME X
Analista de Precios Unitarios y Costos
Av. Marina Nacional 263
México 17, D.F.
531 16 63

Calz. de Camarones 552 B 14
Claveria
México 16, D.F.
352 45 26

31. Luis Piña Carbajal
I M P
Av. de los 100 Metros # 152
México 14, df.
567 66 00 Ext. 2647

Guerrero 330 E -19
México 3, D.F.
583 78 46

32. José Felipe Piña Jiménez
Dir. Gral. de Obras Marítimas
Insurgentes Sur 465
México 11 , D.F.
584 61 28

33. Raymundo Ponce Cabrera
PEMEX
Av. Marina Nal. 329 3° Piso
México 17, D.F.
254 39 59

Calle N Edif. 25 Depto. 14
Alianza Popular Rev.
Mexico 21, D.F.
677 83 72

34. Oscar Arturo Quiroz Jaime
Dir. Gral. de O. Marítimas
564 51 01

Av. 3 Anegas 39
Progreso Nal.
México 14, D.F.
392 23 34

35. Honorato Ciriaco Ramírez Rojas
Ingenio de Atencingo
Jefe de Const.
Dom. Conocido
Puebla, Pue.
6 09 00

Opalo 4102
Villa Posadas
Puebla, Pue.

50. José Luis Valencia Mariscal
S C T
Ing. Proyectista
Insurgentes Sur 465
México 11, D.F.

Linares 50-502.
México 7, D.F.

51. Juan Carlos Vázquez Reyes
Subsecretaría de Ptos. y Marina Mercante
Ingeniero Arq.
Insurgentes.Sur.465
México 11, D.F.
564 51 01

Pte. 116 # 901.
México 15, D.F.
567 65 83

52. Manuel Jesús Vega Cuenca
Esc. Sup. de Ing. y Téc. Especializados
Jefe del Lab. de Ensaye de Mat.
UNAM
Campeche, Campeche
610 02

Rosales 2a.
San. Fco.
Campeche, Camp.
6 61 68

53. Alberto Zarco Mosqueda
PEMEX
Analista de Precios Unitarios
Lope de Vega 132 7° Piso
México 5, D.F.
531 16 63

Sur 79 4358-6
México 13, D.F.
538 22 70

54. Carlos E. Parra Toledo
PEMEX
Subjefe Depto. Prog. y Control de Obras
Lope de Vega 132-8°
México 5, D.F.
566 84 81

Fdo. Magallanes 50
Col. Echegaray
Edo. de México
560. 89 24

55. José Luis Zúñiga Meléndez
Proyectos Marinos
Jefe de Grupo
Ciruelos 186
Bosques de las Lomas
México 14, D.F.
596 45 45

Corona 21
Industrial
México 14, D.F.
537 91 62

'edes.