

Directorio de Profesores del Curso Proyecto y Construcción de Obras
Marítimas y Portuarias 1980.

1. Ing. Clemente Beltrán Ruiz de Esparza
Gerencia de Administración de Proyectos
Gerente
P E M E X
Marina Nacional No. 329 Edificio 1810 12° Piso
México 17, D. F.
531 47 74
2. Ing. Mario Rodríguez de la Gala Velázquez
Superintendente General de Dragado y Obras Portuarias
Especialidad Técnica
P E M E X
Marina Nacional No. 329 Edificio B-1 2° Piso
México 17, D. F.
531 62 50
3. Ing. Luis Herrejón de la Torre (Coordinador)
Administrador de Proyectos y Obras Portuarias
Gerencia de Proyectos y Construcción
P E M E X
Marina Nacional No. 329 Edificio 1810-10° Piso
México 17, D. F.
531 63 63
4. Ing. José Guillermo Macdonel Martínez
Coordinador del Area de Infraestructura Portuaria
Coordinación de Proyectos de Desarrollo de la Presidencia
Protasio Tagle No. 95
San Miguel Chapultepec
México 18, D. F.
271 15 88
5. Ing. Francisco Mendoza Von Borstel
Gerente de la Terminal Marítima Dos Bocas
Proyectos Marinos S. C.
Blvd. M. A. Camacho No. 1 11° Piso
México, D. F.
395 00 88 Ext. 103 y 140
6. Ing. José Mora Gómez
Subdirector General
Compañía Benjamín Mora González
Londres No. 71
Col. Juárez
México 6, D. F.
533. 02 74

7. Ing. Julio Pindter Vega (Coordinador)
Jefe del Departamento Técnico
Dirección General de Operación Portuaria
S. C. T.
Eugenia No. 197-3° Piso
México 12, D.F.
590 43 74

8. Ing. Arturo Ruiloba de León
Departamento de Administración de Proyectos de Obras Marítimas
Subdirección de Proyectos y Construcción
P E M E X
Marina Nacional No. 329 Edificio A 10° Piso
México 17, D.F.
531 63 63

9. Ing. Maurisio Osorio Morales
Dirección General de Obras Marítimas
S. C. T.
Asesor
Insurgentes Sur No. 465 -4° Piso
México 11, D.F.
564 52 25

I
 PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS Y PORTUARIAS
 (del 11 al 22 de agosto de 1980)

D I A	H O R A R I O	T E M A S	P R O F E S O R E S
1 de agosto	17 a 21	PUERTOS Y TERMINALES	ING. JULIO PINDTER VEGA
2 de agosto	17 a 21	DIMENSIONAMIENTO	ING. JULIO PINDTER VEGA
3 de agosto	17 a 21	PROYECTO DE OBRAS EXTERIORES	ING. GUILLERMO MACDONEL MARTINEZ
4 de agosto	17 a 21	INSTALACIONES PETROLERAS	ING. MARIO RODRIGUEZ DE LA GALA VELAZQUEZ
5 de agosto	17 a 21	D R A G A D O	ING. JOSE MORA GOMEZ
8 de agosto	17 a 21	ESTRUCTURAS MARITIMAS DE ATRAQUE	ING. LUIS HERREJON DE LA TORRE
9 de agosto	17 a 21	ESTRUCTURAS MARITIMAS ESPECIALES	ING. LUIS HERREJON DE LA TORRE
20 de agosto	17 a 21	CONSTRUCCION DE OBRAS EXTERIORES	ING. FRANCISCO MENDOZA VON BORSTEL
21 de agosto	17 a 21	CONSTRUCCION DE MUELLES	ING. ARTURO RUILOBA DE LEON
22 de agosto	17 a 21	CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ALEJADAS DE LA COSTA	ING. CLEMENTE BELTRAN RUIZ ESPARZA
		MESA REDONDA	ING. MAURICIO OSORIO MORALES (PRESIDENTE)
		CLAUSURA Y ENTREGA DE DIPLOMAS	





centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam



PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS Y PORTUARIAS

PROYECTO DE OBRAS PORTUARIAS

ING. JULIO PINDTER VEGA

ACOSTO, 1980



I N D I C E

GENERALIDADES	1
DETERMINACION DE LAS NECESIDADES PORTUARIAS	1
DIMENSIONAMIENTO PORTUARIO	2
BARCOS DE CARGA GENERAL	4
BARCOS PARA CONTENEDORES	4
BUQUES TANQUES	4
BARCOS MINERALEROS	7
DIMENSIONES DE LA BOCANA DE UN PUERTO	12
PROFUNDIDAD EN EL PUERTO	12
CANALES DE ACCESO Y DE NAVEGACION	15
DARSENAS DE CIABOGA	15
DARSENAS DE OPERACION	18
ORIZAS INTERIORES	21
INSTALACIONES PARA BARCOS DE CARGA GENERAL FRACCIONADA	23
INSTALACIONES PARA BARCOS PORTA CONTENEDORES	25
INSTALACIONES PARA BARCOS PARA MANEJO DE LIQUIDOS Y GRANELES	27
INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO A CUBIERTO	27
VIALIDAD	31
APENDICE (TABLAS)	35



PROYECTO DE OBRAS PORTUARIAS

1.- GENERALIDADES.

UNO DE LOS ASPECTOS COMPENDIDOS EN LOS ESTUDIOS DE PLANEACION DE UN PUERTO, QUIZA EL MAS IMPORTANTE, ES LA DETERMINACION DE LAS NECESIDADES A LARGO PLAZO, TALES COMO: ASENTAMIENTOS HUMANOS, VIALIDAD, SERVICIOS GENERALES, TERRENOS DE RESERVA Y LA PROPIA ZONA PORTUARIA.

LOS FACTORES DETERMINANTES EN ESTOS ESTUDIOS SON: LAS CARACTERISTICAS COMERCIALES E INDUSTRIALES QUE SE ESPERA SE DESARROLLEN EN EL AREA, Y EN FORMA ESPECIAL LA EXTENSION Y NATURALEZA DE LA ZONA DE INFLUENCIA TERRESTRE Y MARITIMA, ASI COMO LA TENDENCIA QUE DEL DESARROLLO Y COMPOSICION DEL TRAFICO MARITIMO Y TERRESTRE.

LA INTERDEPENDENCIA DEL TRAFICO PORTUARIO Y EL DESARROLLO ECONOMICO DE LA ZONA DE INFLUENCIA ES UNA TESIS DEMOSTRADA, AL GRADO DE PODER AFIRMAR QUE UN PUERTO VALE LO QUE VALE SU ZONA DE INFLUENCIA.

LA SUPERFICIE TERRESTRE DEL PUERTO TIENE DOBLE OBJETO, UNO ESTRICATAMENTE PORTUARIO QUE COMPRENDE LAS ZONAS EN LAS CUALES SE DESARROLLAN LAS OPERACIONES TRADICIONALES DE MANIPULACION DE LAS MERCANCIAS Y EL ESPACIO PARA LAS ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS, TALES COMO: EMPRESAS DE MANIOBRAS, AGENTES ADUANALES, CONSIGNATARIOS DE LA CARGA, AGENTES DE BUQUES Y LAS AUTORIDADES LIGADAS A LA OPERACION DEL PUERTO, Y OTRO QUE REUNE TODA LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL Y COMERCIAL DEL PUERTO, ASI COMO LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS, PUDIENDO AFIRMAR QUE DE ACUERDO COMO SE PLANEE CADA UNO DE LOS ASPECTOS ANTES MENCIONADOS Y SU INTERRELACION, SE TENDRAN LOS RESULTADOS DE LA PLANEACION GENERAL DEL PUERTO.

2.- DETERMINACION DE LAS NECESIDADES PORTUARIAS.

PARA ESTIMAR LAS NECESIDADES PORTUARIAS, PODEMOS EMPLEAR, -

UN ESQUEMA FUNDAMENTAL DEL PUERTO, QUE NOS INTERRELACIONE LOS SIGUIENTES FACTORES:

TRANSPORTE
MARITIMO

OPERACION DE
TRANSBORDO

TRANSPORTE
TERRESTRE

DE ACUERDO CON LA MISION DEL PUERTO, LOS FACTORES DEL ESQUEMA SERIAN:

TRANSPORTE MARITIMO	OPERACION DE TRANSBORDO	TRANSPORTE TERRESTRE
ZONAS MARITIMAS DE FON- DEO Y OPERACION.	INSTALACIONES DE ATRAQUE E INSTALACIONES TERRESTRES	VIALIDAD

EN RESUMEN, LAS NECESIDADES PORTUARIAS A ESTUDIAR SON:

- A).- SUPERFICIES MARITIMAS
- B).- INSTALACIONES DE ATRAQUE Y ZONAS DE OPERACION
- C).- SUPERFICIES TERRESTRES.

LAS AREAS DESTINADAS A CADA UNA DE LAS NECESIDADES PORTUARIAS ANOTADAS, DEBERAN FORMAR UN CONJUNTO ARMONICO, YA QUE EL PUERTO ES UNA "UNIDAD, Y SI UNA DE SUS PARTES NO GUARDA LA PROPOSICION DEBIDA, SE FORMARA UN "ESTRANGULAMIENTO" Y EL PUERTO TRABAJARIA DEFICIENTEMENTE, PRODUCIENDOSE UN AUMENTO EN LOS COSTOS DE OPERACION, QUE REDUNDARIA EN UN AUMENTO DE LOS COSTOS TERMINALES DEL TRANSPORTE DE MERCANCIAS.

PARA EL DIMENSIONAMIENTO PORTUARIO, ENTRE OTROS ASPECTOS, DEBERA TOMARSE EN CUENTA:

- A).- DIMENSIONES Y TENDENCIAS EN TAMAÑO Y TIPO DE LOS BARCOS QUE ARRIBARAN AL PUERTO.

- B).- DATOS METEOROLOGICOS DEL LUGAR, TALES COMO: REGIMEN DE VIENTOS, MAREAS, CORRIENTES MARINAS, LLUVIAS, ETC.
- C).- CARACTERISTICAS FISICAS DEL FONDO MARINO DENTRO Y EN LAS INMEDIACIONES DEL PUERTO.
- D).- CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE AYUDA A LA MANIOBRA DE FONDEO Y ATRAQUE DE EMBARCACIONES (REMOLCADORES).
- E).- SISTEMA DE TRANSPORTE TERRESTRE QUE SE EMPLEARA (CARRETERA, FERROVIARIO, POR DUCTOS O FLUVIAL).
- F).- ZONIFICACION DEL AREA DE TIERRA PARA ALOJAR:
- A).- ZONA PORTUARIA
 - B).- ZONA ADMINISTRATIVA
 - C).- ZONA COMERCIAL
 - D).- ZONA INDUSTRIAL
 - E).- ZONA HABITACIONAL

A CONTINUACION VEREMOS CADA UNO DE LOS ASPECTOS ANTES ENUMERADOS, DIMENSIONES Y TENDENCIAS EN TAMAÑO Y TIPO DE LOS BARCOS QUE ARRIBARAN AL PUERTO:

PARA EL DIMENSIONAMIENTO PORTUARIO, EL DATO BASE MAS IMPORTANTE ES LA DETERMINACION DEL TAMAÑO DEL BARCO TIPO QUE SE CONSIDERARA PARA EL DISEÑO DE LAS DIFERENTES AREAS DE AGUA Y SUS CORRESPONDIENTES AREAS TERRESTRES.

EN TERMINOS GENERALES SE PUEDE CONSIDERAR QUE PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCIAS CLASIFICADAS COMO DE "CARGA GENERAL" PARECE SER QUE SE HA ALCANZADO EL TIPO DE EMBARCACION OPTIMA EN CUANTO AL TAMAÑO, NO ASI EN LO REFERENTE AL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS Y MINERALES, DONDE LAS EMBARCACIONES TIENDEN A CRECER, POR LO QUE EL ESTADO ACTUAL DE ALGUNOS PUERTOS ES UNA LIMITACION PARA EL USO DE EMBARCACIONES DE GRANDES DIMENSIONES. PARA ESTE TIPO DE TRAFICO, SE ESTIMA CONVENIENTE PROPORCIONAR FONDEADEROS E INSTALACIONES DE ATRAQUE Y ANARRE EN PUNTOS CONVENIENTEMENTE ALEJADOS DE LA COSTA.

BARCOS DE CARGA GENERAL.

COMO YA SE MENCIONO, 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 CARACTERISTICAS TALES COMO: TONELAJE DE REGISTRO BRUTO (T. B. R.), TONELAJE NETO (T. R. N.) DESPLAZAMIENTO (D), PESO MUERTO (P.M.), SE PUEDE OBSERVAR LA GRAFICA No. 1 DE LA TABLA Y DE LA GRAFICA SE OBTIENE QUE EN TERMINOS GENERALES EL CALADO MAXIMO NO SOBREPASA LOS 10.66-MTS., MANGA DE 25.00 MTS., Y QUE LA ESLORA ES DEL ORDEN DE LOS 160.00 MTS.

BARCOS PORTA CONTENEDORES.

ESTUDIOS DESARROLLADOS POR LA COMISION DEL TRANSPORTE MARI-
TIMO DE LA JUNTA DE COMERCIO Y DESARROLLO DE LAS NACIONES UNIDAS, CON
CLUYEN QUE LAS CARACTERISTICAS DE ESTE TIPO DE BARCO SON LAS QUE SE
MUESTRAN A CONTINUACION:

	CAPACIDAD DE CONTENEDORES DE 20 PIES O SU EQUIVALEN CIA.	T.P.M.	ESLORA TOTAL (M)	MANGA TOTAL (M)	CALADO (M)
BUQUES PORTA CONTENEDORES DE PRIMERA - GENERACION	700-1000	11000	170	25	8.0
BUQUE PORTA CONTENEDORES DE SEGUNDA - GENERACION	1500	30000	225	29	11.5
BUQUES PORTA CONTENEDORES DE TERCERA - GENERACION	2500-3000	40000	275	32	12.5

BUQUES TANQUES.

LA FLOTA DE BUQUES TANQUES DE PETROLEOS MEXICANOS TIENEN LAS

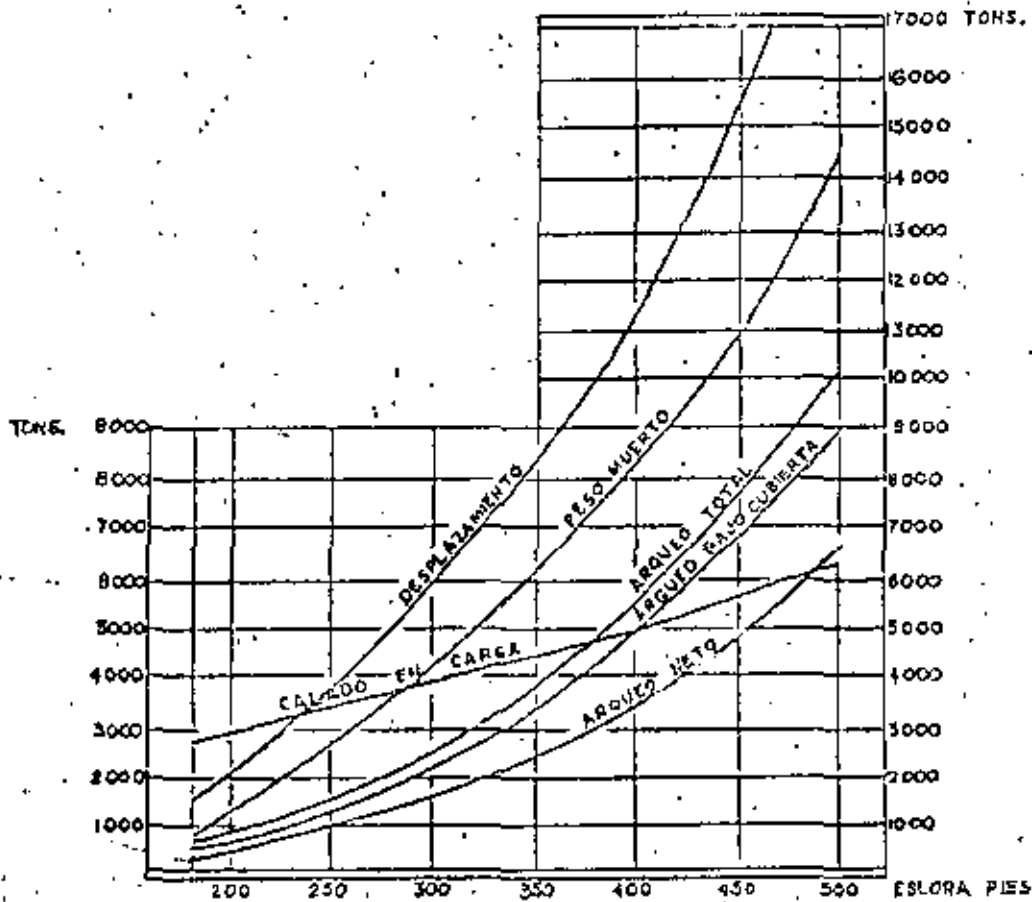
TABLE 3.3 Characteristics of General Cargo Ships

Year built	Name or class	Length		Breadth	Depth	Draft loaded (summer)	Tonnage, long tons	
		Over-all	Bwt. perp				Dead-weight	Displacement
1899	<i>El Sud</i>	405'0"	590'11"	48'3"		22'0"	3,417	
1903	<i>Virginian</i>		490'0"	58'0"	35'6"	29'0"	11,200	18,925
1909	<i>Jean</i>	382'2"	311'0"	46'1"	24'2"	21'0"	4,600	
1914	<i>El Sol</i>	430'0"	405'7"	53'1"	33'8"	26'0"	6,650	
1912	<i>Dalotan</i>		416'2"	53'6"	31'0"	27'4"	8,950	13,250
1913	<i>Columbian</i>		401'0"	53'9"	28'10"	25'9"	7,000	12,000
1916	<i>Edgar F. Luckenbach</i>	442'0"	425'0"	57'3"	42'0"	29'5"	13,000	
1918	<i>Lagos Eric</i>		400'0"	52'0"	31'0"	25'2"	8,000	11,646
1919	<i>Imaginable</i>		440'2"	56'0"	38'0"	28'0"	11,721	15,910
1919	<i>Mc Reesport</i>		395'6"	55'0"	34'11"	27'2"	9,808	13,150
1920	<i>Abricat</i>		402'0"	53'0"	34'6"	26'7"	9,414	12,760
1932	<i>Sratana Havana</i>		460'0"	63'6"	38'3"	26'2"	10,900	16,460
1934	<i>Angelina</i>	410'11"	390'0"	55'0"	30'6"	25'0"	7,600	10,800
1939	C-2 class C2-S-AJ1	439'1"	435'0"	63'0"	31'6"	27'8"	10,775	13,869
1940	C-3 class C3-S-A2	492'0"	465'0"	69'6"	33'6"	28'7"	12,300	18,215
1942	Liberty ships EC2-S-C1	441'6"	417'9"	56'11"	37'4"	27'8"	10,800	14,100
1945	Victory ships VC2-S-AP2	455'3"	436'6"	62'0"	38'0"	28'7"	10,800	15,199
1946	C-4 class C4-S-B5	520'0"	496'8"	71'6"	43'6"	32'10"	15,036	22,094
1950	<i>Schuyler Otis Bland</i>	475'0"	450'11"	66'0"	41'6"	30'0"	10,516	15,910
1952-59	Murmer class	563'8"	528'6"	76'0"	35'6"	29'11"	12,910	21,093
1957	<i>Asalea City</i> (C-2 container-ship)	468'0"	442'2"	72'0"	40'2"	24'2"	7,891	13,125
1959	<i>Mamla</i>	480'2"	449'6"	62'4"	38'9"	29'4"	11,374	16,207
1960	<i>Flora</i>	484'7"	447'0"	62'8"	39'1"	29'6"	12,417	17,088
1961	<i>Export Agent</i>	492'6"	470'0"	73'0"	42'8"	28'2"	11,049	17,570
1961	<i>Apollonia</i>	505'4"	475'11"	66'3"	41'4"	30'5"	14,974	20,274
1961	<i>Philippine President Roxas</i>	510'2"	475'9"	64'0"	40'4"	29'7"	12,156	17,379
1961	<i>Washington Mail</i>	563'8"	528'6"	76'0"	44'6"	31'7"	14,803	22,593
1962	<i>Vasilos R.</i>	526'0"	492'6"	67'3"	42'0"	31'3"	15,450	20,728
1962	<i>Pioneer Moon</i>	560'6"	530'0"	75'0"	42'9"	31'7"	13,583	21,053
1962	<i>African Meteor</i>	572'0"	541'0"	75'0"	42'10"	30'10"	12,724	20,110
1962	<i>Ashley Isles</i>	493'0"	470'0"	69'0"	41'6"	30'1"	11,336	17,210
1963	<i>C. E. Dant</i>	565'0"	528'6"	76'0"	44'6"	31'7"	14,376	22,609
1965	<i>Chief Merchant</i>		470'0"	69'0"	41'6"	30'2"	11,364	17,270
1968	<i>Alaskan Mail</i>	605'0"	582'6"	82'0"	46'6"	35'1"	22,208	31,925
1968	<i>Genevieve Lykes</i>	540'0"	514'11"	76'0"	42'8"	31'8"	13,808	20,960
1968	<i>Klaan Yvow</i>	466'9"	440'0"	65'0"	40'6"	29'9"	14,924	18,825

CARACTERISTICAS DE BUQUES

REFERENCIA:

"Teoría del Buque"
del Ing. Naval Godino



PARA LA LEY DE VARIACION DEL CALADO CON LA ESLORA
LA SEPARACION ENTRE DOS ORIZONTALES DEL DIAGRAMA —
EQUIVALE A CINCO PIES.

1 PIE = 0.305 m

1 METRO = 3.28 pies

BUQUES DE
200 PIES DE
ESLORA

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{E}{P} = 12.5 \\ \frac{M}{P} = 1.0 \end{array} \right.$$

BUQUES DE
500 PIES DE
ESLORA

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{E}{P} = 15 \\ \frac{M}{P} = 1.63 \end{array} \right.$$

E = ESLORA
P = PUNTA
M = MANGA

NOTA:
ESTA GRAFICA ESTA CULCADA DEL LIBRO "INGENIERIA MARITIMA" DEL
ING. ROBERTO MUSTAMANTE Y OTROS AUTORES.

SIGUIENTES CARACTERISTICAS (TABLA 2). LAS CARACTERISTICAS DE LA FLOTA MUNDIAL SE PODRAN OBSERVAR EN LA TABLA NO. 3 TOMADA DEL LIBRO DE ALONZO - - D. QUINN Y DE LA GRAFICA NO. 2

BARCOS PARA TRANSPORTE DE MINERAL.

LAS DIMENSIONES Y TENDENCIAS PODRAN OBSERVARSE EN LA TABLA NO. 14, DE LA CUAL SE OBTIENE QUE EN TERMINOS GENERALES SE PODRIA CONSIDERAR QUE LA EMBARCACION DE MAYOR TAMAÑO ES DEL ORDEN DE 12.80 MTS. DE CALADO, - - - 230.00 MTS. DE ESLORA TOTAL, MANGA DE 31.00 MTS., PUNTAL DE 19.00 MTS.

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 CARACTERISTICA PRINCIPAL ES QUE DISPONE DE UNA CUBA DE 500 TON. LAS BARCAZAS LASH TIENEN UNA CAPACIDAD DE 350 TON., (13.74 M. X 9.50 M. X 2.74 M.) SIENDO 2.74 AL CALADO A PLENA CARGA, Y LOS BUQUES TRANSPORTAN DE 73-Y 89 BARCAZAS.

SEABEE.- TIPO DE BARCO PORTA-BARCAZAS, TIENEN TRES CUBIERTAS Y LAS BARCAZAS SE SUBEN A BORDO MEDIANTE UN MONTE-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 MEXICO, UN SINNUMERO DE EMBARCACIONES DE VARIOS TIPOS, DESDE EL CAYUCO, O PEQUEÑA EMBARCACION DE PESCA, HASTA LOS BARCOS ESPECIALIZADOS PARA LA CAPTURA DEL ATUN.

SE ANEXAN LAS CARACTERISTICAS DE LAS FLOTAS, ATUNERA, ARCHIVENTERA, SARDINERA, CANARCNERA Y DE ESCAMA. CONSIDERAMOS SON LAS REPRESENTACIONES

(TON) CGEF. BLOCK ES. T. (m) ES. 4P.P. (m) MANSA (m) PUNTA (m) CALADO (m) F. BORDO (m)

0.634	101.10	94.49	14.34	8.30	5.65	2.373
0.693	135.06	128.32	18.01	9.93	7.62	2.362
0.635	140.60	131.06	19.24	10.94	8.02	2.931
0.6060	135.02	128.02	17.55	9.27	7.30	2.006
0.714	165.20	155.46	20.73	11.53	9.09	2.549
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	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	21.25	11.61	9.12	2.746
0.772	173.00	161.54	21.31	12.09	9.34	2.733
0.790	170.60	163.93	21.89	12.00	9.07	2.691
0.780	170.75	163.86	22.05	12.17	9.45	2.691
0.730	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	12.93	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	164.00	22.05	12.95	9.47	3.016
0.795	170.61	164.49	22.05	12.95	9.47	3.016
0.780	170.59	163.86	22.05	12.17	9.45	2.703
0.770	170.75	163.86	22.05	12.17	9.45	2.691
0.730	170.59	163.86	22.05	12.17	9.45	2.691
0.780	170.69	164.38	22.05	12.15	9.46	2.793
0.780	170.75	163.86	22.05	12.18	9.45	2.691
0.780	170.75	163.86	22.05	12.18	9.45	2.691

TAB A 2 CARACTERISTICAS DE LA FLOTA DE BUQUE TANQUE DE PETROLEOS MEXICANOS.

HOMBRE DEL BARCO	AÑO DE CONST.	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	4,989	2,032
VICENTE GUERRERO	1967	5,772.81	3,052.62	8,893	12,478	3,548
MARIANO ESCOBEDO	1967	7,991.83	4,599.71	9,550	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	5,669
GUATEPECOS	1967	10,085.72	5,724.97	17,473	22,128	4,685
PLAN DE SAN LUIS	1967	10,085.72	5,724.97	17,473	22,128	4,685
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	6,429.53	17,729	24,053	6,347
JUAN ALVAREZ	1955	12,447.04	7,157.36	19,405	25,875	6,459
GUADALUPE VICTORIA	1958	12,568.01	7,209.55	20,253	25,641	5,957
PLAN DE AYUTLA	1967	12,763.18	7,561.34	21,668	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	21,639	28,017	6,328
FRANCISCO J. MUJICA	1973	14,743.69	8,895.68	21,696	28,017	6,322
MANUEL AYILA CAMACHO	1973	14,743.69	8,895.68	21,704	28,017	6,313
INDEPENDENCIA	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	6,313
REVOLUCION	1975	14,743.69	8,895.68	21,704	28,017	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	5,627
JOSE M. MORELOS	1967	12,762.84	7,503.00	21,797	27,432	5,593
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

Characteristics of Tankers

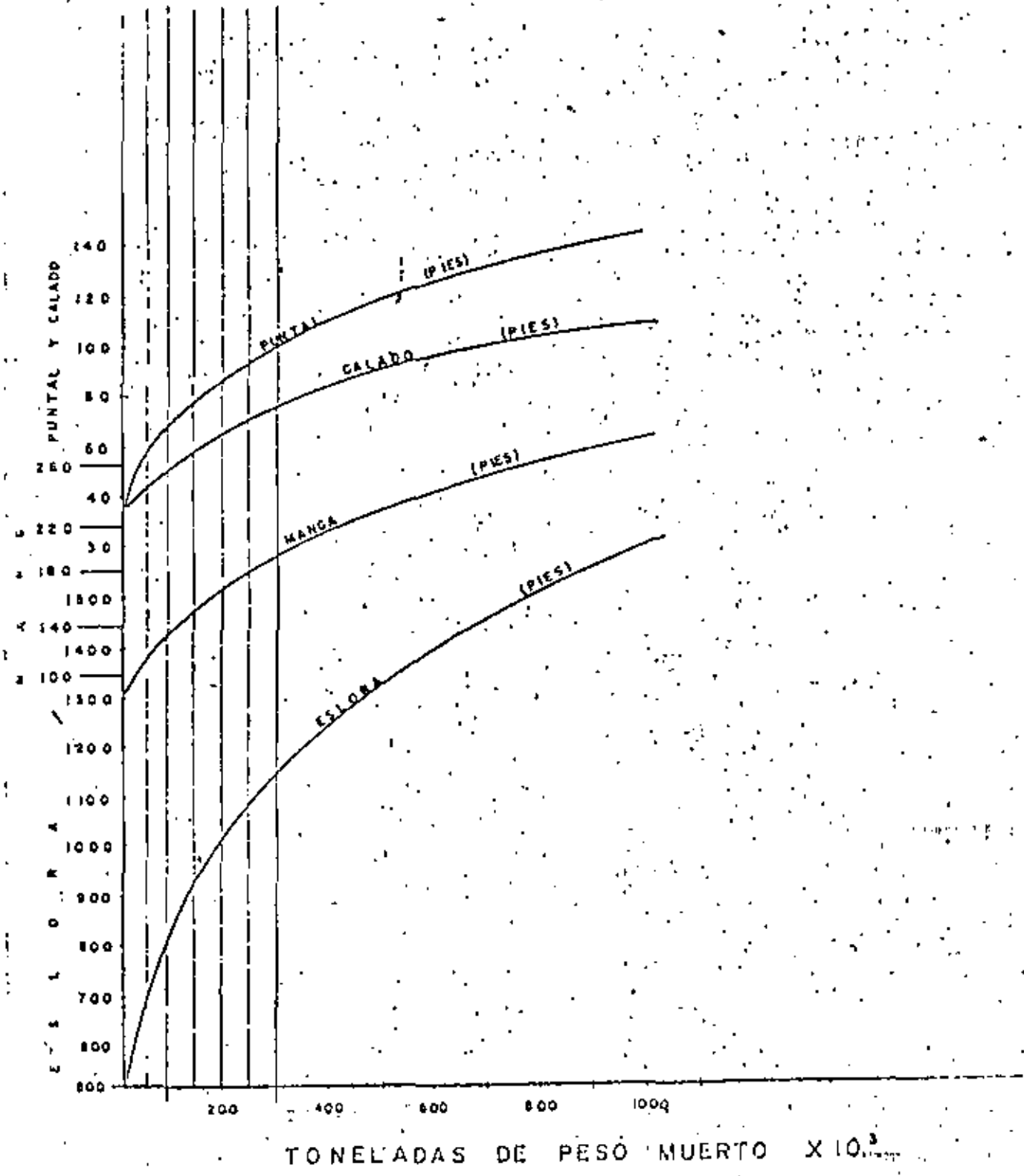
Year built	Name or class	Length		Breadth	Depth	Draft loaded (summer)	Tonnage, long tons	
		Over-all	Net. perp.				Dead-weight	Displacement
1904	Conaure	302'6"	287'0"	42'2"	23'2"	21'5"	3,266	5,000
1906	W. S. Porter	309'2"	293'0"	49'5"	28'11"	24'0"	6,260	
1908	Texas	412'3"	409'2"	52'8"	27'1"	24'0"	9,742	
1914	John D. Archbold	474'6"	458'3"	60'0"	36'1"	26'11"	9,546	
1916	Charles Pratt	510'6"	500'0"	64'0"	36'1"	27'0"	14,990	
1921	T. J. Williams		465'0"	69'0"	36'3"	27'8"	11,990	17,875
1921	Cocaloo	435'0"	420'0"	56'0"	33'6"	27'0"	9,972	13,350
1930	Brilliant		481'4"	65'9"	37'0"	28'11"	14,265	20,230
1933	Brulpenier	467'0"	450'0"	67'0"	34'0"	27'8"	12,585	18,500
1941	T-2 class tankers	523'0"	503'0"	68'0"	39'3"	30'2"	16,150	24,840
1943	Atlantic Sun	517'3"	521'0"	70'0"	40'3"	29'3"	17,575	24,710
1948	Esso Zurich	628'0"	601'1"	82'6"	42'6"	32'5"	26,550	31,690
1950	Atlantic Seaman	659'6"	626'8"	85'0"	45'0"	34'2"	30,151	39,661
1953	Tina Onassis	775'7"	723'3"	95'2"	51'6"	37'10"	42,930	50,477
1953	Peetrang	673'0"	644'0"	92'0"	46'0"	34'8"	38,111	44,517
1954	W. Allan Jones	707'6"	677'0"	93'0"	46'6"	36'8"	39,111	47,640
1954	World Glory	736'4"	723'0"	102'0"	50'0"	37'9"	41,509	50,025
1955	Sinclair Petroleum	789'0"	756'0"	106'0"	54'2"	40'7"	50,049	75,630
1956	Crucis Service Baltimore	661'0"	630'0"	90'0"	45'3"	34'2"	32,710	42,751
1956	Universe Leader	854'9"	815'0"	123'0"	61'3"	46'2"	65,515	100,630
1957	Esso Citysburg	715'0"	685'0"	93'0"	46'7"	36'0"		50,136

1957	Tidewater	785'10"	749'8"	102'0"	53'0"	39'3"	53,589	69,180
1958	Savanna		810'0"	104'0"		41'9"	60,000	
1959	National Defender	810'0"	770'10"	104'0"	60'0"	44'0"	66,532	82,678
1959	W. Allan Jones	824'10"	782'0"	116'0"	56'0"	43'2"	68,810	89,200
1959	Occidental Giant	849'9"	803'10"	107'11"	60'8"	44'10"	70,363	91,516
1959	Princess Sophie	859'2"	820'0"	115'0"	60'0"	44'3"	71,282	91,511
1960	J. Paul Getty	844'4"	808'0"	110'0"	61'4"	46'4"	73,900	97,000
1960	Universe Daphne	949'9"	900'0"	153'0"	67'6"	50'11"	115,360	140,570
1961	Olympus	818'11"	784'1"	113'0"	61'6"	45'16"	75,145	94,260
1961	Orion Hunter	860'0"	820'0"	104'0"	60'0"	43'10"	67,208	86,800
1961	Noels Sovereign	874'10"	833'4"	122'1"	64'0"	48'2"	90,900	113,000
1962	Esso Austria	849'1"	809'5"	116'0"	63'4"	45'0"	78,566	92,676
1962	Hanhattan	940'5"	892'0"	132'0"	67'6"	50'1"	108,400	138,200
1962	Hisho Maru	954'8"	905'6"	141'1"	72'10"	54'4"	132,217	160,075
1963	William M. Allen	834'8"	782'0"	116'0"	56'0"	43'8"	69,360	90,531
1963	California Getty	835'0"	794'0"	127'1"	65'4"	48'10"	90,221	116,145
1963	Esso Deutschland	855'11"	820'0"	125'0"	62'6"	47'5"	96,197	114,610
1964	Esso Bayern	869'8"	820'0"	125'0"	62'6"	47'11"	90,600	111,758
1965	Universe Commander	775'0"	738'0"	104'4"	55'4"	43'8"	60,032	73,814
1966	Sonn	835'0"	784'5"	124'1"	57'5"	43'11"	84,217	100,507
1968	Newman Maru	984'3"	945'1"	158'2"	78'9"	59'2"	175,691	265,000
1968	Universe Iceland	1132'10"	1082'8"	179'0"	105'0"	81'5"	326,585	372,811
1969	Universe Kuwait	1133'10"	1082'3"	174'10"	105'0"	71'6"	276,600	
	Projected (long)	1348'0"		215'0"		80'0"	500,000	
	Projected (bulky)	1260'0"		216'0"		88'0"	500,000	
	Projected	1600'0"		333'0"		95'0"	1,000,000	

CARACTERISTICAS DE BUQUES TANQUE

FUENTE: U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
 MARITIME ADMINISTRATION OFFICE
 OF SHIP CONSTRUCTION AND
 MARITIME REPORTER AND ENGINEERING NEWS

15 / IV / 74



1957-1960 Characteristics of Bulk Carriers (Ore, Coal, etc.)

Year built	Name	Length		Breadth	Depth	Draft loaded (summer)	Tonnage, long tons	
		Over-all	Bet. perp.				Dead-weight	Displacement
1907	Ben L. Tarr		388'8"	50'0"	28'0"	20'9"		
1907	B. F. Jones		527'10"	54'0"	51'2"	26'2"		
1917	Homer D. Williams		580'0"	60'0"	32'0"			
1922	Marore	571'6"	550'1"	72'0"	44'0"	34'1"	22,980	31,000
1938	John Huler		591'3"	63'0"	32'6"	22'3"		19,000
1942	Leon Fraser		623'3"	67'0"	35'0"	24'0"	18,100	23,900
1945	Venore	582'11"	560'0"	78'0"	43'9"	34'4"	24,251	32,449
1954	Ore Chief	791'0"	756'0"	116'0"	56'0"	38'9"	80,000	80,000
1955	Lander	630'0"	651'1"	88'0"	48'0"	34'7"	34,200	41,981
1957	Comite	744'1"	708'8"	100'5"	50'6"	37'3"	46,673	81,245
1958	Consolidation Coal	825'0"	610'0"	75'0"	47'3"	32'5"		
1958	Bourd	857'9"	625'0"	87'0"	46'0"	35'2"	34,947	45,380
1959	Revere	604'8"	566'0"	80'0"	42'4"	25'1"	17,693	25,644
1960	San Juan Exporter	532'11"	498'9"	68'11"	44'8"	31'6"	18,308	23,953
1960	Clyde Ore	546'0"	516'9"	75'10"	40'2"	30'10"	20,075	16,240

1960	Hoe's Jupiter	681'0"	651'1"	88'0"	48'0"	34'7"	34,585	45,175
1960	Eduard L. Ryerson	730'0"	712'0"	75'0"	39'0"	26'6"	26,055	34,125
1961	Tinna	550'2"	520'0"	74'0"	48'4"	34'7"	22,934	29,734
1961	Argonaut	583'6"	545'0"	74'8"	44'0"	31'6"	20,990	28,058
1961	Ore Venus	751'0"	710'0"	102'0"	51'6"	38'0"	50,692	65,660
1962	Cassair	592'2"	585'0"	79'0"	46'8"	32'5"	24,911	32,370
1962	Consaure	579'0"	637'0"	91'10"	51'6"	36'1"	35,316	46,248
1962	Sonic	746'1"	708'8"	100'5"	55'7"	37'11"	48,978	62,551
1963	Atlantic Eagle	625'10"	599'6"	75'8"	46'4"	33'8"	25,670	31,947
1963	Archangel	628'2"	589'6"	75'0"	46'3"	33'8"	23,960	31,994
1964	Amuvidas	735'1"	705'0"	100'8"	55'6"	38'0"	50,035	62,214
1963	Amalfi	753'0"	700'11"	98'5"	55'6"	39'6"	46,730	60,172
1961	Droman	643'0"	600'0"	76'0"	45'6"	33'0"	27,430	35,883
1964	Cedros	995'9"	939'11"	142'1"	81'0"	62'3"	170,418	200,242
1967	Alberto Lallighetti	709'11"	656'2"	93'11"	57'6"	33'6"	44,477	55,399
1967	Leonidas I	708'9"	672'7"	101'9"	59'1"	39'3"	52,458	63,208
1966	Agamemnon	734'9"	698'10"	105'10"	62'6"	40'2"	55,672	69,468
1969	Conchuna	742'7"	710'0"	102'0"	57'6"	42'5"	60,639	72,120

* For summer draft see table.

ALTERNATIVAS EN ESTA MATERIA Y DE LAS CUALES PODEMOS AFIRMAR QUE LAS PROFUNDIDADES REQUERIDAS SERAN:

FLOTA ATUNERA	7 MTS.
FLOTA ANCHOVETERA	4 MTS.
FLOTA ATUENRA	4 MTS.
FLOTA CAMARONERA	3.5 MTS.

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 CONCUERDA 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 MISMA.

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 HARAN 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 LATA PARA ENTRAR O SALIR DEL PUERTO. CUANDO LAS PERDIDAS POR LOS CONCEPTOS ANTERIORES IGUALES O SUPEREN EL COSTO DEL DRAGADO PARA PROPORCIONAR LA PROFUNDIDAD NECESARIA SE PROCEDERA 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 FONDEO 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.

1000

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 QUILIA 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 SUPRIRA 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 (ARFEO), POR LO QUE HABRA 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 NUEDOS, 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, DEPENDIENDO 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 PREEVER 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 LAPROS MAYORES, POR LO QUE AL DETERMINAR EL ANCHO ENTRE OBRAS EXTERIORES HAY QUE PREEVER 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 GEOPISICA DE LA UNAM: EN EL GOLFO DE MEXICO Y MAR CARIBE, DONDE PREDOMINAN LAS MARCAS DIURNAS, SE TOMARA EL NIVEL DE BAJANAR MEDIA QUE SE OBTIENE TOMANDO EL PROMEDIO DE LA BAJANAR 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 RAMOS 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 VURVO CONSIDERANDO LOS RADIOS DE GIRO ANTERIORES NOS DA:

C.

ANCHO DE LA PLANTILLA DE CANAL PARA EMBARCACIONES PEQUEÑAS	S= 1.65 E
ANCHO DE PLANTILLAS DEL CANAL PARA EMBARCACIONES DE PORTE MEDIO	S= 1.58 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, INVIERTIENDO 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 CON CENTRO EN EL ANCLA Y RADIO APROXIMADO DE UNA ESLORA, CONVINIENDO TAMBIEN TOMAR MEDIA ESLORA COMO MARGEN DE SEGURIDAD. (VER FIGURA 1).

$$D = R + 1/2 E = E + 1/2 E = 1.5 E$$

PARA C). - EN CASO DE QUE LA MANIOBRA SE EFECTUE CON 2 REMOLCADORES, DE LOS CHALES 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 MIRAR CASI SOBRE SI MISMO SIN AUXILIO DE REMOLCADORES. PARA LA ELIACION DE LAS

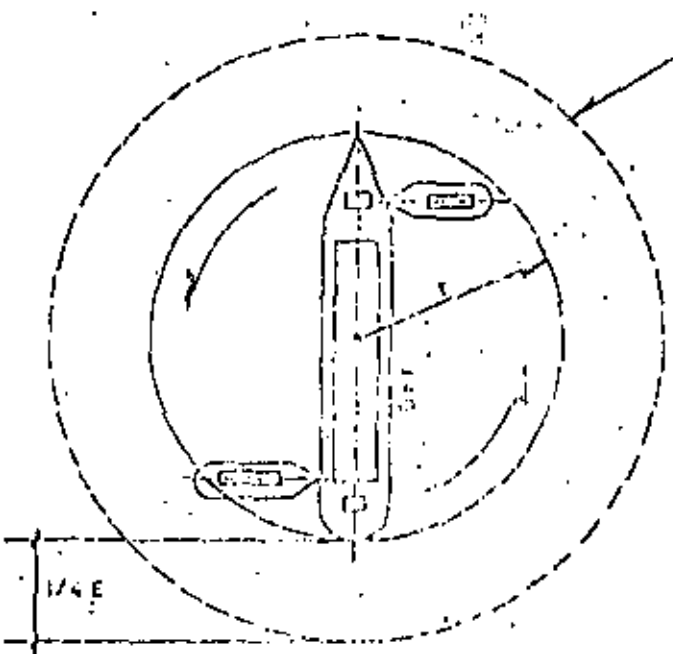
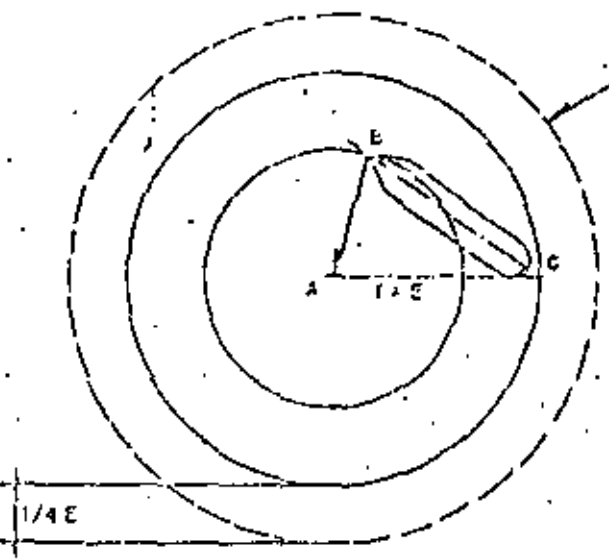
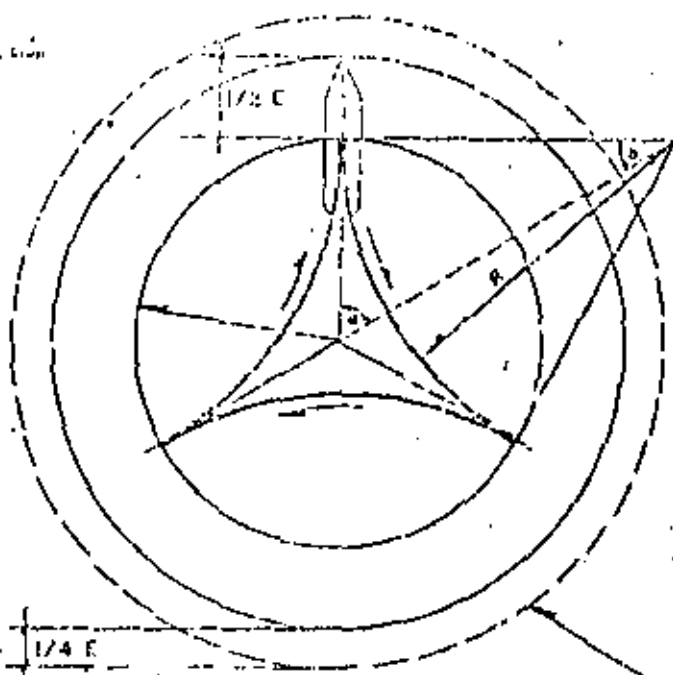
- 1. - Medida de giro de la embarcación
- 2. - Total.
- 3. - Medida de la abertura de ribera.
- 4. - Estimar de la distancia de la boca incluyendo margen de seguridad.
- 5. - Ángulo de 30°
- 6. - Ángulo de 60°

$r = Tg 30^\circ = 0.58 R \quad 17$

R BUQUE PEQUEÑO = 1.5 E
 BUQUE MEDIANO = 2.5 E
 BUQUE GRANDE = 3.5 E

D BUQUE PEQUEÑO = 2.75 E
 BUQUE MEDIANO = 3.00 E
 BUQUE GRANDE = 5.00 E

D1 BUQUE PEQUEÑO = 3.25 E
 BUQUE MEDIANO = 4.00 E
 BUQUE GRANDE = 5.50 E



D1 = 2.5 E

D1 = 1.5 E

20

DARSENAS DE CIADOGA.

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 DEFINE 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, CONVIGUA 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.

ALMACENAMIENTO ESTACIONARIO { CUBIERTO
DESCUBIERTO

BODEGA DE
TRANSITO

BODEGA DE
TRANSITO

BODEGA DE
TRANSITO

BODEGA DE
TRANSITO

CANAL DE
NAVEGACION

A LA BOCANA

DARSENA DE
CIABOGA

DISPOSICION DE INSTALACIONES EN
MUELLES MARGINALES.

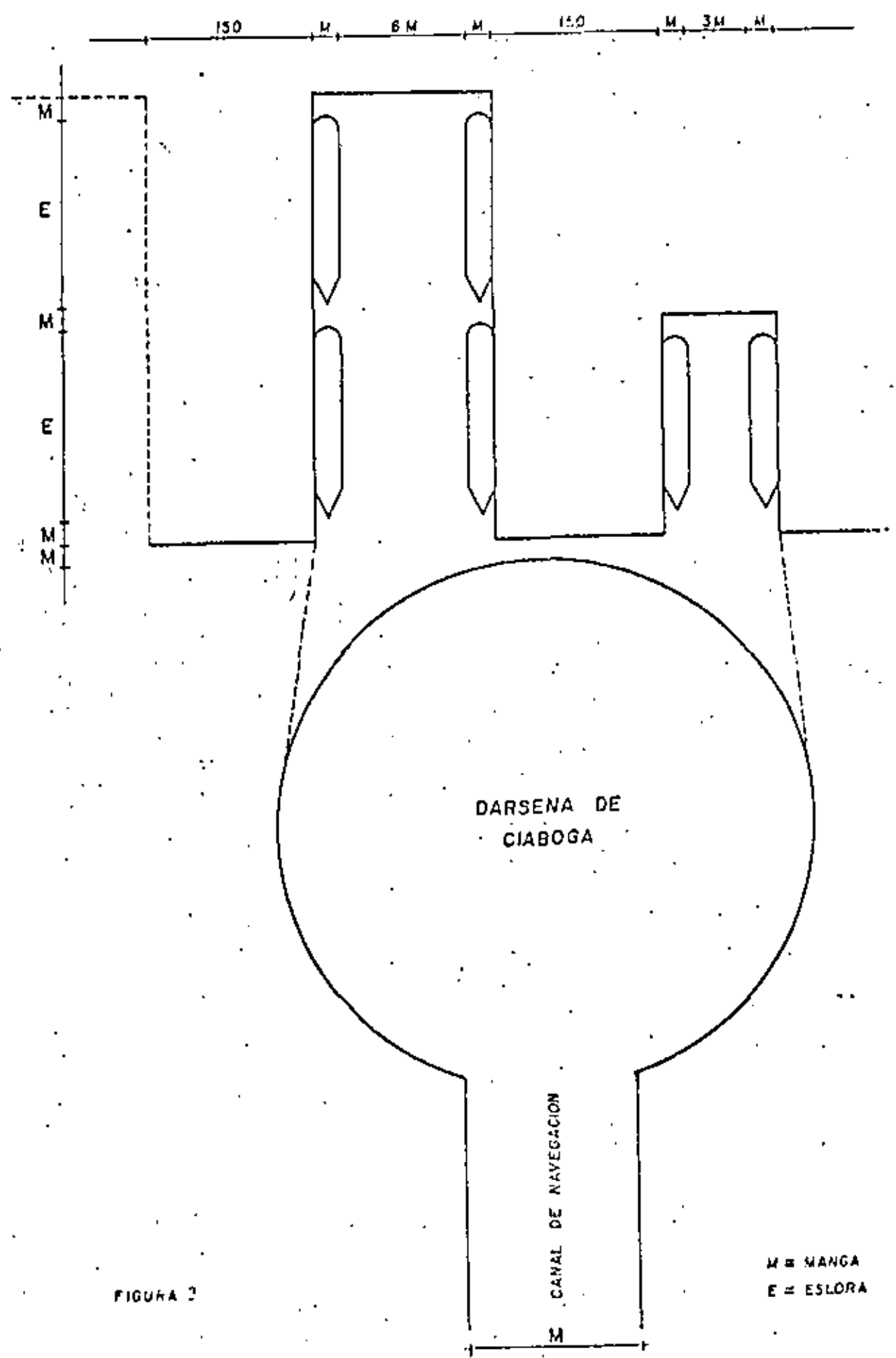


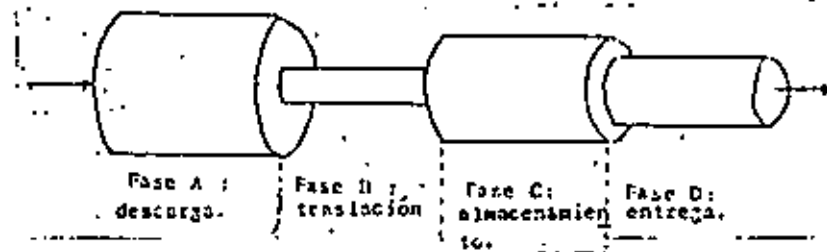
FIGURA 2

M = MANGA
E = ESLORA

DISPOSICION DE LAS DARSENAS DE OPERACION Y CIABOGA

EL ELEMENTO BASICO PARA OBTENER LAS CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES EN EL AREA PORTUARIA SERA EL ANALISIS DEL TRANSITO O PASO DE MERCANCIAS Y/O PERSONAS A TRAVES DE EL AREA PORTUARIA, DESDE LA RECEPCION A LA ENTREGA DE LAS MERCANCIAS (O VICEVERSA) O EL TRANSITO DE PASAJEROS.

EL SIGUIENTE ESQUEMA, NOS PERMITE VISUALISAR LA IMPORTANCIA QUE REVISTE EL ANALISIS DETALLADO DE LAS OPERACIONES EN EL AREA PORTUARIA:



ASI SE REPRESENTA UNA DE LAS DISTINTAS VIAS QUE PUEDEN SEGUIR LAS MERCANCIAS DE IMPORTACION AL PASAR POR UNA INSTALACION DE ATRAQUE. CADA UNA DE LAS CUATRO FASES TENDRA UNA DETERMINADA CAPACIDAD DE MANIPULACION QUE SERA DISTINTA DE LAS CAPACIDADES DE LAS DEMAS. LA SITUACION ES PARECIDA A LA DE UN LIQUIDO QUE CIRCULE POR EL INTERIOR DE UNA TUBERIA DE DIAMETRO VARIABLE O DESIGUAL, EN EL SENTIDO DE QUE EL RITMO DE MANIPULACION DE LAS MERCANCIAS EN EL PUERTO DE ATRAQUE VENDRA DETERMINADO POR LA FASE QUE TENGA LA MENOR CAPACIDAD DE MANIPULACION; EN EL ESQUEMA ANTES PRESENTADO, SE TRATA DE LA FASE B, O SEA LA TRANSLACION.

PODEMOS DECIR TAMBIEN, QUE NO SE CONSIGUE NADA CON TRATAR DE AUMENTAR LA CAPACIDAD DE AQUEL ELEMENTO DEL PUERTO DE ATRAQUE CUYA CAPACIDAD ES YA LA MAYOR, EN EL ESQUEMA LA FASE A, QUE CORRESPONDE A LA DESCARGA. EN REALIDAD SOLO SE PUEDE MEJORAR LA CAPACIDAD DEL CONJUNTO INCREMENTANDO LA CAPACIDAD DEL ELEMENTO MAS ESTRECHO O REDUCIDO, DE AHI LA UTILIZACION DEL TERMINO "ESTRANGULAMIENTO". LA CAPACIDAD DEL CONJUNTO IRA 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 EXIGIRA UN AUMENTO SIMULTANEO DE LA CAPACIDAD A LAS FASES B Y D.

A CONTINUACION DESCRIBIREMOS LAS CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES PARA DAR SERVICIO A LAS ENBARCACIONES ANTES MENCIONADAS.

INSTALACIONES PARA BARCOS DE CARGA GENERAL FRACCIONADA.

PARA LA CARGA Y DESCARGA DE ESTE TIPO DE BARCOS, SE EMPLEAN DOS SISTEMAS, POR MEDIO DE LOS APAREJOS DEL BARCO O EMPLEANDO GRUAS DE MUELLE QUE CORREN SOBRE RIELES A LO LARGO DE LOS MUELLES. EN MEXICO SE USA EL PRIMER SISTEMA MENCIONADO, ES DECIR EMPLEANDO LAS GRUAS DEL BARCO. ASI MISMO PODEMOS DECIR QUE EN NUESTRO PAIS ES FRECUENTE LA MANIOBRA DIRECTA DE BARCO O TREN O VICEVERSA, LO ANTERIOR NOS DA LAS BASES PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS MUELLES DE CARGA GENERAL, QUE SERAN:

- 1.- EMPLEO DEL EQUIPO DEL BARCO PARA LAS MANIOBRAS DE CARGA DESCARGA.
- 2.- EMPLEO DEL EQUIPO FERROVIARIO COMO EQUIPO PORTUARIO, POR LO QUE HAY QUE PREVEER EL SISTEMA DE VIAS SOBRE LOS MUELLES.

DE LA TABLA 1, SE OBTIENE LA ESLORA DEL BARCO DE MAYORES DIMENSIONES QUE ES DEL ORDEN DE 160.00 M, Y CONVIENE DEJAR 20.00 M. EN SUS EXTREMOS PARA TENDER LAS ARMONIAS DEL BARCO, POR LO QUE EL TRAMO DE ATRAQUE SERIA DE 200.00 MTS. DE LONGITUD.

OBTENCION DE LA CAPACIDAD DE UN TRAMO DE ATRAQUE: PARA HACER EL ANALISIS, SE CONSIDERARA UN BARCO TIPO DE ACUERDO CON LOS DATOS DE LA TABLA 1, QUE SON LOS SIGUIENTES:

ESLORA	=	160.00 M.
MANGA	=	20.00 M.
CALADO	=	9.75 M.
ESCOTILLAS	=	4
CAPACIDAD DE CARGA	=	12,000 TON.

PARA CARGA GENERAL FRACCIONADA SE MANEJAN 120 TON. POR BRIGADA POR DIA (APROX.) COMO EL BARCO DISPONE DE 4 ESCOTILLAS, PODRAN TRABAJAR A LA VEZ 4 BRIGADAS OBTENIENDO UN RENDIMIENTO DE 480 TON/DIA YA QUE LA CAPACIDAD...

DAD DE CARGA DE LA EMBARCACION ES DE 12,000 TON; EL TIEMPO DE DESCARGA DE LA EMBARCACION SERA:

$$\frac{12,000 \text{ TON.}}{480 \text{ TON/DIA}} = 25 \text{ DIAS}$$

480 TON/DIA

SI SE CONSIDERAN 300 DIAS HABILES AL AÑO:

$\frac{300}{25} = 12$, QUE SON LAS VECES QUE PODRA UTILIZARSE EL TRAMO DE ATRAQUE AL AÑO.

EL TONELAJE TOTAL ANUAL QUE PUEDE MOVERSE ES DE:

$$12 \times 12,000 = 144,000 \text{ TON.}$$

LA LONGITUD DEL TRAMO, COMO SE DIJO ANTERIORMENTE ES DE 200.00 M.

$$\frac{144,000 \text{ TON.}}{200 \text{ MTS.}} = 720 \text{ TON/AÑO/MTS. DE MUELLE.}$$

200 MTS.

ESTE RENDIMIENTO SE CONSIDERA ELEVADO YA QUE NO HEMOS TOMADO EL TIEMPO QUE EL MUELLE PERMANECE INACTIVO; SI SE TOMA UNA EFICIENCIA DEL 70% PARA SU UTILIZACION SE PONDRÁ:

$$720 \times 0.70 = 504 \text{ TON/AÑO/M. DE MUELLE}$$

CON LA CIFRA OBTENIDA PARA EL RENDIMIENTO DE UN TRAMO PODEMOS DETERMINAR LAS NECESIDADES DE AMPLIACION DE MUELLES Y BODEGAS.

ANCHO DEL MUELLE.

EL ESPACIO COMPRENDIDO ENTRE LA BODEGA DE TRANSITO Y LA BANDA DE ATRAQUE VARIA SEGUN CADA MUELLE EN PARTICULAR, SEGUN LA INTENSIDAD DEL TRAFICO DE MERCANCIAS DE CARGA GENERAL Y EL EQUIPO EMPLEADO EN LA TRANSFEREN-

CIA DE LA CARGA.

EN MEXICO POR TENER QUE MANEJAR GRANELES (PRINCIPALMENTE CEREALES), Y MAQUINARIA, SE HACE NECESARIO CONTAR CON UN SISTEMA DE VIAS DE FERROCARRIL SOBRE LA PLATAFORMA DE TRABAJO DEL MUELLE, POR LO GENERAL EL NUMERO DE DOS; UNA DE SERVICIO Y OTRA DE TRANSITO POR LO QUE LA DISTANCIA ENTRE BODEGA Y PARAMENTO DE MUELLE VARIARA DE 13.00 A 20.00 MTS. DEPENDIENDO TAMBIEN DE LA ESTRUCTURACION DEL MUELLE.

ELEVACION DE LA PLATAFORMA DE TRABAJO.

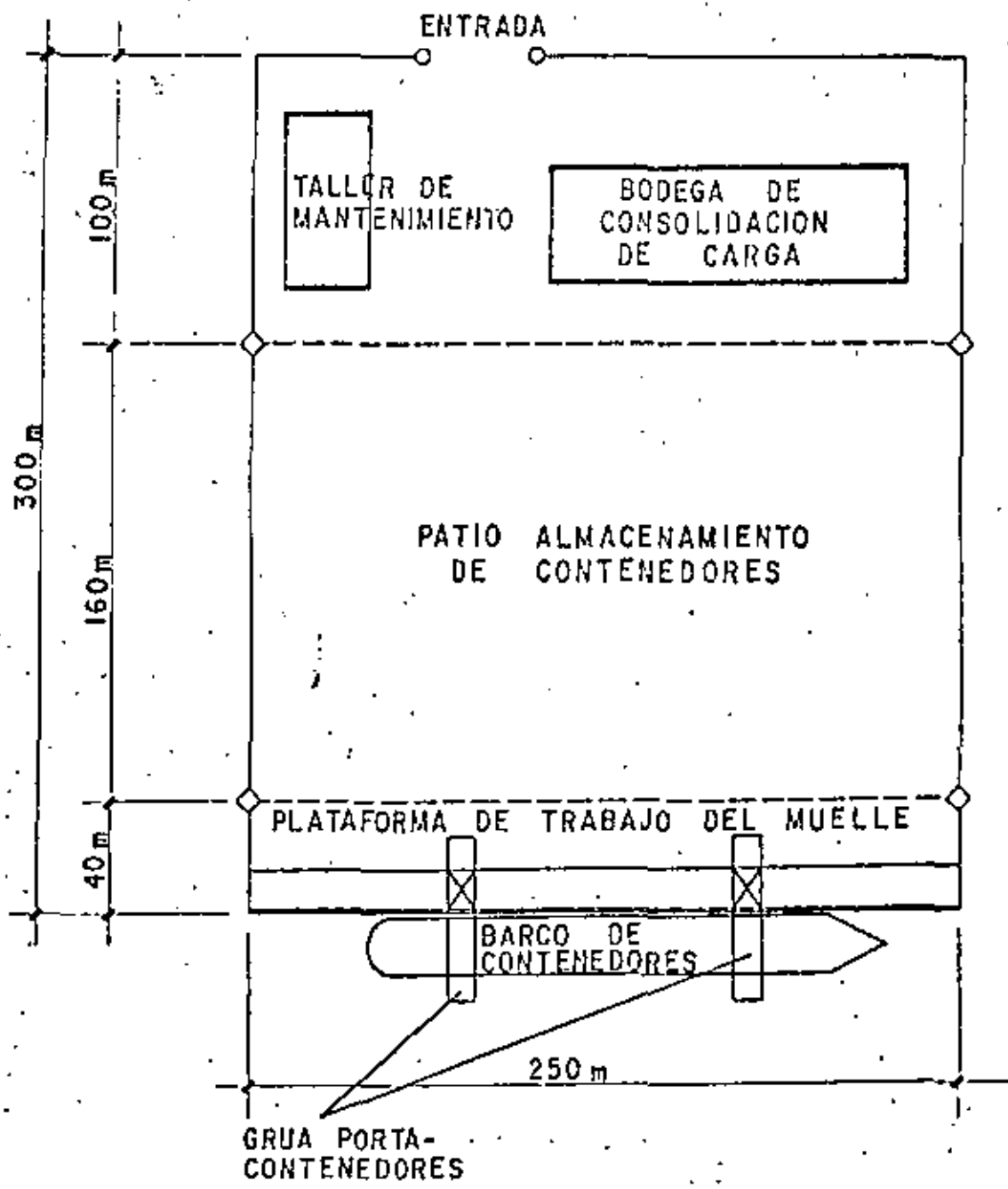
LA ELEVACION DE LA PLATAFORMA DE TRABAJO VARIARA DE LA + 2.00 A LA + 4.00 MTS. DEPENDIENDO DEL LUGAR DE LA COSTA DE QUE SE TRATE, YA QUE ESTA ESTARA EN FUNCION DE LAS MAREAS Y DE LOS DIFERENTES TAMAÑOS DE BARCOS QUE VAYAN A ATRACAR EN EL MUELLE.

SE ANEXA LA TABLA QUE MUESTRA LAS DIFERENTES ELEVACIONES DE VARIOS MUELLES EN LOS PUERTOS NACIONALES Y SU RELACION CON LA VARIACION DE LAS MAREAS QUE NOS DA UNA IDEA PARA LA ELECCION DE DICHA ELEVACION. (VER APENDICE).

B).- INSTALACIONES PARA BARCOS DE CONTENEDORES.

UNA VEZ QUE EL VOLUMEN DE CARGA GENERAL FRACCIONADA LLEGA A TENER UN FLUJO DE CONSIDERACION, DEL ORDEN DE UN MILLON DE TONELADAS, DE LAS CUALES LAS IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES SEAN APROXIMADAMENTE DE LA MISMA CUANTIA, SE RECOMIENDA LA CONSTRUCCION DE UNA TERMINAL PARA EL MANEJO DE CONTENEDORES, CON LO CUAL SE OBTIENE UN AUMENTO DE EFICIENCIA GLOBAL DEL PUERTO, YA QUE EN ESTE TIPO DE INSTALACIONES SE LLEGA A MANEJAR DE 5 A 10 VECES MAS DE CARGA DEPENDIENDO DEL GRADO DE MECANIZACION.

A CONTINUACION MOSTRAMOS LAS DIMENSIONES GENERALES DE UNA TERMINAL DE CONTENEDORES TIPO, EMPLEADA EN EL JAPON, (VER FIGURA 7).



ESPECIFICACIONES DE UNA TERMINAL TIPO

PROFUNDIDAD	-12.00 m.
LONGITUD DEL MUELLE	250.00 m.
ANCHO	300.00 m.
PATIO ALMACENAMIENTO CONT.	40,000.00 m ²
GRUA PORTA-CONT.	2 de 3'X8'X40'
CAPACIDAD	30 TON.

TERMINAL TIPO PARA CONTENEDORES EN JAPON

C.D.- PARA LOS BARCOS ESPECIALIZADOS PARA EL MANEJO DE LIQUIDOS Y GRANELES LA DISPOSICION GENERAL SERIA LA QUE SE MUESTRA EN LAS FIGURAS 6 Y 7.

3.6.- INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO A CUBIERTO.

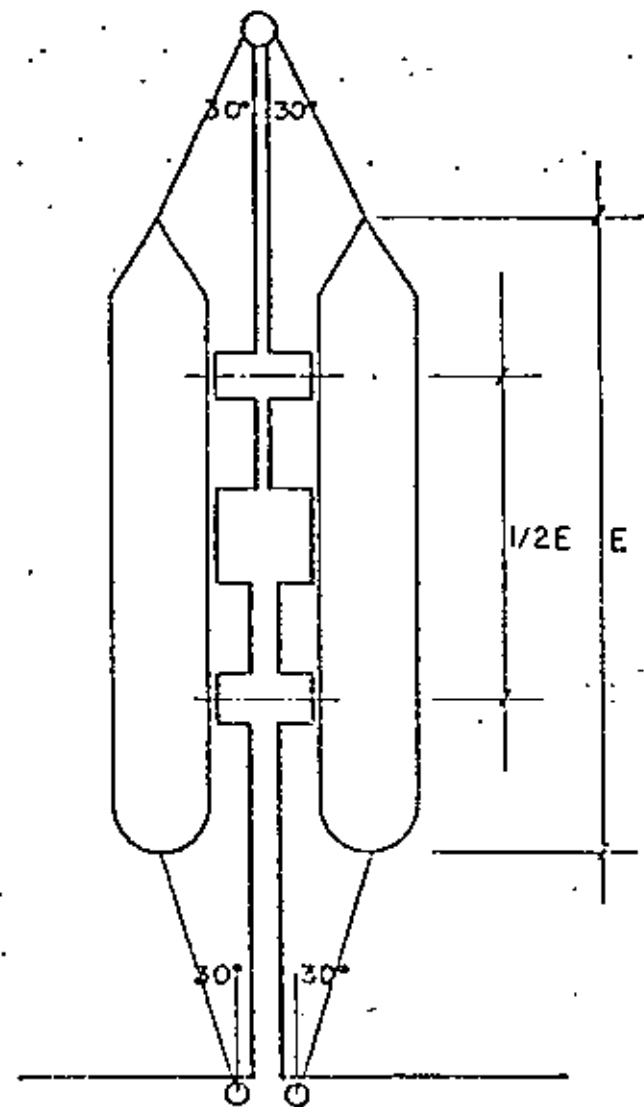
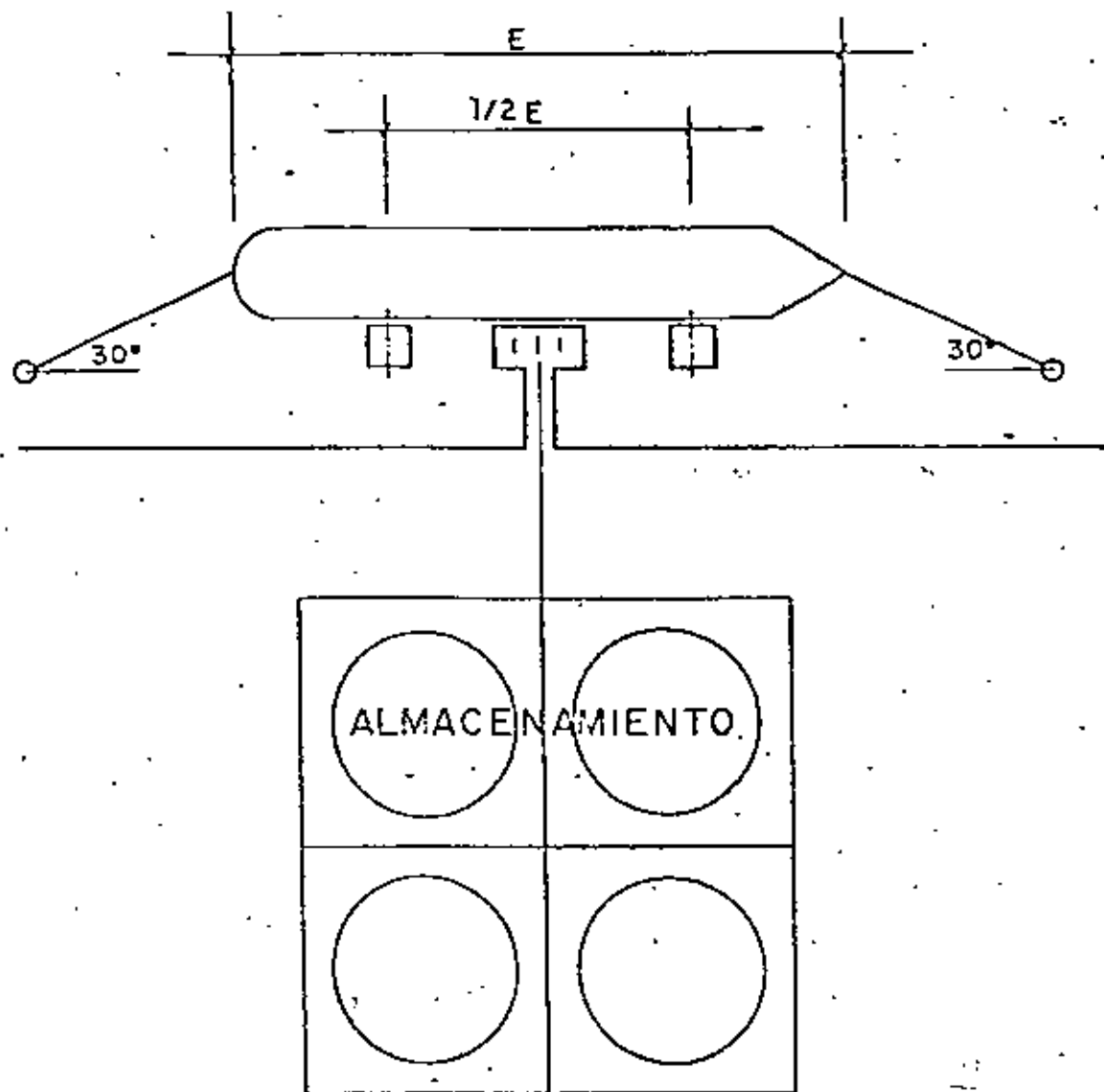
LAS DIMENSIONES DE LAS BODEGAS DE TRANSITO DEPENDE LA EFICIENCIA EN EL MANEJO DE LAS MERCANCIAS, YA QUE SI ES BAJA, OBLIGARA A DISPONER DE GRANDES AREAS DE ALMACENAMIENTO QUE REGULAN LA CARGA EN SU PASO POR EL PUERTO. EN MEXICO, EN CIERTOS PUERTOS SE HA REDUCIDO 30 A 15 EL TIEMPO LIBRE QUE LAS MERCANCIAS PUEDEN PERMANECER EN LA BODEGA DE TRANSITO SIN PAGAR ALMACENAMIENTO CON ESTO SE AUMENTO LA EFICIENCIA EN EL MANEJO AUN MAS, ESTE RENDIMIENTO PODRIA AUMENTARSE SI SE REDUCE EL TIEMPO LIBRE A 10 DIAS, PERO HABRIA QUE ESTABLECER BODEGAS PARA CARGA ESTACIONARIA QUE PERMITIERA RECOLECTAR CARGA PARA FORMAR EL CARGAMENTO EN UNA NAVE,. EN TODO CASO DEBERIAN EXISTIR BODEGAS DE TRANSITO YA QUE LAS VELOCIDADES DE CARGA Y DESCARGA DE LAS EMBARCACIONES Y DE LOS TRANSPORTES TERRESTRES DIFIEREN NOTABLEMENTE. PARA DIMENSIONAR UNA BODEGA DE TRANSITO ES NECESARIO QUE ESTA ADMITA LA TOTALIDAD DE LA CARGA QUE TRANSPORTE LA EMBARCACION QUE COMUNMENTE FRECUENTE EL PUERTO, O QUE SE ESPERA EN UN FUTURO, SIEMPRE CONSIDERANDO CONDICIONES NORMALES DE OPERACION EN CUANTO A QUE SEA UN CIRCUITO CONTINUO:

PARA OBTENER LAS DIMENSIONES GENERALES, PRIMERO ENCONTRAREMOS EL AREA TOTAL (AT) NECESARIA. LOS DATOS DE QUE SE DISPONEN SON LOS SIGUIENTES:

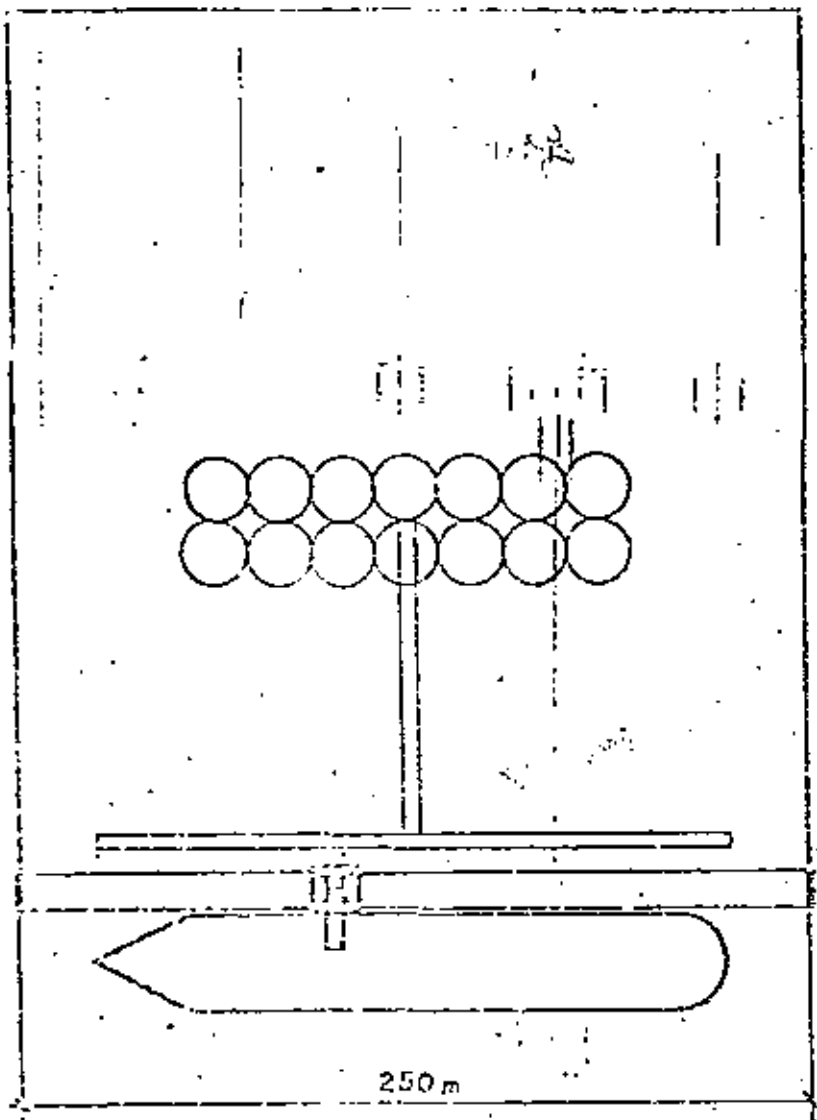
- C = CARGA TOTAL QUE TRANSPORTA LA EMBARCACION (TON.)
- D = DENSIDAD MEDIA DE LA CARGA (TON/M3)
- R = CAPACIDAD DE CARGA DEL PISO DE LA BODEGA (TON/M2)
- H = ALTURA DE ESTIBA

LA ALTURA DE ESTIBA SE FIJA EN FUNCION DEL TIPO Y EMPAQUE DE LAS MERCANCIAS Y ADEMAS DEL EQUIPO DE QUE SE DISPONGA (ELEVADORES DE HORQUILLAS, ETC) LO QUE:

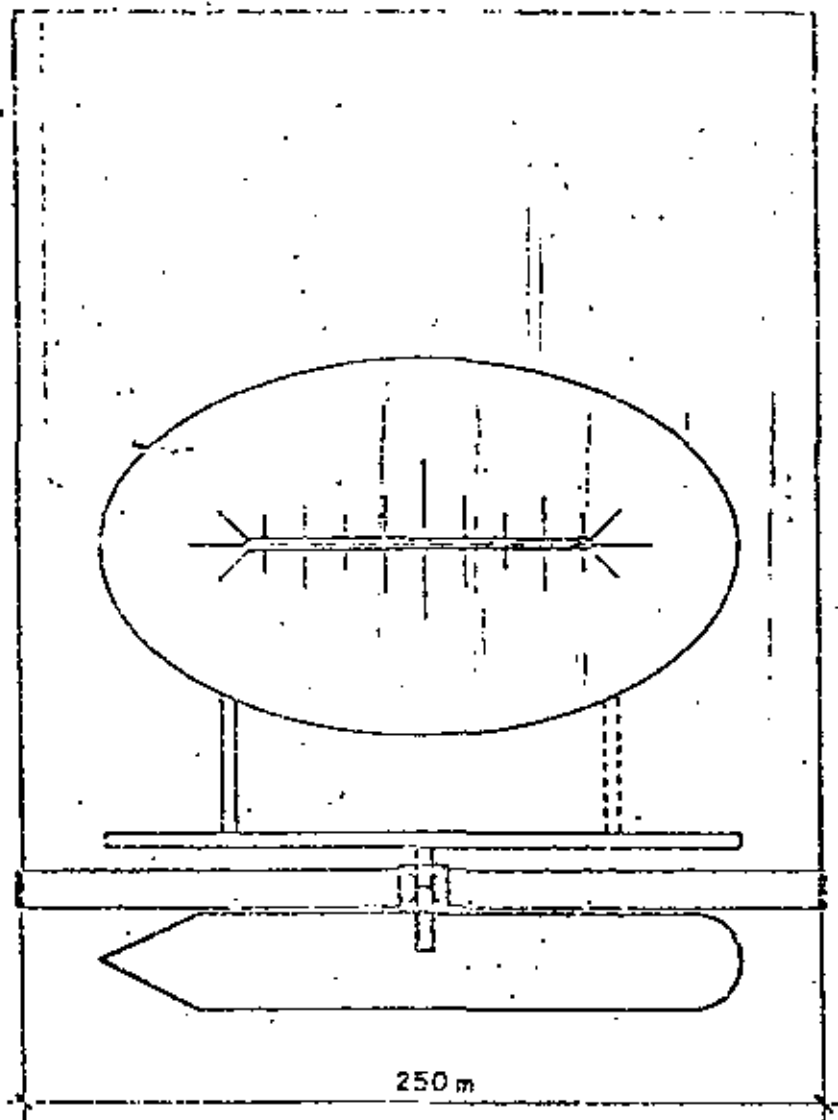
$$H = \frac{R}{D} \quad (1)$$



MUELLES TIPO PARA
 MANEJO DE LIQUIDOS



MUELLE PARA EL MANEJO DE GRANULOS SECCOS



MUELLE PARA EL MANEJO DE MINERAL

AMBOS PUERTOS PARA MANEJO DE GRANULOS SECCOS

EN LA BODEGA SE CONSIDERA EL 30% DEL AREA TOTAL PARA CIRCULACION POR LO QUE:

$$AT = 1.3 A. NETA \text{ --- (2)}$$

$$Y A. NETA = \frac{C}{R} \text{ --- (3)}$$

DE (2) Y (3)

$$C = \frac{AT}{1.3} \text{ --- (4)}$$

SUDST. 91) EN (4)

$$\frac{C}{DH} = \frac{AT}{1.3} \quad \text{DESPEJANDO AT}$$

$$AT = \frac{1.3 C}{D H} \text{ --- (5)}$$

FIJADA EL AREA TOTAL NECESARIA QUEDA POR DETERMINAR LA LONGITUD Y ANCHO CONVENIENTES.

ES RECOMENDABLE QUE LA LONGITUD DE LA BODEGA COINCIDA APROXIMADAMENTE CON LAS ESCOTILLAS DE LA EMBARCACION, QUE PARA NUESTRO CASO, Y DE ACUERDO CON LA TABLA No. , LA ESLORA DE UN BARCO DE CARGA GENERAL ES DE 160.00 SIENDO 3/4 PARTES APROXIMADAMENTE DE LA ESLORA, EL ESPACIO QUE OCURAN LAS ESCOTILLAS, ESTO ES $0.75 \times 160.00 = 120.00$ M. QUE SERIA LA LONGITUD RECONENDABLE DE LA BODEGA DE TRANSITO.

EN NUESTRO CASO, UNA BODEGA DE TRANSITO TENDRIA LAS SIGUIENTES DIMENSIONES:

$$C = 12000 \text{ TON. (OBTENIDO DE LA TABLA No.)}$$

$$D = 0.800 \text{ TON/M}^3 \text{ (DENSIDAD MEDIA SOPORTE)}$$

$$H = 4.50 \text{ M (ALTURA DE ESTIBA CON EQUIPO)}$$

SUSTITUYENDO EN (5)

$$AT = \frac{1.3 \times 1200}{0.800 \times 4.50} = 4333 \text{ M}^2$$

CONSIDERANDO 120.00 M. DE LONGITUD DE BODEGA SE TIENE:

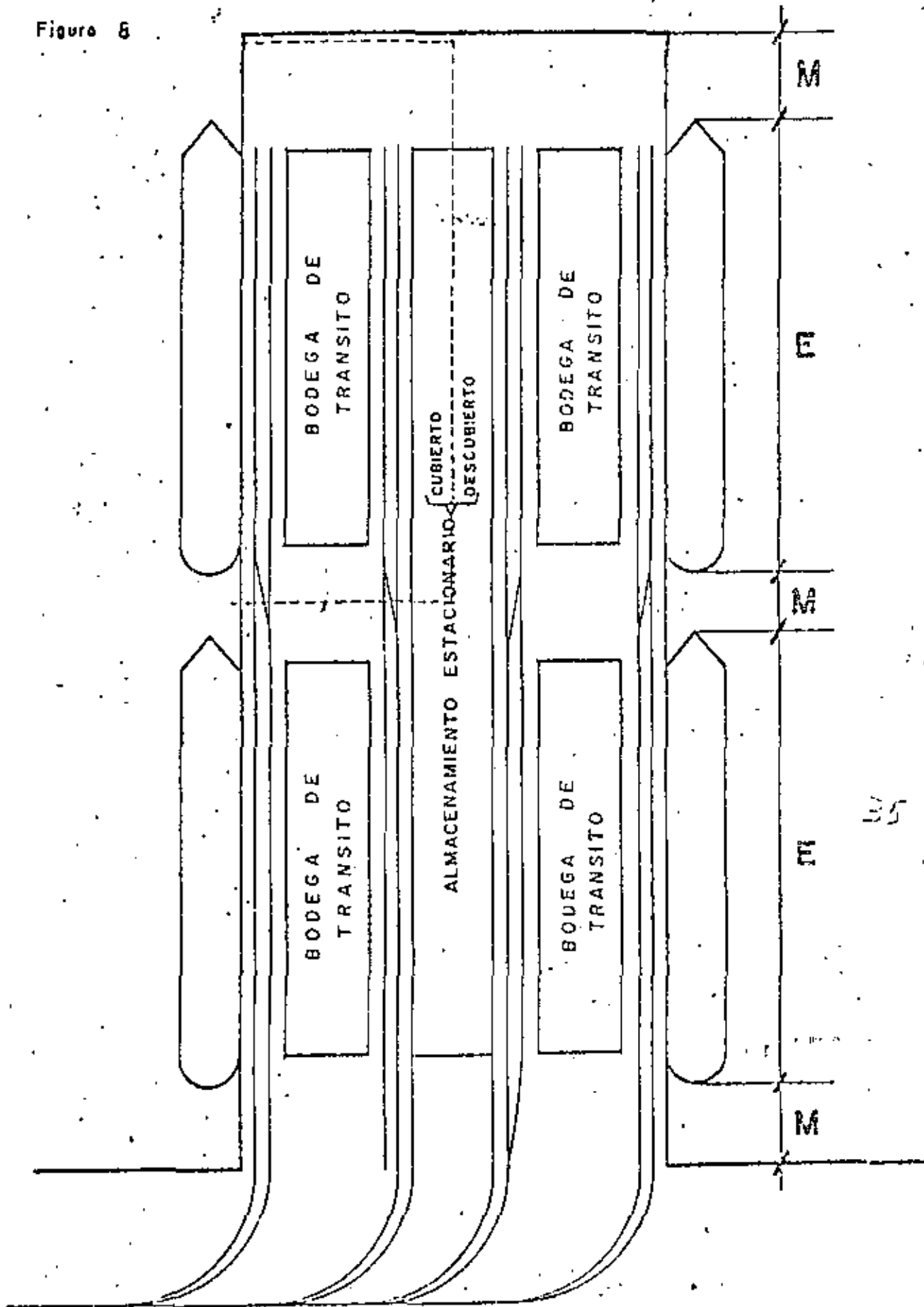
$$\text{ANCHO BODEGA} = \frac{4333 \text{ M}^2}{120 \text{ M.}} = 36 \text{ M}$$

PARA ESTUDIAR EL FUNCIONAMIENTO DE UNA BODEGA DE TRANSITO, SE PUEDE APLICAR POR EJEMPLO EL METODO DE LA "CURVA DE MASAS", CON EL OBJETO DE OBTENER RESULTADOS UTILES Y FACILMENTE APLICABLES A LAS OPERACIONES DE MOVIMIENTO DE CARGA EN UNA TERMINAL MARITIMA, AL APLICAR ESTE METODO, SE TRATA DE COMPONER EL FUNCIONAMIENTO DE UNA BODEGA DE TRANSITO CON EL DE UNA EMPRESA DE ALMACENAMIENTO, PROCURANDO RELACIONAR ENTRE ELLOS EL MAYOR NUMERO DE PROPIEDADES; REGIMEN DE ENTRADA, VOLUMEN ALMACENADO, REGIMEN DE SALIDAS, ETC., CON ESTE METODO ES POSIBLE DETERMINAR:

ZONAS Y EPOCAS EN QUE YA HABIA DEFICIENCIAS. RESULTA MAS ECONOMICO ESTUDIAR EN ESTA FORMA Y MEJORAR LOS SISTEMAS DE OPERACION QUE, CONSTRUIR NUEVAS INSTALACIONES QUE TRABAJEN CON EFICIENCIA BAJAS. CUANDO LA BODEGA, ES INSUFICIENTE, SE PUEDE DETERMINAR EL VOLUMEN SOBRANTE Y LA CAPACIDAD DE LAS NUEVAS INSTALACIONES PARA ABSOLVERLO, CON LO CUAL OBTENEMOS DATOS PARA EL PROYECTO DE PATIOS DE ALMACENAMIENTO O BODEGAS PARA CARGA ESTACIONARIA. VER FIG. 8 Y 9.

3.7.- ENLACE ENTRE EL TRANSPORTE TERRESTRE Y MARITIMO.- VIAS DE FERROCARRIL, ACCESOS CARRETEROS.

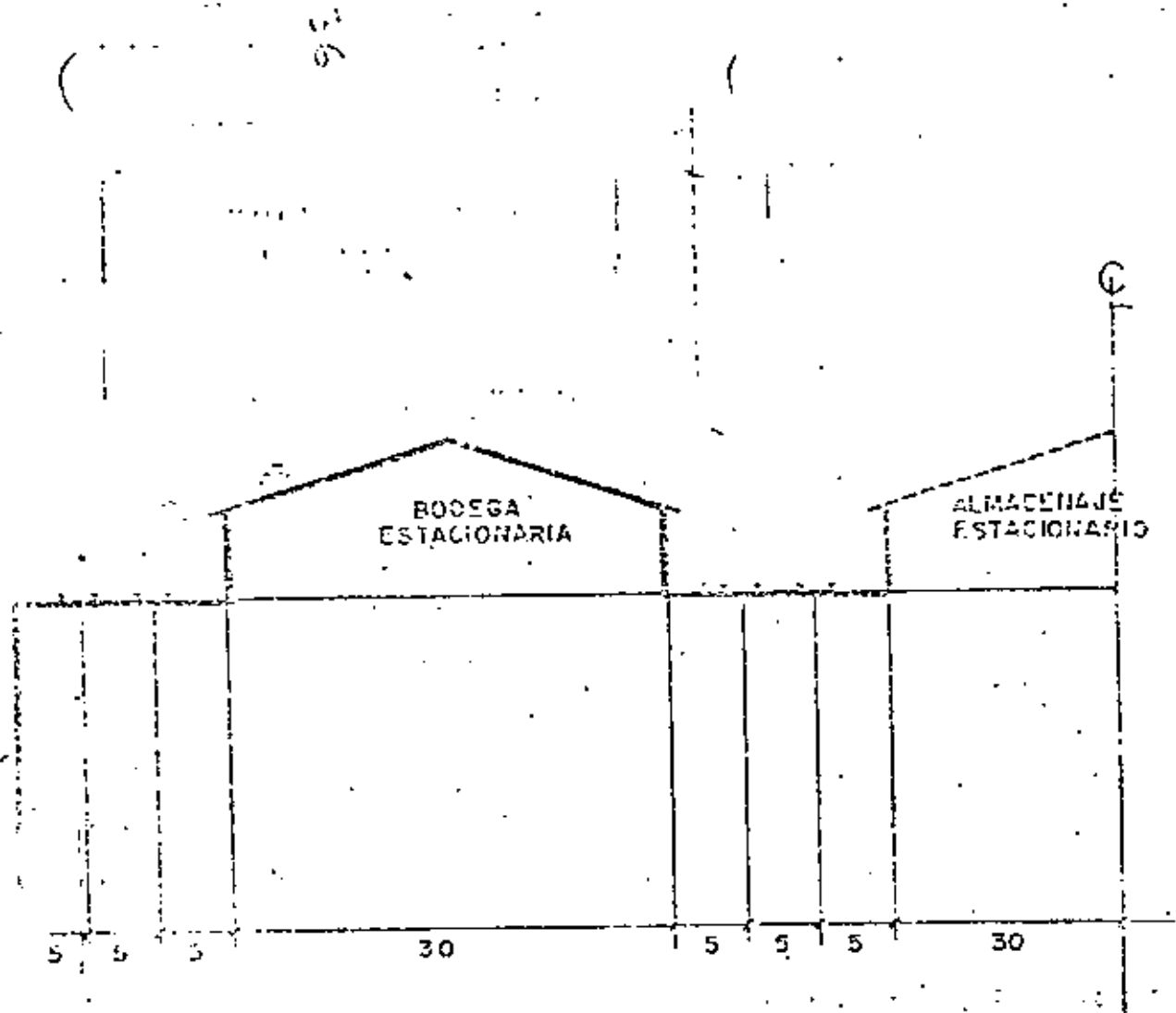
CIAS DE FERROCARRIL.- EL PUERTO DEBERA CONTAR CON SU PATIO DE VIAS (SUBESTACION), INDEPENDIENTEMENTE DEL QUE EXISTIA EN LA LOCALIDAD, EN DICHO PATIO SE SELECCIONARAN Y ALMACENARAN EL EQUIPO FERROVIARIO Y DE AHI SE DISTRIBUIRA A LAS BODEGAS O A LOS TRANOS DE ATRAQUE SI EL MOVIMIENTO DE CARGA ES DIRECTOR DE TREN A BARCO, DE ACUERDO CON ESTE ESQUEMA, UNA POSIBLE DISPOSICION DE VIAS DE FERROCARRIL SERIA COMO SE APRECIA EN LAS FIGURAS.



DISPOSICION DE INSTALACIONES EN
MUELLES EN ESPIGON

SECCION TRANSVERSAL DE UN MUELLE

ACCESO CARRETERO. ES INDISPENSABLE PREVER EN LOS ANALISIS DE PLANEACION EL DEJAR ESPACIO NECESARIO PARA LOS ACCESOS CARRETEROS Y QUE ESTOS NO SEAN INVADIDOS, YA QUE ESTAS INVACIONES HAN PROVOCADO EN LA MAYORIA DE LOS PUERTOS DEL PAIS LOS CUELLOS DE BOTELLA QUE VAN EN DEFRIMIENTO DE LAS OPERACIONES DEL PUERTO.





centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam



PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS Y PORTUARIAS

DIMENSIONAMIENTO

Tomo II
Obras Marítimas
Madrid, 1980

Ing. Julio Pindter Vega

Agosto, 1980



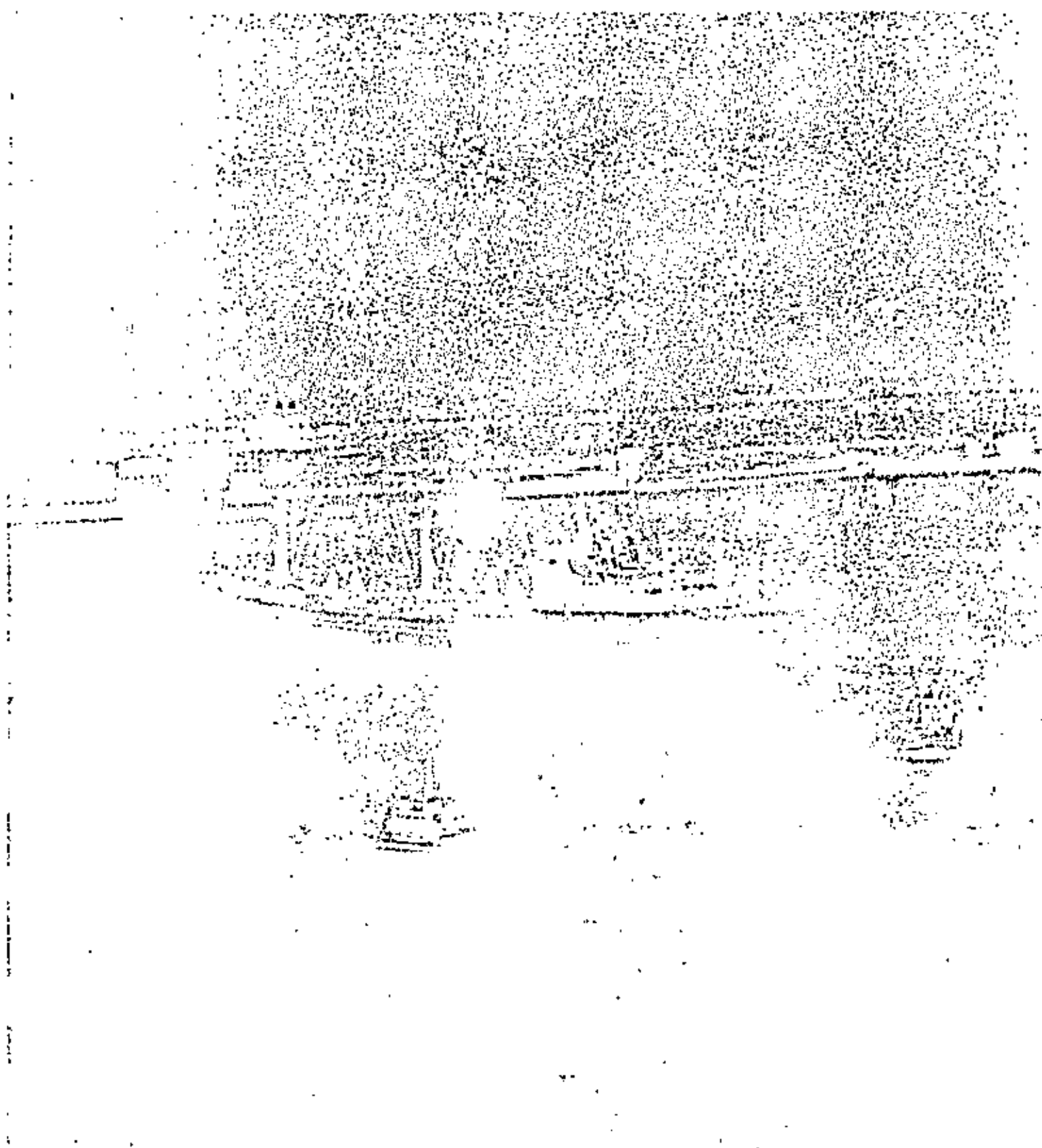
INDICE

	Pág.
El proyecto de la zona marítima: abrigo, entrada y calado	1
Estructura resistente de los diques	53
Sección tipo de diques en talud	79
Los diques de paramento vertical	191
Diseño óptimo de un dique	235
Dragados	271
Señales Marítimas	293
Obras de atraque	359
Obras de servicio al barco	445
Puertos pesqueros	481
Puertos deportivos	503



TEMA I

El proyecto de la zona marítima: abrigo, entrada y calado



Cuando el ingeniero se enfrenta con el problema de planificar el conjunto definido como zona marítima, va a encontrarse con tres elementos básicos: el abrigo, la facilidad de maniobra y el calado.

Es de sobra conocido el antagonismo existente entre el abrigo y la entrada en un puerto. Cuanto más estrechemos la boca y atravesemos ésta respecto al temporal, conseguiremos un mayor abrigo, con aguas tranquilas en nuestro puerto, pero haremos más difícil la ruta de entrada de los barcos al mismo.

Habrà, pues, unas condiciones mínimas para ambas que tendrán que reunir y, en cada caso, llegaremos a una solución distinta al jugar con estas dos variables contrarias, en busca de la comodidad máxima y dentro del marco más económico.

Por otra parte el calado necesario para los barcos nos obligará a conseguir unas áreas artificiales en las dársenas de explotación portuaria que tendrá que enlazarse con los calados naturales, mediante canales artificiales. Estos a su vez han de ser compatibles con la ruta de entrada y estarán sujetos a los procesos litorales lo que nos exigirá en muchos casos dragados periódicos de conservación complementarios a los de primer establecimiento, a veces auténtico cáncer del funcionamiento de un puerto. Por ser un concepto tan importante para la buena marcha de los puertos, dedicamos un capítulo especial para los dragados.



1. Planteamiento general

Estas tres incógnitas: abrigo, facilidad de maniobra y calado, van a constituir un sistema incompatible al no poder satisfacerlos plenamente con independencia, por lo que necesariamente el proyectista tendrá que buscar una solución aproximada que cierre el sistema de manera que se consiga el mejor servicio para el barco y la mercancía dentro del marco funcional portuario.

Naturalmente este primer esquema en planta va a condicionar el proyecto en su determinación estructural ya que, al fijar el emplazamiento, se condiciona la batimetría, las condiciones geotécnicas y la acción local del oleaje. Con el estudio estructural tal vez tengamos que modificar de nuevo la planta en búsqueda de condiciones más favorables, lo que requerirá un nuevo proyecto del conjunto total en una segunda aproximación. Evidentemente la experiencia del proyectista será pieza fundamental en el primer trazado en planta, al tener en cuenta in mente el proceso posterior estructural, para encajar el proyecto sin necesidad de sucesivas aproximaciones.

2. Abrigo. Planta de los diques

La planta de los diques de un proyecto quedará determinada en el estudio de planificación del puerto al buscar solución a las necesidades de áreas de agua abrigada dentro del capítulo general de obligaciones que la previsión de tráfico, realizada previamente, exige para alcanzar una capacidad operativa adecuada.

Estas necesidades deben quedar reflejadas en unos planos de planta compatibles con los condicionamientos físicos propios del puerto tales como la presencia de cauces que impidan el desarrollo del puerto en determinada dirección, el entorno ciudad-puerto, la batimetría y geotécnica de los posibles emplazamientos de las obras y, sobre todo, por las condiciones que impone el mar como agente dominante.

La primera dificultad que encontramos, por tanto, para conseguir la solución es el fijar el grado de abrigo necesario. Para ello necesitamos definir el criterio de agitación o máxima altura de ola permitida para realizar una operación. Este criterio varía enormemente con la diferente clase de barcos, sus modos de carga y descarga, sus sistemas de atraque y amarre, sus tasas operacionales, etc. Sin embargo, para una primera estima global del conjunto portuario podemos adoptar el simplista orden de magnitud adoptado por Iribarren que admitía como ola máxima para el máximo temporal 1,5 metros. Con este criterio las superficies generales de agua necesarias podrán ser las siguientes de acuerdo con el tipo de puerto considerado:

1. Puertos de escala y abastecimiento con índice
 $T_m/TRB < 0,30$ 200/300.000 TRB/Ha/año.

2. Puertos de carga rápida y petroleros 150/200.000 TRB/Ha/año.

3. Puertos mixtos de índice
 $0,30 \leq I < 0,75$ 100/200.000 TRB/Ha/año.
4. Puertos de carga pesada o de carga sin especializar con $I \geq 0,75$ 50/75.000 TRB/Ha/año.
5. Pequeños puertos 30/50.000 TRB/Ha/año.

En el plan general de puertos realizado en 1960 adoptaron las cifras de 200.000 TRB/Ha para los buques tanque y 65.000 TRB para los demás buques.

Evidentemente estas cifras generales nos dan un primer orden de magnitud pero realmente el problema es bastante más complicado, ya que las características de los buques son muy distintas y el concepto determinista de fijar la ola máxima de 1,5 metros para el máximo temporal, sabemos que en la actualidad está superado por el régimen de oleaje, es decir la función que liga cada altura con una probabilidad de ocurrencia.

Por tanto para hablar de solución idónea habrá que pormenorizar los criterios de agitación para las distintas condiciones de explotación utilizando a continuación el régimen de oleaje y los planos de oleaje.

El régimen de oleaje direccional será el que nos defina en alta mar el tanto por ciento de tiempo al año en los que el oleaje será superior a un cierto valor de altura de oleaje en una determinada dirección. El plano de oleaje correspondiente será el que nos transporte este valor desde aguas profundas hasta el interior de las aguas que los diques pretenden abrigar.

Sin embargo, a veces, este estudio de gabinete no puede realizarse dada la dificultad del problema, bien porque la batimetría sea muy irregular (problema que se agrava con la fuerte discontinuidad introducida con los profundos canales de entrada, artificialmente conseguidos mediante dragado), bien porque en el conjunto del puerto, ocurren muchas reflexiones con interferencias de trenes de oleaje, bien porque se reman problemas de resonancia. En estos casos la planta solución del problema sólo puede hallarse mediante ensayos en modelo reducido ya que los planos de oleaje son insuficientes. Será entonces cuando podremos definir, al variar la longitud y orientación de los diques, la planta definitiva. Es posible que con este estudio podamos llegar a la conclusión que, de acuerdo con el tráfico previsto, contemos con un porcentaje de días lo suficientemente importante para permitir una explotación en cargaderos libres, sin necesidad de construcción de diques, tal como ocurrió en los cargaderos de petróleo de Castellón y Tarragona o en el de fosfatos del Aaiun (Sahara).

Vemos por tanto que para definir el abrigo y la solución técnica de la planta correspondiente de los diques es necesario en primer lugar conocer adecuadamen-

te los criterios de agitación para los distintos tipos de barco. Cada operación llevará una limitación de altura de oleaje y por tanto podremos llegar a seleccionar distintas dársenas con diferentes condiciones de abrigo acordes con los límites establecidos.

El problema que se plantea a continuación es lo que vamos a definir bajo el concepto de "tiempo de explotación".

Pensemos que el régimen de oleaje lo que da es el % absoluto de tiempo que, al considerar todas las direcciones posibles (es decir, al considerar el régimen de oleaje escalar), el oleaje es superior a uno de los límites establecidos. Si realizamos este cálculo veremos, en la mayoría de los casos, que las proporciones son muy pequeñas. Estas cifras si no las estudiamos con cuidado pueden conducirnos a profundos errores. Por de pronto, basta unas horas de oleaje superior al límite considerado, para que la operación portuaria haya de interrumpirse, siendo necesario en algunos casos incluso abandonar la zona de la operación con el consiguiente atraque y desatraque. Esto supone multiplicar los tiempos obtenidos por un cierto factor que mida esta contingencia real. Por otra parte, hay que tener en cuenta el concepto más sutil de la psicosis de la poca seguridad en el trabajo, que puede producir una imagen desastrosa para un puerto. En efecto, pensemos que en los puertos comerciales el usuario sobreentiende que las dársenas de servicio están *siempre* abrigadas. Simplemente el hecho que unas horas de un sólo día al mes, como media, esto no se produjese, el resultado sería catastrófico. El % tiempo que contabilizaríamos podría ser: $4 \text{ horas} / 24 \times 30 \approx 0.5 \%$ lo cual en principio como tal cifra es ridícula, y sin embargo podemos afirmar que esto ha sido preocupante para varios directores de puerto que lo han sufrido. No digamos si esto sucediera todas las semanas, lo que en el ejemplo supondría hablar de un simple 2%.

Este problema, sin embargo, es más admitido en los atraques en cargaderos libres, ya que el usuario se enfrenta al tanto por ciento de inutilización o parada con una mentalidad más liberal.

Ambos conceptos, criterios de agitación y tiempo de explotación merecen por tanto un estudio más profundo.

2.1. Criterios de agitación

Bernard Le Méhauté en su artículo "Wave agitation criterie for Harbours" (Ports' 77) recoge una serie de datos que nos puedan servir para una clasificación de los límites de agitación.

	TAMAÑO DE BARCO T.P.M. $\times 10^3$			
	<30	30-100	100-250	>250
Recreo	0.2-0.4			
Pesquero-altura	0.8			
Mercancía general	0.7			
Contenedores	0.5	0.5		
Graneles sólidos				
— carga	0.8	1.2		
— descarga	0.8	1.0		
Graneles líquidos (*)				
— Pantalán		0.3	0.5	0.5
— Torre fija		1.5	2.0	2.3
— Boya simple		2.0	2.5	2.7
— Boya múltiple		0.6	0.6	
Gases licuados		0.5	0.7	

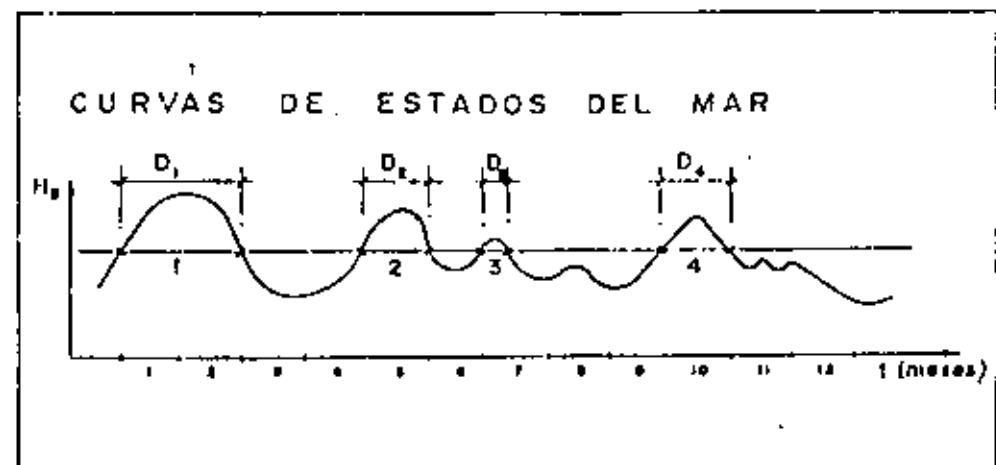
Cifras en metros

(*) Los límites expuestos pueden ser sobrepasados si se emplean sistemas especiales de unión tierra-buque o de detensas.

2.2. Tiempo de explotación

Supongamos que hemos fijado un umbral de operaciones, H_{s0} , como límite máximo de la altura de ola significativa con la cual se pueden realizar las operaciones de explotación (carga-descarga) de una terminal de contenedores de un puerto cualquiera.

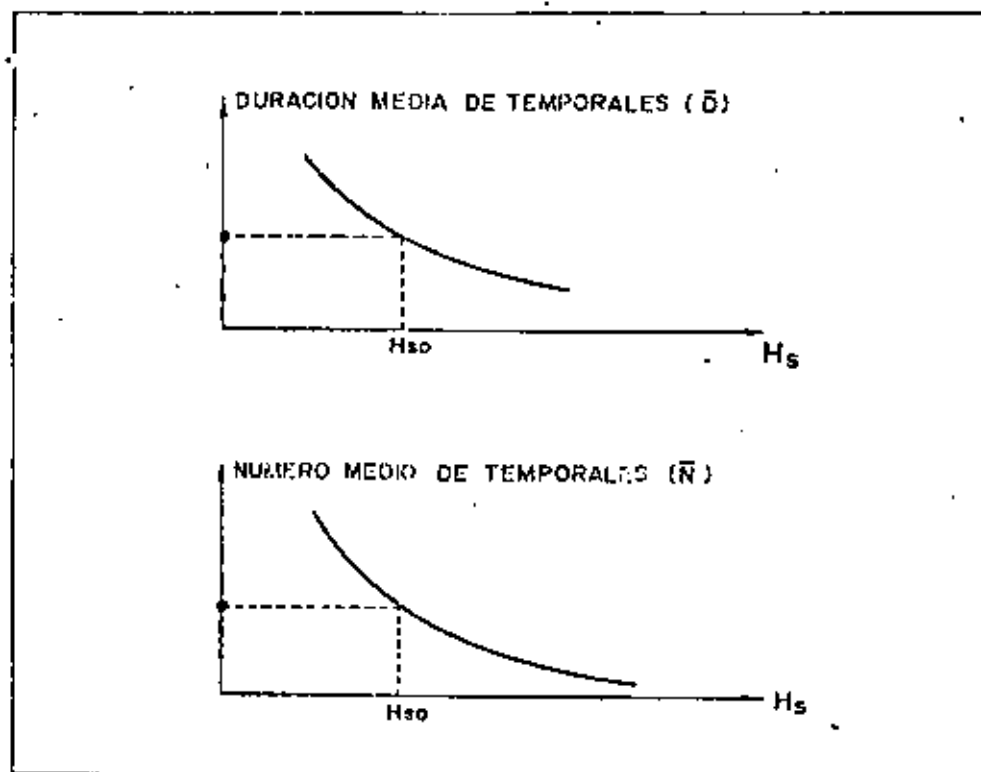
Fig. 1.—



De la curva de estados del mar, supuesto que es una curva media de las obtenidas en 22 años consecutivos obtenemos las curvas:

Estas curvas se obtienen cortando la inicial (fig. 1) a distintos niveles. Para cada nivel obtenemos un punto de las figuras 2a y 2b de la siguiente forma:

Sea el nivel H_{s0} ; (fig. 1).



El número de temporales \bar{n} es, en este caso 4. En general variará con el nivel H_s , obteniéndose una curva de la forma indicada en la figura.

Asimismo, para cada nivel, obtenemos una duración media \bar{D} , que en este caso es:

$$\bar{D} = \frac{D_1 + D_2 + D_3 + D_4}{\bar{n}} = \frac{D_1 + D_2 + D_3 + D_4}{4}$$

Así, haciéndolo para varios niveles obtenemos la variación de la duración media anual de temporales con la energía del estado del mar, representada por H_s .

La curva será de la forma indicada por la fig. 2.

De este modo, si nosotros fijamos un umbral de operaciones, H_{s0} , con las curvas de las figuras 2a y 2b, para esa localidad, obtenemos:

- Duración media del temporal.
- Número medio de temporales.

Así en nuestro caso obtenemos 4 temporales al año, en el año medio.

Otro problema es obtener el tiempo real que el barco está en estado de "operaciones interrumpidas". Este tiempo será $(t_0 - i)$.

Para cada temporal:

$$t_{o-i} = t_1 + t_2 + t_3$$

En donde:

t_1 : tiempo de temporal para el cual hay que interrumpir las operaciones.

(En este caso sería D_1, D_2, D_3 o D_4).

t_1 : tiempo previo a la iniciación del temporal (esto es, el instante en que $H_t > H_o$) en que de hecho las operaciones están interrumpidas para desamarrar y llevar el buque a otra zona, etc., gracias por ejemplo a un medidor de oleaje que nos avise con cierta anticipación que el hecho se va a producir. Este tiempo no depende en principio de la intensidad del temporal ni su duración.

t_2 : tiempo inmediatamente posterior a la culminación del temporal (esto es, al instante en que $H_s < H_{so}$) en que de hecho las operaciones continúan interrumpidas para volver a atracar el buque, etc. Este factor no depende igualmente ni de la intensidad del temporal, ni de su duración.

Con este modelo sencillo obtenemos que t_{o-i} y t_1 tienen la misma función probabilística de distribución y recordemos que la de t_1 es conocida a partir de la curva de la fig. 1.

Así pues para cada nivel de H_{so} , obtenemos:

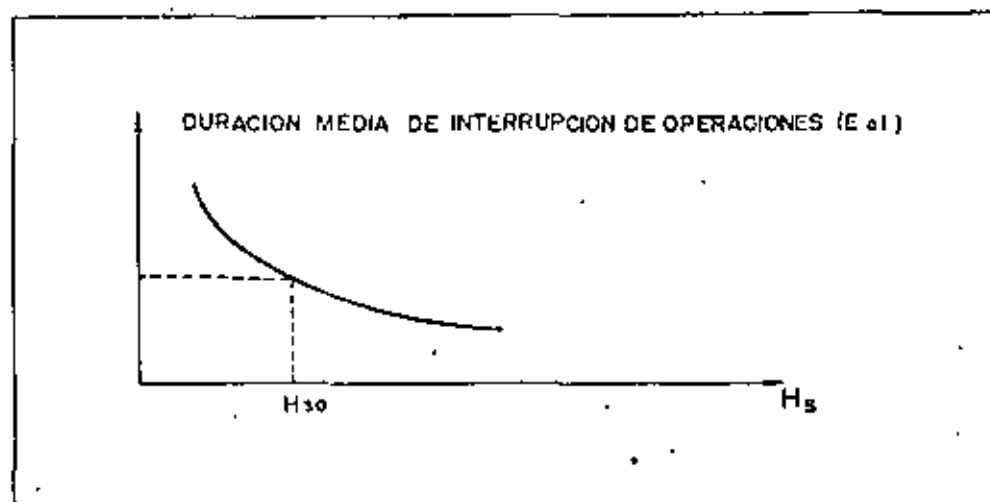
$$\bar{t}_{o-i} = \bar{t}_1 + t_2 + t_3$$

El signo ($\bar{\quad}$) indica "medio en el año".

t_1 es lo que hemos llamado D .

Entonces podemos obtener otra curva:

Fig. 3.-



que nos da el tiempo medio que, por temporal, se deben interrumpir las operaciones de carga-descarga.

El número medio de temporales en el año medio es como ya hemos dicho n (fig. 2b).

Conocemos ya por tanto, para cada límite de agitación, el número medio de veces, en el año medio, que ésto sucede y, a su vez, el tiempo medio de interrupción.

Estos datos habrá que enlazarlos con los turnos de trabajo que tenga establecido el puerto. Si como sucede en la mayoría de los casos durante la noche no se trabaja, podrá ocurrir que tuviésemos la suerte que ésto sucediera siempre durante la noche y el puerto nunca se enterase. Pero igualmente puede suceder lo contrario, hecho que, al no tratarse de auténticos temporales sino de oleajes dominantes, en muchos casos desgraciadamente orientados hacia la boca de entrada, sucede en muchas latitudes con desesperante mañaconería, lo cual agravaría el problema. Si se trata de puertos con turno continuado siempre se produce la situación pero también es cierto que el tiempo de trabajo es el total.

En el caso de puertos deportivos, en donde no se trate de cortar una operación sino de que los barcos puedan o no volcar, o bien se pueda pasar o no la noche a bordo, el problema es más grave, en el primer caso no cabe pensar en permitir que el hecho se produzca, en el segundo en cambio sería como si se trabajase de noche.

2.3. Planta de los diques

Definido así el abrigo necesario podremos mediante los planos de oleaje definir la planta de los diques que cumplan las limitaciones anteriormente establecidas.

De entre todas las soluciones posibles de la planta de los diques podríamos hacer la siguiente clasificación:

1. Dique paralelo a la costa.

Esta solución suele usarse en líneas generales, en puertos exteriores ganados al mar con un calado suficiente no demasiado alejado de la costa, y siempre que no se disponga del terreno necesario en la orilla para un dragado interior (porque esté la ciudad encima o el terreno sea de naturaleza rocosa).

Ejemplos típicos del mismo son el Puerto de Barcelona (aunque en su nueva fase cree dársenas interiores, aprovechando los terrenos que reservó en su día para la zona franca), y el Puerto de Villajoyosa (Alicante).

A veces este dique está aislado de tierra, como sucede en Génova o Marsella.

*Fig. 4.—Puerto de
Barcelona*



*Fig. 5.—Puerto de
Villajoyosa*



2. Diques convergentes.

Este tipo es muy utilizado en busca del calado necesario para la boca de entrada. Su principal problema estriba en que si no se proyectan con mucha generosidad las ampliaciones, al quedar el puerto encajado entre los diques, se requerirán nuevas obras de abrigo hacia zonas de mayor calado y, por tanto, más caras.

La forma general de éstos es muy variada; citaremos como típicos el de Castellón y el de Cambrils.

Fig. 6.—Puerto El Grau de Castellón

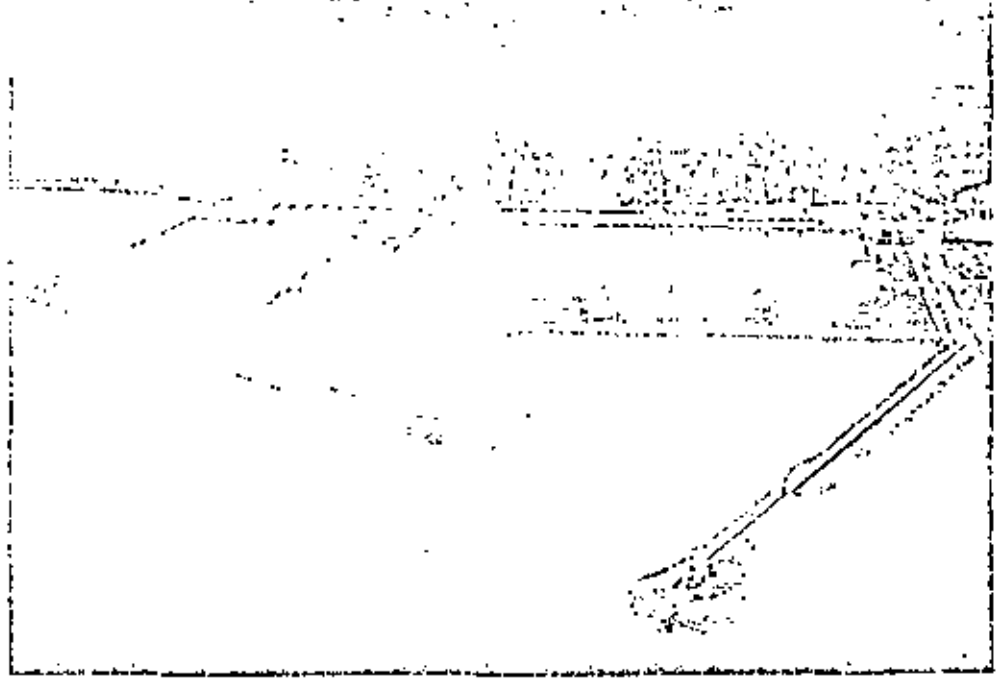
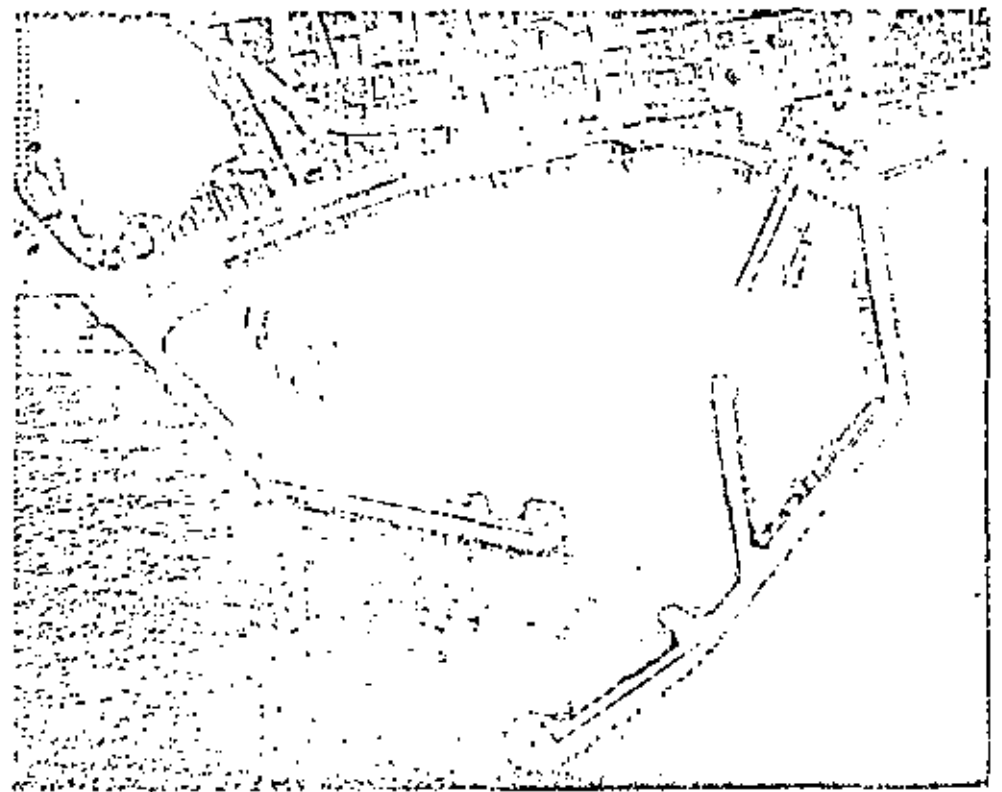


Fig. 7.—Puerto de Cambrils



3. Diques paralelos

Este tipo se proyecta normalmente en los puertos creados en tierra (mediante dragado) o en la desembocadura de rios navegables.

Los problemas principales son el aterramiento, la dificultad de la navegaci3n en la entrada y el abrigo. Atendiendo a este 3ltimo concepto, se suele prolongar el dique m3s expuesto al oleaje, e incluso alguna vez se ha dispuesto de zonas amortiguadoras del oleaje en el antepuerto, como en Avil3s y en Deva.

Fig. 8.—Diques paralelos en la entrada del puerto de Avil3s

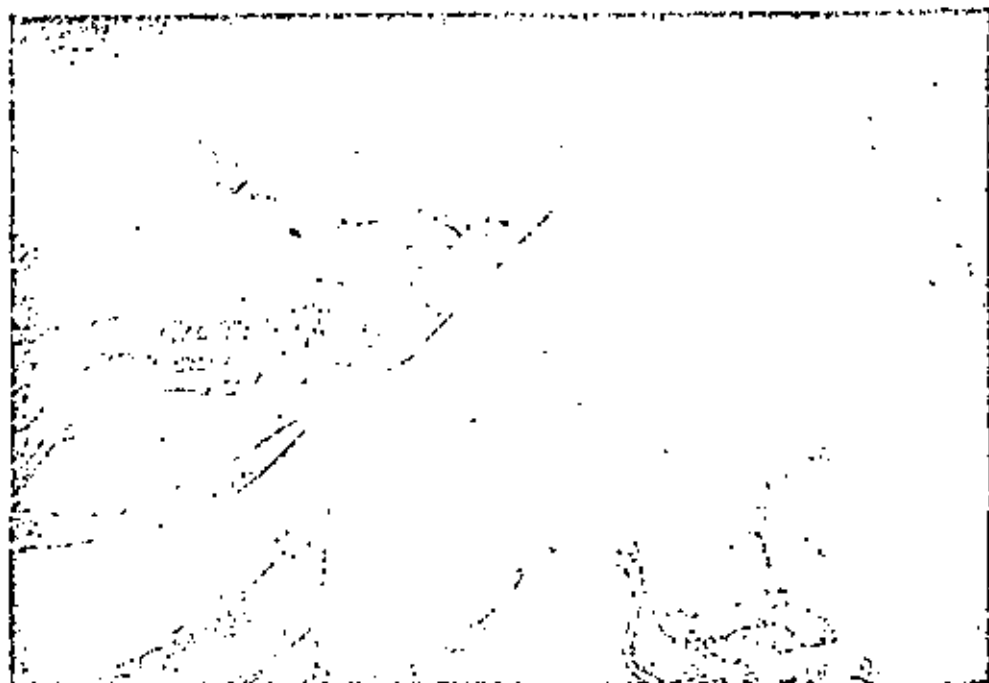
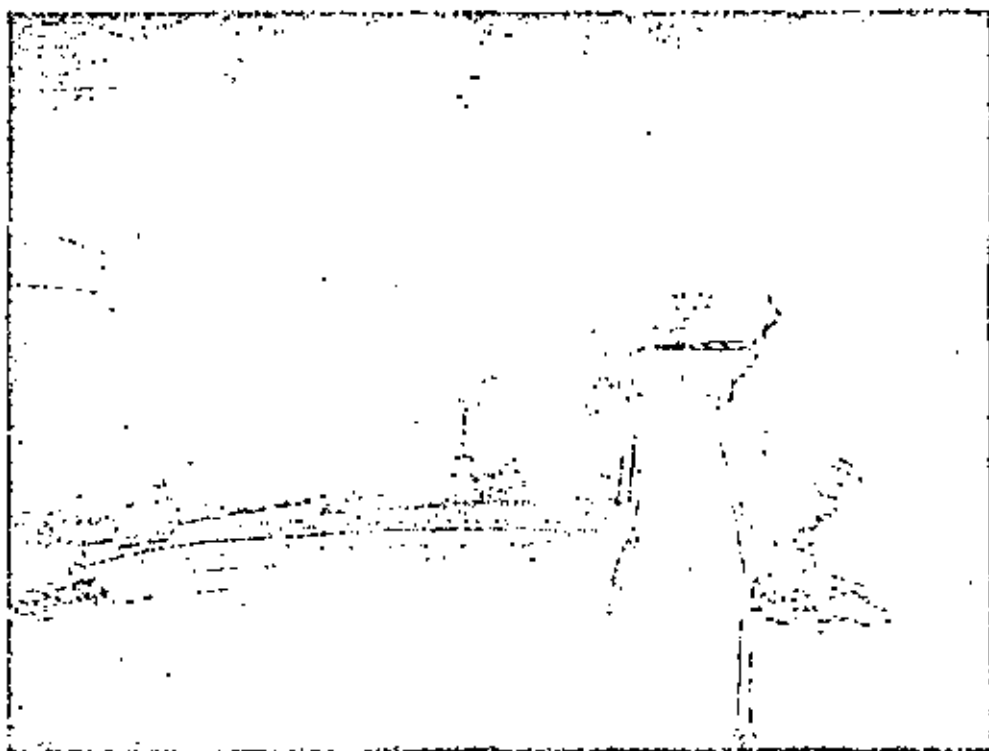


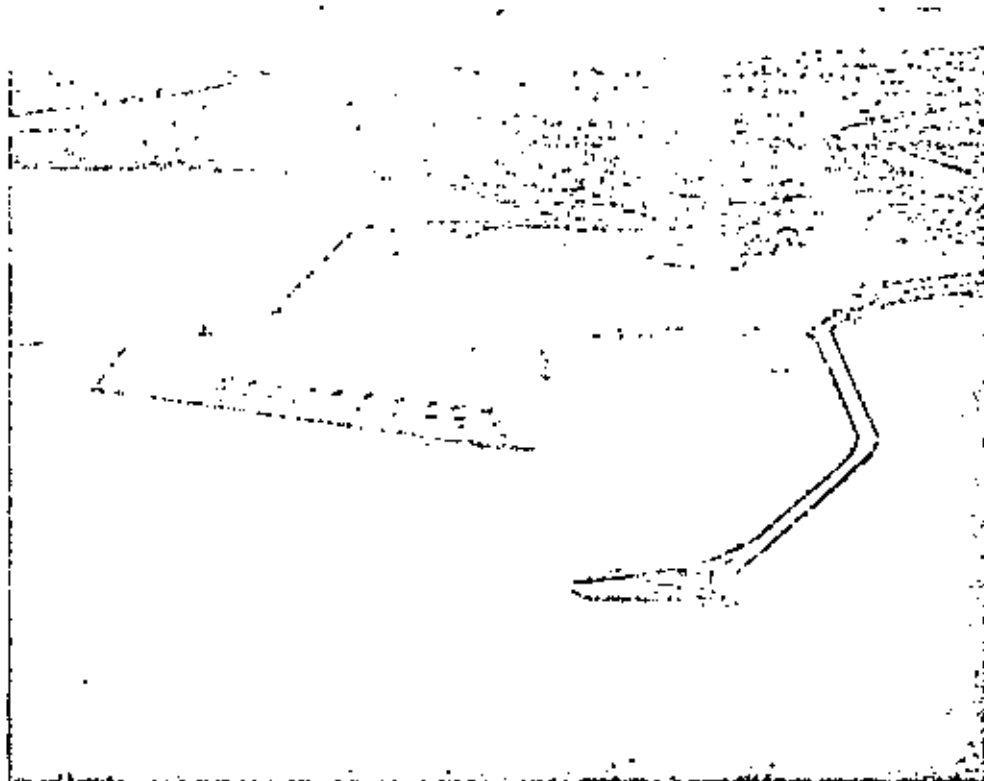
Fig. 9.—Entrada al puerto de Deva (Guip3zcoa)



4. Diques con antemural

Ejemplo típico es el antiguo Puerto de Valencia, que formaba un antepuerto con el dique aislado. Su inconveniente principal es la dificultad de planes de expansión, siempre es un estorbo. Un ejemplo claro de esta circunstancia lo tenemos en la planificación estudiada en el año 1941 para el puerto de Valencia.

Fig. 10.—Dique antemural ("la chita") en el puerto de Valencia



Dentro de estos cuatro grandes grupos existen, a su vez, multitud de formas especiales, algunas de ellas aparentemente caprichosas, que vienen motivadas por causas dispares. A continuación se enumeran una serie de ejemplos escogidos de entre los cientos existentes en la geografía española.

La cornisa norte de la nación, sometida a los fuertes temporales del Cantábrico ha provocado formas retorcidas que constituyen verdaderos ejercicios de ingenio portuario. En todos los casos se ha buscado conjugar la facilidad de manobra de los barcos con la necesidad de un nivel escaso de agitación en la dársena abrigada.

En Arminza (Vizcaya) (fig. 11) la existencia de acantilados y escollos en las proximidades de la bocana ha dado lugar a un espectacular quiebro curvo del dique principal para conseguir un abrigo suficiente en la ruta de entrada.

Fig. 11.—Puerto pesquero de Arminza (Vizcaya)



En los puertos pesqueros de San Sebastián y Elanchove se ha dispuesto una doble protección buscando en la dársena interior el abrigo más intenso para situaciones extremas de oleaje (figs. 12 y 13).

Fig. 12.—Puerto pesquero en la bahía de la Concha (S. Sebastián)



*Fig. 13.—Puerto pesquero
de Llanchove*



La geometría de los diques, para conseguir unas aguas semiabrigadas que permitan la entrada segura, llegan al extremo del caso de Laredo donde existe un largo espolón recto. La estrechez de la bocana es indicador, asimismo, de las fuertes condiciones marítimas del Cantábrico (fig. 14).

*Fig. 14.—Puerto de
Laredo (Santander)*



Otro caso es el de los puertos que cuentan con un importante abrigo natural. Los pequeños diques exteriores del Puerto de Pasajes (San Sebastián), construidos aprovechando escollos rocosos, apenas tienen una función de abrigo quedando limitados, más bien, a servir de soporte a las señales luminosas de la entrada.

Fig. 15.—Entrada del puerto de Pasajes

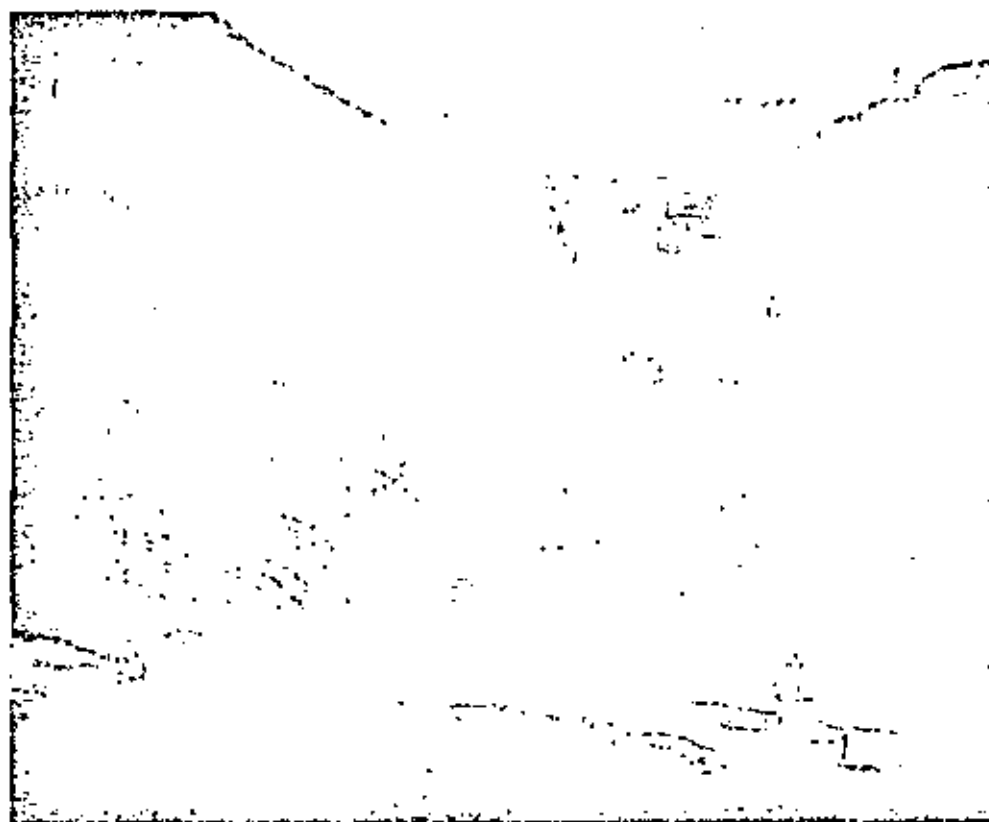
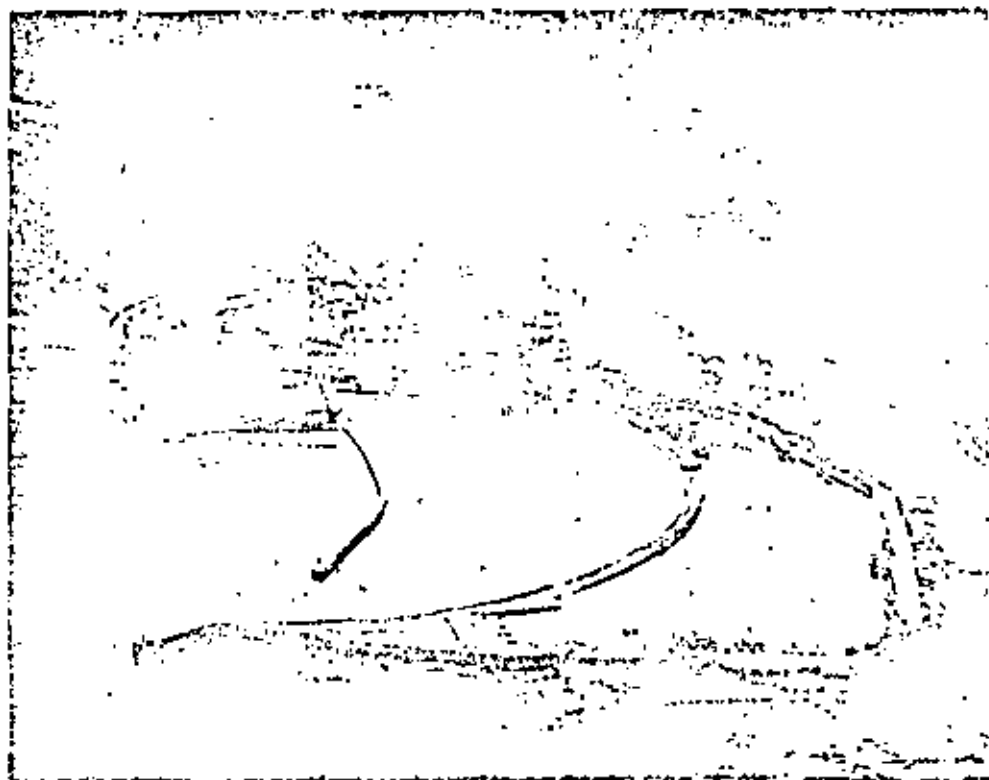


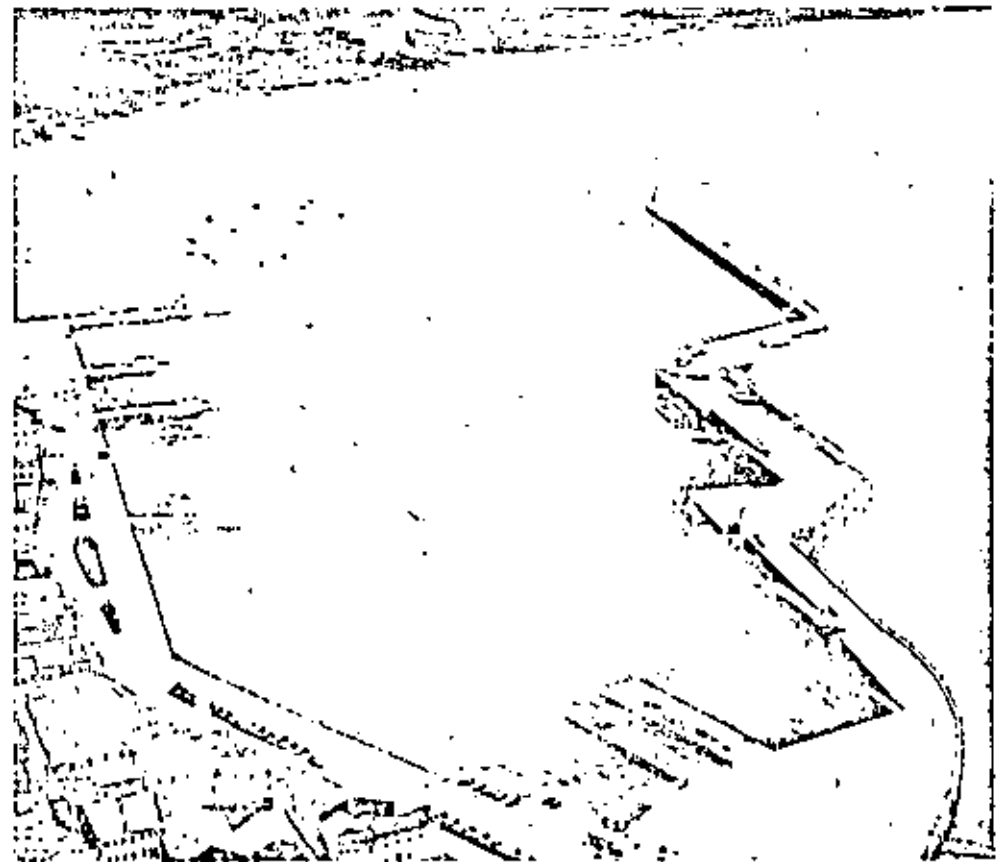
Fig. 16.—Puerto pesquero de Ondárroa (Vizcaya)



La multiplicidad de funciones encomendadas a los diques queda reflejada en el ejemplo del Puerto de Ondárroa (Vizcaya). En este caso, además del abrigo a la dársena pesquera, ejercen un importante papel en el encauzamiento de la ría y en la formación de una playa encajada (fig. 16).

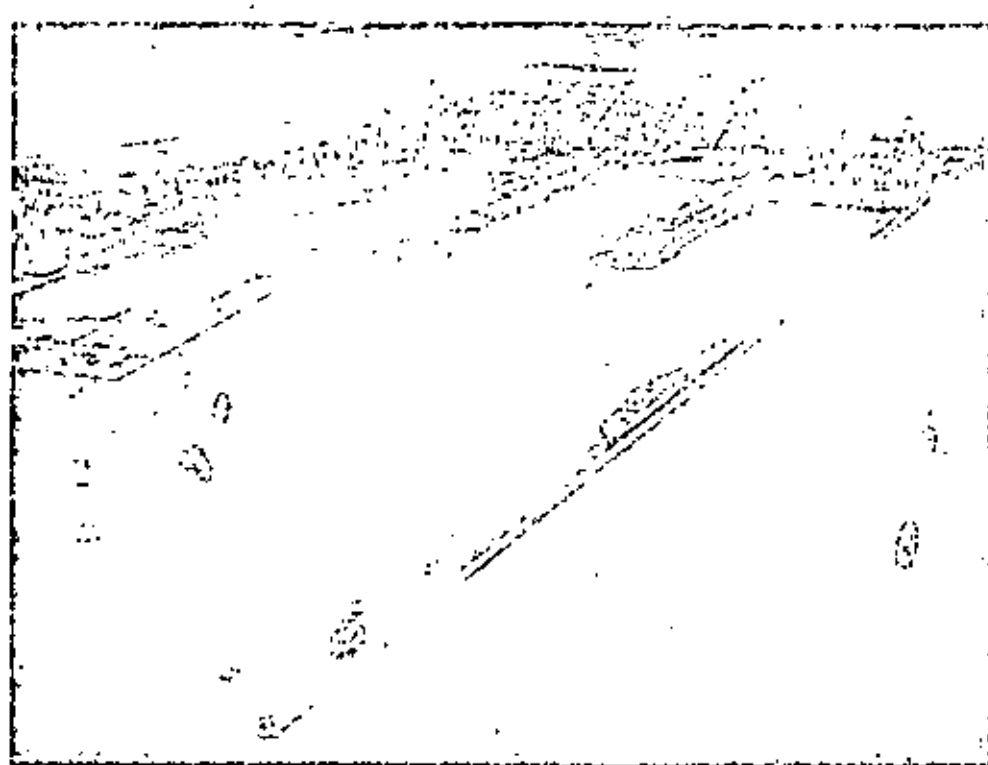
Con todo, es raro encontrarse con puertos que hayan sido constuidos íntegramente en un corto periodo de años con un diseño único y homogéneo. Lo normal es que las instalaciones hayan sufrido diversas modificaciones como consecuencia de las necesidades surgidas en el transcurso de su existencia. Las diversas ampliaciones han dado lugar al trazado irregular del dique exterior del Puerto de Riveira (Pontevedra) (fig. 17) al ir quedando coartada su expansión por la costa cercana.

Fig. 17.—Puerto de Riveira (Pontevedra)



Esta solución de ir cambiando la alineación del dique según las distintas necesidades (calados, área abrigada, etc.) al ir ampliando las instalaciones portuarias, es muy frecuente sobre todo en los puertos con dique exterior paralelo a la costa. (Barcelona, Tarragona). En otros casos, como en el de Las Palmas, el problema se ha resuelto de distinta manera, construyendo un segundo dique, paralelo al existente que posibilita superficie para nuevas dársenas, a la par que mayores calados en las mismas y en la entrada. La figura muestra el dique exterior primitivo.

*Fig. 18.—Puerto de
La Luz y Las Palmas*

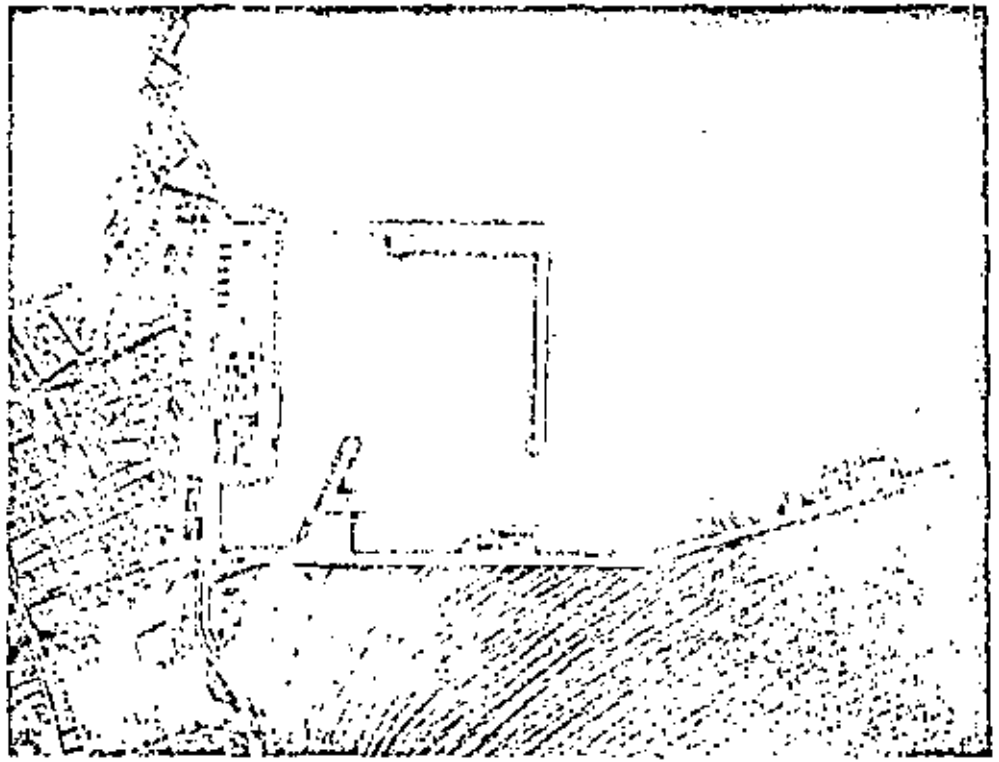


Esta necesidad de conseguir calados suficientes se convierte en problema, sobre todo, en los puertos de la costa Mediterránea. La escasa pendiente de la playa sumergida ha motivado la extraña forma de los diques del Puerto de Denia (Alicante), que parecen buscar desesperadamente profundidades operativas (fig. 19) y dan lugar a una enorme dársena desproporcionada con la actividad que en ella se realiza. En S. Carlos de la Rápita (Castellón) el contradique se ha prolongado para disponer en su extremo un muelle de calado suficiente (fig. 20).

Fig. 19.—Puerto de Denia



Fig. 20.—Puerto de
S. Carlos de la Rápita



Por el contrario, las necesidades de abrigo para alcanzar los límites normales de agitación son mucho menos marcadas en este mar que en el Atlántico. Es frecuente observar casos en los que no se precisa, siquiera, construir el contradique como en S. Feliu de Guixols (fig. 21) y Estartit (fig. 22). Por lo general, en los casos de puertos pequeños, se suele acudir al diseño de dique-contradique en forma convergente con un mayor o menor solape. Dos ejemplos típicos son el puerto deportivo de Pollensa (Palma de Mallorca) y el puerto pesquero de Vinaroz (Castellón) en cuya fotografía se puede distinguir la penetración y difracción del oleaje encauzado por el canal de entrada.

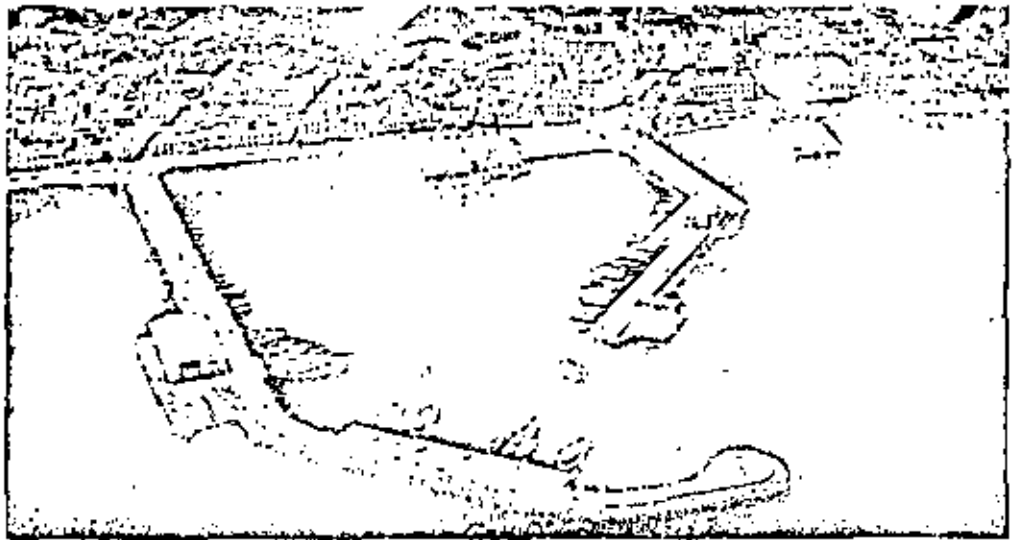
Fig. 21.—Vista panorámica
de S. Feliu de Guixols



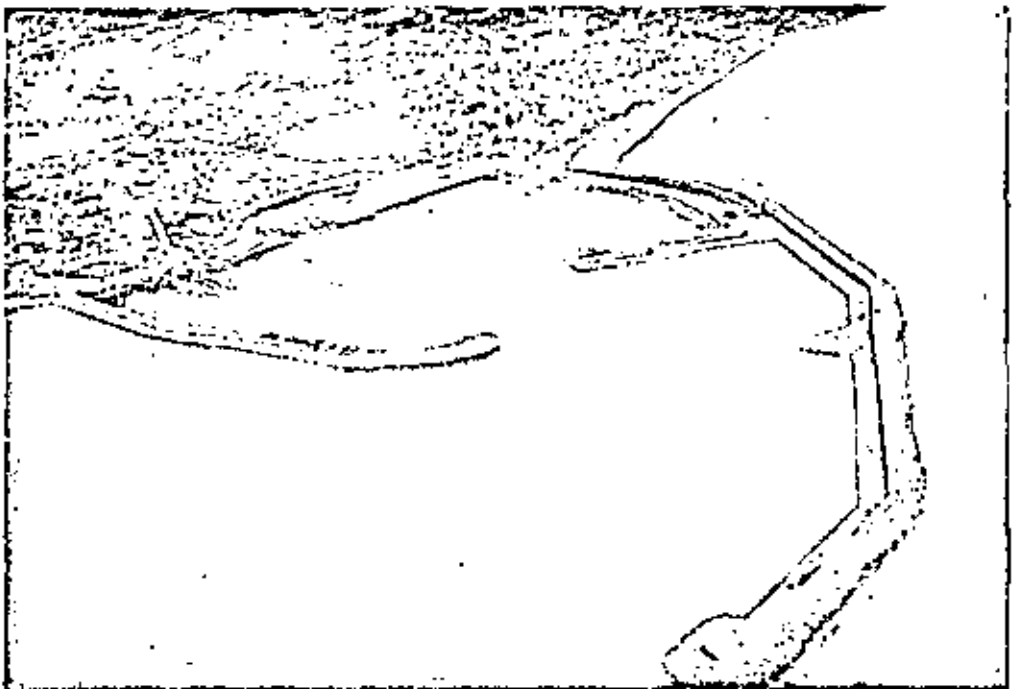
*Fig. 22.—Pequeño
embarcadero en
Estarlit (Gerona)*



*Fig. 23.—Puerto deportivo
de Pollensa*



*Fig. 24.—Puerto pesquero
de Vinaroz*



3. Entrada

3.1. Diseño de zonas de acceso

El diseño de las zonas de acceso se puede normalmente dividir en dos partes:

- Diseño de la sección transversal.
- Diseño en planta.

Ambos apartados requieren una decisión final de tipo económico. Una forma de atacar el problema es aplicar algún criterio de optimización de modo que tras obtener, a partir de las curvas de evolución de las variables que definen un estado del mar, el tiempo útil de operaciones en los accesos al puerto (conocidas las condiciones marítimas extremas con que un buque fijado atraviesa satisfactoriamente la sección), veamos si ese tiempo útil satisface nuestro criterio de optimización.

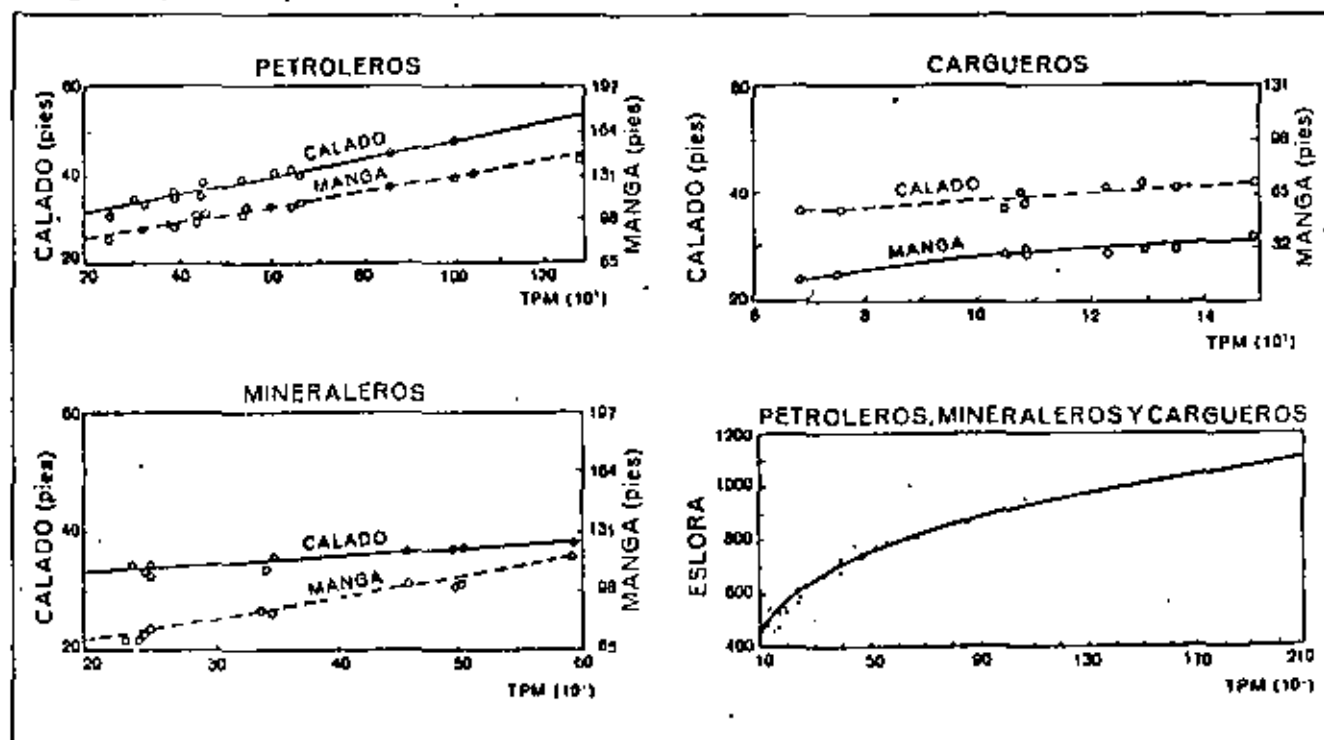
Como se ve es un proceso iterativo, que requiere un tratamiento probabilístico.

Sin embargo, para que el ingeniero tenga una herramienta que le permita predecir el acceso, podemos utilizar técnicas menos sofisticadas.

En la mayor parte de los casos nos encontramos con que, del buque fijado —realizando una previsión de tráfico, o bien por condiciones externas al problema— sólo disponemos como dato el tonelaje de peso muerto (DWT), de modo que lo primero que necesitamos son unos ábacos que, según el tipo de barco, nos permitan obtener una idea de las dimensiones del mismo, calado, manga y eslora. Estas relaciones ya las vimos al hablar del barco como usuario del puerto.

Fig. 25.—Dimensiones de algunos tipos de buques

Las figuras siguientes son las obtenidas por Hay en 1968.



3.2. Diseño de la Sección Transversal

3.2.1. Calado

Generalidades:

Depende, desde un punto de vista puramente náutico, del barco, de la naturaleza del fondo y del clima marítimo.

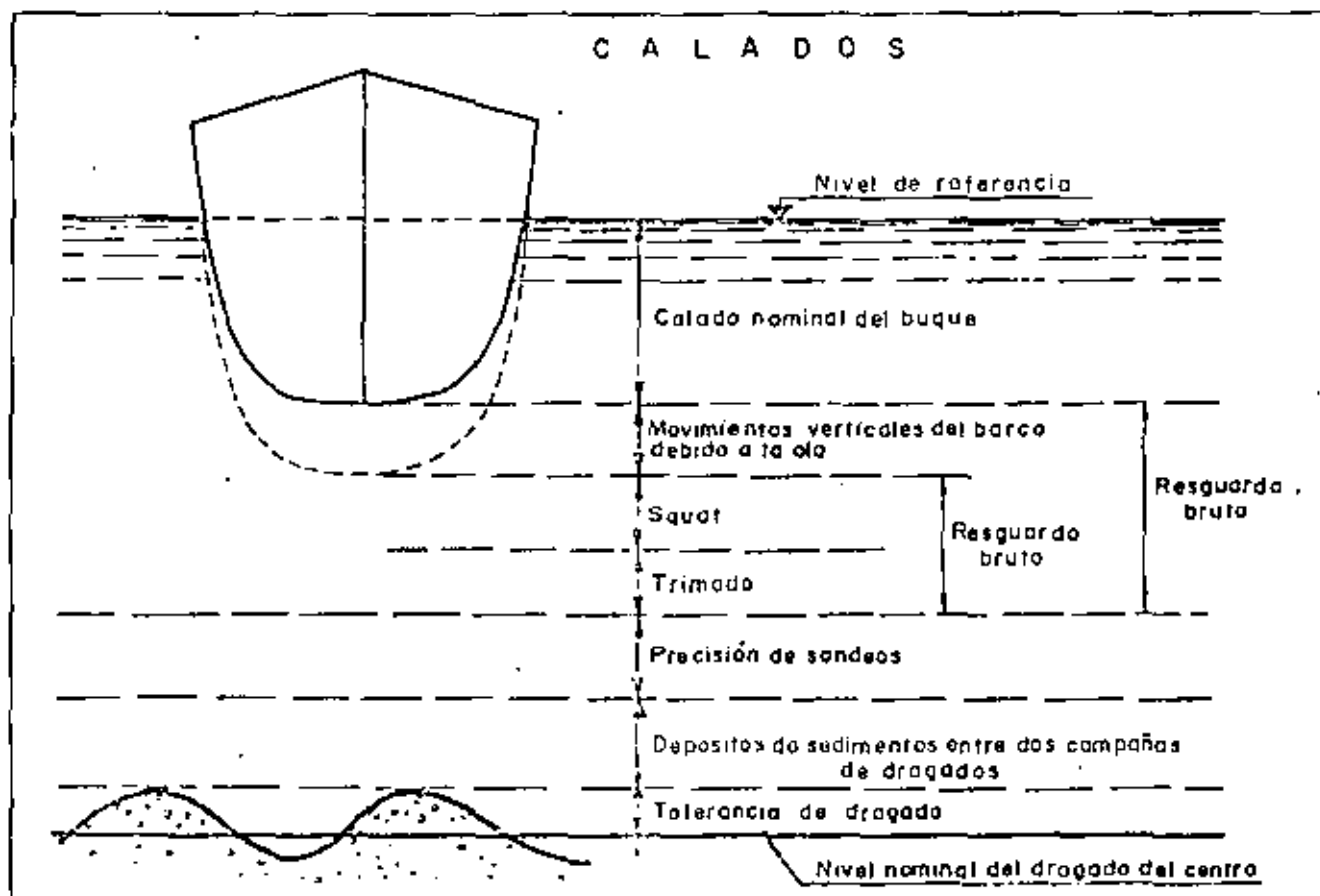
Así pues el calado de la zona de acceso deberá ser suma de:

- Calado del flotador (considerando la variación de la densidad del agua ρ_w).
- Nivel debido a la marea astronómica y meteorológica.
- Trimado o escora a popa por efecto de la carga.
- Squat o descenso debido al avance.
- Resguardo (incluyendo aquí los movimientos producidos por el oleaje).
- Tolerancias de acuerdo con la naturaleza del fondo.

Para considerar el caso de navegación en agua dulce, una regla práctica puede ser aumentar el calado en un 3 %.

De todas estas variables, sólo se van a analizar las referidas al squat y al resguardo, ya que todas las demás son de fácil obtención en cada caso.

Fig. 26.—Parámetros de cálculo del calado



Para barcos, en aguas restringidas y a poca velocidad, se produce una depresión del nivel en las bandas del barco.

En zonas de acceso, el barco siempre circula a una velocidad inferior a la velocidad crítica del canal de acceso (velocidad a la cual se producen fuertes oscilaciones del buque y que es $V_c = \sqrt{gh}$, h : calado del acceso).

El descenso viene dado por:
(Constantine, 1961)

$$\frac{v_1}{\sqrt{gh_1}} = \sqrt{\frac{2d(1-d-s)^2}{1-(1-d-s)^2}}$$

en donde:

$$d = \text{descenso adimensional} = \frac{h_1 - h_2}{h_1}$$

h_1 = calado del canal antes de que pase el flotador

h_2 = profundidad en la sección ocupada por el flotador

$$S = \frac{\text{sección transversal del flotador}}{\text{sección del canal}}$$

V_1 = velocidad del flotador respecto al agua

(Vease figura).

Fig. 27.- Descenso de flotadores (Squat)

$$F_1 = \text{nº de Froude} = V_1 / (gh_1)^{1/2}$$

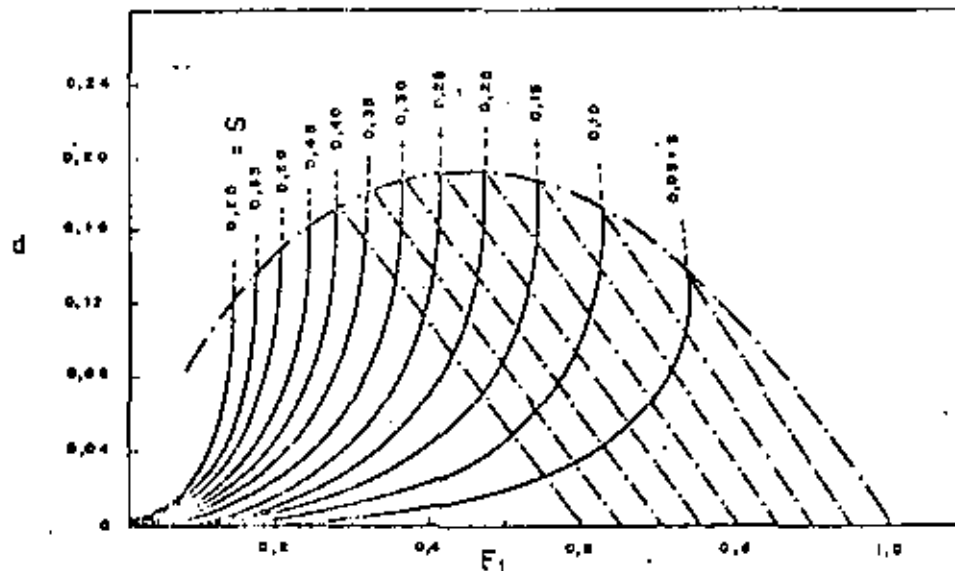
$$d = \text{descenso adimensional} = (h_1 - h_2) / h_1$$

h_1 = prof. del canal sin perturbar

h_2 = prof. al paso del flotador

$$S = \text{factor del perfil} = \frac{\text{área cuaderna maestra}}{\text{sección del canal}}$$

V = Velocidad del flotador resp. al agua.



si queremos considerar el trimado, una regla práctica es admitir en popa un calado 2 pies superior al medio.

Resguardo

El resguardo, si aplicamos algún método para obtener los movimientos verticales producidos por el oleaje, representa simplemente una seguridad adicional y es función del riesgo que supone un choque con el fondo. Depende pues primordialmente de la naturaleza del fondo.

El PIANC recomienda unos 3-3,5 m. para zonas con oleaje o de 1,5-2,5 m. para zonas sin oleaje (PIANC 61).

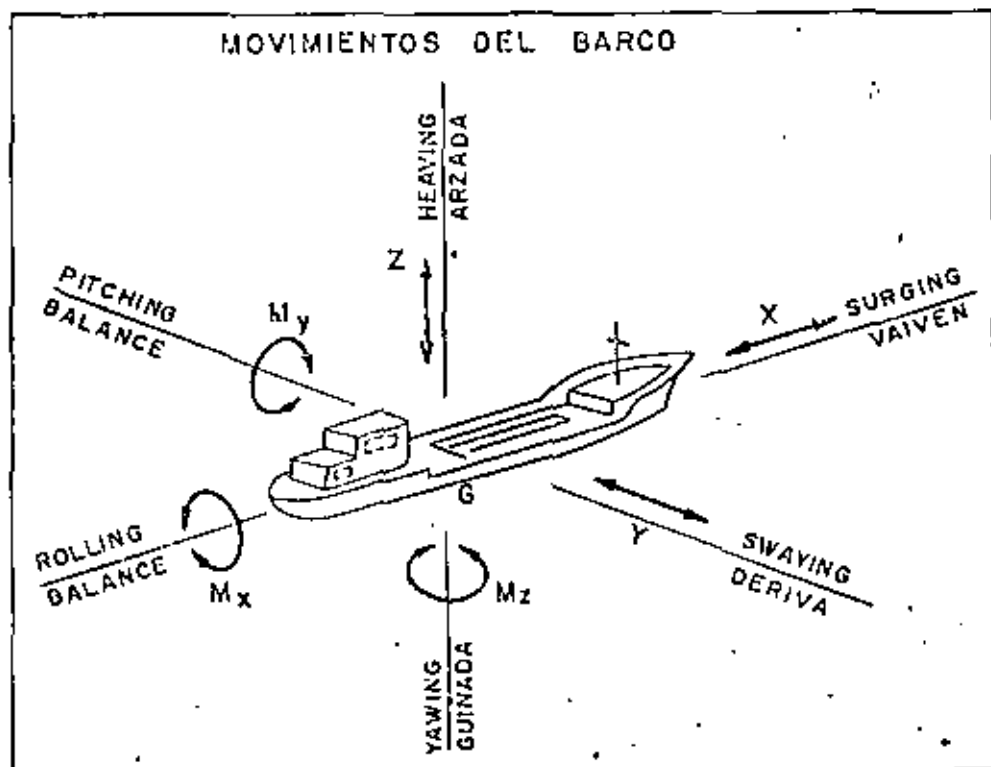
El considerar los movimientos verticales producidos por el oleaje requiere el uso de sofisticadas técnicas numéricas, muchas de las cuales, por el efecto de tratarse de agua poco profundas, están aún en fase de desarrollo.

También podemos estimar los movimientos con ensayos en modelo reducido.

Hoy en día, se prefiere este segundo método aunque, dado que en el modelo, y por causa del calado limitado, las fuerzas viscosas pueden ser importantes y debido a que los ensayos con modelos reducidos no pueden conseguir simultáneamente la igualdad de fuerzas gravitatorias y viscosas, sucede como consecuencia que estos problemas orientan la tendencia para un futuro próximo hacia una vuelta al método numérico.

Por todo esto, para un prediseño puede resultar muy conveniente usar un aumento del resguardo para considerar el efecto del oleaje. El orden de magnitud puede ser 1 m. (PIANC 61).

Fig. 28.—



De cualquier forma merece la pena señalar que, un barco flotando libremente posee como sólido rígido 6 grados de libertad: tres traslaciones y tres giros. Tradicionalmente en terminología marítima estos se denominan (siendo xz el plano de simetría del barco),

donde: G : centro de gravedad

x : surge (vaiven)

y : swag (deriva)

z : Heave (arzada)

Mx : Roll (balanceo)

Mg : Pitch (Cabeceo)

Mz : Yaw (guiñada)

De estos, sólo el Heave, Pitch y Roll producen una componente vertical y por tanto nos interesan a efectos de calcular el máximo movimiento vertical del barco.

Este se calculará sumando los 3 citados vectorialmente según las leyes de la mecánica racional.

Para el diseño, se deberá recordar que este movimiento —restringiéndonos a un mar unidireccional formado por un tren de ondas regulares sinusoidales— será armónico. El valor que tomamos es la amplitud del movimiento en el punto en que ésta sea máxima.

Los movimientos que dan una componente en el plano horizontal —surge, swag y yaw— son los que utilizaremos para el trazado en planta.

Como ejemplo de órdenes de magnitud de los movimientos medidos en modelos de ensayo reducido incluimos los resultados presentados por la Delegación francesa para petroleros de 500.000 DWT efectuados en modelo reducido para el puerto de El Havre.

Hipótesis referentes a la ola:

Amplitud: 4 m.

Periodo: 8 secs.

Movimientos	En carga		Aligerado
	para una profundidad de 38 m.	para una profundidad de 32 m.	
arzada	0,025 m.	0,015 m.	0,065 m.
balanceo	1°	0,60°	1°
cabeceo	0,23°	0,10°	0,50°
movimiento vertical máximo	0,85 m.	0,40 m.	1,80 m.

3.2.2. Anchura

La anchura se suele medir al pie del talud de los cajeros o, para canales muy profundos, a la profundidad del calado de proyecto.

La anchura dependerá de los siguientes factores:

- Características del barco: manga, velocidad y maniobrabilidad.
- Características de la explotación del acceso.
- Características del acceso: planta, profundidad, estabilidad de márgenes.
- Oleaje, viento y corrientes.

En ausencia de viento, corrientes y oleaje el PIANC recomienda:

- Una anchura de 3-4 veces la manga para una sola ruta.
- Una anchura de 6-7 veces la manga si se permiten dos rutas paralelas.

Hoy, existen sofisticadas técnicas, que permiten diseñar los accesos teniendo en cuenta estos factores y además el elemento humano al conducir al barco a través del acceso.

Con modelos matemáticos se simula el barco y se permite al capitán, piloto, etc., reaccionar en tiempo real; esto es, en un puente construido imitando el de un barco real, el navegante puede dar órdenes a timón y máquinas tal como lo haría en realidad.

El incluir el efecto de las olas requiere sin embargo en gran parte de los casos el usar un modelo físico a escala.

Volviendo al campo del prediseño, podemos hacer los siguientes cálculos:

a) Para la acción del VIENTO.

Supongamos un viento estacionario y constante. La fuerza ejercida por el viento, paralelamente a su dirección media, es:

$$F = C_D \frac{\rho_a}{2} S U_z |U_d|$$

en donde:

C_D : coeficiente de arrastre

ρ_a : densidad del aire

S: área expuesta a la acción del viento

U_z : velocidad del aire a Z metros sobre el nivel medio del agua.

siendo el perfil de velocidades:

$$\frac{U_z}{U_{10}} = \left(\frac{z}{10} \right)^{0.7}$$

U_{10} = velocidad del aire a 10 m. sobre el nivel medio del agua.

El coeficiente de arrastre C_D depende de las características geométricas del área expuesta a la acción del viento.

Este coeficiente se debe determinar a partir de ensayos en túneles de viento. Midiendo las fuerzas y a partir de las velocidades —que son dato del experimento— obtenemos C_D como:

$$C_D = \frac{F}{\frac{\rho_a}{2} S U_z |U_z|}$$

Para tener una idea de C_D , sin embargo, podemos usar datos que aparezcan publicados en la literatura correspondiente.

La reacción del agua (en ausencia de corrientes y oleaje) a este movimiento, sólo desde un punto de vista de prediseño, puede aceptarse que es:

$$F_w = S_w \frac{\rho_w}{2} \bar{v} |v| \left(\frac{h}{mp} \right)$$

S_w : área expuesta

ρ_w : densidad del agua

V : velocidad relativa de flotador y agua

h : profundidad

p : resguardo bajo la quilla

m : coeficiente de contracción de la vena líquida (un valor medio es $m = 0,8$).

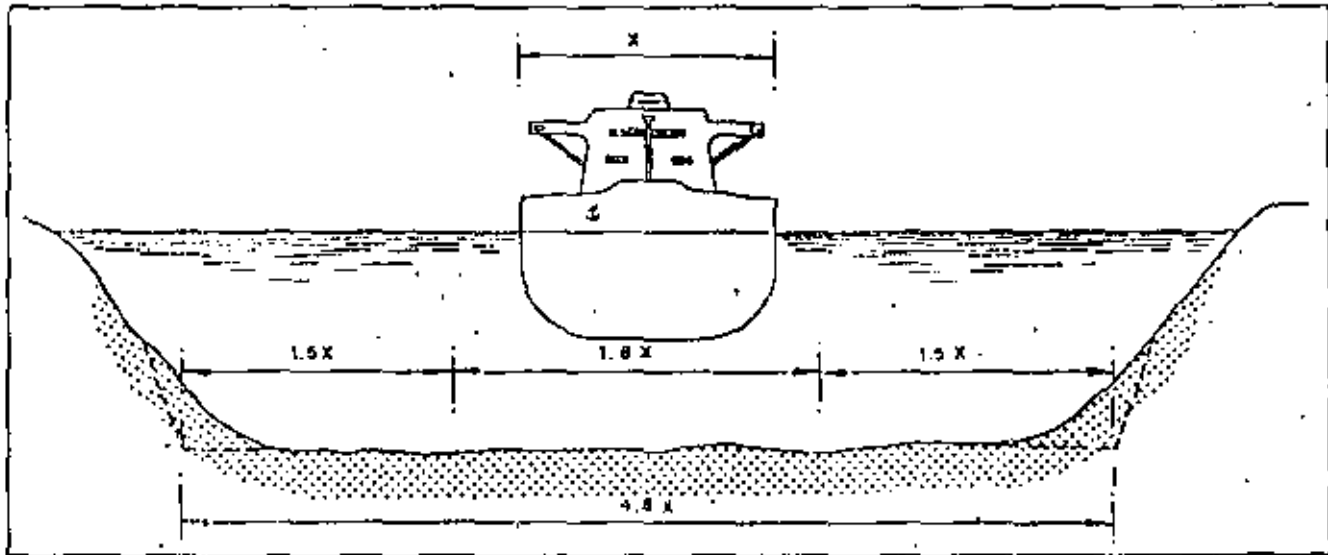
A continuación se dan los esquemas propuestos por Hay (1968) para la anchura de los canales de acceso.

Anchura para un solo barco en la vía navegable

Hipótesis:

- El navío se maneja satisfactoriamente
- Velocidad respecto al fondo: 8 nudos.
- Bajos frecuentes a lo largo de los márgenes.
- Corriente: 2 nudos paralela a tierra.
- Vientos: moderados a fuertes, frecuentes.

Fig. 29.—Dimensiones para canal de una vía (flay)

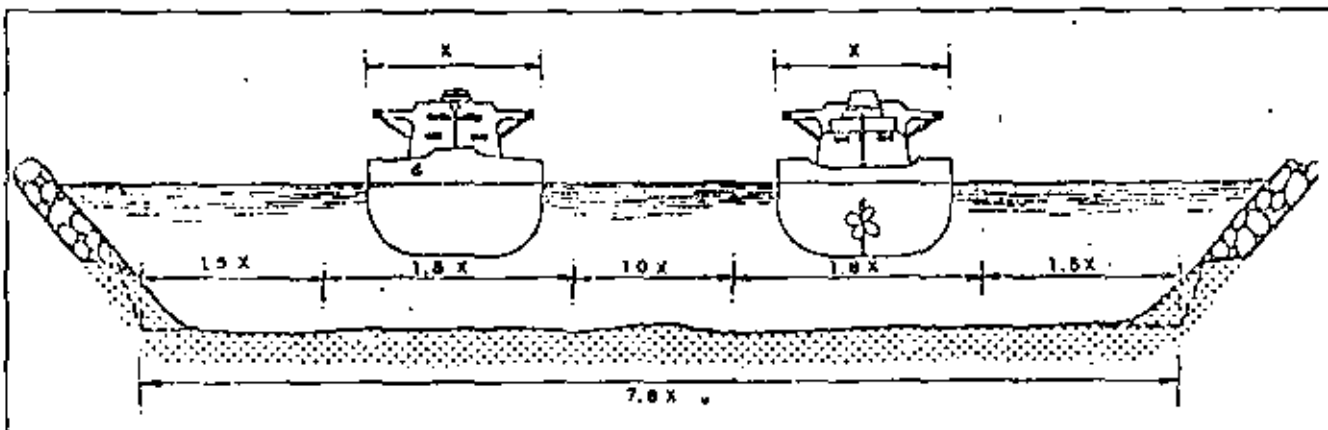


Anchura para dos barcos en la vía navegable

Hipótesis:

- Los navíos se manejan satisfactoriamente.
- Velocidad respecto al fondo: 5 nudos.
- Barcos: recubiertos.
- Corrientes: 4 nudos paralela a tierra.
- Vientos fuertes: poco frecuentes.

Fig. 30.—Dimensiones para canal de dos vías (flay)



b) Para la acción de las CORRIENTES se usa una fórmula similar:

$$F = \frac{\rho_w}{2} C_D S U_c U_d$$

La terminología es idéntica a fórmulas anteriores. U_c es la velocidad de la corriente.

Para compensar empujes del tipo de viento y corriente y también la deriva producida por el oleaje, el buque debe adoptar un cierto ángulo de deriva que, en régimen permanente, viene dado por la fórmula:

(Balaniin y Bykov, 1964)

$$\delta = \text{arc} \cdot \text{sen} \frac{K U C_a \text{sen } \alpha}{V_b}$$

en donde,

K : es un coeficiente que depende de las condiciones del acceso (esto es: canal o área abierta).

U : velocidad de la perturbación.

C_a : coeficiente función del área expuesta al viento y el área expuesta a la corriente.

V_b : velocidad del barco.

α : ángulo entre la dirección del viento o corriente y el eje longitudinal del barco.

Así, la anchura ocupada por el flotador es:

$$B_t = L \text{sen } \delta + B \text{cos } \delta$$

L = eslora.

B = manga

3.3. Diseño en planta

3.3.1. Generalidades

Comprende dos puntos fundamentales:

- Determinación de la anchura (parte que también se puede incluir en el "Diseño de la sección transversal" como hemos hecho).
- Determinación del trazado.

3.3.2. Anchura

Seguendo a Duncan Hay (1968), la anchura de un canal se puede dividir en 3 partes:

- Via de maniobra.
- Resguardo por encuentro con barcos.
- Resguardo para márgenes y cajeros.

a) Via de maniobra

Depende de las características maniobreras del barco. Para un prediseño, un criterio puede ser (para aguas tranquilas):

Capacidad de maniobra del barco	Ejemplo	Anchura/Manga
Excelente	Destruyores	1,6
Buena	Petroleros Bulk carriers Liberty	1,8
Mala	Buques antiguos	1,6

Para considerar la acción de vientos y corrientes se puede suponer una guiñada de 5°.

La acción del oleaje debe considerarse bien por medio de modelo matemático, bien por medio de modelo físico a escala.

b) Resguardo por encuentros.

Cuando dos flotadores se cruzan, las fuerzas de atracción y repulsión entre ellos depende de:

V = velocidad del flotador

L = eslora

x = distancia longitudinal

l = distancia transversal

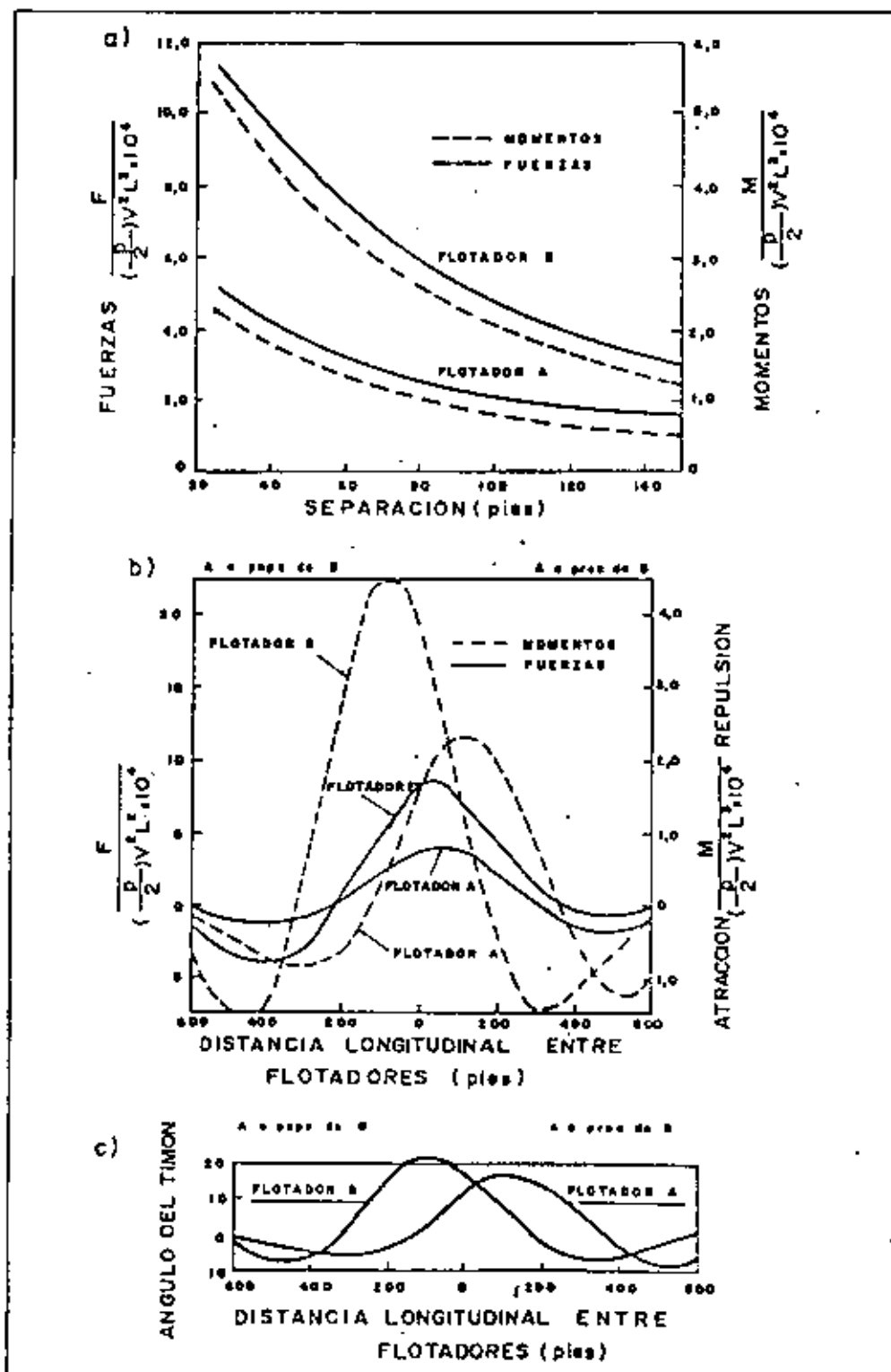
Las fuerzas son:

$$F \sim \frac{\rho V^2}{2} L^2 f_1(x, \lambda)$$

$$M \sim \frac{\rho V^2}{2} L^3 f_2(x, \lambda)$$

f_1 y f_2 vienen definidos en las figuras 31 a), b), c) (tomadas del DTMB Report, 1461).

Fig. 31.-A. B. C



c) Resguardo para márgenes y cajeros.

Al aproximarse el flotador a márgenes y cajeros se producen fuerzas y momentos de atracción y repulsión.

En el canal de Panamá se aceptó una guiñada de 5° debido a estos efectos.

Mc Aleer, Wicker y Johnston recomiendan adoptar un resguardo de 1,5 veces la manga.

3.3.3. Trazado

En cuanto al trazado, hoy en día, se utilizan sofisticadas técnicas de optimización basadas en la simulación del comportamiento del buque como ya hemos indicado.

Como reglas prácticas podemos indicar que interesa conseguir un trazado que permita realizar al barco las maniobras más sencillas posibles, esto es, se preferirán las alineaciones rectas a las curvas, los grandes radios a los pequeños, etc.

Las recomendaciones del XX Congreso PIANC son:

a) El Canal debe ser razonablemente recto.

b) Debe estar libre de curvas en S.

c) Debe ser perpendicular a la línea de costa a menos que haya una dirección predominante de temporales. Entonces, ésta será la dirección del canal.

Muchos navegantes prefieren llegar a un cambio de dirección mediante tangentes cortas unidas por curvas no largas.

Podemos obtener una idea de la capacidad de maniobra del barco, mediante ábacos y curvas provenientes de ensayos de maniobrabilidad realizados en aguas tranquilas. Estas curvas existen para casi todos los barcos con diseño comercializado. Un ejemplo son las siguientes figuras (tomadas de Shiba '60, Principles of Naval Architecture).

Como se ve en estas figuras el diámetro del círculo de maniobra es del orden de 1,6 esloras. En ausencia de remolcadores, este diámetro debe aumentarse a 3 esloras.

Fig. 32.—Círculo de evolución

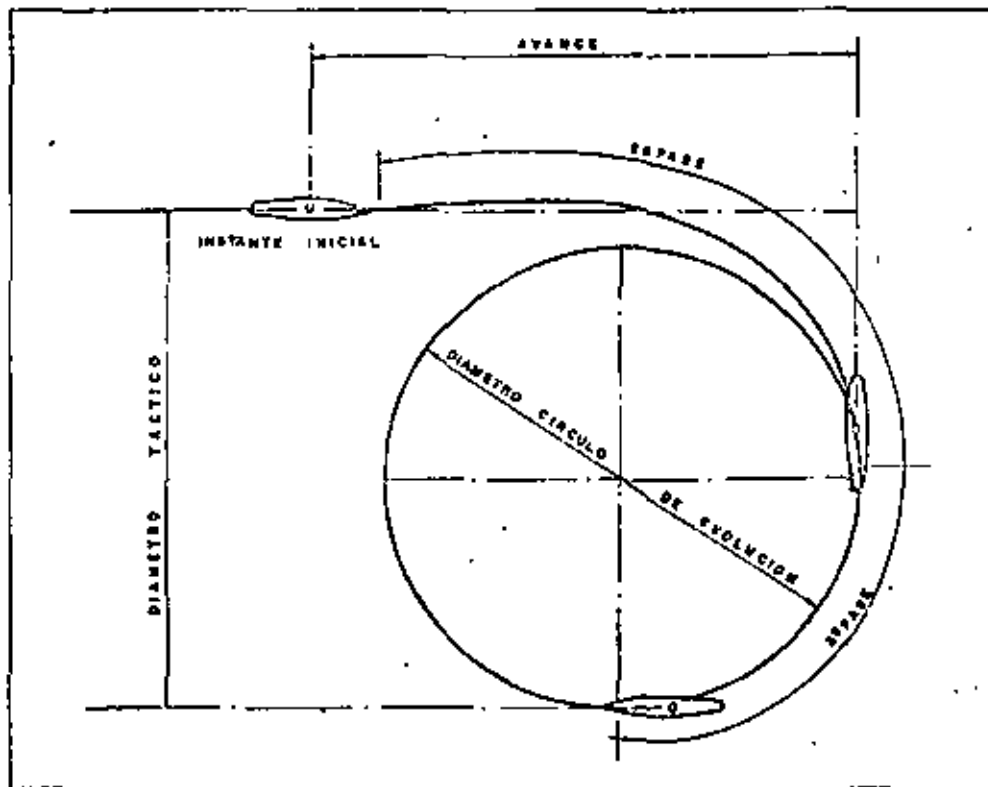


Fig. 33.—A: Pruebas de maniobras de giro:
a) Oil hulk carrier "CEDROS"
(144.000 T.P.M.)

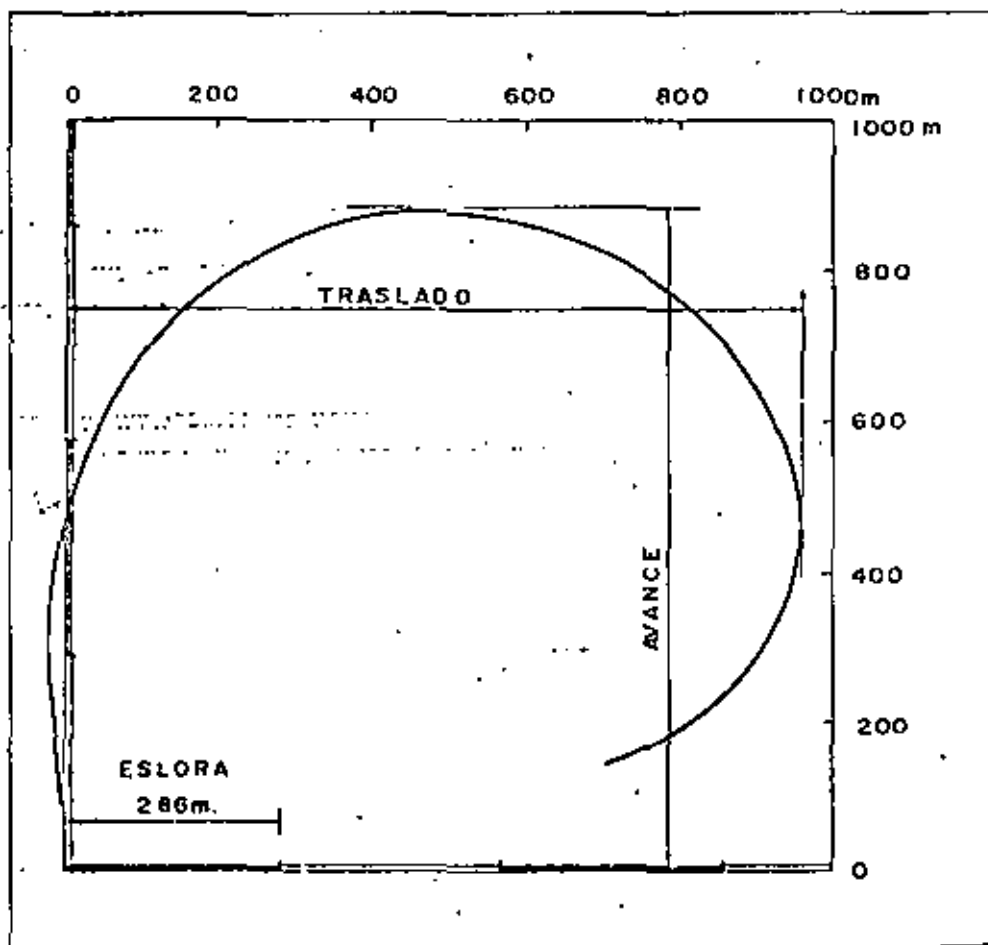


Fig. 33.-B: Pruebas de maniobras de giro:
 b) Petrolero "ATHENIC"
 (82.000 T.P.M.)

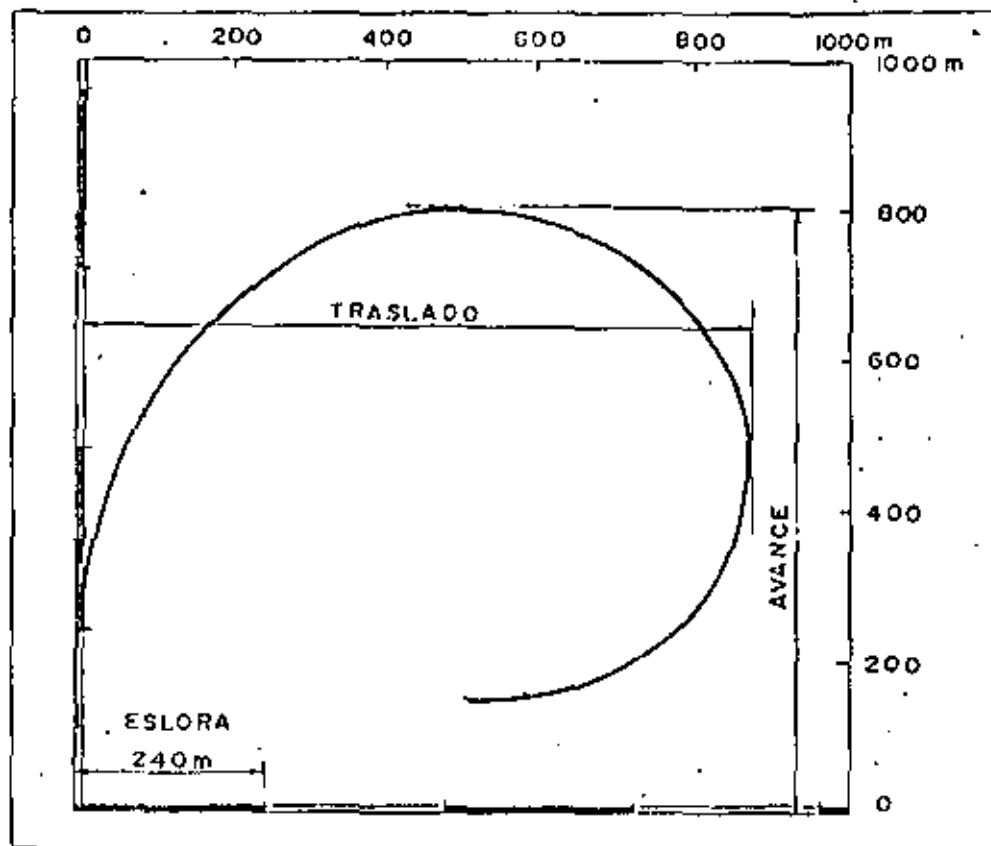


Fig. 34.-Relación entre el círculo de evolución y la eslora

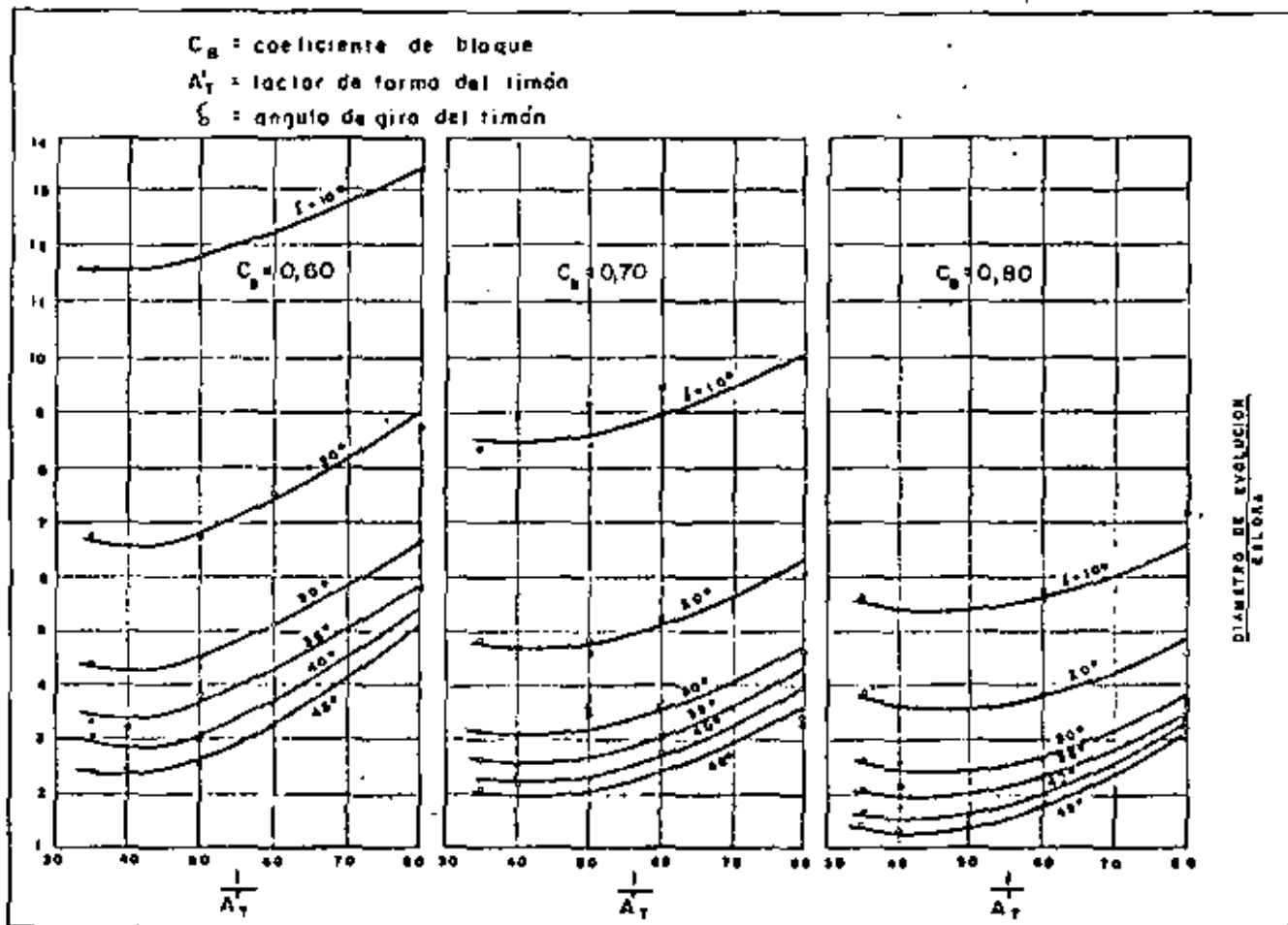
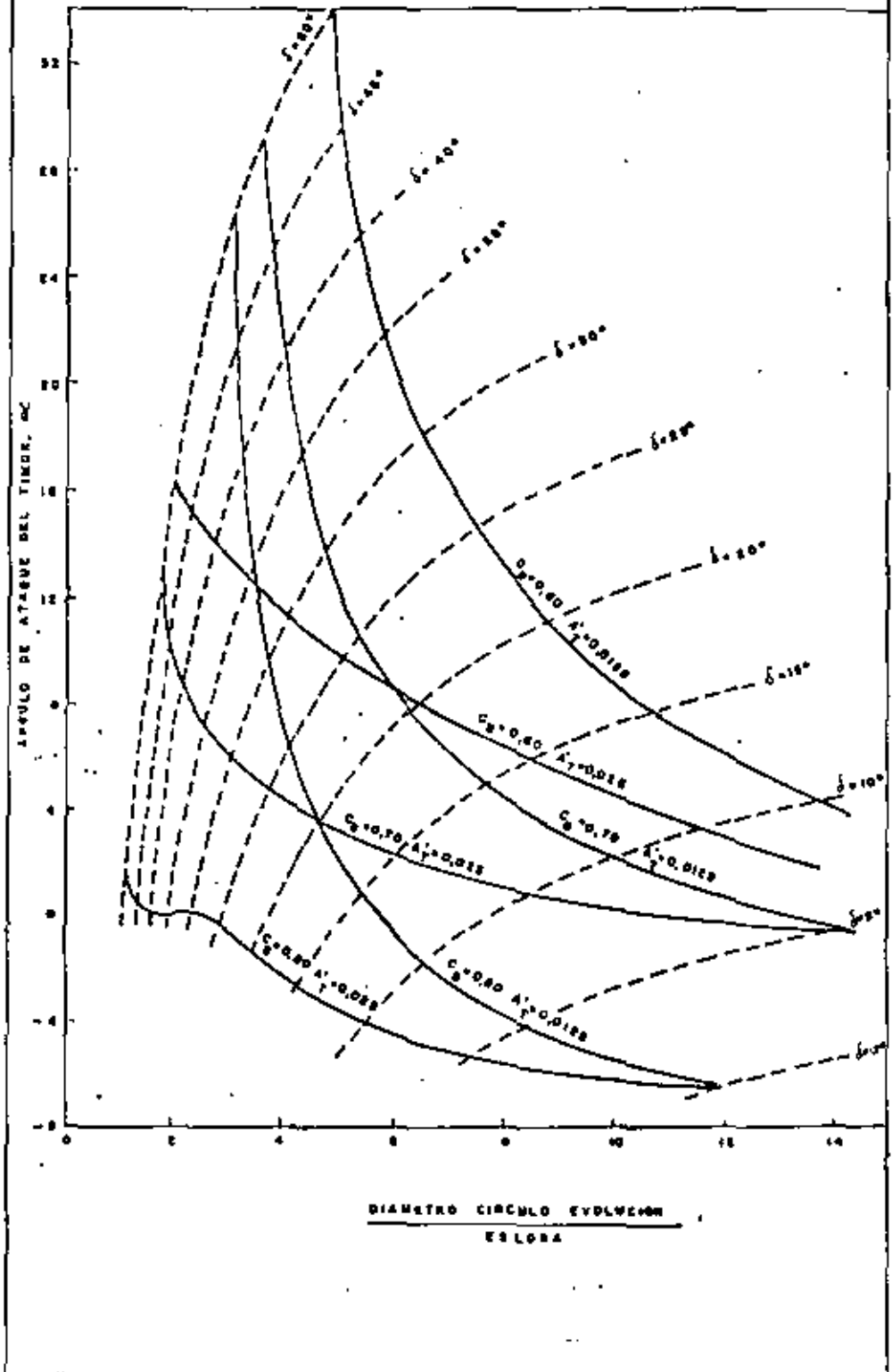


Fig. 35.—Relación entre el diámetro del círculo de evolución y la eslora (Shiba)

C_B = coef de bloque.

A_T = factor de fórmula del timón

δ = ángulo del timón



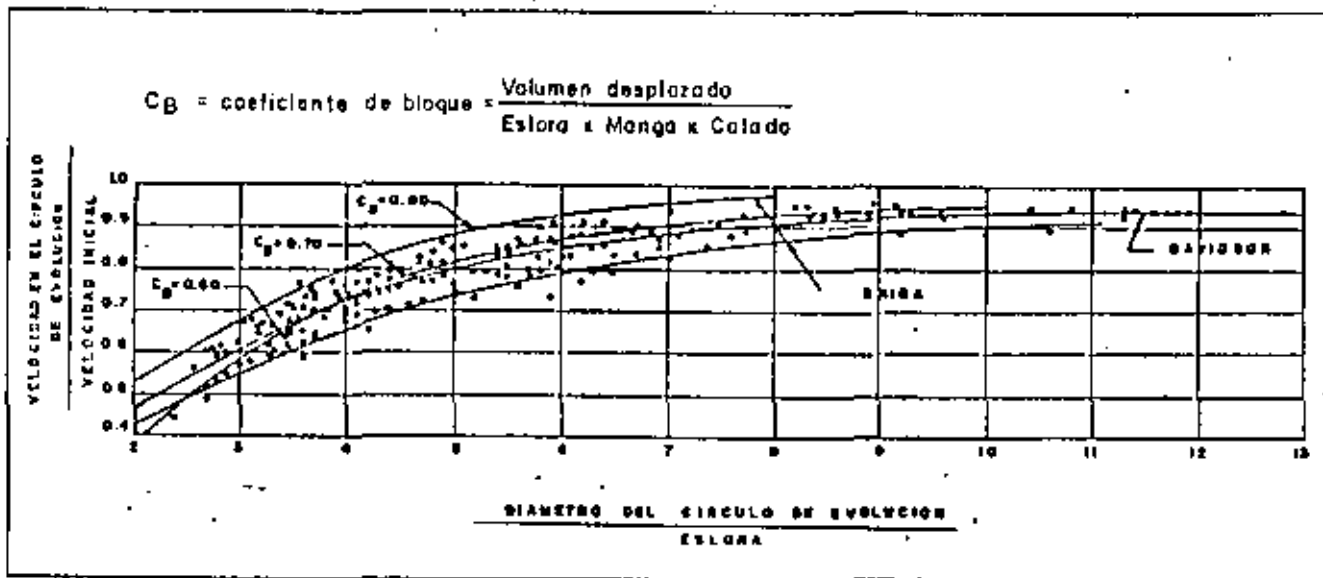


Fig. 36.—

Otros factores a considerar para el trazado en planta son:

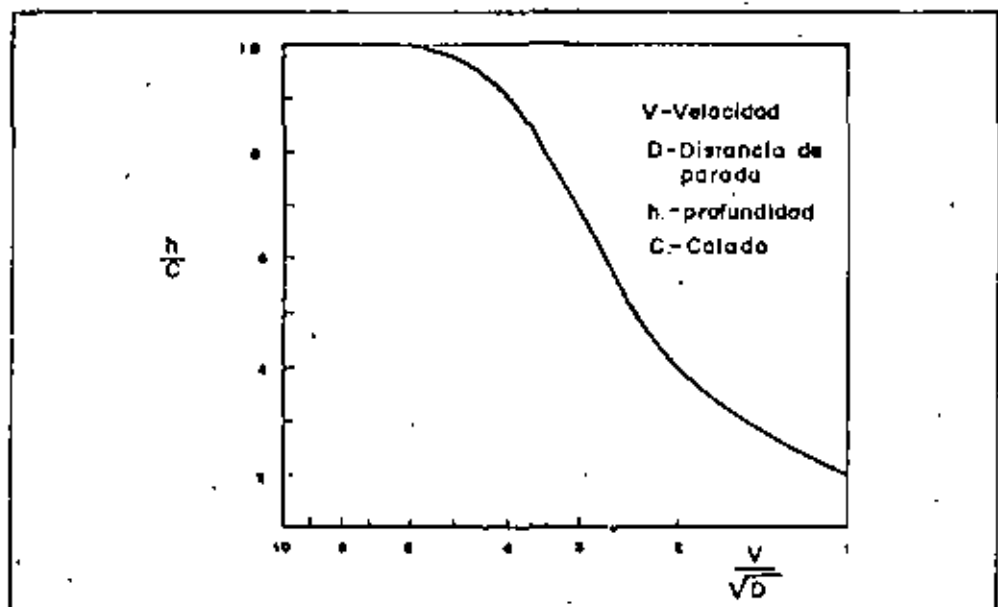
a) Distancia de parada.

La maniobra de parada, fundamental para dimensionar dársenas, antepuertos y accesos en general depende de:

- Velocidad inicial con que se inicia la maniobra.
- Forma en que ésta se ejecuta (dando marcha atrás, con hélice libre o con hélice fija).
- Características del buque y la zona de acceso.

Existen ábacos que nos dan una idea de la distancia de parada D , en función de la velocidad V , del calado C , y de la profundidad h (fig. 37).

Fig. 37.—Abaco de Kempf



Existen asimismo fórmulas aproximadas que nos dan la distancia (S) y tiempo (t) de parada en función de:

- La masa del flotador m.
- La masa hidrodinámica mh.
- La resistencia de movimiento a la velocidad V considerada, Ro.

Caso de que las máquinas estén paradas la resistencia Ro, variará, dependiendo también, como hemos dicho, de que la hélice vaya fija o libre.

Como norma general se puede dar una distancia de parada del orden de 4 esloras.

Para velocidades superiores a 5 nudos usamos la fórmula:

$$D = 4 L \frac{V^{3/4}}{2.5} + L$$

donde

D = distancia de parada

L = eslora

V = velocidad del buque respecto al agua

b) Sobre ancho en las curvas.

Normalmente se ensanchan los canales en las zonas no rectas.

Como regla general se deben evitar al máximo las curvas, especialmente las curvas en S.

El radio deberá ser lo mayor posible. Una regla práctica puede ser fijar un mínimo para el radio en función del ángulo de giro de la curva.

Angulo	Radio mínimo
< 25°	> 3 L
25 < 35°	> 5 L
> 35°	> 10 L

donde L: eslora.

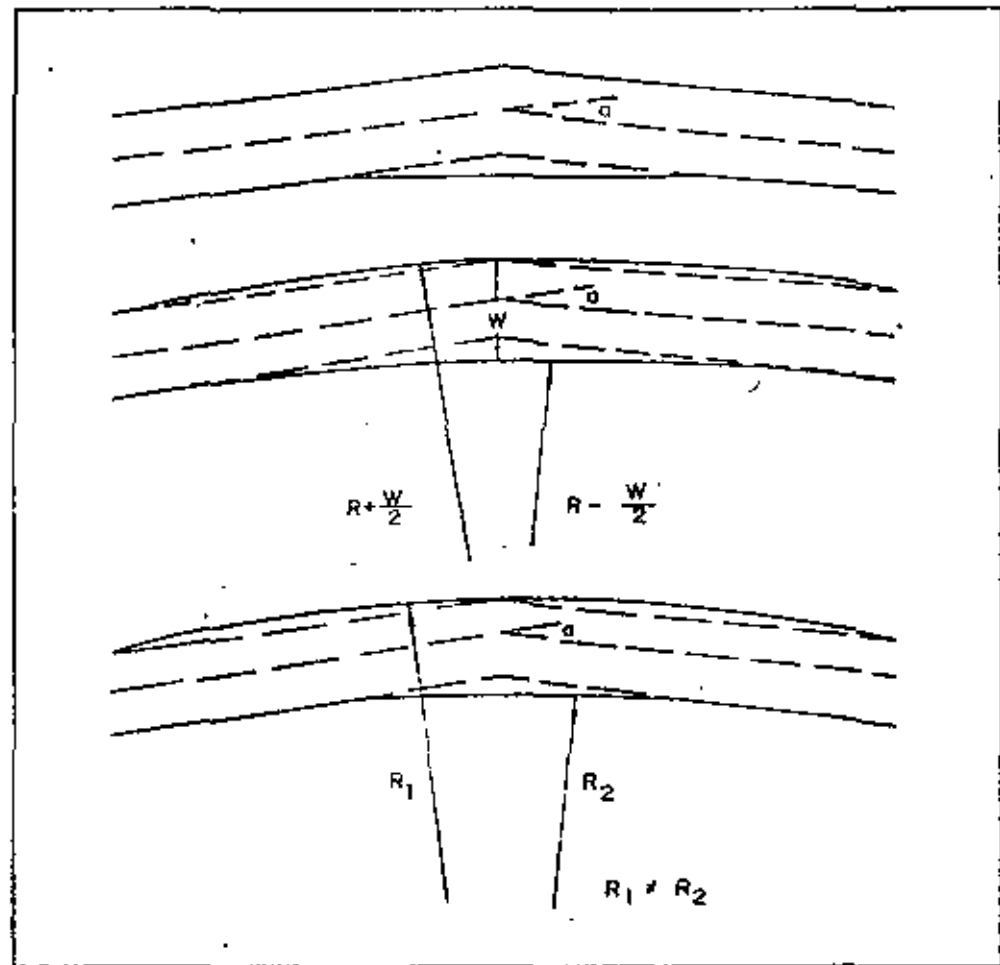
(De Hg 1968, en Dock & Harbour.)

Puede servir también, para dar una idea de los órdenes de magnitud, los resultados propuestos por Mc Aleer, Wickers y Johnston (1965) con motivo de los ensayos del canal de Panamá.

Maniobrabilidad	Ancho del carril Manga del buque
Excelente	3,25 - 3,85
Buena	3,70 - 4,40
Malu	4,15 - 4,90

Como ejemplo, véase en la figura 38 tres métodos distintos de ensanchar un canal en las curvas.

Fig. 38.—Ensanche de canales en zona de curva (Bruun)



c) Ayudas a la navegación.

Influyen significativamente en el trazado en planta.

Siempre que el volumen y tamaño del puerto lo permitan deben instalarse radares de vigilancia (esto es lo que se ha hecho en la mayor parte de los puertos petroleros de Europa).

Con estos radares se controla la posición de las boyas que balizan el canal y se determina la posición y dirección de los grandes navíos.

Como resumen de estas consideraciones generales reproducimos aquí las nueve reglas dadas por el Comité CIERGNA del PIANC, referentes al diseño óptimo de los canales de acceso.

1. El trazado debe ser tan rectilíneo como sea posible.
2. Una sola curva es preferible a una sucesión de pequeñas curvas afines si el canal está claramente balizado.

3. Las líneas derechas intermedias entre las curvas deben ser de una longitud igual a por lo menos 10 veces la longitud del barco más grande en la medida de lo posible.

4. El canal debe seguir las principales corrientes tanto como sea posible para minimizar los efectos de las corrientes de transversales.

5. Cuando los barcos más grandes entran en el puerto con marea alta deben hacer frente en la medida de lo posible a las corrientes.

6. Para la maniobrabilidad de un barco que está sujeto a la influencia de las corrientes transversales o los vientos, es deseable que el ángulo de deriva no exceda de 10 a 15°, al menos allí donde se espera encontrar situaciones que causen problemas de navegación difícil, teniendo en cuenta la velocidad mínima de los grandes barcos que enfilan el canal.

7. Son aceptables pequeñas modificaciones del curso en largos intervalos, siguiendo las corrientes naturales, si las ayudas a la navegación (fiabes) permiten un control riguroso de los movimientos y de las posiciones de los barcos. Si son inevitables grandes cambios del curso, las curvas del canal deberán permitir un desplazamiento radial. Sin embargo, los desplazamientos radiales piden que las curvas del canal estén bien balizadas de manera que el control de la posición sea posible sin perder el tiempo en las localizaciones. Las curvas deberán tener un radio de al menos 5 veces la longitud del barco más grande, y preferentemente 10 veces o más.

8. Los pasajes estrechos (puentes, etc.), sobre la ruta de los canales necesitan una línea de dirección bastante rectilínea y balizada de una longitud igual o por lo menos 5 veces la del barco más grande, por los dos lados.

9. En la práctica, en cada canal hay un punto llamado "punto sin retorno" en el que más allá de aquel un barco no puede pararse, dar marcha atrás o salir del canal y debe continuar su ruta hasta el puerto. El punto sin retorno debe estar lo más cerca posible de la entrada del puerto, previendo el largo del canal, zonas de salida por donde un barco dañado o con averías pueda dejar el pasaje o un ensanchamiento del canal.

En consecuencia el comité recomienda que las facilidades para dejar el canal sean previstas en diversos lugares, sobre todo para los canales largos y los tráficos intensos de tal manera que un barco averiado pueda dejar el canal tan pronto como sea posible, para evitar el entorpecimiento del tráfico en el canal.

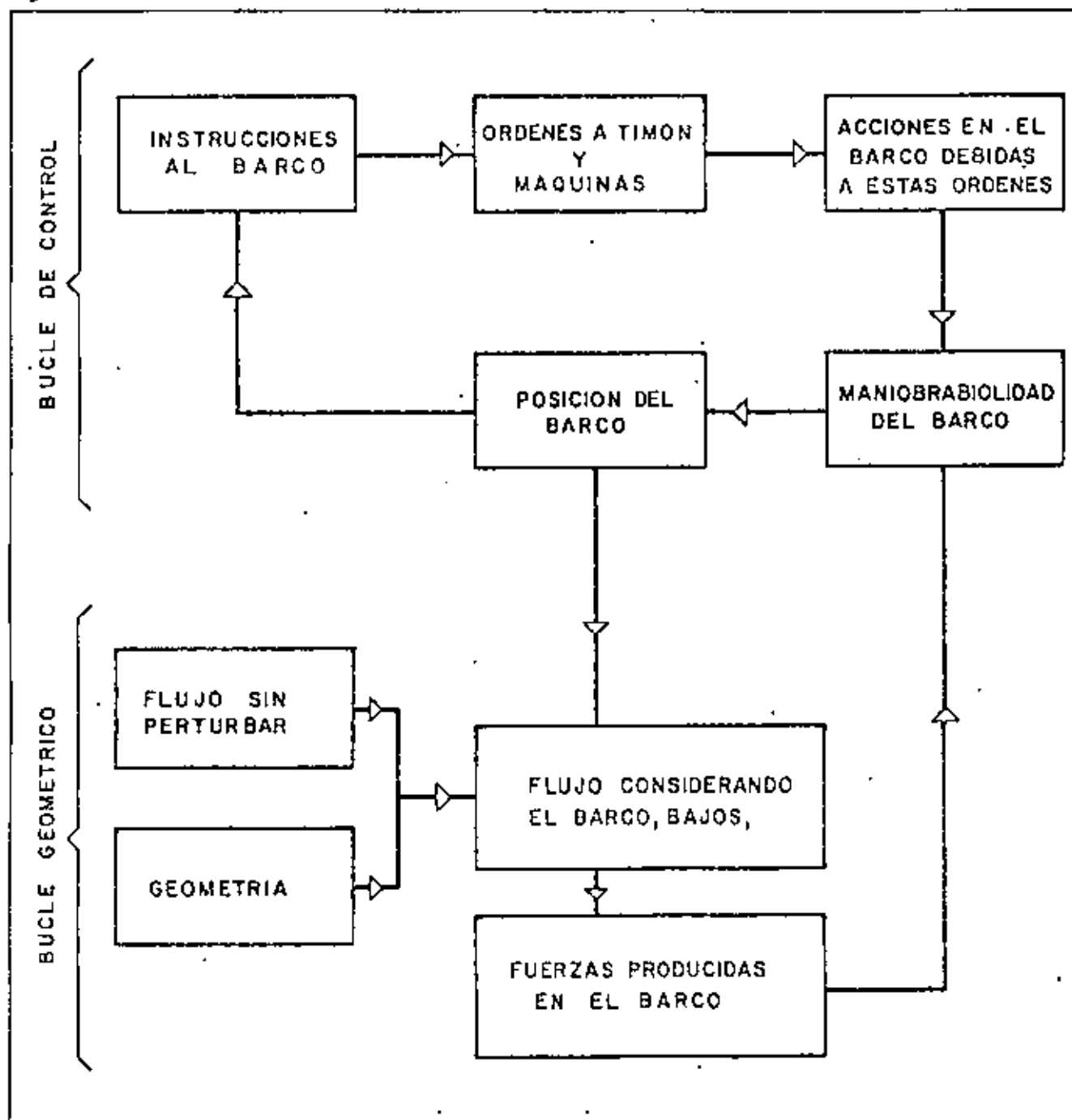
3.4. Conclusiones

En el diseño de zonas de acceso se utiliza, hoy en día, como herramienta básica un "método de predicción", esto es un conjunto estructurado de operaciones que partiendo de los datos náuticos del problema (parámetros hidráulicos, geometría del acceso y parámetros del barco) nos proporciona la trayectoria horizontal del barco.

El problema de determinar esta trayectoria se enfoca hoy como un problema de doble bucle, dentro de la teoría general del control.

El esquema de ese doble bucle es (se indica como curiosidad ya que el problema escapa a las condiciones de este texto).

Fig. 39.—



El bucle de control comprende una parte de proceso de control y otra de proceso hidrodinámico.

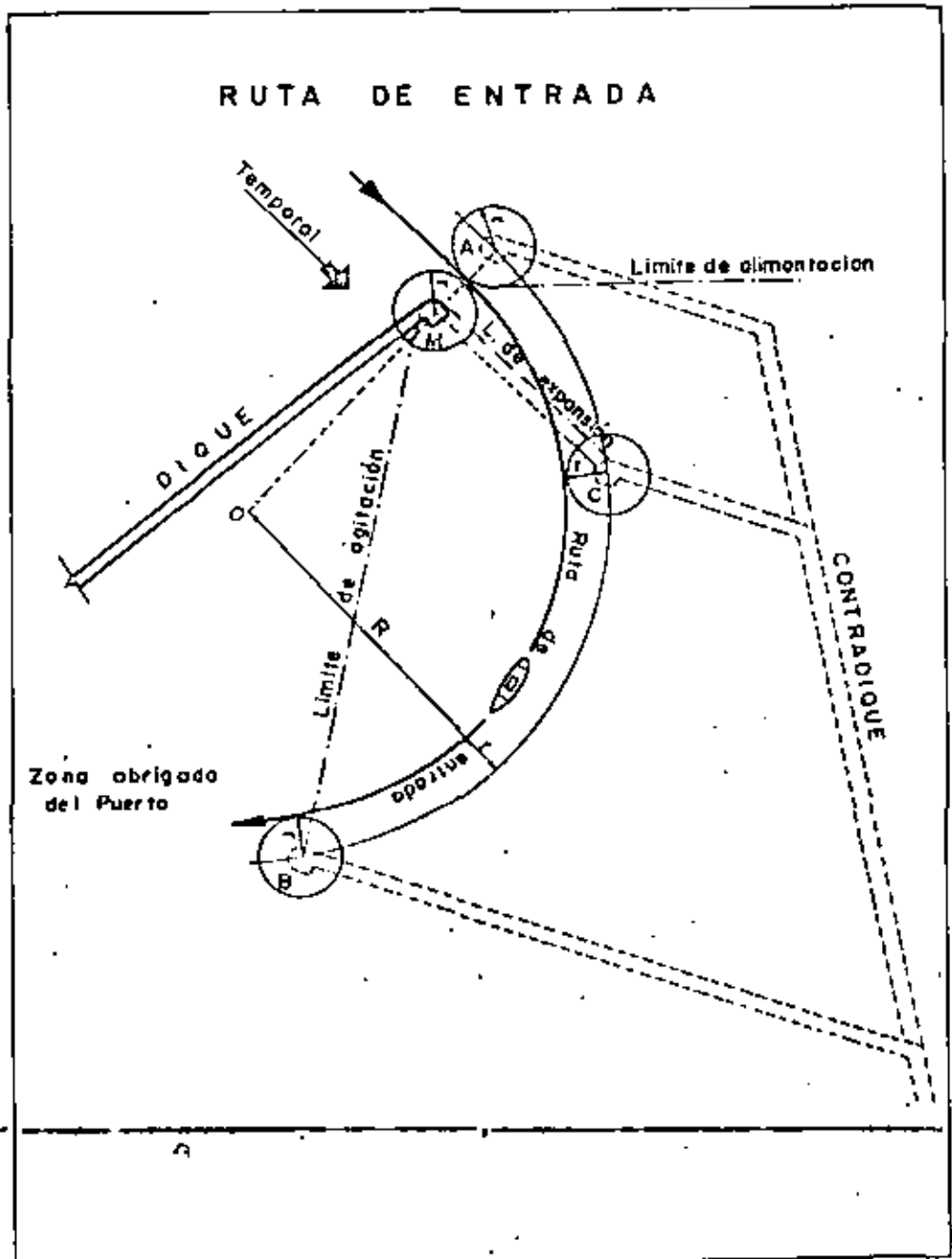
El bucle geométrico consiste en procesos hidrodinámicos deterministas, que nos muestran:

Esto es, en función del contradique, la sección de entrada formará un ángulo α con la dirección predominante de los temporales, cuyo valor mínimo será 90.

En cuanto a la sección transversal de la bocana, supondremos que se conserva la del canal de aproximación que trataremos posteriormente.

Si la dirección del temporal y de la sección de entrada no son perpendiculares, la hipótesis usual es que el barco, con un radio mínimo de giro, pretenderá ganar la zona abrigada (esto es así para lograrlo en un tiempo mínimo). Se trata entonces de encajar la curva de evolución —figs. 32 y 33— dentro de la zona abrigada disponible. Un ejemplo de cómo realizar ese ajuste se ve en la figura en lo que se toma como base el antiguo método de Iribarren. Naturalmente, esto es una extrema simplificación del problema real.

Fig. 41.—Ruta de entrada (Iribarren)



Este método hoy en día sólo es aplicable para realizar un prediseño. La técnica actual para el dimensionamiento está esbozada en el apartado "Conclusiones" y como ya hemos dicho se basa en la teoría del control, usando como herramientas básicas las ecuaciones newtonianas del movimiento.

En la figura se indica esta ruta de entrada de trazo grueso, la dirección del temporal y las líneas límites de alimentación, expansión y agitación.

Si la boca se abre al temporal, el morro del contradique estaría en A, y el ancho de la boca sería $2r$. Si quisiéramos buscar el abrigo total del puerto, debería situarse en el punto B, de intersección del límite de agitación con la circunferencia lugar geométrico de los morros del contradique, concéntrica con la que nos define la ruta y de radio $R + r$.

Es frecuente, atravesar la boca al temporal, en la dirección de la normal origen o límite de expansión de forma que en el puerto no entre más agitación que la de la expansión lateral. La posición del morro del contradique C se obtiene así, trazando por M la normal a la recta M O. El ancho de la boca M C es media proporcional entre los dos segmentos en que el punto M divide al diámetro de la circunferencia de centro O y radio $R + r$, es decir:

$$\overline{MC}^2 = MA \times 2[(R + r) - MA] = 2r \times 2R$$

o sea:

$$MC = 2\sqrt{R \cdot r}$$

Según los valores de $r = E/2$ y $R = 5E$, indicados anteriormente, se obtiene el ancho de boca atravesada al temporal:

$$MC = E\sqrt{10} = 3,16 E$$

que viene a coincidir con el ancho aproximado de 3 esloras que recomiendan muchos tratados, sin indicar sus razones.

Si, por el contrario, se abriese totalmente la boca al temporal, o sea, si se sitúa el morro del contradique en la posición A, se obtiene el ancho mínimo de una esloras, puesto que:

$$AM = 2r = 2 \frac{E}{2} = E$$

límite al que quizá no convenga llegar, por ser excesivamente reducido.

Generalmente, conviene situar el morro del contradique en el arco del círculo comprendido entre A y C, con anchuras de boca comprendidas entre algo más de una esloras y algo menos de 3 esloras, permitiendo los planos de oleaje correspondientes comparar las condiciones de abrigo y de entrada de las soluciones que se tanteen, pudiéndose llegar a decidir, con el debido conocimiento de causa, en cuál de ellas son ambas condiciones antagónicas, si no ideales (pues mejorar la una supone empeorar la otra), si aceptables.

Así, podemos suponer encajada la zona de entrada al puerto.

Zona de acceso

El barco, antes de llegar a la bocana ha de atravesar, como ya hemos dicho, una zona de aguas restringidas a muy baja velocidad.

Debemos, para dimensionar el acceso, considerar el barco como sólido rígido, teniendo en cuenta todas las fuerzas que sobre él actúan.

Como ejemplo reproducimos las fuerzas dadas por I. A. Svendsen en "Ships and Ships maneuvers" (Technical University).

Tabla I
(Tomada de I. A. Svendsen.)

FUERZAS DE MANIOBRABILIDAD		
Fuerza	Cálculo	Ejemplo: Buque tanque de 120 000 DWT
Inercia	$\rho (m + m') \frac{dv}{dt}$ m: masa del barco m': masa añadida v: velocidad resultante de la acción del viento, corrientes, olas, hélices, timón, etcétera	
Presiones debidas a cambios en la ruta del barco	mw^2r w: velocidad angular r: radio de curvatura	225 (para 6 nudos y r = 600 m)
Hélice	Depende del diseño particular del barco	20-30 (para 6 nudos)
Timón	Depende del diseño particular del barco	≈ 15 (para 6 nudos)
Hélices auxiliares perpendiculares al barco	Dependen del diseño particular del barco. Pueden tomarse como el 10 % de la fuerza de las hélices principales cuando se da "atrás"	
Fuerzas de amarre de cadena o cable	Varían mucho. Para fondos arenosos y longitud grande del amarre es de un orden de magnitud cinco veces el peso del ancla	≈ 100
Remolcadores	Depende del remolcador. Para 4.000 HP con velocidad cero supondremos una fuerza de 40 tons.	40
Viento	Para un viento de 20 m/sec	80 (barco cargado) 125 (barco sin cargar)
Corrientes transversales	Depende de la velocidad de la corriente, su dirección y la geometría del casco 1 nudo → 140 T.	140

Con estas fuerzas-calculadas por modelo reducido o métodos matemáticos más o menos complejos (véase texto) se halla el movimiento del buque aplicando las ecuaciones newtonianas del movimiento (referidas como se sabe al centro de gravedad):

$$M\ddot{x} = X$$

$$M\ddot{y} = Y$$

Movimiento en el plano horizontal

$$Y\ddot{\theta} = M$$

donde:

m = masa del buque.

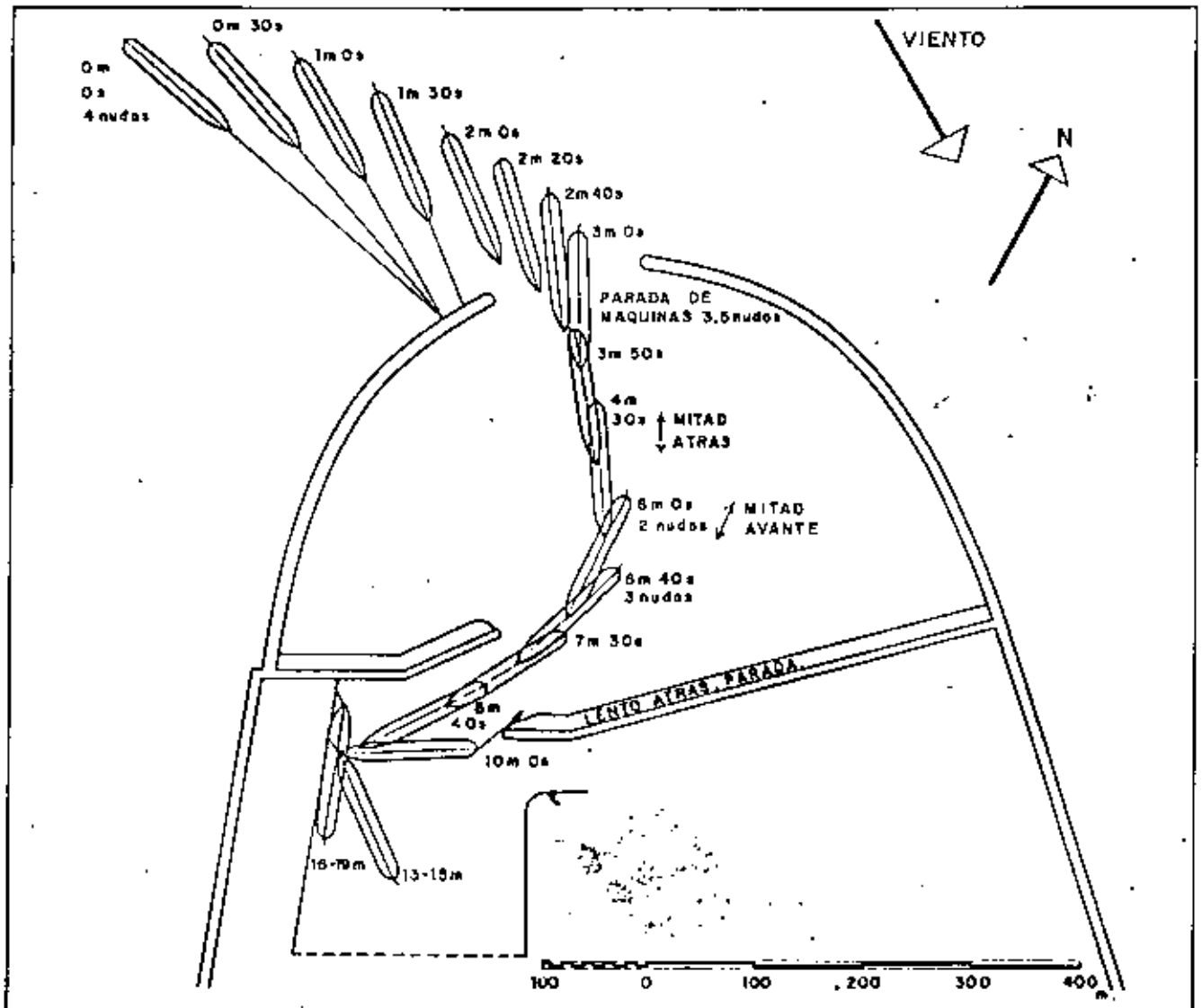
I = momento de inercia respecto a un eje vertical que pasa por el c. d. g.

(x, y, θ) : coordenadas del c. d. g. respecto a un sistema de ejes fijos en el espacio.

$\dot{}$: diferenciación respecto al tiempo.

(X, Y, M) : componentes de la acción exterior total sobre el buque (viento, corrientes, oleaje, etc.).

Fig. 42.—Manobra de aproximación y ataque de un buque de 8.000 T.P.M. con viento por la aleta de 63 Km/h.



En la lista de la tabla I, incluímos como ejemplo las fuerzas para un buque tanque de 120.000 DWT.

La anchura de la vía de acceso se puede empezar a encajar teniendo en cuenta la acción del viento, con un primer valor: $B_T = L \text{ sen } b + B \text{ cos } b$.

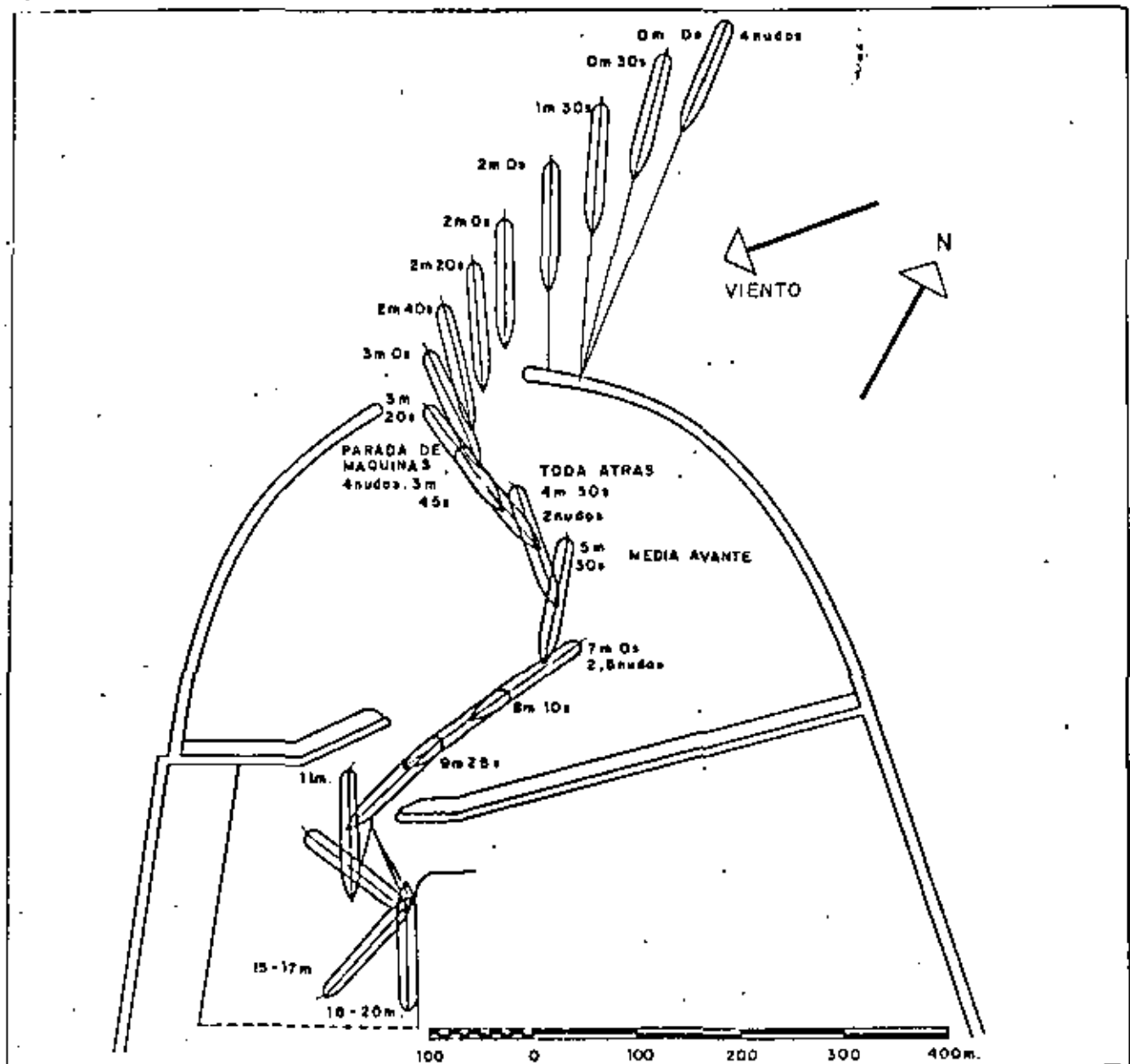
Esta acción se deberá sumar la del olcaje, representada por las fuerzas de deriva.

Sin embargo lo mejor es, como indicamos, emplear un modelo matemático o físico y obtener la trayectoria del barco.

En las figuras 42 y 43 se muestran las maniobras de aproximación y atraque de dos casos reales, tomados del libro Port Engineering de Per Bruun.

La maniobra se realiza sin remolcadores pues en general el uso de remolcadores es una solución cara.

Fig. 43.—Maniobra de aproximación y atraque de un buque de 8.000 T.P.M. con viento de través de 45 Km/h. (Svendsen)



De este modo, tenemos una primera estimación del área necesaria por el buque para realizar la maniobra de acceso.

El diseño consiste en dotar el acceso de un área de maniobra no inferior a la necesaria obtenida con un cierto nivel de seguridad. Un valor puede ser el 5 % (esto es, admitimos que a largo plazo 5 de cada 100 entradas no resulten satisfactorias).

Así obtenemos un prediseño del área de acceso y entrada al puerto.

Para terminar, hay que señalar que en la maniobra que va desde el avistamiento del puerto hasta el fondeo existe una 3.^a fase que no hemos considerado:

1. Aproximación al puerto.
2. Entrada al puerto.
3. Navegación por un canal interior del puerto hasta el fondeadero.

La 3.^a fase es similar a la 1.^a, con la salvedad de que, por tratarse de la zona interior del puerto, el oleaje es significativamente inferior al de la fase 1.^a. Por ello no hemos hecho un tratamiento especial de esta fase 3.^a.

3.5.2. Caso B

Después del ejemplo A, veamos un caso más concreto, como es el de las maniobras y calados necesarios para los grandes petroleros.

Maniobras y calados necesarios

Como ya hemos apuntado, para los grandes petroleros la maniobra de entrada al puerto difiere extraordinariamente de los buques que hemos descrito anteriormente, debido principalmente a su gigantismo, que puede provocar tales necesidades de áreas abrigadas, que su provisión resulte antieconómica para cualquier puerto.

Por otra parte, estos buques no necesitan atravesar la boca empopados al temporal, sino que admiten ángulos de la ruta con el temporal de hasta 60°, para olas de 10 a 12 pies, lo que permite que el barco evolucione en el exterior del puerto, para situarse en la ruta de entrada.

Dentro de la complicada maniobra de estos gigantes del mar, la primera fase a realizar es lo que denominamos *recalada y toma de prácticos*.

En esta fase, el buque disminuye su velocidad, llegando incluso a parar totalmente, para esperar al práctico, que es la persona encargada de realizar la operación y que está adscrito a cada puerto.

Esta operación puede realizarse con alturas de ola de hasta 12 pies, siempre que el barco evolucione atravesándose al temporal, protegiendo así a la embarcación

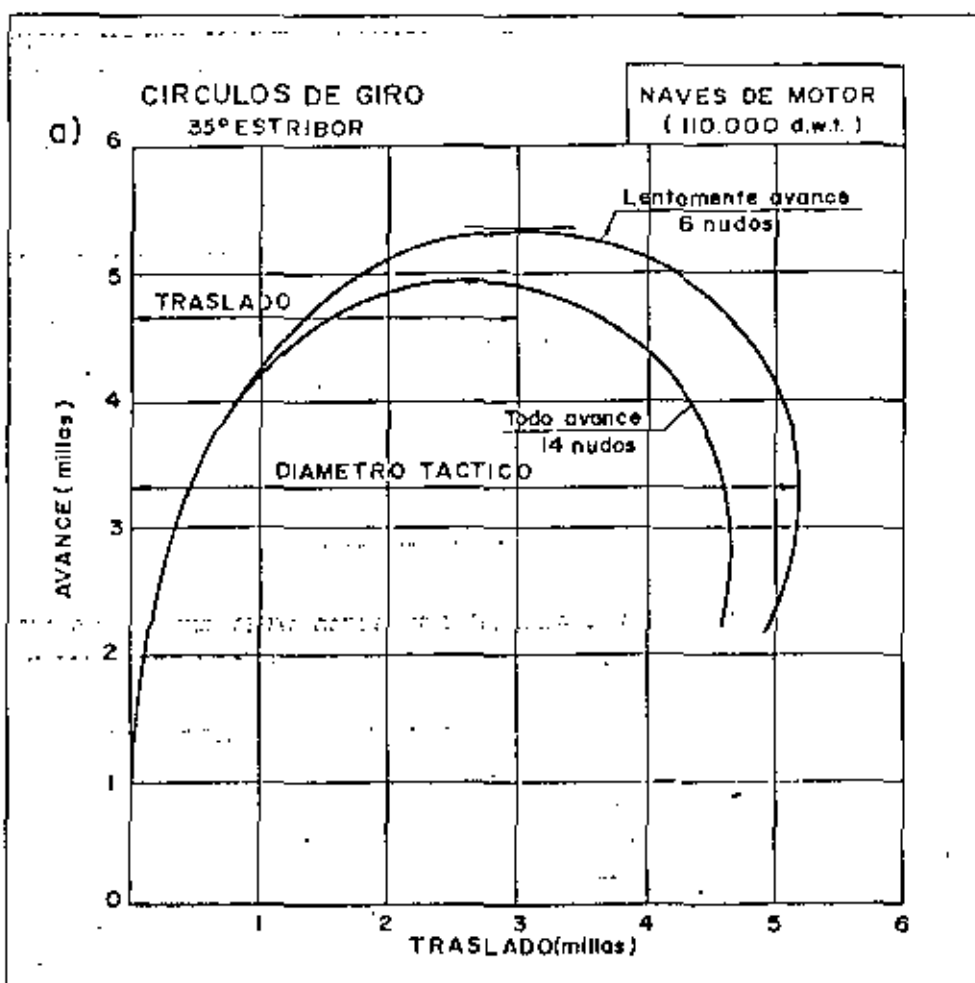
del práctico. A la vez, los remolcadores, si la altura no es superior a la mencionada anteriormente, dan cabos largos dejándolos flojos. Si la altura de oleaje es mayor, tomarán contacto con el buque en zona abrigada.

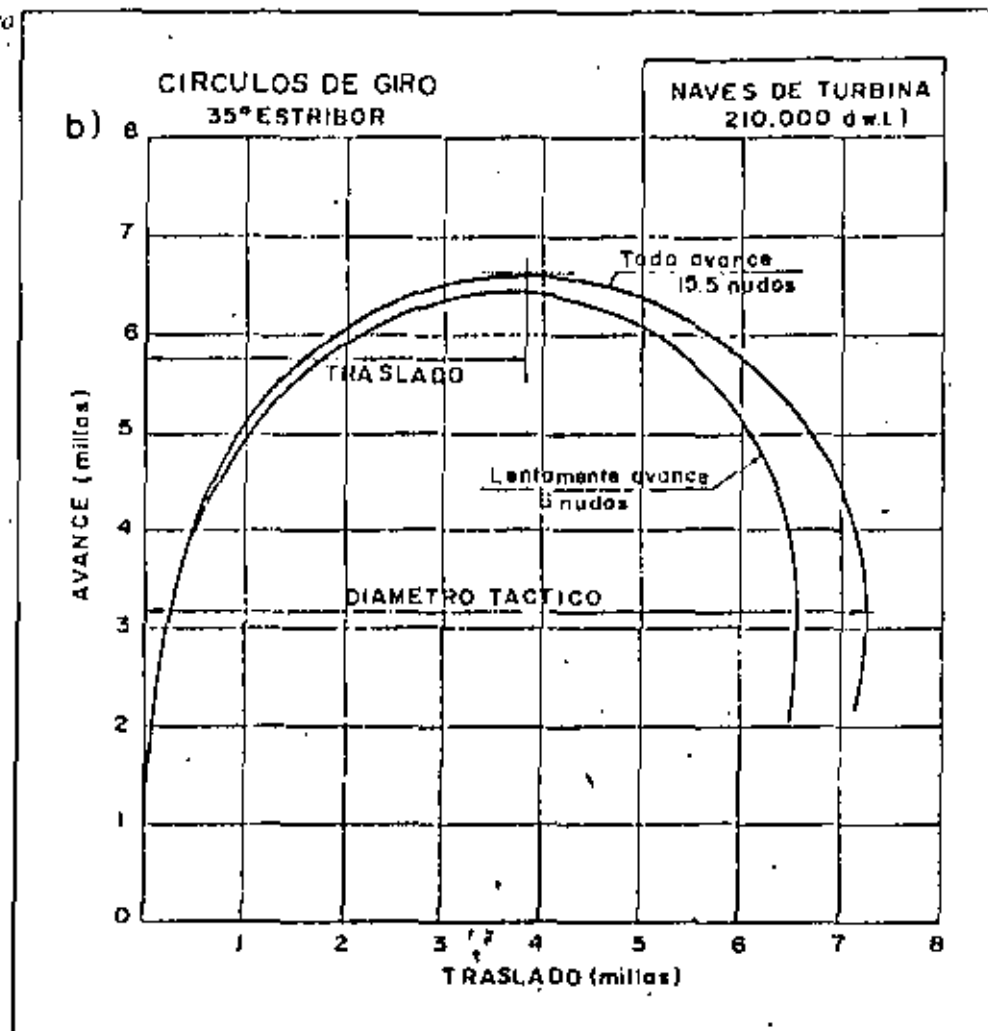
La segunda fase será la de *aproximación al puerto*. En esta fase, el buque evoluciona por sus propios medios, buscando situarse frente a la boca del puerto. A continuación se dibujan los círculos de giro (35° a estribor) que propone la AIPCN para navíos de 110.000 DWT y de 210.000 DWT. Acompañamos, igualmente, para completar las características de maniobra, los gráficos correspondientes a la distancia y tiempo de parada en función de la velocidad de aproximación, con aplicación de potencia en sus tres versiones: lentamente, velocidad media y todo atrás.

Hay que tener siempre en cuenta, de acuerdo con Iribarren y Nogales (1954), que en áreas de profundidades reducidas con fuerte viento y oleaje, el diámetro del círculo de evolución puede considerarse cercano al doble del correspondiente, para altura de ola nula y calma. En casos intermedios, puede interpolarse linealmente entre ambas condiciones extremas.

La tercera fase será la *entrada en puerto*. El petrolero, dadas sus grandes dimensiones, debe entrar normal a la boca y lo más cerca posible de su eje, complicándose la operación con la deriva producida por el viento y el oleaje.

Fig. 44.—A: Círculo de giro





La maniobra debe hacerse a la velocidad mínima compatible con el oleaje. Si éste es superior a los 3 m., la velocidad será de unos 5 nudos, y no menor, para poder corregir las derivas que, como antes mencionamos, produce el oleaje. Una vez que se llegue a la zona abrigada, se dará marcha atrás hasta pararse y poder tomar contacto con los remolcadores, que le conducirán a la zona de maniobras o atraques.

La cuarta fase de la operación será la *aproximación al atraque*. La maniobra normal, ayudada ya por los remolcadores, será hacer girar al buque 180°, para situarlo de proa a la boca del puerto. Esta operación, sin embargo, en algunos casos se hace a la salida, cuando el barco está en lastre, dependiendo del calado de la zona de maniobras.

La última fase será la del *atraque propiamente dicho*. El buque se sitúa paralelo al atraque, a una distancia aproximada de 1,5 mangas. Los remolcadores procurarán controlar la velocidad del buque normal al atraque, manteniéndola inferior a 0,18 m/seg., y haciendo que el buque esté centrado y paralelo al atraque. Todo esto se relaciona con la energía de atraque, que será pieza fundamental para el dimensionamiento de las defensas de protección necesarias. Se suele admitir un descentramiento máximo de un 10% de la eslora y un ángulo máximo de 10° con la línea de atraque.

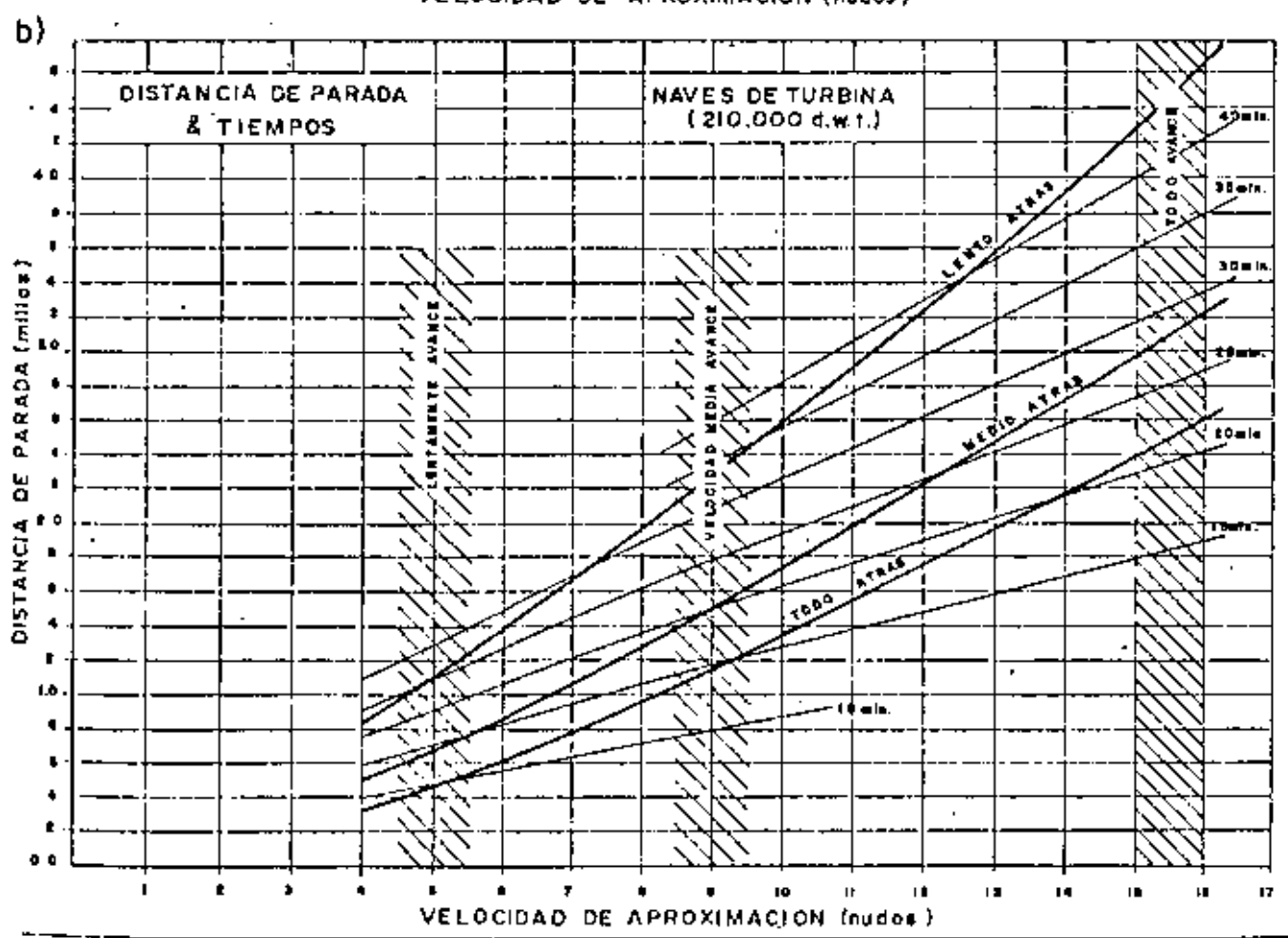
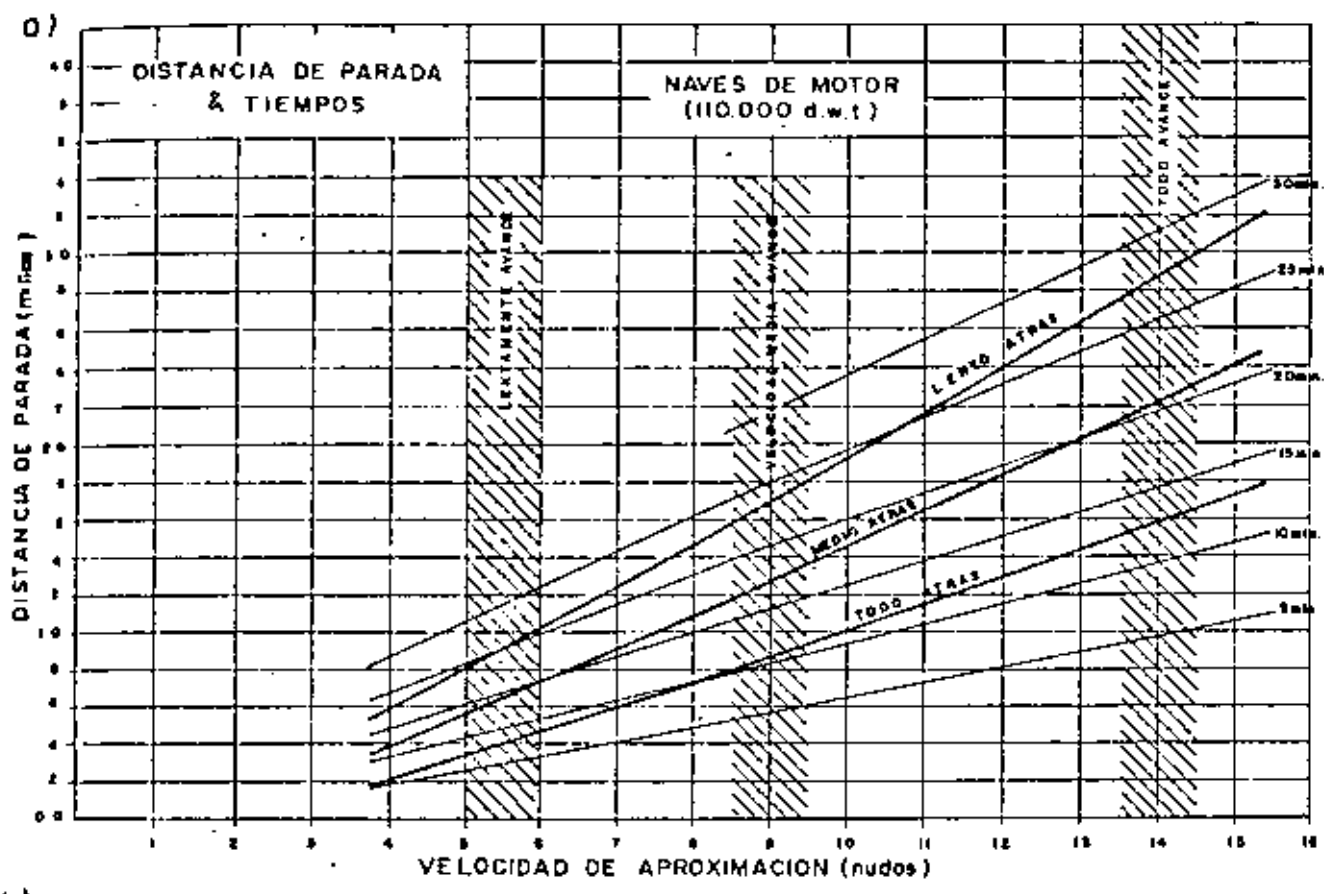


Fig. 45.-A, B

Una vez descrita la operación, pasemos a las recomendaciones que la AIPCN propugna para escoger las dimensiones y disposiciones de las vías de acceso (canales y zona de maniobra) para los grandes petroleros.

Las condiciones límites de explotación serán determinadas en función de las circunstancias siguientes:

- Mareas.
- Características del viento.
- Corrientes.
- Visibilidad.

y se fijarán, en todo caso, a través de un estudio económico comparativo de las diversas soluciones, de acuerdo con los gastos de inversión y de entretenimiento, y con las sugerencias pertinentes para la navegación.

Las ayudas a la navegación son muy especiales para este tipo de canales. La mayor parte de los puertos petroleros de Europa, están equipados de radares de vigilancia, que aseguran la protección permanente de todo el tráfico en el canal. Estos radares están dotados de dispositivos electrónicos, capaces de controlar la posición de las boyas que balizan el canal y determinar rápidamente la posición y la dirección de los grandes navios (dispositivos Decaspot).

El empleo de dispositivos para la ayuda de la maniobra de acercamiento al atraque, se ha generalizado actualmente. Con el empleo del Radar Doppler y el Sonar, se permite comunicar a los prácticos, en esta fase, la velocidad de aproximación, así como la distancia de separación al atraque.



centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam



PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS Y PORTUARIAS

DIMENSIONAMIENTO PORTUARIO

ING. JULIO PINDTER VEGA

AGOSTO, 1980



A P E N D I C E

PARTES PRINCIPALES DE UNA EMBARCACION, (DEFINICIONES)	1
CARACTERISTICAS DE LAS EMBARCACIONES	3
RELACION ENTRE EL DESPLAZAM. EN CARGA Y LAS DEMAS CARACTERISTICAS DE LA EMBARCACION.	7
GRAFICA DE FRANCO BORDO PARA OBTENER SUPERFICIE EXPUESTA AL VIENTO.	14
DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DEL PESO DE UN BARCO	15
DIMENSIONES APROXIMADAS DE EMBARCACIONES MERCANTES	16
DIMENSIONES DE BARCOS DE PASAJEROS	18
DIMENSIONES DE BARCOS DE CARGUEROS	18
DIMENSIONES DE BUQUES-TANQUES	19
DIMENSIONES DE MINERALEROS	20
DIMENSIONES DE BARCOS PORTA CONTENEDORES	20
DIMENSIONES DE MUELLES	21
CARACTERISTICAS DE LA FLOTA ATUNERA DE ENSENADA	22
CARACTERISTICAS DE LA FLOTA ANCHOVETERA-SARDINERA DE ENSENADA	24
CARACTERISTICAS DE LA FLOTA CALABONERA Y DE ESCALA DE ALVARADO, VER.	25
TABLA DE EQUIVALENCIAS	33
CARACTERISTICAS DE MUELLES DEL GOLFO DE MEXICO	38
CARACTERISTICAS DE MUELLES DEL OCEANO PACIFICO	45



PARTES PRINCIPALES DE UNA EMBARCACION.

PROA. ES LA PARTE DELANTERA DEL CASCO, DISPUESTA EN FORMA DE CUÑA PARA OFRECER EL MINIMO DE RESISTENCIA A EL AGUA - - MIENTRAS SE DESLIZA EL BARCO.

POPA. ES LA PARTE POSTERIOR DEL CASCO CON FORMA Y DIMENSIONES TALES QUE FACILITE EL PASO DEL AGUA QUE VA A LLENAR EL VACIO PROVOCADO POR EL AVANCE DEL BARCO Y PARA TENER ESPACIO SUFICIENTE PARA FACILITAR LA ACCION DE LOS ELEMENTOS DE GOBIERNO Y PROPULSION.

ESTRIBOR. ES EL COSTADO DERECHO DEL CASCO, CONSIDERANDO AL OBSERVADOR VIENDO DESDE POPA HACIA PROA.

BABOR. ES EL COSTADO IZQUIERDO CORRESPONDIENTE DE LA EMBARCACION.

ANURA. SON LAS PARTES CURVAS DEL CASCO PROXIMAS A LA PROA DEL BARCO Y SERAN DE BABOR O DE ESTRIBOR.

ALETA. SON LAS PARTES CURVAS DEL CASCO PROXIMAS A LA POPA Y PUEDEN SER TAMBIEN DE BABOR O DE ESTRIBOR.

QUILLA. ES LA PARTE PRINCIPAL DEL CASCO, FORMADA POR UNA PIEZA LARGA Y ROBUSTA QUE CORRE LONGITUDINALMENTE DE PROA A POPA Y SOBRE LA CUAL DESCANSA EL CONJUNTO DE TODAS LAS DEMAS PIEZAS. EN SUS EXTREMOS SE LEVANTAN: LA RODA QUE ES UNA PIEZA DE HIERRO O ACERO FUNDIDO QUE FORMA EL EXTREMO DE PROA Y EL CODASTE QUE FORMA EL EXTREMO DE POPA.

CUADERNAS. PIEZAS CURVAS, AFIRMADAS A LA QUILLA Y NORMALES A ELLA,

3
QUE DAN FORMA AL BUQUE Y SOSTIENEN EL FORRO O SEAS -
QUE FORMAN EL COSTILIAJE DEL BARCO. SE LLAMA "CUADERNA
MAESTRA" AQUELLA CUYO CONTORNO LIMITA LA MAYOR SUPERFI-
CIE (COMUNMENTE ES LA DE MAYOR ABERTURA). LA SECCION CO-
RRESPONDIENTE DEL CASCO SE DENOMINA "SECCION MAESTRA".

CUBIERTAS.

SON SUPERFICIES HORIZONTALES, QUE DIVIDEN EL INTERIOR --
DEL BARCO EN VARIOS NIVELES O PISOS. LA SUPERIOR SE LLA-
MA CUBIERTA ALTA O DE CONSTRUCCION, Y SE ENCUENTRA TOTAL
O PARCIALMENTE AL DESCUBIERTO. LA INMEDIATA INFERIOR SE
LLAMA HABITABLE Y LA SIGUIENTE SE LLAMA PROTECTORA O SO-
LLADO.

EN LOS BARCOS DE CARGA LAS AREAS ENTRE CUBIERTAS SE DES-
TINAN A BODEGAS.

BAOS.

SON PIEZAS HORIZONTALES TRANSVERSALES QUE COMPLEMENTAN
EL MARCO FORMADO POR LAS CUADERNAS Y QUE SIRVEN PARA --
APOYO DE LAS CUBIERTAS.

LINEA Y SUPER- FICIE DE FLO- TACION.

SE LLAMA LINEA DE FLOTACION A LA QUE SEPARA LA PARTE SE-
CA DE LA MOJADA Y PLANO DE FLOTACION AL DEFINIDO POR DI-
CHA LINEA. ESTA SE MARCA ESTANDO EL BARCO FLOTANDO EN --
AGUAS TRANQUILAS. LA LINEA DE CARGA MAXIMA ES LA DE IN-
MERSION MAXIMA ESTANDO EL BUQUE EN CONDICIONES NORMALES
DE NAVIGABILIDAD.

DIMENSIONES DE UNA EMDARCACION

ESLORA.

ES LA MAXIMA DISTANCIA ENTRE LAS CARAS EXTERNAS DE LA --

RODA Y EL CODASTE, O-SEA, ES LA MAXIMA LONGITUD DEL BARCO.

MANGA. ES LA MAXIMA DIMENSION TRANSVERSAL DEL BUQUE.

PUNTAL. ES LA DISTANCIA VERTICAL, MEDIDA EN LA SECCION MAESTRA, ENTRE LA CARA SUPERIOR DE LA QUILLA Y LA LINEA HORIZONTAL DE LA CUBIERTA DE CONSTRUCCION.

ALTURA. ES LA DISTANCIA VERTICAL, MEDIDA EN LA SECCION MAESTRA, ENTRE EL BORDE INFERIOR DE LA QUILLA Y LA LINEA HORIZONTAL DE BAO DE LA CUBIERTA DE CONSTRUCCION.

CAIADO. ES LA DISTANCIA VERTICAL MEDIDA ENTRE EL NIVEL DEL AGUA Y EL BORDE INFERIOR DE LA QUILLA. GENERALMENTE EL CAIADO EN LA POPA ES MAYOR QUE EN LA PROA. EL CAIADO DE POPA ES EL QUE SE DEFINE COMO CAIADO DE LA EMBARCACION. EL CAIADO MAXIMO ESTA REFERIDO A LA LINEA DE FLOTACION A PLENA CARGA. EL CAIADO MINIMO ES EL CORRESPONDIENTE A BARCO DESCARGADO O EN LASTRE.

FRANCO BORDO ES LA DISTANCIA VERTICAL, MEDIDA EN LA SECCION MAESTRA, ENTRE LA LINEA DE FLOTACION A PLENA CARGA Y LA INTERSECCION DE LA CUBIERTA ALTA CON EL COSTADO DEL BUQUE.

CARACTERISTICAS DE LAS EMBARCACIONES.

DESPLAZAMIENTO. ES EL PESO DEL BARCO, O SEA, ES EL PESO DEL VOLUMEN DEL AGUA DESALOJADO POR EL BARCO. SE MIDE EN TONELADAS METRICAS. ES UN VALOR VARIABLE DE ACUERDO CON LA CARGA TRANSPORTADA.

DESPLAZAMIENTO EN ROSCA. ES EL PESO DEL BUQUE AL SER BÓ TADO AL AGUA. INCLUYE EL PESO COMPLETO DEL CASCO CON -- SUS ACCESORIOS, INSTALACION COMPLETA DE MAQUINARIA, CAL- DERAS, ETC.

DESPLAZAMIENTO EN LASTRE. ES EL PESO DEL BUQUE LISTO PA RA NAVEGAR CON DOTACION DE COMBUSTIBLE, AGUA, LASTRE, ETC., PERO SIN CARGA.

DESPLAZAMIENTO EN CARGA. ES EL PESO DEL BUQUE CON TODOS LOS PERTRECHOS Y CON LA MAXIMA CARGA QUE ES CAPAZ DE -- TRANSPORTAR.

N O T A : UN BUQUE QUE PASE DE AGUA DULCE A AGUA DE MAR DISMINUYE SU CALADO YA QUE AUMENTA LA DENSI-- DAD DE AGUA (1 M3 DE AGUA DE MAR = 1.026 TON.)

ARQUEO.

ES LA MEDIDA CONVENCIONAL DE LA CAPACIDAD O VOLUMEN INTER NO DE UN BARCO. LA UNIDAD DE MEDIDA ES LA TONELADA DE -- ARQUEO (TONELADA MOORSON) EQUIVALENTE AL VOLUMEN DE 100 -- PIES3 O SEA, 2,932 M3.

ARQUEO BRUTO. ES EL VOLUMEN DE TODOS LOS ESPACIOS INTE-- RIORES DE A BORDO SIN DISTINCION DE CLASES. EN EL VALOR DEL ARQUEO BRUTO SE HALLAN BASADOS LOS PRECIOS DE LOS BU- QUES, LAS PRIMAS DE NAVEGACION Y CONSTRUCCION Y LOS DERE- CHOS DE CARINA.

ARQUEO NETO. ES EL VOLUMEN DE LA PARTE DEL BUQUE DESTINA DA A LA CARGA Y SE OBTIENE, DEDUCIENDO DEL ARQUEO BRUTO, EL VOLUMEN DE LOS ESPACIOS QUE, POR SU USO O MODO DE CONS

TRUCCION, NO PUEDEN DEDICARSE A LA ESTIDA DE CARGA.

PORTE.

ES EL PESO DE LA CARGA QUE TRANSPORTA EL BUQUE.

LA UNIDAD DE MEDIDA ES LA TONELADA METRICA.

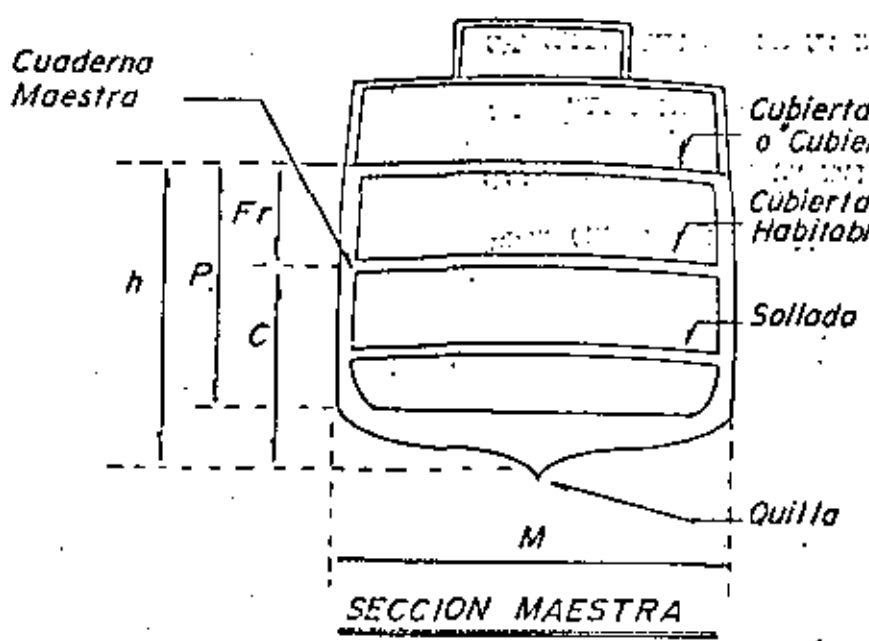
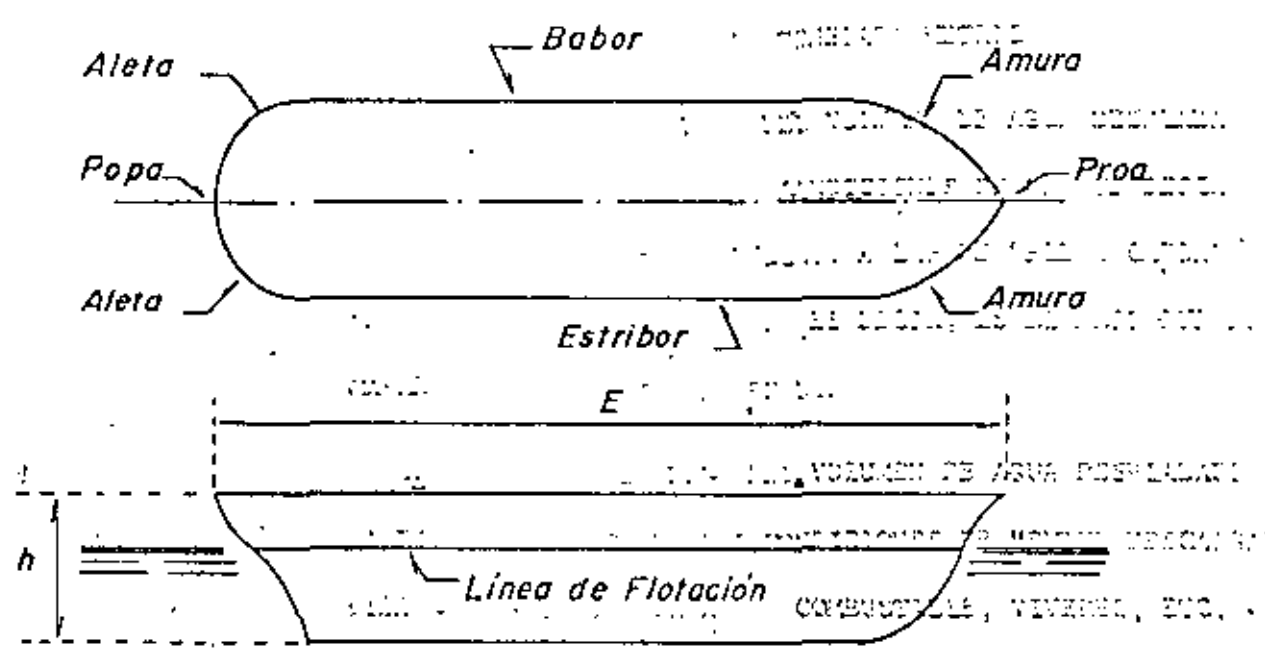
PORTE BRUTO. ES EL PESO DEL VOLUMEN DE AGUA DESPLAZADA AL PASAR EL BARCO, DE LAS CONDICIONES DE "BUQUE DESCARGADO" (DESPLAZAMIENTO EN ROSCA), A LAS DE "PLENA CARGA" - - (DESPLAZAMIENTO EN CARGA). ES DECIR, ES EL PESO QUE ES CAPAZ DE TRANSPORTAR EL BUQUE.

PORTE NETO. ES EL PESO DEL VOLUMEN DE AGUA DESPLAZADO, - AL PASAR EL BARCO DE LAS CONDICIONES DE "BUQUE DESCARGADO" PERO CON DOTACION DE AGUA, COMBUSTIBLE, VIVERES, ETC. - - (DESPLAZAMIENTO EN LASTRE) A LAS DE PLENA CARGA (DESPLAZAMIENTO EN CARGA). ES DECIR, ES EL PESO DE LA "CARGA", -- PROPIAMENTE DICHA, QUE ES CAPAZ DE TRANSPORTAR EL BARCO.

TONELAJE.

GENERALMENTE, EN CATALOGOS Y LISTAS OFICIALES, ENTRE LAS CARACTERISTICAS DE UN BARCO, SE DAN EL "TONELAJE BRUTO" - Y EL "TONELAJE NETO". ESTOS VALORES SE REFIEREN AL "ARQUEO" POR LO QUE SU UNIDAD DE MEDIDA ES LA TONELADA "MOORSON" (DE 100 PIRS³).

PARTES PRINCIPALES Y DIMENSIONES DE UNA EMBARCACION



NOMENCLATURA

- E = Eslora
- h = Altura
- P = Puntal
- Fr = Franco Bordo
- C = Calado
- M = Manga

RELACIONES ENTRE EL DESPLAZAMIENTO DE CARGA Y
LAS DEMAS CARACTERISTICAS DE UNA EMBARCACION.

NOMENCLATURA Y UNIDADES:

- D = DESPLAZAMIENTO EN CARGA, EN TONS. METRICAS
 D_R = DESPLAZAMIENTO EN ROSCA, EN TONS. METRICAS
 D_L = DESPLAZAMIENTO EN LASTRE, EN TONS. METRICAS
 T_B = ARQUEO BRUTO, EN TONELADAS MOORSON.
 T_N = ARQUEO NETO, EN TONELADAS MOORSON
 P_B = PORTE BRUTO, EN TONELADAS METRICAS
 P_N = PORTE NETO, EN TONELADAS METRICAS

RELACIONES:

ENTRE DESPLAZAMIENTO EN CARGA Y ARQUEO BRUTO

ESTA RELACION VARIA CON EL TIPO, DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE LA EMBARCACION. EN GENERAL, PUEDE CONSIDERARSE PARA BARCOS DE 4.500 TONS. DE DESPLAZAMIENTO O MENOS, LA RELACION DE 2.26 Y, PARA BARCOS DE 20 000 TONS. DE DESPLAZAMIENTO, LA DE 1.97.

SE TOMARA UN VALOR INTERMEDIO PARA DICHA RELACION CUANDO EL DESPLAZAMIENTO ESTE COMPRENDIDO ENTRE LOS VALORES MENCIONADOS.

POR LO TANTO:

$$2.26 T_B \quad D \quad 1.97 T_B$$

ENTRE DESPLAZAMIENTO EN CARGA Y PORTE BRUTO

ESTA RELACION TAMBIEN ES VARIABLE Y LOS LIMITES DE VARIACION, EN ESTE CASO, SON 1.54 Y 1.43 PARA BARCOS DE 4500 Y 20 000 TONS. DE DESPLAZAMIENTO RESPECTIVAMENTE.

POR LO TANTO:

$$1.54 P_B \quad D \quad 1.43 P_B$$

ENTRE DESPLAZAMIENTO EN CARGA Y DESPLAZAMIENTO EN ROSCA.

7

EL DESPLAZAMIENTO EN ROSCA ES IGUAL AL DESPLAZAMIENTO EN CARGA MENOS EL PORTE BRUTO DE UNA EMBARCACION, POR LO QUE, DE LA RELACION D/P_B ANTERIOR, PUEDE DEDUCIRSE QUE EL DESPLAZAMIENTO EN ROSCA VARIARA, APROXIMADAMENTE, ENTRE 0.30 Y 0.35 DEL DESPLAZAMIENTO EN CARGA.

O SEA:

$$3.35 D_R \quad D \quad 2.85 D_R$$

ENTRE DESPLAZAMIENTO EN CARGA Y DESPLAZAMIENTO EN LASTRE.

EN GENERAL, PARA DARCOS CARGUEROS, EL DESPLAZAMIENTO EN LASTRE ES APROXIMADAMENTE IGUAL A 0.39 DEL DESPLAZAMIENTO EN CARGA.

O SEA:

$$D_L = 0.39 D$$

ENTRE DESPLAZAMIENTO EN CARGA Y PORTE NETO.

EL PORTE NETO DE UNA EMBARCACION ES IGUAL A LA DIFERENCIA ENTRE EL DESPLAZAMIENTO EN CARGA, Y EL DESPLAZAMIENTO EN LASTRE POR LO QUE DE LA RELACION D/D_L ANTERIOR PUEDE DEDUCIRSE QUE EL PORTE NETO ES APROXIMADAMENTE IGUAL A 0.61 DEL DESPLAZAMIENTO EN CARGA.

$$P_N = 0.61 D$$

OTRAS RELACIONES ENTRE LAS CARACTERISTICAS DE UNA EMBARCACION.

ENTRE EL PORTE BRUTO Y EL ARQUEO BRUTO.

ESTA RELACION ES VARIABLE SEGUN QUE EL BARCO SEA DE PASAJE O DE CARGA, ASI COMO DE SUS DIMENSIONES, ETC.- GENERALMENTE VARIA ENTRE 1.40 Y 1.47

$$1.47 T_B \quad P_B \quad 1.40 T_B$$

ENTRE EL ARQUEO NETO Y ARQUEO BRUTO.

LOS VALORES ENTRE LOS CUALES OSCILA LA RELACION ENTRE EL ARQUEO NETO Y EL BRUTO SON: 0.6 Y 0.7

O SEA:

$$0.7 T_B \quad T_N \quad 0.6 T_B$$

APLICACIONES.

- 1.- CONOCIENDO CUALQUIERA DE LAS CARACTERISTICAS DE UNA EMBARCACION SE PODRAN CALCULAR LAS RESTANTES, YA QUE SE CONOCEN LAS DIFERENTES RELACIONES ENTRE ELIAS.
- 2.- CON EL DATO DEL "ARQUEO BRUTO" SE PODRAN TENER LOS VALORES MAXIMO, MINIMO Y PROMEDIO DE LAS DIMENSIONES DE LA EMBARCACION CON LA AYUDA DE LA TABLA "DIMENSIONES DE BARCOS MERCANTES DE EE.UU." QUE SE ANEXA, O BIEN CON LAS "LISTAS OFICIALES DE BARCOS MERCANTES" (CATALOGOS).
- 3.- GENERALMENTE EN CATALOGOS DE BARCOS, SE DA COMO DATO EL VALOR DEL PUNTAL "P" DE LA EMBARCACION, EN EL "ARTE NAVAL" DE A. BAISTROCCHI SE DAN VALORES DE LA RELACION "R" ENTRE LA ALTURA DE LA CONSTRUCCION "H" Y EL PUNTAL "P" DEDUCIDOS DEL LLOYD REGISTER" Y SE VE QUE:

$$\text{PARA } H \quad 6.55 \text{ M.} \quad H/P \approx 1.1$$

$$\text{PARA } H \quad 6.55 \text{ M.} \quad H/P \approx 1.15$$

CON LOS CUALES SE PODRA OBTENER EN FORMA BASTANTE APROXIMADA, EL VALOR DE "H" CORRESPONDIENTE.

SE ANEXA UNA GRAFICA, CONSTRUIDA CON DATOS DEL "ARTE NAVAL" QUE NOS PERMITE CONOCER EL VALOR DEL FRANCO BORDO (FR) Y DEL CALADO (C_M) PARA DIFERENTES VALORES DE LA ALTURA "H"

- 4.- CON EL VALOR DEL "PORTE NETO" (P_N) DE LA EMBARCACION SE PUEDE CALCULAR LA VARIACION DE CALADO AL PASAR EL BUQUE DE LAS CONDICIONES DE PLENA CARGA A LA DE EN LASTRE, APLICANDO LA FORMULA.

$$P_N = B \times M \times 1.026 \times C \quad (C_M - C_N) \quad (\text{ARTE NAVAL DE A. BAISTROCCHI}).$$

EN LA QUE : P_N = PORTE NETO EN TONELADA METRICAS

H = ESLORA EN METROS

M = MANGA EN METROS

1,026 = PESO EN TONS. DE 1 M^3 DE AGUA DE MAR

C_M = CALADO MAXIMO O A PLENA CARGA EN METROS

C_M = CALADO EN LASTRE EN METROS

C_G = COEFICIENTE DE AFINAMIENTO QUE DEPENDE DEL DESPLAZAMIENTO Y DE LA VELOCIDAD DEL BARCO

EL VALOR DE C_G SE ENCUENTRA TABULADO EN LA PAG. 784 DEL ARTE NAVAL

DE A. BAISTROCCHI PERO, EN GENERAL PUEDE DECIRSE QUE PARA EL TIPO DE BARCOS MERCANTE QUE ATRACAN EN PUERTOS MEXICANOS, $C_G = 0.8$, POR

LO QUE:

$$C_M = C_M - \frac{P_N}{0.81 \times H \times M}$$

RESTANDO EL VALOR DE "H" EL DE "CM" ASI CALCULADO SE PODRIA OBTENER LO QUE EL BARCO SOBRESALE DEL AGUA EN LAS CONDICIONES DE BARCO DESCARGADO.

5.- LOS RESULTADOS ANTERIORES PERMITIRAN CALCULAR APROXIMADAMENTE, ENTRE OTRAS COSAS:

A).- EL TIRANTE DE AGUA MINIMO NECESARIO EN LA BANDA DE ATRQUE DE UN MUELLE.

B).- LA ELEVACION CORRESPONDIENTE DE LA RASANTE DE ACUERDO CON LA FLUCTUACION DE MAREAS.

C).- LA LONGITUD NECESARIA DE LA BANDA DE ATRQUE

D).- LA FUERZA DE IMPACTO QUE SOBRE EL MUELLE Y SEGUN EL TIPO DE DEFENSA HLEGIDA, PRODUCIRA EL BARCO AL ATRACAR,

E).- LA TENSION EN LOS CABLES DE AMARRA PARA EL CALQUE DE LAS HITAS O EL EMPUJE SOBRE EL MUELLE, AL ESTAR OBRANDO EL VIENTO SOBRE EL CASCO DEL BARCO, SEGUN LAS CONDICIONES DEL PUERTO Y LA VELOCIDAD DEL VIENTO DOMINANTE.

F).- LAS DIMENSIONES NECESARIAS Y LA CARGA DE PROYECTO DE UNA GRADA DE CONSTRUCCION O DE UN VARADERO.

G).- EL DRAGADO MINIMO NECESARIO EN UN CANAL DE NAVEGACION, ETC.

EJEMPLO:

OBTENCION DE LAS CARACTERISTICAS Y DIMENSIONES DE UN BARCO DE 2 000 TONS. DE ARQUEO BRUTO:

$$T_B = 2\ 000\ \text{TONS. MOORSON.}$$

DE LAS RELACIONES DADAS ENTRE LAS CARACTERISTICAS DE UNA EMBARCACION SE PUEDE DECIR QUE, PARA ESTE CASO:

D	(DESPLAZAMIENTO EN CARGA)	$\approx 2.26 \times 2\ 000 \approx 4500$	TONS. METRICAS
D_L	(DESPLAZAMIENTO EN LASTRE)	$\approx 0.39 \times 4\ 500 \approx 1750$	TONS. METRICAS
D_R	(DESPLAZAMIENTO EN ROSCA)	$\approx 0.35 \times 4\ 500 \approx 1580$	TONS. METRICAS
P_B	(PORTE BRUTO)	$\approx \frac{4500}{1.54} \approx 2920$	TONS. METRICAS
P_N	(PORTE NETO)	$\approx 0.61 \times 4500 \approx 2750$	TONS. METRICAS
T_N	(ARQUEO NETO)	$\approx 0.70 \times 2000 \approx 1400$	TONS. MOORSON

EN LA TABLA "DIMENSIONES APROXIMADA PARA DIFERENTES EMBARCACIONES" SE TIENEN LAS DIMENSIONES PRINCIPALES DE UNA EMBARCACION DE ACUERDO CON SU TONELAJE (ARQUEO BRUTO) OBTENIDAS DEL CATALOGO "MERCHANT VESSELS OF THE UNITED STATES".

PARA UN BARCO DE 2000 TONS. DE ARQUEO SE TIENE:

ESLORA MAXIMA	≈ 105.46 M.	M.MAX.	≈ 23.70 M.
ESLORA MINIMA	≈ 54.86 M.	M.MIN.	≈ 11.67 M.
ESLORA PROMEDIO	≈ 81.00 M.	M.PROM.	≈ 15.14 M.

$$P_{MAX.} = 8.11\ \text{M.}$$

$$P_{MIN.} = 3.23\ \text{M.}$$

$$P_{PROM.} = 5.11\ \text{M.} \quad H = 5.11 \times 1.15 = 5.88\ \text{M.}$$

EN LA "LISTA OFICIAL DE BARCOS MERCANTES NACIONALES" SE TIENE QUE:

DRAGA CAMPECHE: $T_B = \underline{1832 \text{ TON.}}$ $B = 80 \text{ M.}$ $CM = 4.45 \text{ M.}$

$T_N = 700 \text{ TONS.}$ $M = 12.8 \text{ M.}$

DRAGA COATZACOALCOS: $T_B = \underline{2000 \text{ TONS.}}$ $B. = 81.3 \text{ M.}$ $CM = 4.58 \text{ M.}$

$T_N = 1587 \text{ TONS.}$ $M = 12.8 \text{ M.}$

DRAGA EMANCIPACION: $T_B = \underline{2162 \text{ TON.}}$ $B = 79.6 \text{ M.}$ $CM = 4.19$

$T_N = 1304 \text{ TONS.}$ $M = 13.3 \text{ M.}$ $FR = 1.97$

$H = 6.16 \text{ M.}$

PARA LAS TRES EMBARCACIONES ANTERIORES SE TIENE:

$B = 80.00 \text{ M.}$

$M = 13.00 \text{ M.}$

$H = 6.16 \text{ M}$

$P = \frac{6.16}{1.15} = 5.35 \text{ M.}$

LA GRAFICA NO. 1 ANEXA NO NOS PERMITE OBTENER LOS VALORES DE FR Y CM PARA $H = 5.35$ Y $H = 5.88$ (19.28') PORQUE HABRIA NECESIDAD DE EXTRAPOLAR DEL EXAMEN DE LOS DATOS DE LA "LISTA OFICIAL DE BARCOS MERCANTES NACIONALES" SE VE QUE EL CALADO MAXIMO QUEDA COMPRENDIDO ENTRE 4.19 Y 4.58

ASI PUES $CM = 4.38$ $FR = 6.16 - 4.38 = 1.78 \text{ M.}$

EL TIRANTE DE AGUA EN LA BANDA DE ATRAQUE DEBERA SER APROXIMADAMENTE:

$4.38 + 0.30 = 4.68 \approx 4.70$

EL CAJADO MINIMO O EN LASTRE SERA:

$$CM = CM - \frac{PN}{B \times M \times 0.81} = 4.38 - \frac{2750}{80 \times 13 \times 0.81} = 4.38 - 3.26 = 1.12$$

CON EL VALOR DEL CAJADO MINIMO CONOCIDO SE PUEDE CALCULAR EL AREA MAXIMA EXPUSTA A LA ACCION DEL VIENTO.

ALTURA MAXIMA DEL BARCO SOBRE EL NIVEL DEL AGUA

$6.16 - 1.12 = 5.04 \text{ M.}$

AREA MAXIMA EXPUESTA AL VIENTO: $80 \times 5.04 = 403.2 \text{ M}^2$

RESUMEN:

D = 4500 TONS.

^DL = 1750 TONS.

^DR = 1580 TONS.

^TB = 2000 TONS. MOORSON

^TN = 1400 TONS. MOORSON

^PB = 2920 TONS.

^PN = 2750 TONS.

B = 81 M (CATIG. E.U.A.)

B = 80 M. (CATIG. NALES.)

M = 15.14 M. (CATIG. E.U.A.)

M = 13 M. (CATIG. NALES.)

H = 5.88 M. (CATIG. E.U.A.)

H = 6.16 M. (CATIG. NALES.)

P = 5.11 M. (CATIG. E.U.A.)

P = 5.35 M. (CATIG. NALES.)

CM = 4.38 M.

PR = 1.78 M.

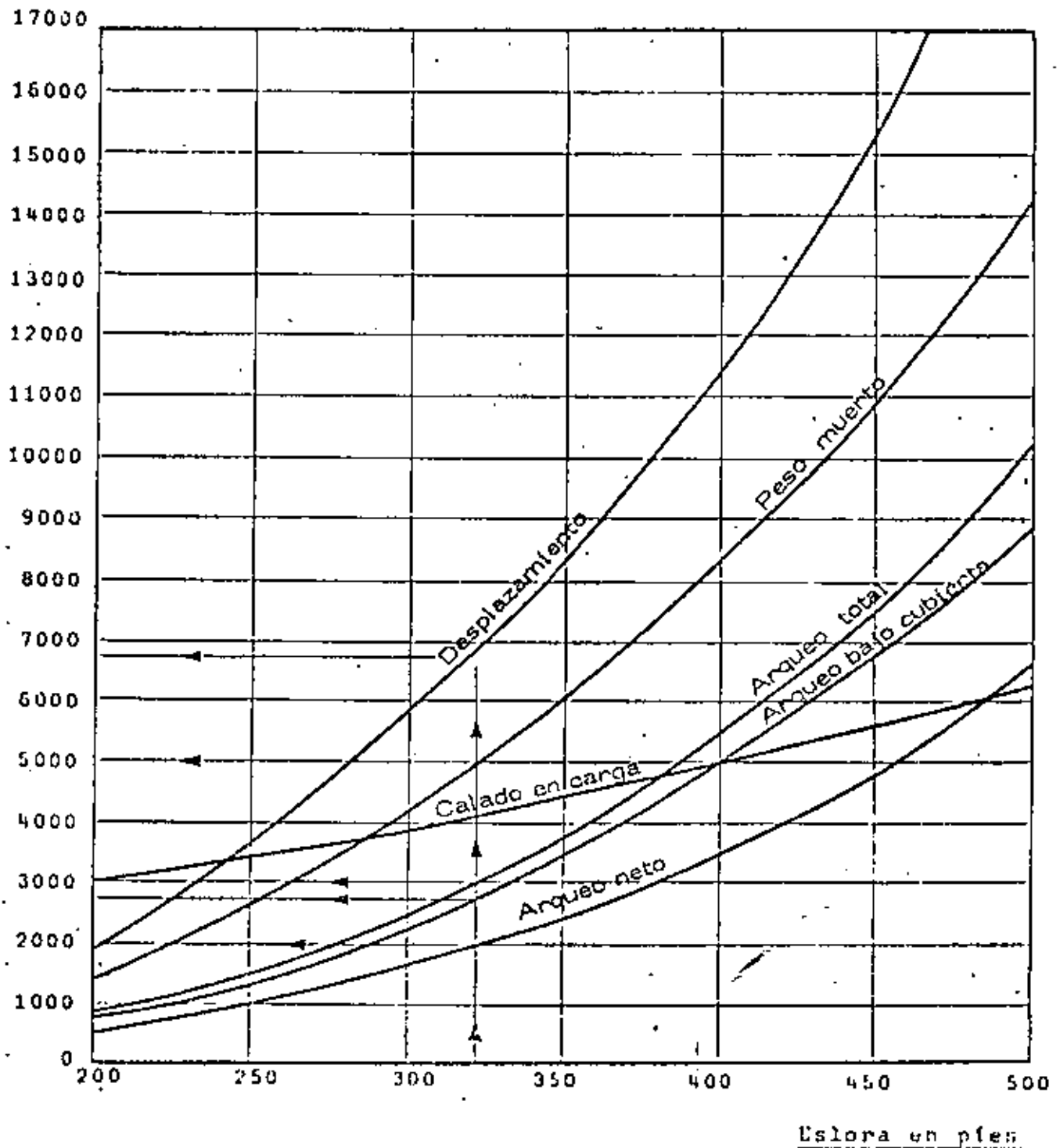
TIRANTE DE AGUA EN EL ATRAQUE

= 4.70 M.

CM = 1.12 M.

AREA MAXIMA EXP. AL VIENTO = 403.2 M^2

RELACION GRAFICA DE LA ESLORA CON EL CALADO Y
 LAS CARACTERISTICAS DE LA EMBARCACION



Para la ley de variación del calado con la eslora, la separación entre dos horizontales del diagrama, equivale a 5 pies.

Buques de
200 pies
de eslora

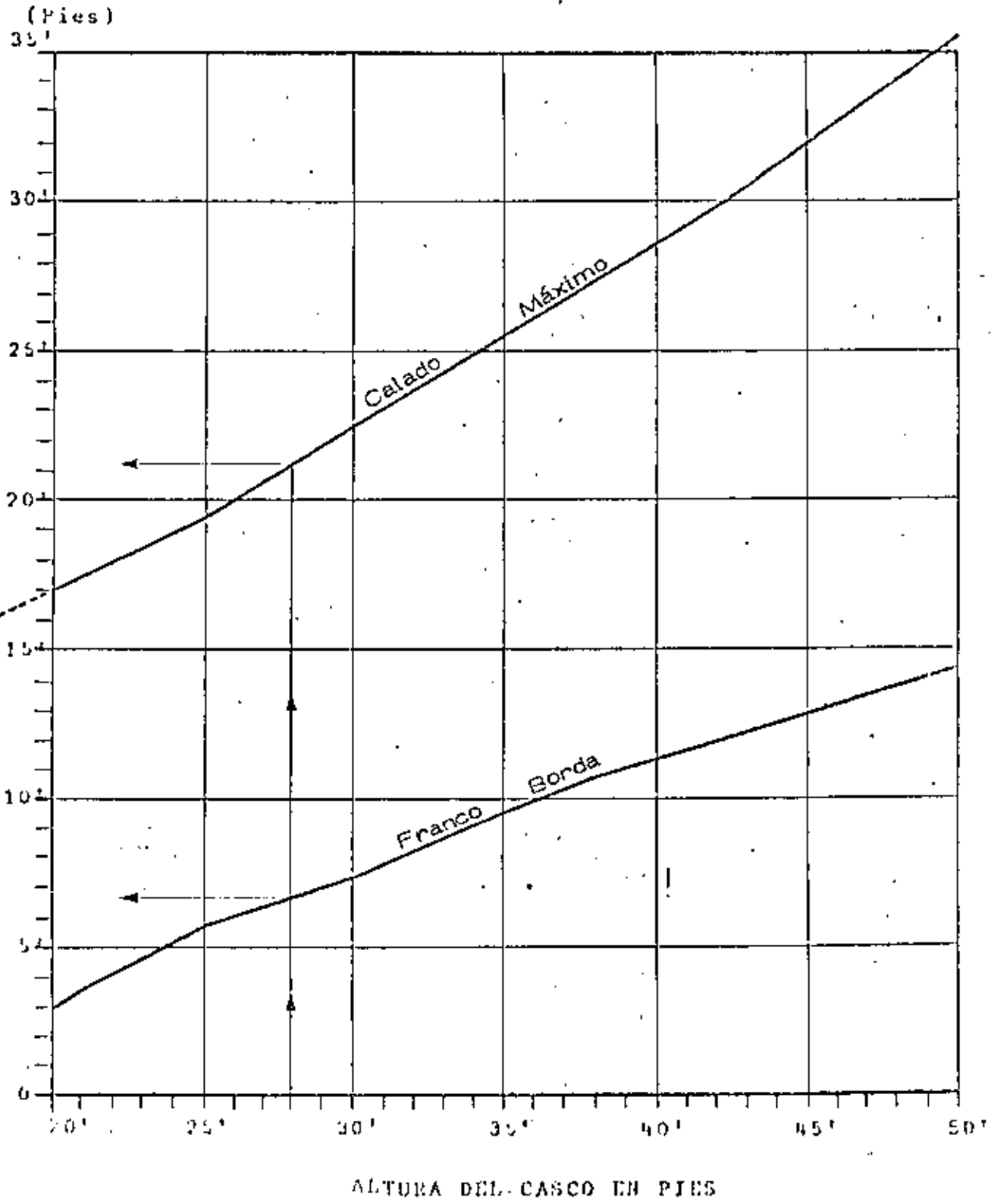
$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{E}{P} = 12.5 \\ \frac{H}{P} = 1.8 \end{array} \right.$$

Buques de
500 pies
de eslora

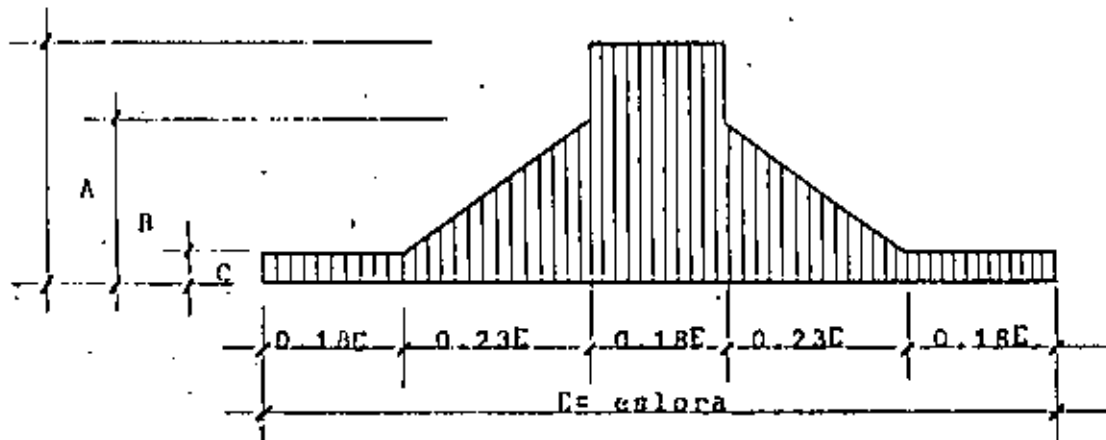
$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{E}{P} = 13 \\ \frac{H}{P} = 1.67 \end{array} \right.$$

E = Eslora
P = Puntal
H = Manga

RELACION GRAFICA ALTURA, CALADO
FRANCO BORDO

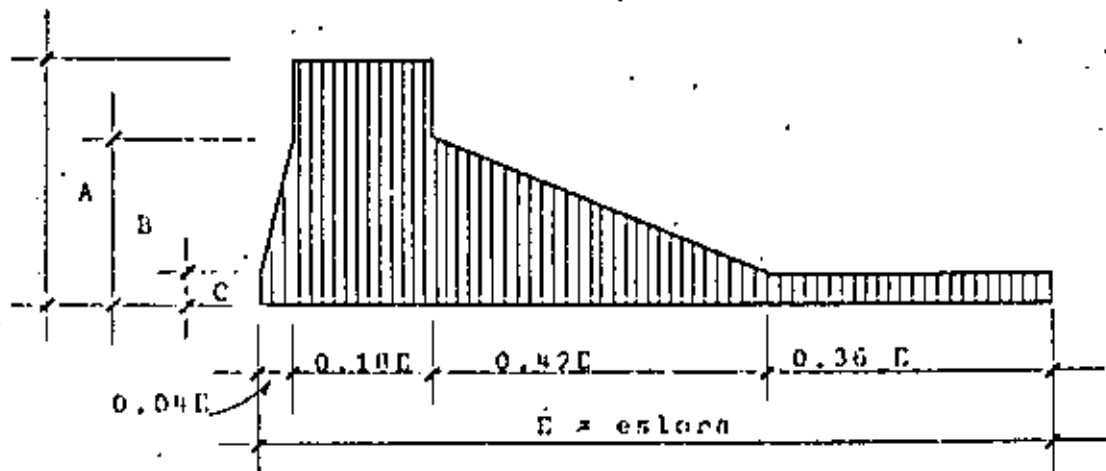


DIAGRAMAS DE DISTRIBUCION DEL PESO DE
UN BARCO



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)

18

D I M E N S I O N E S A P R O X I M A D A S P A R A

D I F E R E N T E S E M B A R C A C I O N E S

Tone- laje Bru- to;	E S L O R A			M A N G A			P U N T A L		
	max.	prom.	min.	max.	prom.	min.	max.	prom.	min.
50	33.56	18.38	9.30	12.19	5.29	2.44	3.35	2.06	0.55
100	36.00	23.88	12.19	12.19	6.57	4.63	5.36	2.59	0.82
150	38.10	28.15	19.75	13.00	7.48	5.27	4.21	2.57	1.16
200	49.32	31.50	22.71	15.95	8.42	5.49	6.04	2.70	1.13
300	53.68	34.70	23.96	17.24	9.53	6.16	5.49	2.85	1.25
400	58.34	44.55	25.63	18.29	9.36	7.07	5.24	3.06	1.37
500	68.00	45.23	30.48	16.76	10.14	7.25	5.58	3.16	1.98
600	68.58	54.49	31.97	17.07	10.94	7.25	5.24	3.20	2.01
800	78.93	57.88	33.53	15.85	11.59	7.93	5.21	3.47	1.89
1000	93.76	64.28	42.67	19.87	13.01	10.33	6.01	4.02	2.23
1250	97.23	72.52	50.17	21.34	13.75	11.00	7.13	4.04	2.77
1500	105.46	79.41	50.81	22.28	14.76	11.64	7.07	4.13	2.32
2000	109.73	81.03	54.86	23.70	15.14	11.67	8.11	5.11	3.23
3000	117.65	96.95	67.06	24.84	15.50	13.14	7.89	6.61	3.96
4000	138.38	105.91	79.55	25.43	15.64	13.47	9.30	7.84	5.61
5000	164.54	129.37	101.34	26.85	16.73	15.24	9.45	7.50	2.32
6000	176.78	140.15	106.68	19.33	18.12	15.85	10.67	8.64	6.86
7000	181.50	141.64	119.85	20.36	17.41	15.30	10.61	10.43	4.85
8000	182.91	142.92	133.78	21.21	19.79	17.74	11.37	9.81	8.23
9000	191.10	146.68	135.85	23.87	21.17	15.70	13.35	9.52	7.86
10000	192.00	153.45	142.28	21.98	20.72	19.54	12.28	11.55	6.37

Tone- laje Bru- to,	E S L O R A			M A N G A			P U N T A L		
	max.	prom.	min.	max.	prom.	min.	max.	prom.	min.
11000	193.90	162.38	152.77	21.98	21.11	20.42	12.10	11.48	9.30
12000	193.46	164.75	154.24	22.00	21.51	18.35	12.10	10.09	2.80
13000	194.30	170.10	158.98	23.20	22.50	21.40	12.44	10.14	6.37
14000	195.10	173.80	168.83	24.45	23.00	20.82	12.32	11.60	10.03
15000	195.81	174.21	169.88	23.04	23.04	23.04	-	8.96	-
16000	196.12	175.31	173.00	25.27	24.22	23.77	13.50	13.38	13.02
17000	-	177.20	-	-	25.21	-	-	13.02	-
18000	197.15	180.18	174.30	25.21	24.13	23.04	13.02	10.85	8.59
19000	197.81	181.92	175.00	25.73	25.57	24.17	13.78	13.22	9.30
20000	198.10	182.92	175.08	26.00	25.24	24.48	13.78	10.01	6.25
21000	-	198.74	-	-	24.48	-	-	6.25	-
23000	-	202.73	-	-	26.30	-	-	10.15	-
24000	-	203.10	-	-	27.19	-	-	11.61	-
26000	-	203.72	-	-	28.50	-	-	9.27	-
53329	-	302.26	-	-	30.97	-	-	11.89	-

LAS DIMENSIONES SE OBTUVIERON DEL CATALOGO "MERCHANT VESSELS OF THE UNITED STATES"

LOS PROMEDIOS CORRESPONDEN A LA MEDIA ARITMETICA DE LAS DIMENSIONES, EN METROS, DE TODAS LAS UNIDADES REGISTRADAS PARA CADA TONELAJE.

SEGUN LO EXPUESTO, DE LAS DIMENSIONES CORRESPONDIENTES A UN CIERTO TONELAJE NO SE DEDUCE QUE, PARA TONELAJES MENORES, CORRESPONDAN DIMENSIONES MENORES, TAMBIEN.

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 (ton)	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	2.03
1,000	1,000	55.0	10.0	5.3	4.5	1,060	2,060	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	12.58
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	8.8	6.8	4,204	9,204	2.35	9.40	21.13
6,000	6,000	121.0	16.7	9.5	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	15.26	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	25.60	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 (ton)	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	933	62	8.3	3.8	3.8	542	1,475	0.38	1.61	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	1,511	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	4,748	12,748	3.25	13.00	29.28
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	48.68
12,000	16,000	152	20.1	11.9	8.8	9,471	25,471	6.50	25.99	58.40
15,000	20,000	165	21.6	13.0	9.5	11,061	31,981	8.16	32.63	73.43
17,000	22,667	173	22.4	13.7	9.8	13,368	38,035	9.20	38.77	82.73
20,000	26,667	184	23.6	14.6	10.3	15,700	42,373	10.81	43.24	97.20

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 0.1 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	268	668	0.17	0.68	1.53
500	667	43	7.8	3.8	3.5	424	1,091	0.28	1.11	2.60
700	933	54	7.0	4.0	3.8	627	1,660	0.40	1.59	3.58
1,000	1,333	61	8.0	4.5	4.2	866	2,199	0.56	2.24	5.05
2,000	2,667	75	11.2	5.7	5.1	1,591	4,268	1.09	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	16,210	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	164	23.7	12.3	9.5	11,909	38,578	9.84	39.36	88.57
25,000	33,333	176	25.6	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	16,908	58,908	14.52	58.07	130.65
35,000	46,667	197	28.5	14.8	11.1	19,530	68,197	16.89	67.55	151.98
40,000	53,333	206	29.7	15.5	11.5	21,920	75,253	19.19	76.79	172.77
45,000	60,000	223	30.6	15.2	11.2	22,507	82,507	21.05	84.19	189.43
50,000	66,667	222	32.0	16.7	12.2	26,686	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	113.38	255.10
65,000	86,667	250	34.0	18.0	13.3	35,581	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	37.3	19.6	13.9	40,419	147,059	37.52	150.06	337.04
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	42.6	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	328	49.8	23.2	17.7	82,178	364,178	90.40	361.41	-
250,000	333,333	338	61.6	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	81	8.9	4.8	4.3	908	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	96	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	6.8	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	6.19	20.78	46.76
12,000	16,000	150	19.4	11.2	8.5	8,720	24,720	6.31	25.22	56.78
15,000	20,000	149	21.3	11.5	8.6	8,867	28,857	7.36	29.46	66.20
20,000	26,667	164	23.4	12.7	9.2	11,169	37,836	8.05	38.61	88.87
25,000	33,333	175	25.1	13.6	9.8	13,600	46,933	11.97	47.90	107.75
30,000	40,000	187	26.6	14.4	10.3	16,982	55,962	14.28	57.10	128.48
40,000	53,333	208	29.2	15.9	11.0	20,055	73,388	18.72	74.09	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	28,608	108,608	27.71	110.92	249.35
70,000	93,333	248	35.0	18.0	12.8	32,693	126,026	32.16	128.60	389.35
80,000	106,667	259	36.6	18.9	13.2	36,310	142,977	36.47	145.09	328.20
100,000	133,333	278	39.3	21.4	14.0	43,841	177,174	45.20	180.79	408.78
150,000	200,000	300	45.0	25.0	16.0	61,895	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	—

B) Container

Gross tonnage	Dead weight tonnage	Length (m)	Width (m)	Depth (m)	Full draught (m)
16,240	19,638	187.0	26.0	15.5	10.5
17,184	16,977	208.8	23.8	14.3	9.2
21,057	20,400	195.0	27.6	16.6	10.5
23,600	23,650	212.6	30.0	18.3	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	33,600	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	6.0	145	8.0	140	7.5	130	7.5	135		
7,000	6.5	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	315	16.0	310		
150,000					18.0	340				
200,000					19.0	380				

□ The passenger ships and fishing boats show their gross tonnages and the rest deadweight tonnages.

FUENTE: DEFENSA SIBATA.

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

NOMBRE DE LA DEFENSACION	CARACTERISTICAS FISICAS			MANTAL	MOTOR (H.P.)	MATERIAL - CASCO	TONS. BRUTO	CAPACIDAD TONS. NETO	TONS. ACORREO
	ESQUINA	LONGA	CALDO						
San Vito	61.87	8.53	6.10	-	3,100	-	1,325.00	541.00	930
Todos Santos	53.23	11.32	5.22	7.55	2,910.	acero	1,145.10	406.06	650
Albatán	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
Íñigo Cárdenas	52.95	11.30	5.25	7.54	2,910	acero	1,145.10	406.06	650
Quauhtémoc	52.00	11.10	-	7.70	2,500	acero	1,129.12	388.17	725
Gral. A. L. Rodríguez	49.34	11.10	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	53.90	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
Fleetingo	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

40

NOMBRES DE LA EMERGENCIA	CARACTERISTICAS FISICAS				MOTOR (H.P.)	MAT.- CASCO	TONS. B R U T O	CAPACIDAD TONS. NETO	TONS. ACARNEC
	ESTORA	LONGA	CALADO	PUNTAL					
Maratlán	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	165.00	300

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

NOMBRE DE LA EMBARCACION.	CARACTERISTICAS FISICAS			PUNTA L	MOTOR (H.P.)	MAT.- CASCO	CAPACIDAD TONS. BRUTO	CAPACIDAD TONS. NETO	CAP. TONS. ACUBEC.
	ESTORA	LONGA	CALADO						
Santa Isabel	33.07	8.02	-	3.78	600	madera	291.21	154.00	220.00
Calafia	32.94	8.82	=	4.56	675	acero	273.00	195.00	300.00
El Saucal	32.94	8.82	-	4.86	675	acero	273.00	195.00	300.00
Kino	32.94	8.82	-	4.86	675	acero	273.00	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
Ciprés	32.94	8.82	-	4.86	675	acero	273.00	195.00	300.00
San Juan	28.50	6.53	-	5.07	225	madera	204.09	135.18	150.00
Santa Teria	27.29	7.52	-	3.20	400	madera	194.84	132.60	68.00
San Pedro	24.40	7.04	-	3.12	500	madera	138.42	75.52	110.00
Senia	23.00	6.61	-	2.89	425	madera	120.00	60.00	95.00
Senador	25.57	6.93	-	2.43	355	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	-	6.00	365	madera	88.12	55.30	90.00
Playero	17.90	5.50	-	2.00	240	madera	85.34	64.80	58.00
Propenex E-9	20.78	5.87	-	2.32	460	madera	80.90	61.60	65.00
Propenex M-12	18.67	5.50	-	2.00	220	acero	80.60	51.12	60.00
Propenex 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 Martín	22.05	6.30	-	3.00	365	madera	79.27	53.00	50.00
Libertador	16.60	6.76	-	2.83	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	29.46	24.08	14.00
Noble	22.55	6.70	2.44	3.66	425	acero			120.00

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.

EMPRESARIO	NOMBRE DE LA EMBARCACION	TONELAJE		ESLORA	ANCHA	FUNTAL	MOTOR	H.P.	MATERIAL DEL CASCO	AÑO DE CONST.	VALOR ACTUAL	EFECTOS DE CAPTURA
		BRUTO	NETO									
Productor Pesquero de Alvarado, S. A. de C.V.*	Propenex A-1	132.000	83.20	26.10	7.22	2.96	Caterpillar	565	Hierro	1964	\$ 4,026,657.00	Estados Unidos de America
	Propenex A-2	132.000	83.02	26.10	7.22	2.96	"	565	"	1964	\$ 4,026,657.00	Estados Unidos de America
	Propenex A-3	132.000	83.02	26.10	7.22	2.96	"	565	"	1964	\$ 4,026,657.00	Estados Unidos de America
	Propenex A-4	132.000	83.02	26.10	7.22	2.96	"	565	"	1964	\$ 4,026,657.00	Estados Unidos de America
	Propenex A-5	132.000	83.02	26.10	7.22	2.96	"	565	"	1964	\$ 4,026,657.00	Estados Unidos de America
	Propenex A-1-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	\$ 2,700,000.00	"
	Propenex A-2-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	\$ 2,700,000.00	"
	Propenex A-3-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	\$ 2,700,000.00	"
	Propenex A-4-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	\$ 2,700,000.00	"
	Propenex A-5-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	\$ 2,700,000.00	"
	Propenex A-6-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	\$ 2,700,000.00	"
	Propenex A-7-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	\$ 2,700,000.00	"
	Propenex A-8-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	\$ 2,700,000.00	"
	Propenex A-9-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	\$ 2,700,000.00	"
	Propenex A-10-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	\$ 2,700,000.00	"
	Propenex A-11-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	\$ 2,700,000.00	"
	Propenex A-12-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	\$ 2,700,000.00	"
	Propenex A-13-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	\$ 2,700,000.00	"
	Propenex A-14-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	\$ 2,700,000.00	"
	Propenex A-15-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	\$ 2,700,000.00	"
Propenex A-16-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	\$ 2,700,000.00	"	
Propenex A-17-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	\$ 2,700,000.00	"	
Propenex A-18-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	\$ 2,700,000.00	"	
Propenex A-19-A	110.82	52.46	22.00	6.00	3.60	"	450	"	1976	\$ 2,700,000.00	"	
Propenex A-1-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	General M.	185	Fibra de vidrio	1975	\$ 108,522.00	Mis. Estados Unidos de America	
Propenex A-2-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	\$ 108,522.00	"	
Propenex A-3-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	\$ 108,522.00	"	
Propenex A-4-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	\$ 108,522.00	"	
Propenex A-5-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	\$ 108,522.00	"	
Propenex A-6-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	\$ 108,522.00	"	
Propenex A-7-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	\$ 108,522.00	"	
Propenex A-8-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	\$ 108,522.00	"	
Propenex A-9-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	\$ 108,522.00	"	
Propenex A-10-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	\$ 108,522.00	"	
Propenex A-11-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	\$ 108,522.00	"	
Propenex A-12-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	\$ 108,522.00	"	
Propenex A-13-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	\$ 108,522.00	"	
Propenex A-14-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	\$ 108,522.00	"	

CONTINUA ...

EMPRESARIO	NOMBRE DE LA EMERGENCIA	LONELASE				PUNTA	MOTOR	H.P.	MATERIAL DEL CASCO		VALOR ACTUAL	EFECTOS DEL CASTRO
		ESUDO	NETO	ESLORA	MANGA				CONST.	VALOR ACTUAL		
Productos Pequeños Alvarado, S.A. de C.A.	Propenex A-15-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	General M.	185	Fibra de	1975	108,522.00	Dils. Escama y
	Propenex A-16-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	"	185	Vidrio	1975	108,522.00	"
	Propenex A-17-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"
	Propenex A-18-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"
	Propenex A-19-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"
	Propenex A-20-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"
	Propenex A-21-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"
	Propenex A-22-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"
	Propenex A-23-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"
	Propenex A-24-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"
	Propenex A-25-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"
	Propenex A-26-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"
	Propenex A-27-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"
	Propenex A-28-G	32.805	25.403	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"
	Propenex A-29-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"
	Propenex A-30-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"
	Propenex A-31-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"
	Propenex A-32-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"
	Propenex A-33-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"
	Propenex A-34-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"
	Propenex A-35-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"
	Propenex A-36-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"
	Propenex A-37-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"
	Propenex A-38-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"
	Propenex A-39-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"
Propenex A-40-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"	
Propenex A-41-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"	
Propenex A-42-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"	
Propenex A-43-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"	
Propenex A-44-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"	
Propenex A-45-G	32.805	25.408	14.60	4.30	1.48	"	185	"	1975	108,522.00	"	

CONTINUA ...

EMPRESARIO	NOMBRE DE LA EMBARCACION	GRUPO	NETO	ESLORA	MANGA	PUNTA	MOTOR	H.P.	MATERIAL DEL CASCO	AÑO DE CONST.	VALOR ACTUAL	ESENCIAS DE CANTERA
Compañía Cooperativa de Producción - cerquera "15 de Octubre, S.C.L."	"15 de Octubre I"	93.83	28.96	21.90	6.00	3.50	Caterpillar	325	Hierro	1973	\$ 1.000,000.00	Escama, Camu calaver.
	"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	"
	"Propelex 11"	94.05	30.06	24.40	6.90	2.85	"	380	Madera	1968	\$ 1.000,000.00	"
	"Propelex 13"	161.85	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	Hierro	1969	\$ 1.000,000.00	"
	"Propelex 16"	161.85	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	"	1969	\$ 1.000,000.00	"
	"Propelex 17"	161.85	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	"	1969	\$ 1.000,000.00	"
	"Propelex 18"	161.85	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	"	1969	\$ 1.000,000.00	"
	"Propelex 19"	161.86	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	"	1969	\$ 1.000,000.00	"
	"Propelex 20"	161.86	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	"	1970	\$ 1.000,000.00	"
	"Propelex 21"	161.86	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	"	1970	\$ 1.000,000.00	"
	"Propelex 22"	161.86	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	"	1970	\$ 1.000,000.00	"
	"Propelex 23"	161.86	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	"	1970	\$ 1.000,000.00	"
	"Propelex 24"	161.86	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	"	1970	\$ 1.000,000.00	"
	"Propelex 25"	161.86	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	"	1970	\$ 1.000,000.00	"
	"Propelex 26"	161.86	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	"	1970	\$ 1.000,000.00	"
"Propelex 37"	110.09	52.46	21.94	6.10	2.90	Rolls	365	"	1972	\$ 1.000,000.00	"	
"Propelex 38"	110.09	52.46	21.94	6.10	2.90	"	365	"	1972	\$ 1.000,000.00	"	
Compañía Cooperativa de Producción - cerquera "Abolillos" S.C.L."	"San Pedro"	60.29	55.21	19.80	5.04	2.74	Caterpillar	170	Madera	1967	\$ 600,000.00	Escama y calaver.
	"Botina IV"	90.57	68.90	20.42	5.87	3.04	"	165	"	1970	\$ 1.000,000.00	"
	"San Pablo"	93.83	54.24	21.95	5.25	2.75	"	365	Hierro	1974	\$ 1.000,000.00	"
	"San Juan"	97.50	48.05	20.13	5.85	3.05	"	365	Hierro	1974	\$ 1.000,000.00	"
	"Propelex 74"	161.85	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	"	1969	\$ 1.000,000.00	"
	"Propelex 75"	161.85	46.22	25.70	7.01	3.85	"	380	"	1969	\$ 1.000,000.00	"
	"Propelex 34"	110.09	52.46	21.94	6.10	2.90	Rolls	365	"	1972	\$ 1.000,000.00	"
Cooperativa de Producción Pesquera "2 de Julio, S.C.L."	"Júpiter"	93.43	70.25	20.42	6.20	3.00	Caterpillar	365	Hierro	1976	\$ 2.372,872.75	Escama, camu calaver.
	"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"	90.57	68.90	20.42	5.87	2.48	"	365	Madera	1976	\$ 1.845,445.07	"
	"Propelex 36"	110.09	52.46	21.94	6.10	2.90	Rolls	365	Hierro	1972	\$ 1.000,000.00	"

CONTINUA ...

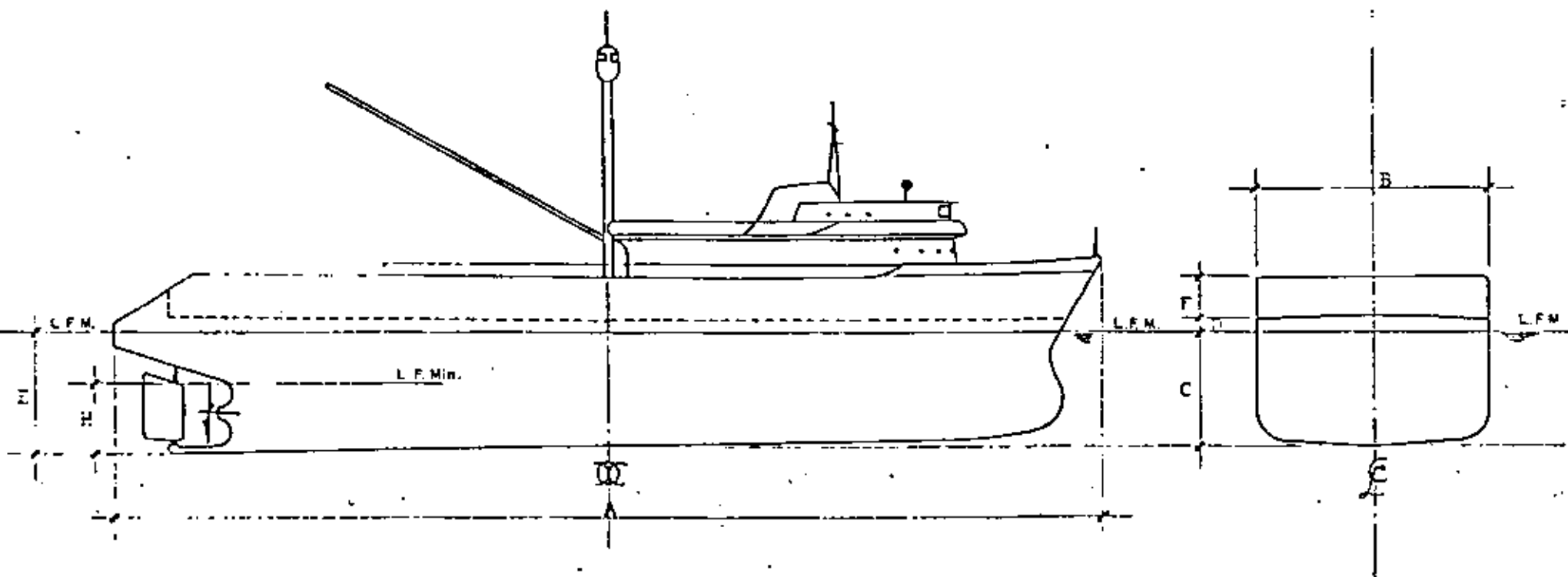
PROPIETARIO	NOMBRE DE LA EMBARCACION	TONELAJE		ESLORA	MANGA	PUNTALES	MOTOR	H.P.	MATERIAL DE CASCO	AÑO DE CONST.	VALOR ACTUAL	ESTADO DE LA CASQUERA
		BRUTO	NETO									
Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Don David de Cuello O. S.C.A."	"Concepción I"	93.83	28.96	21.95	5.80	3.04	Caterpillar	365	Hierro	1974	\$ 1,875,000.00	Escoba y...
	"Concepción II"	93.83	28.96	21.95	5.80	3.04	"	365	"	1974	\$ 2,119,000.00	"
	Propenex 6	35.73	29.32	11.72	4.27	2.94	Cummins	165	"	1966	\$ 445,275.27	"
	Propenex 31	68.81	47.43	18.28	5.54	2.34	Caterpillar	150	Madera	1965	\$ 396,481.06	"
	Propenex 35	110.09	52.46	21.94	6.10	2.90	Rolls	365	Hierro	1973	\$ 1,650,000.00	"
Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Luzmila de Cuello O. S.C.A."	"Eugenovista"	94.83	28.96	21.95	5.80	3.04	Caterpillar	365	Hierro	1974	\$ 2,300,000.00	Escoba y...
	"Escudillo"	91.83	28.96	21.95	5.80	3.04	"	365	"	1974	\$ 2,300,000.00	"
Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Clayton"	"Clayton"	39.85	28.75	18.29	6.04	1.74	Cummins	175	Madera	1971		Casaca...
	"Luzmila"	26.24	14.41	11.60	3.40	2.15	General M.	165	"	1963		"
	"Eugenovista"	48.38	20.21	15.24	4.87	2.44	General M.	190	"	1967		"
	"Luzmila Alicia"	17.24	12.29	10.74	3.63	2.24	Caterpillar	60	"	1967		"
	"Eugenovista"	40.29	20.21	15.24	4.87	2.44	Cummins	165	"	1967		"
Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Alvarado"	"Alvarado"	21.45	12.80	14.19	4.12	1.62	Larrop	80	"	1970		"
	"Don Simón"	26.00	14.34	24.00	3.97	1.50	Volvo Penta	160	"	1955		"
	"Cuello"	17.69	12.20	10.00	3.50	1.83	Cummins	225	"	1968		"
	"Luzmila"	21.62	17.77	15.20	3.60	1.00	Larrop	80	"	1960		"
	"Luzmila Valerio"	55.07	15.40	31.65	5.60	2.92	Caterpillar	115	"	1967		"
	"Luzmila R."	55.67	26.90	20.39	5.12	2.13	General M.	220	"	1969		"
	"Catalina"	52.57	43.30	16.55	5.34	2.10	General M.	220	"	1964		"
	"Luzmila"	60.29	55.21	19.23	5.64	2.52	Cummins	190	"	1972		"
	"Luzmila"	37.40	22.70	17.64	5.34	2.50	Cummins		"			"
	"Luzmila"	18.93	13.17	12.20	3.40	1.40	General M.	165	Madera	1964		"

CUADRO 1-3-2

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

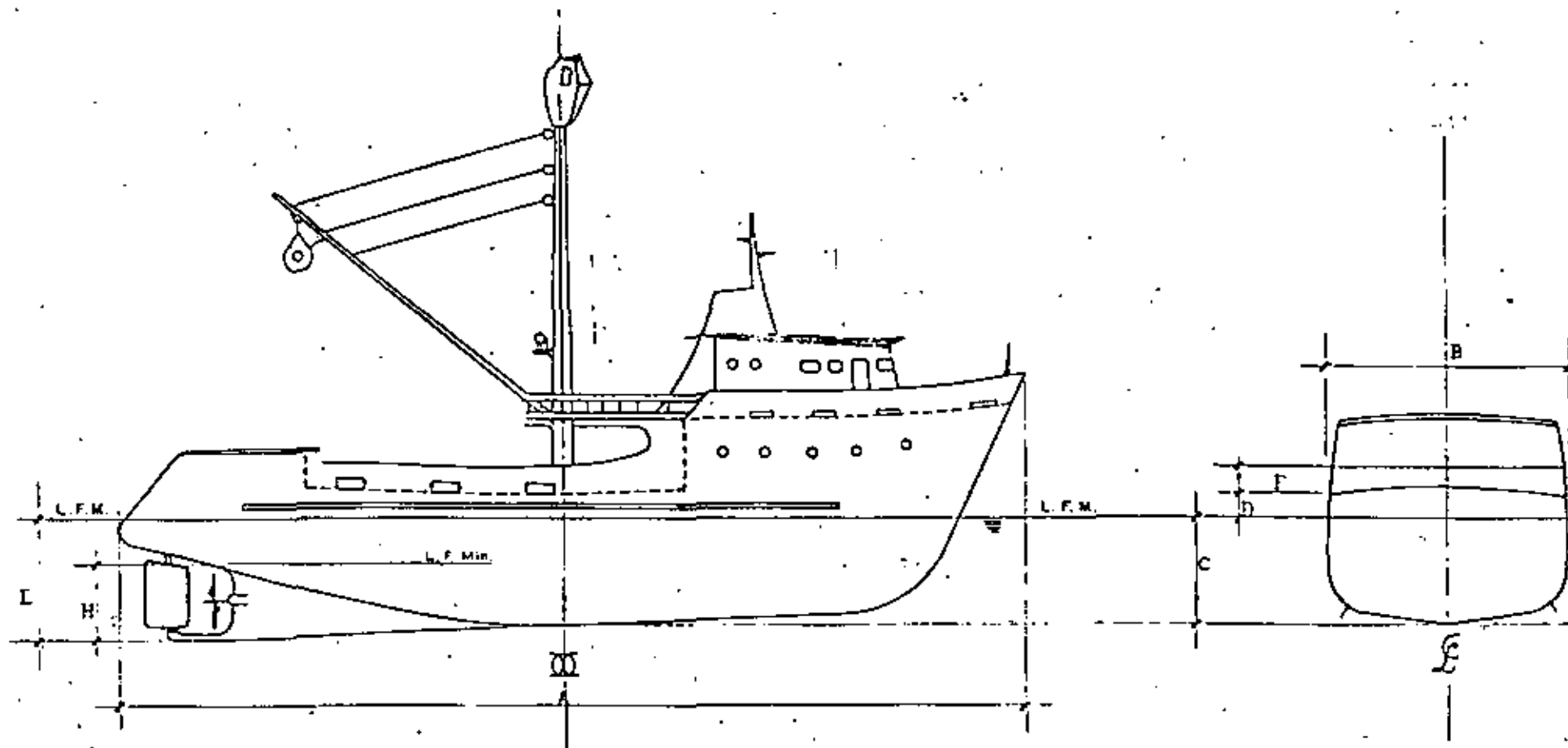
EMPRESARIO	EMBARCACION	TONELAJE		ESLORA	MANGA	PUNTA	MOTOR	H.P.	MATERIAL DEL CASCO	AÑO DE CONSTRUCC.	VALOR ACUAL	ESTADO DE LA FLOTA
		BRUTO	NETO									
Compañía Cooperativa de Producción Pesquera de la Laguna de Amatenango, S.C.A.	"Camaronera I"	4.50	4.50	10.07	2.44	0.90	Remos		Madera		\$ 16,000.00	En uso y en
	"Camaronera II"	1.00	1.00	6.10	1.80	0.70	Remos		Madera		\$ 5,000.00	En uso y en
Compañía Cooperativa de Producción Pesquera "La Trocha", S.C.A.	"Lidia"	2.00	2.00	7.00	1.50	0.70	Yamaha	25	Fibra de vidrio		\$ 47,000.00	En uso y en
	"Fruita"	2.00	2.00	7.00	1.50	0.70	Evinrude	25	"		\$ 47,000.00	En uso y en
	"Leoni"	1.00	1.00	4.00	1.00	0.50	Evinrude	20	"		\$ 32,000.00	En uso y en
	"San Nombre"	2.00	2.00	7.00	1.50	0.70	Evinrude	25	"		\$ 47,000.00	En uso y en
	"San Nombre"	2.00	2.00	7.00	1.50	0.70	Evinrude	25	"		\$ 47,000.00	En uso y en
	"Miriba"	2.00	2.00	7.00	1.50	0.70	Evinrude	25	"		\$ 47,000.00	En uso y en
	"Genesis"	2.00	2.00	7.00	1.50	0.70	Evinrude	25	"		\$ 47,000.00	En uso y en
	"Korail"	3.00	3.00	5.50	2.00	0.30	Johnson	40	"		\$ 63,000.00	En uso y en
	"América"	2.00	2.00	7.00	1.50	0.70	Evinrude	25	"		\$ 47,000.00	En uso y en
	"Abelita"	2.00	2.00	7.00	1.50	0.70	Evinrude	25	"		\$ 47,000.00	En uso y en
	"Vicki"	2.00	2.00	7.00	1.50	0.70	Yamaha	25	"		\$ 47,000.00	En uso y en
	"Pirata"	2.00	2.00	7.00	1.50	0.70	Johnson	25	"		\$ 47,000.00	En uso y en
	"Abelita"	2.00	2.00	7.00	1.50	0.70	Evinrude	25	"		\$ 47,000.00	En uso y en
	"Houiba"	2.00	2.00	7.00	1.50	0.70	Evinrude	25	"		\$ 47,000.00	En uso y en
	"Aynita"	2.00	2.00	7.00	1.50	0.70	Johnson	25	"		\$ 47,000.00	En uso y en
	Compañía Cooperativa de Producción Pesquera "Corte de San Juan, S.C.A.	"No hay amigos"	0.90	0.90	6.09	1.20	0.50	Johnson	6	Madera		\$ 7,500.00
"Ni se todo"		0.90	0.90	6.09	1.20	0.50	Johnson	6	Madera		\$ 7,500.00	En uso y en
"Casse"		0.90	0.90	6.09	1.20	0.50	Johnson	20	Madera		\$ 5,000.00	"
"Delirio"		0.90	0.90	6.09	1.20	0.50	Johnson	20	Madera		\$ 5,000.00	"
"Rosaura"		0.80	0.80	5.79	1.10	0.43	Tonghsu	25	Madera		\$ 4,500.00	"
"Cena"		0.80	0.80	5.79	1.10	0.43	Tonghsu	20	Madera		\$ 4,500.00	"
Enrique Uscaaga Ortiz	"Fapi"	18.00	9.00	11.60	3.40	2.20						
	"Chapote"	15.00	8.00	11.10	3.20	1.90	Caterpillar 120		Madera	1969		

CARACTERÍSTICAS DE UN ATONERO TÍPICO



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	_____	2.20m
H.- Calado mínimo en popa	_____	3.70m

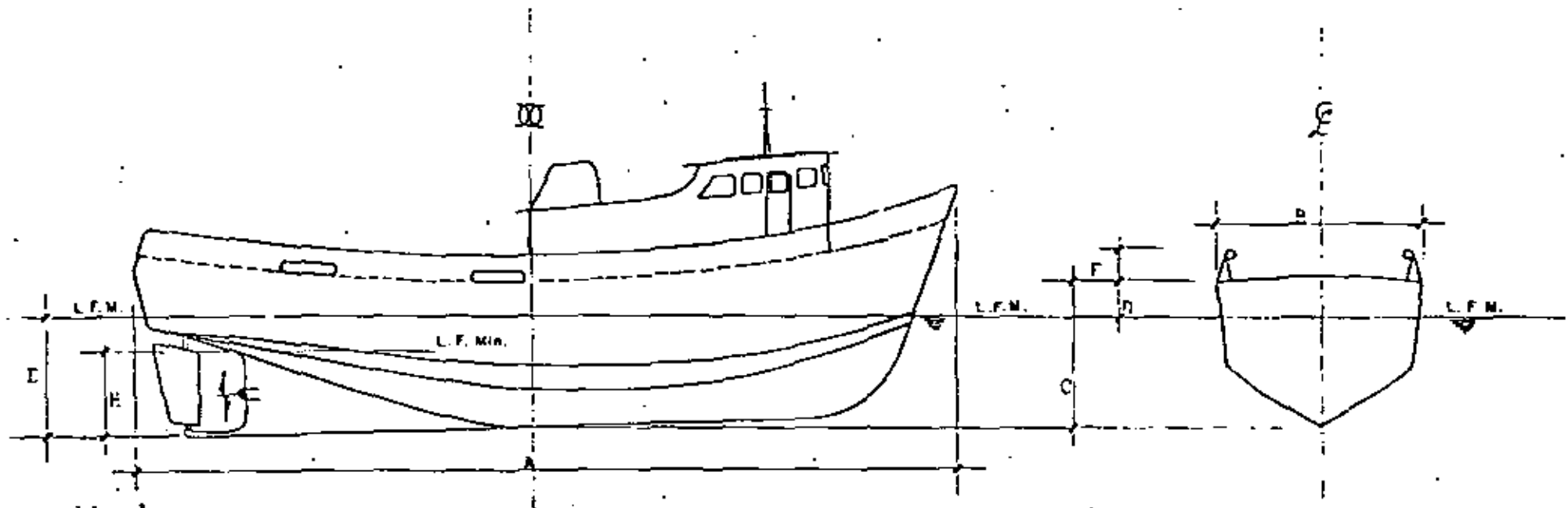
P ¹	Desplazamiento barco cargado	_____	1,000 ton.
D ²	Desplazamiento barco descargado	_____	800 Ton.
L.F. Max.	Línea de flotación barco cargado		
L.F. Min.	Línea de flotación barco descargado		



A.- Eslora total _____ 20.75m.
 B.- Manga _____ 7.50m.
 C.- Puntal _____ 3.65m.
 D.- Franco bordo _____ 0.30m.
 E.- Calado máximo en popa _____ 3.75m.
 F.- Berda _____ 0.75m.
 H.- Calado mínimo en popa _____ 0.60m.

D¹ Desplazamiento barco cargado _____ 300 ton.
 D² Desplazamiento barco descargado _____ 150 ton.
 L.F.Max. línea de flotación barco cargado
 L.F.Min. línea de flotación barco descargado

CARACTERISTICAS DE UN CAMARONERO TIPICO



- A.- Islora total _____ 22.00m.
- B.- Manga _____ 6.25m.
- C.- Puntal _____ 3.50m.
- D.- Franco bordo _____ 0.60m.
- E.- Calado máximo en popa _____ 3.30m.
- F.- Borda _____ 0.90m.
- H.- Calado mínimo en popa _____ 2.30m.

- D¹ Desplazamiento barco cargado _____ 175 ton.
- D² Desplazamiento barco descargado _____ 110 ton.
- L.F.Max.Línea de flotación barco cargado
- L.F.Min.Línea de flotación barco descargado

TABLA DE EQUIVALENCIAS DE UNA TONELADA METRICA.

PRODUCTO.	PIES CUBICOS	GALONES	BARRILES	LITROS	METROS CUBICOS
GASAVIOL	51.180	382.878	9.116	1449.275	1.449
GASOLNEX	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	315.150	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	299.776	6.869	1096.805	1.097
CRUDO LIGERO (0.930)	39.042	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

~~U.S. GOVERNMENT PRINTING OFFICE~~
TABLAS Y DATOS DIVEROS
FACTORES DE CONVERSION

Multiplíquese	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.
Hta.	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.	0.804	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
Cm ² /seg.	0.061	Pulg. ²
Cm ² /seg.	0.0021186	Pies ² /Min.
Cm ² /seg.	0.032808	Pies ² /Seg.
Cm ² /seg.	0.0005	mm. ²
Dinas	0.00102	gramos.
Gal. americano	0.1337	pies. ³
Gal. americano	231.	Pulg. ³
Gal. americano	3.7854	l.
Gal. americano	0.0038	M. ³
Gal. de agua americano	8.33	l.
ppm. americanos	0.002228	pies ³ /seg.
ppm. americanos	0.06308	l/seg.
Gal. inglés	1.20094	Gal. americano.
Gal. inglés	277.3	Pulg. ³
Gal. inglés	1.546	l.
Gal. de agua inglés	10.04	lb.
°C + 17.0	1.0	°F.

Multiplicase	por	Para obtener
°F — 32	0.5555	°C.
gr.	0.3527	Oz-Avoid.
gr.	0.122	Oz Troy.
gr.	15.432	gramos.
gr.	981.	Dinas.
gr/cm. ³	0.03613	lb/Pulg. ³
gr/cm. ³	62.43	lb/pica. 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.	2541.6	Hu.
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. ³
Kg/m.	0.672	lb/pic.
Kg/m. ²	0.2048	lb/pic. ²
Kg/m. ⁴	0.06243	lb/pic. ³
Kg-Cal.	3.968	Hu.
Km.	0.6214	Millas.
Km. ²	0.3861	Millas. ²
Kw.	1.341	hp.
Kw.	14.34	Cal/min.
Kw.	56.92	Hu/min.
Kw.	1150.9	Cal.
Kw.hr.	1.3410	hp.hr.
Kw.hr.	3.115.	Hu.
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. ³	51.7	mm. de Hg.
lb/pulg. ³	2.307	pics de agua.
lb/pulg. ³	0.703	m. de agua.
lb/pulg. ⁴	27.70	Pulg. de agua.
lb/pulg. ⁴	0.0277	Kg/cm. ³
lb/pulg. ³	26.60	gr/cm. ³
lb/pic	1.4811	Kg/m.
lb/pic ²	1.8326	Kg/m. ²
lb/pic ³	16.0226	Kg/m. ³

Multiplicar	por	Para obtener
lb./pie ³	0.016	gr/cm. ³
l.	61.023	Pulg. ³
l.	0.03531	Pies. ³
l.	0.2642	Gal. americano.
l./seg.	15.05	Gal./min.
mm.	0.03937	Pulg.
m.	39.3701	Pulg.
m.	3.28083	Pies.
mt.	1.0936	Yd.
m. ²	10.7636	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.
Millas ²	2.59	Km ²
Nudos	1.6093	Km./hora.
Nudos	1.	Milla/hora.
Oz. (troy)	31.10	gr.
Oz. (troy)	0.0685	lb.
Pica	0.3018	m.
Pics	30.48	cm.
Pics ²	929.03	cm ²
Pics ³	16.387	cm ³
Pics ³	7.4805	Gal. americano.
Pics ³	6.229	Gal. inglesa.
Pics ³	28.317	l.
Pics ³	1728.	Pul. ³
Pica — lb.	1.3563	Jonles
Pica — lb.	0.1383	Kgm.
Pic-lib.	0.0003	Cal.
Pic-lib.	70.0013	litro.
Pics de agua	0.4375	lb./Pulg. ³
Pics de agua	0.00265	Pulg. de Hg.
Pics ³ de agua	62.425	lb.
Pics ³ de aire a 32°F y 1 atm.	0.000725	lb.
Pics/seg.	30.48	cm/seg.
Pics ³ /seg.	418.88	gal./min.
Pics ³ /seg.	1699.3	gal./min.
Pulg.	2.54	cm.
Pulg. ²	6.4516	cm. ²
Pulg. ³	0.0164	l.
Pulg. ³ de agua	0.0361	lb.
Pulg. de agua	0.03613	lb./pulg. ³
Pulg. de agua	0.07355	Pulg. de Hg.
Pulg. de Hg.	0.49116	lb./Pulg. ³
Pulg. de Hg.	13.596	Pulg. de agua.
Pulg. de Hg.	1.13299	Pics de agua.

Multipliquese	PIE	Para obtener
Radianes	57.30	Grados ángulos
Tim.	2205.	lb.
T. inglesa corta	2100.	lb.
T. inglesa corta	907.2	Kg.
T. inglesa larga	1240.	lb.
T. inglesa larga	1016.	Kg.
Yd.	0.9141	m.
Yd. ²	0.8361	m. ²
Yd. ³	0.7635	m. ³
barril	$\left\{ \begin{array}{l} 0.15c_1 \\ 1.59 \\ 0.42 \end{array} \right.$	m ³
petrol		litros
		galones <u>US.</u>

CARACTERISTICAS DE VARIOS MUEJES EN PUERTOS DEL GOLFO DE MEXICO.

I N D I C E

TAMPICO.

TUXPAN.

VERACRUZ .

COATZACOALCOS.

FRONTERA.

CINIDAD DEL CARMEN.

CUMPECIE.

COZUMEL.

TIPO DE MUELLE	FORMA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ELEVACION DE LA PLA- TAFORMA - DE MANIO- BRAS. (m)*	PROFUNDIDAD	USO
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.	Atrake 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 Petróleo.
Terrinal de perfo- raciones 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.

TUXPAN	FORMA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ELEVACION DE LA PLA TAFORMA - DE MANIO- BRAS. (m) *	PROFUNDIDAD	USO
Muelle 1 al 7 Tanpanochoco.	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	8.5	+ 2.50	5.00	Pesca
Muelles Fiscal	Marginal	150.0	13.0	+ 2.50	6.00	Carga General - Altura =
Muelle de Etileno	"T"	40.40	7.0	+ 2.50	6.00	Petroquímica.

+ Nota: Las elevaciones de las plataformas demaniobras,
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.

VERACRUZ	FORMA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ELEVACION DE LA PLA- TAFORMA - DE MANIO- BRAS. (m) *	PROFUNDIDAD	USO
Muelle #1	Espigón	180.50	23.50	+ 2.74	- 10.00	Carga General.
Muelle # 2	Espigón	182.40	66.20	+ 2.74	- 10.00	Carga General.
Muelle # 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"	48.0	10.90	+ 2.29	- 7.00	Armada de México
Muelle Turisno (Remolcadores)	"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.
Elevación de la marea mínima registrada respecto al nivel de bajamar media - 0.433 m.

P U E R T O	FORMA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ELEVACION DE LA PLA TAFORMA - DE MANIO- BRAS. (m) *	PROFUNDIDAD	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 + 1.136 m.
Elevación 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.

CAMPESHE

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

+ 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.

P U E R T O	FORMA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ELEVACION DE LA PLA- TAFORMA - DE MANIO- BRAS. (m) *	PROFUNDIDAD	USO
<u>COZUMEL</u>						
Muelle pasajeros Barcas y Trans- bordador.	"L"	125.80	12.00	2.60	12.00	Carga General.

+ Nota: Las elevaciones de las plataformas de maniobras,
están referidas al nivel de bajar media.

Elevación de la marea máxima registrada respecto al nivel de bajar media + 1.174 m.
Elevación de la marea mínima registrada respecto al nivel de bajar media - 0.564.m.

76

CARACTERISTICAS DE VARIOS
MUELLES EN PUERTOS DEL -
OCEANO PACIFICO

I N D I C E

ENSENADA
SAN FELIPE
LA PAZ
PUERTO PEÑASCO
TOPOLOBAMPO
LAZARO CARDENAS
ACAPULCO
SALINA CRUZ
PUERTO MADERO
GUAYMAS
MAZATLAN
PUERTO VALLARTA
MANZANILLO

PUERTO	FORMA	LONGITUD (M)	ANCHO (M)	ELEVACION DE LA PLA TAFORMA DE MANIO- BRAS. (M) *	PROFUNDIDAD	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)	22.00			
		120.40 (Pas)	10.45	+ 3.00	6.60	Carga General.
Muelle Turismo	Espigón	12.00	3.00	+ 2.45	2.50	Turismo.
Muelle de Escuela	"T"	120.00 (Pla)	7.50	+ 3.60	7.66	
Técnica Pesquera		(Pas)	5.95			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 + 1.852 m.
Elevación de la marea mínima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior - 0.464 m.

P U E R T O	FORMA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ELEVACION DE LA PLA TAFORMA = DE MANIO- BRAS. (m) *	PROFUNDIDAD	USU
-------------	-------	-----------------	--------------	---	-------------	-----

PUERTO PEÑASCO

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 mínima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior - 1.193 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 Propenex	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 mínima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior + 0.618 m.
Elevación de la marea máxima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior + 1.759 m.

LAZARO CARDENAS

Muelle de Metales y Hierros	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.

P U E R T O	FORMA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ELEVACION DE LA PLA- TAFORMA - DE MANIO- BRAS. (m) *	PROFUNDIDAD	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.

PUERTO	FORMA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ELEVACION DE LA PLA TAFORMA = DE MANIOBRAS (m) *	PROFUNDIDAD	USO
<u>GUAYMAS</u>						
Muelle de Femex	Espigon	180.00	9.00	+ 3.12	10.00	Combustibles
Muelle Patio	"L	(E) 325.65 (S) 351.67	56.00 24.00	+ 4.35	10.00 11.00	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	2.35	Carga General.
Muelle de Turismo	Espigón	7.00	7.00	+ 1.50	1.50	Pasajeros.
Espigones de Algodón.	Espigón	7.00	7.00	+ 2.00	1.10	Pesca.
	" "	7.35	7.35			
	" "	7.05	7.05			
Varadero Nacional	Marginal	130.00 20.00	1.90	+ 2.50	4.50	Reparaciones - a flote.
Ter. 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.

	FORMA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ELEVACION DE LA PLATA FORMA DE MA NIOMBAS (m)*	PROFUNDIDAD	USO
--	-------	-----------------	--------------	---	-------------	-----

P U E R T O

MAGATELAN

Muelle Fiscal No. 1, 2, 3 y 4	Marginal	981	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

Turístico y Pesque ro.	"T"	65.00	8.50	+ 2.00	3.00	Pasajeros 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.
Elevación de la marea mínima registrada respecto al nivel de bajamar media inferior - 0.518 m.

PTO. VALIARTA

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.



centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam



PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS

OBRAS EXTERIORES

ING. GUILLERMO MACDONEL MARTINEZ

AGOSTO, 1980



OBRAS EXTERIORES

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.

él relacionadas 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 terminos 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 protuaria

- 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 genericamente 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 más 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, deberán dejar un espacio libre como factor de seguridad en la profundidad. (0.5m)

En forma resumida, en la fig. 3 siguiente se indican los factores anteriores.

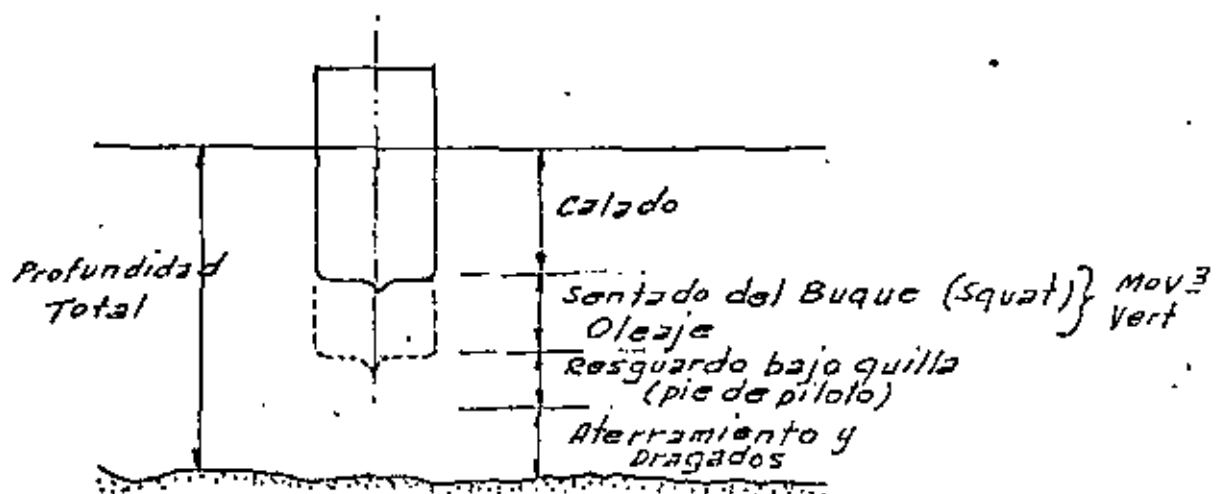


Fig. 3. Profundidad del Canal de Acceso

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 si.

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-

nación, 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 ellos. 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 de 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 significativa); 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 pendientes 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

$$H_b = 0.78 db \quad (1)$$

De acuerdo con Keulegan y Patterson

$$H_b = 0.73 db \quad (2)$$

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 Experiment 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:

$$W = \frac{W_r H^3}{K_d (S_r - 1)^3 \cot \theta} \quad (3)$$

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.

W_r = Peso específico de la unidad de coraza en kg/m³.

H = Altura de la ola de diseño en el sitio en metros.

S_r = Gravedad específica de la unidad de coraza

$$S_r = \frac{W_r}{W_{\text{agua}}} = \frac{2560}{1026} = 2.495$$

θ = Angulo de la pendiente de la estructura medido de la horizontal en grados.

y

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_{DW} y K_D son funciones del por ciento de daño D .

En la tabla H es la altura de ola significativa correspondiente a un daño D ; H_{DW} es la altura de ola significativa 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 significativa $H_{DW} = 2.4m$ y $K_D = 4$; encontrar:

- Porcentaje de daño producido por una ola de 2.70m.
- Porcentaje de daño producido usando $K_D = 8.2$ en el análisis de estabilidad.
- ¿Cuáles serán los valores de H y K_D para un daño de 30-40 %.

$$a) \quad H/H_{DW} = \frac{2.70}{2.40} = 1.125$$

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

$$\frac{H}{H_{DW}} = 1.47 \quad K_D = 12.4$$

$$H = 1.47 H_{DW} = 1.47 \times 2.4 = 3.53 \text{ m.}$$

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 $W_r = 2300 \text{ Kg/m}^3$ encontrar.

¿Cuál sería el peso del elemento para un

$$W_r = 2200 \text{ kg/m}^3 \text{ y } W_r = 2700 \text{ kg/m}^3.$$

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 $W_R = 2200 \text{ kg/m}^3$

$$W = 24 \times \frac{1.38}{1.18} = 28 \text{ ton.}$$

$$\text{Si } W_R = 2.700 \text{ kg/m}^3$$

$$W = 24 \times \frac{0.62}{1.18} = 12.6 \text{ ton.}$$

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" (lamido 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:

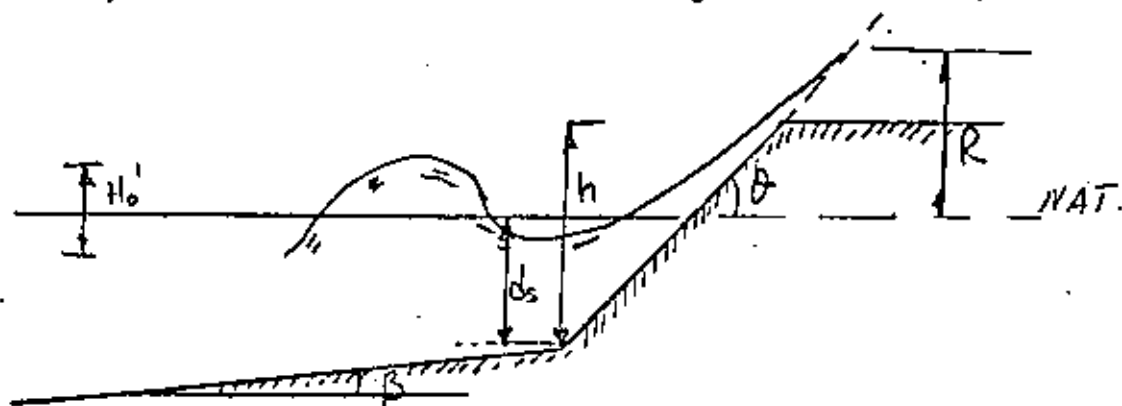


FIG.14 DEFINICION DEL RUN UP Y OVERTOPPING

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 ológrafo 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

- La altura sobre SWL a la cual la estructura deberá construirse para evitar el overtopping de la ola de diseño.
- La reducción en altura de la estructura suponiendo que en la pendiente se le coloca un enrocamiento.

Solución

- La longitud de onda

$$L_o = 1.56 T^2 = 1.56 \times 64 = 99.84 \text{ m.}$$

$$\frac{d}{L_o} = \frac{4.5}{99.84} = 0.450$$

De la tabla C-1 del apéndice.

$$\text{Para } \frac{d}{L_o} = 0.450 \quad \frac{H}{H_o} = 1.042$$

$$\therefore H_o = \frac{H}{1.042} = \frac{2.1}{1.042} = 2.015 \text{ m.}$$

Para calcular el run up.

$$\frac{H_o}{gT^2} = \frac{2.015}{9.81 \times 64} = 0.00321$$

$$d_s = 3.0 \text{ m.}$$

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 $\theta = 2.5$, $\frac{d_s}{H'_0} = 0.80$ y $\frac{R}{H'_0} = 2.8$

De la Fig.17, para $\theta = 2.5$, $\frac{d_s}{H'_0} = 2.0$ y $\frac{R}{H'_0} = 2.7$

Interpolamos para $\frac{d_s}{H_0} = 1.48$ $\frac{R}{H'_0} = 2.75$

Entonces el run up, sin tomar en cuenta los efectos de escala:

$$R = 2.7 (H'_0) = 2.7 \times 2.015 = 5.44 \text{ m.}$$

El factor de corrección por escala se puede ver en la Figura 19.

$$\tan\theta = \frac{1}{2.5} = 0.40 \quad k = 1.17$$

Entonces el run up corregido.

$$R = 1.17 \times 5.44 = 6.37 \text{ m.}$$

b) Veamos como decrece el run up con el enrocamiento a talud 1:1.5

$$\left[\frac{R}{H'_0} \right]_{\text{liso}} = 3.1$$

De la figura 21

Con $\frac{H_0}{gT^2} = 0.033$ y $\frac{d_s}{H'_0} = 1.5$

$$\left[\frac{R_0}{H'_0} \right]_{\text{enrocamiento}} = 1.5$$

Por lo tanto,

$$\frac{\left[\frac{R}{H_0} \right]_{\text{enrocamiento}}}{\left[\frac{R}{H_0} \right]_{\text{liso}}} = \frac{1.5}{3.1} = 0.48$$

Si aplicamos esta corrección

$$R_{\text{enroc.}} = 0.48 R_{\text{liso}} = 0.48 \times 6.37 = 3.05 \text{ m.}$$

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:

$$B = n k_{\Delta} \left(\frac{W}{W_r} \right)^{1/3} \quad (4)$$

donde

- B = ancho de la cresta, metros
- n = número de rocas (n=3 mínimo recomendado)
- k_{Δ} = coeficiente de capa (Tabla 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_A	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

$$r = n k_d \left(\frac{w}{w_r} \right)^{1/3} \quad (5)$$

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)

$$\frac{N_r}{A} = n k_{\Delta} \left(1 - \frac{P}{100}\right) \left(\frac{W_r}{W}\right)^{2/3} \quad (6)$$

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 dadas 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 fluctúan 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 romperá y se reflejará en el muro vertical.

Se llama clapotis al patrón 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):

$$\frac{P}{\rho g} + y = \frac{H}{2} \frac{\cosh 2\pi(y+d)/L}{\cosh 2\pi d/L} \operatorname{sen} \frac{2\pi x}{L} \operatorname{sen} \frac{2\pi t}{T}$$

$$- \frac{\pi H^2}{8L} \frac{\cos^2 \frac{2\pi t}{T}}{\operatorname{senh}^2 2\pi d/L \cosh 2\pi d/L}$$

$$\left[\cosh \frac{4\pi}{L} (y+d) + \cos \frac{4\pi x}{L} - 1 \right]$$

$$+ \frac{3\pi H^2}{16L} \frac{\cosh 4\pi(y+d)/L}{\operatorname{senh}^3 2\pi d/L \cosh 2\pi d/L} \cos \frac{4\pi x}{L}$$

$$\cos \frac{4\pi t}{T} + \frac{\pi H^2}{4L} \operatorname{tanh} \frac{2\pi d}{L} \cos \frac{4\pi t}{T} \quad (7)$$

Sin embargo, para simplificar los diseños, sabiendo que los resultados estarán un poco dentro del lado de la seguridad se utiliza la teoría de Saintflou, que para el fondo da el mismo valor

$$\frac{P_b}{\rho g} - d = \pm \frac{\bar{H}}{\cosh \frac{2\pi d}{L}} \quad (8)$$

donde: \bar{H} se refiere a la altura de ola que existiría en el muro si este no estuviera ahí y P_b 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)

$$Ah = \frac{\pi \bar{H}^2}{L} \left[1 + \frac{3}{4 \sinh^2 \left(\frac{2\pi d}{L} \right)} - \frac{1}{4 \cosh^2 \left(\frac{2\pi d}{L} \right)} \right] \coth \frac{2\pi d}{L} \quad (9)$$

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 SWL es Ah 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 SWL.

La presión dinámica se obtiene dibujando $\frac{P_b}{\rho g} - d$ en tanto la dirección (+) como la (-) a partir de (3), 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) (3) 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.

$$R_c = \frac{1}{2} (d + Ah + \bar{H}) \left[d + \frac{\bar{H}}{\cosh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)} \right] - \frac{d^2}{2} \quad (10)$$

$$M_c = \frac{1}{6} (d + Ah + \bar{H})^2 \left[d + \frac{\bar{H}}{\cosh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)} \right] - \frac{d^3}{6} \quad (11)$$

$$l_c = \frac{M_c}{R_c} \quad (12)$$

$$R_t = \frac{1}{2} (d + Ah - \bar{H}) \left[d - \frac{\bar{H}}{\cosh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)} \right] - \frac{d^2}{2} \quad (12)$$

$$M_t = \frac{1}{6} (d + Ah - \bar{H})^2 \left[d - \frac{\bar{H}}{\cosh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)} \right] - \frac{d^3}{6} \quad (13)$$

$$l_t = \frac{M_t}{R_t} \quad (14)$$

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.

$$\frac{d}{L} = \frac{20}{100} = 0.2$$

De las tablas de funciones hiperbólicas.

$$\sinh \frac{2\pi d}{L} = 1.614 \quad \cosh \frac{2\pi d}{L} = 1.899 \quad \tanh \frac{2\pi d}{L} = 0.8501$$

$$Ah = \frac{\pi \times 6^2}{100} \left(1 + \frac{3}{4 \times 1.614^2} - \frac{1}{4 \times 1.899^2} \right) \frac{1}{0.8501} = 1.62 \text{ ft.}$$

$$\frac{\bar{H}}{\cosh \frac{2\pi d}{L}} = \frac{+6}{1.899} = \pm 3.15 \text{ ft.}$$

$$R_c = \frac{L}{2} (20 + 1.62 + 6) (20 + 3.15) - \frac{20^2}{2} = 119 \text{ ft.}$$

Tomando como $\gamma = 64 \text{ lb/ft}^3$

$$R_c = 119 \times 64 = 7620 \text{ lb/ft. lineal}$$

$$M_c = 1590 \text{ ft-ft/ft} = 102,000 \text{ ft-lb/ft lineal}$$

$L_c = 13.4$ sobre el fondo

$$R_t = -68.5 \text{ ft/ft} = 4380 \text{ lb/ft lineal}$$

$$M_t = -41500 \text{ ft-lb/ft lineal}$$

$L_t = 9.5$ ft sobre el fondo

(El signo (-) indica que el sentido de R_t y M_t son hacia el mar)

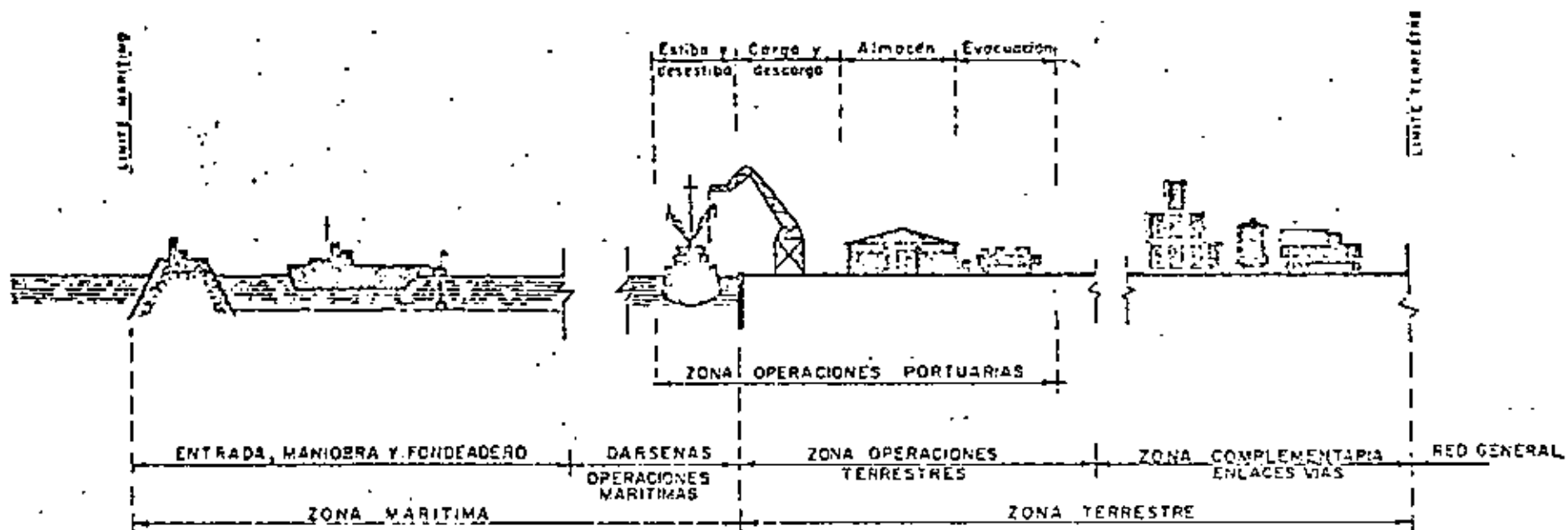


Fig. 1. ESQUEMAS DE LAS OBRAS, INSTALACIONES Y SERVICIOS

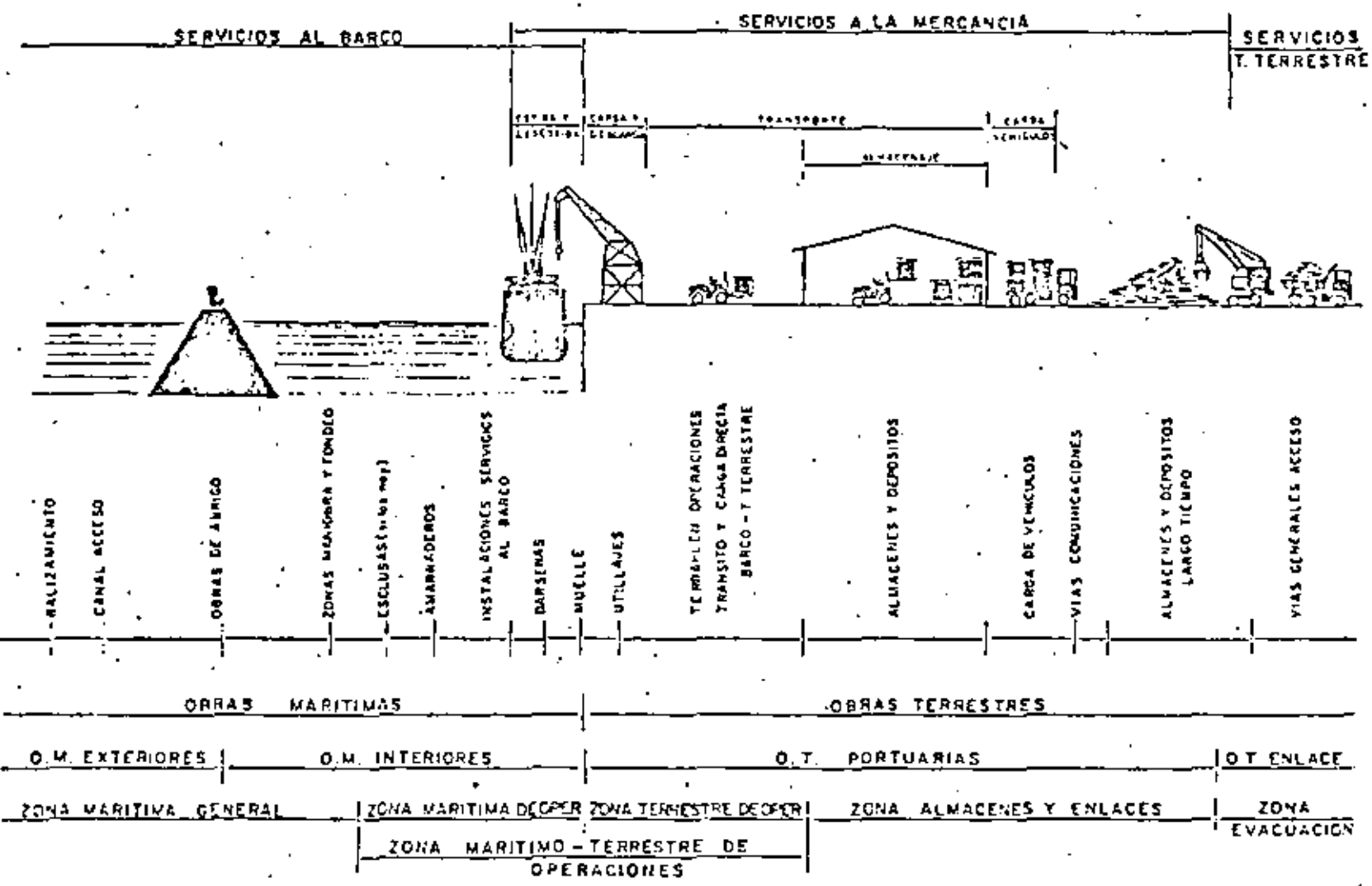
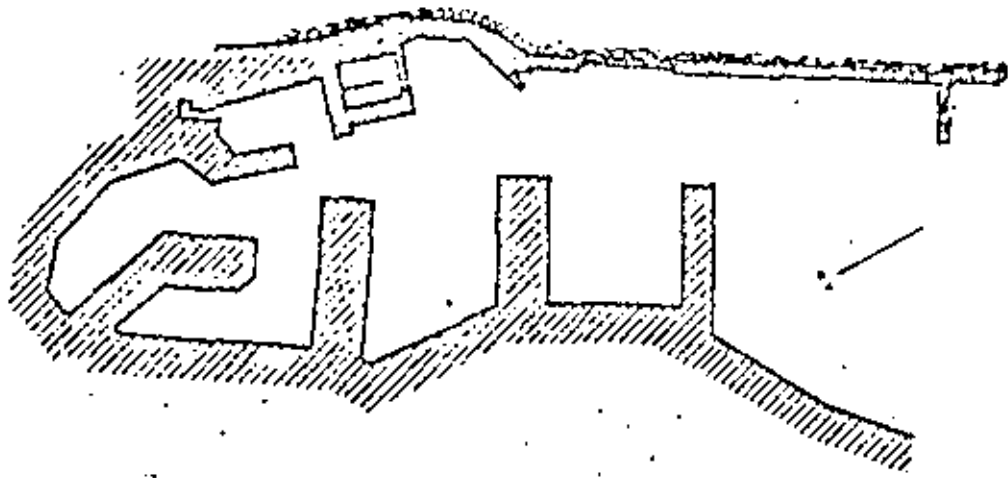
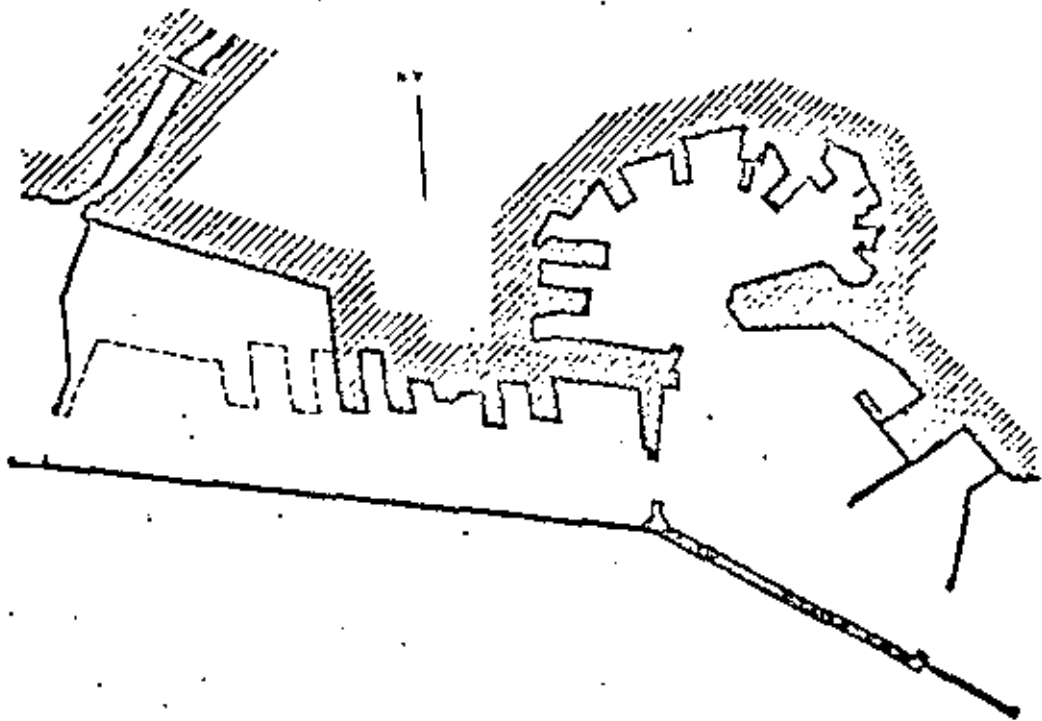


fig. 2.



DIQUE PARALELO A LA COSTA UNIDO A TIERRA. - BARCELONA



DIQUE AISLADO PARALELO A LA COSTA. - GENOVA

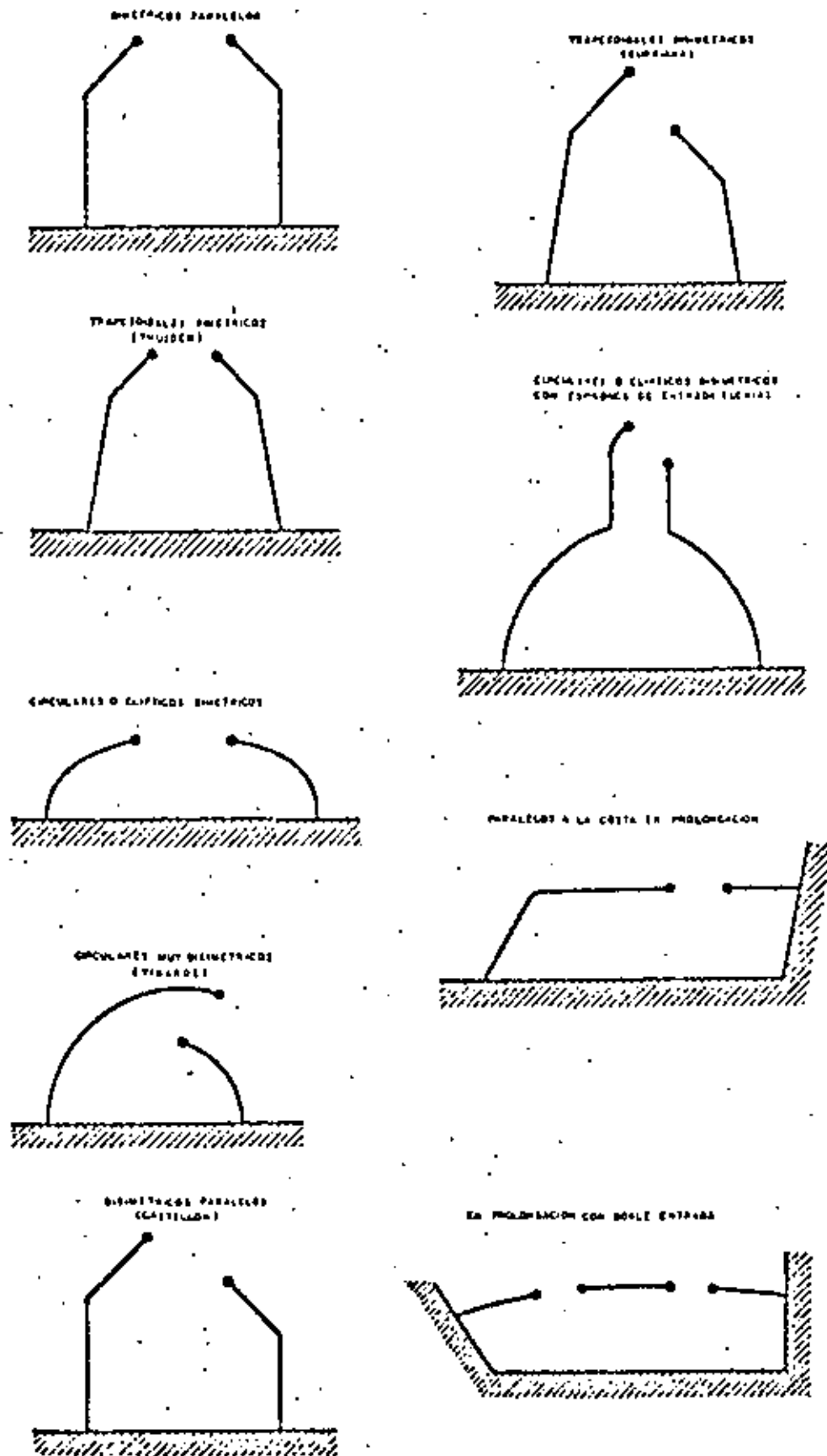
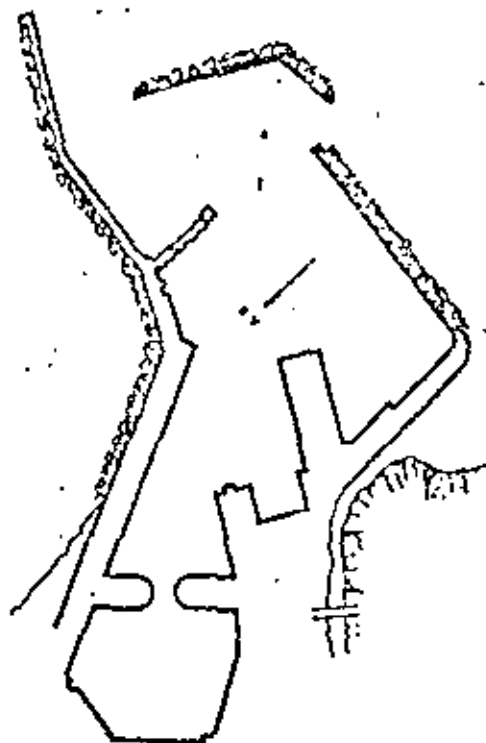
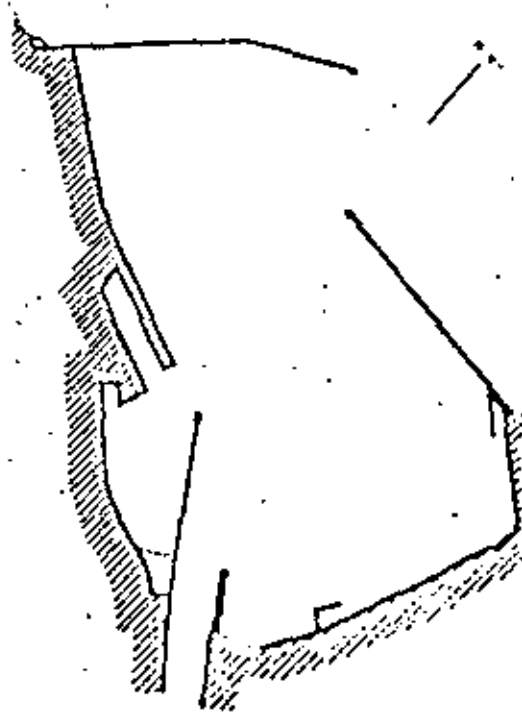


fig 5.



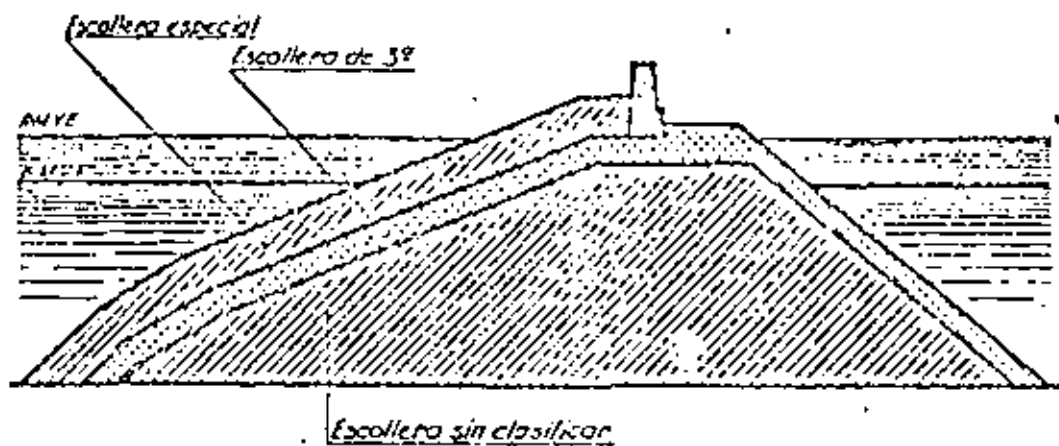
VALENCIA

fig. 6

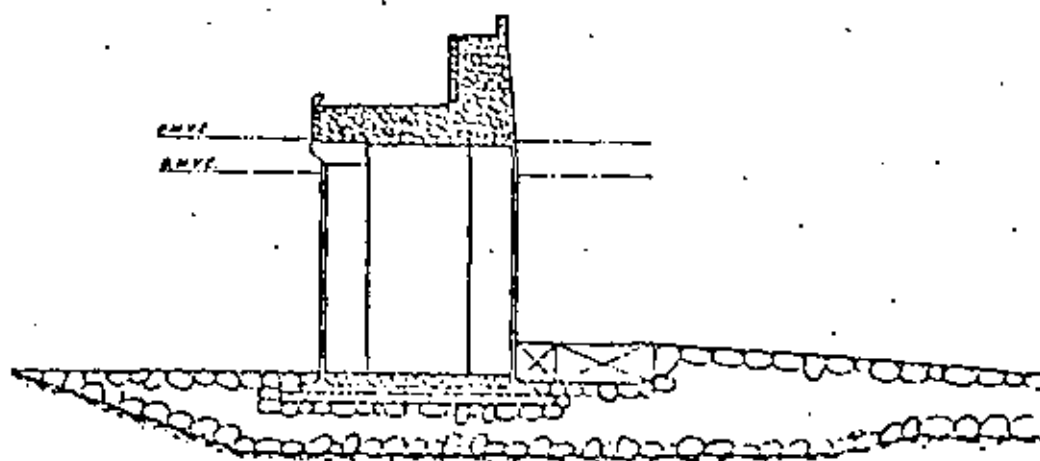


BILBAO

fig. 7



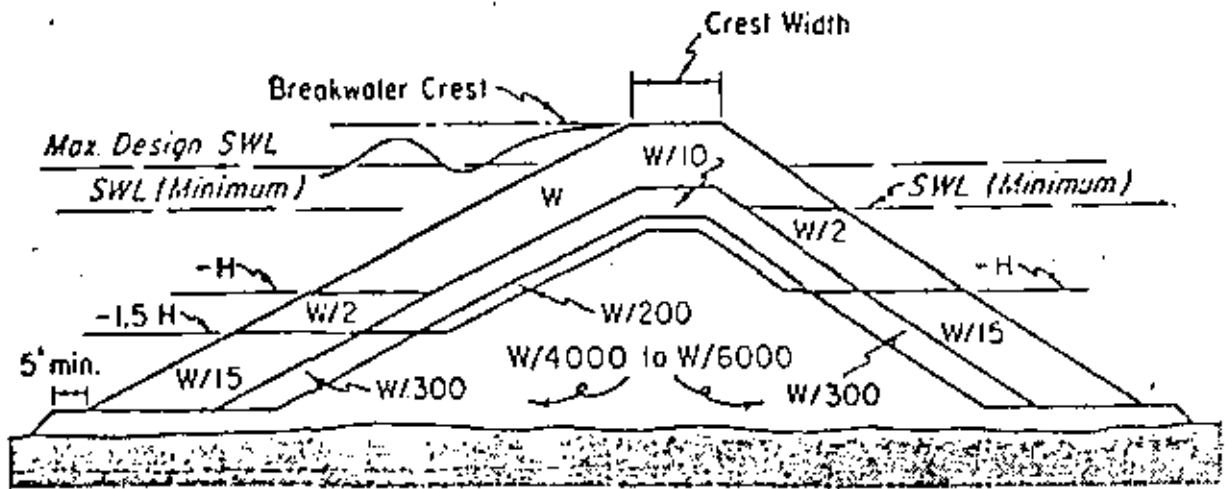
SECCION TIPO DE DIQUE ROMPEOLAS



SECCION TIPO DE DIQUE REFLEJANTE

Seaward

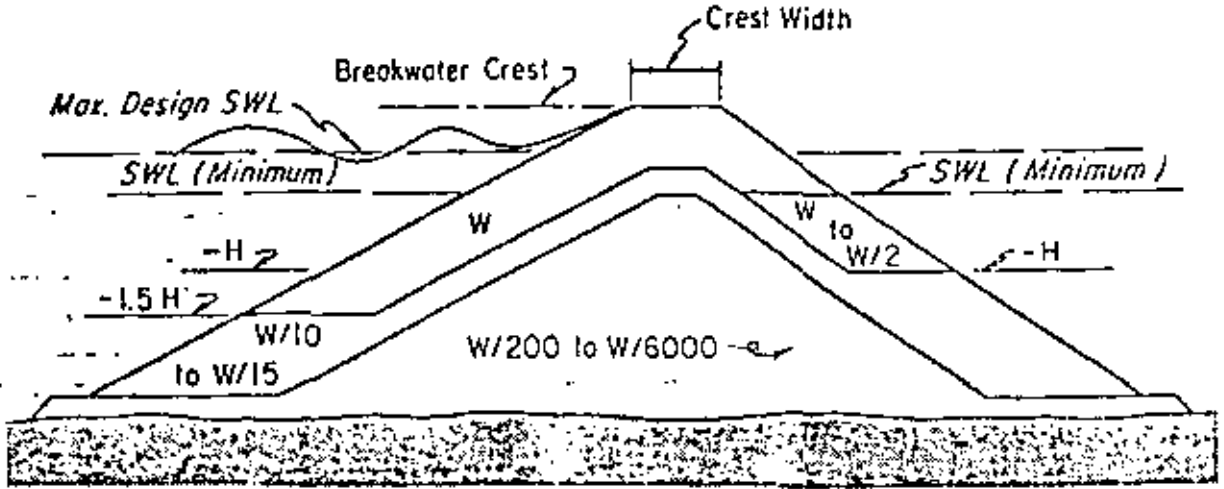
Leeward



Idealized Multilayer Section

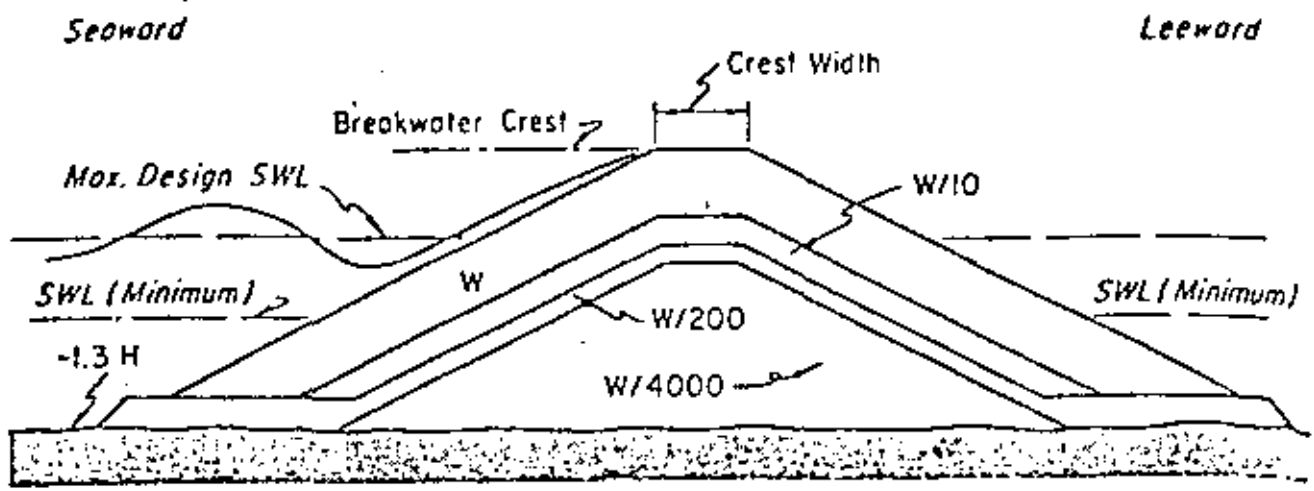
Rock Size	Layer	Rock Size Gradation (%)
W	Primary Cover Layer	125 to 75
W/2 and W/15	Secondary Cover Layer	125 to 75
W/10 and W/300	First Underlayer*	130 to 70
W/200	Second Underlayer	150 to 50
W/4000-W/6000	Core and Bedding Layer	170 to 30

*See Section 7.377g



Recommended Three-layer Section

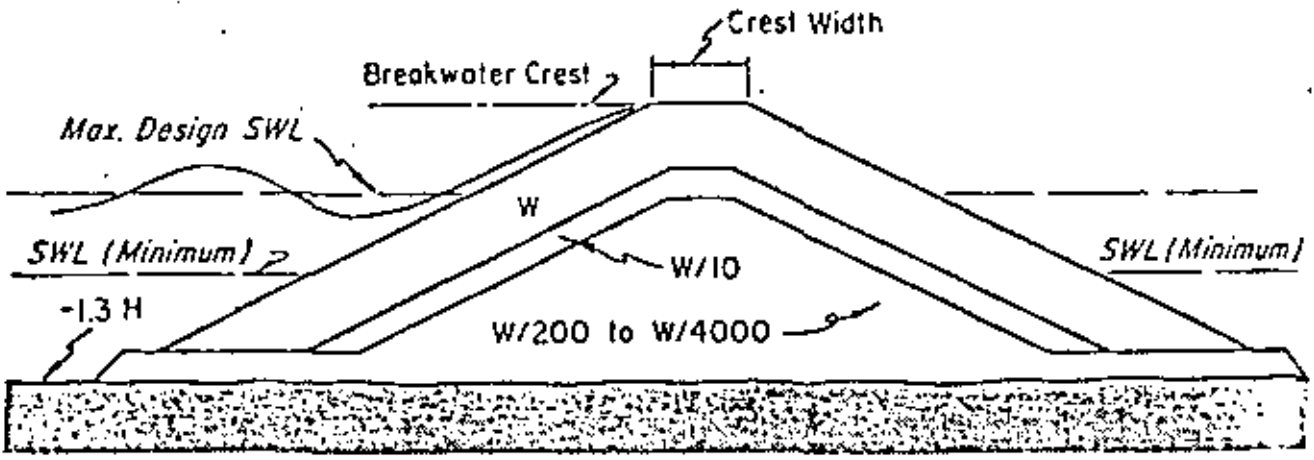
FIG.9 ENROCAMIENTO A TALUD PARA CONDICION DE OLA NO ROMPIENTE (NO OVERTOPPING)



Idealized Multilayer Section

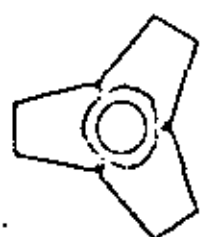
Rock Size	Layer	Rock Size Gradation (%)
W	Primary Cover Layer	125 to 75
W/10	First Underlayer*	130 to 70
W/200	Second Underlayer	150 to 50
W/4000	Core and Bedding Layer	170 to 30

*See Section 7.377g

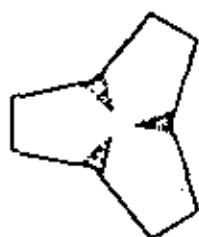


Recommended Three-layer Section

FIG. 10 ENROCAMIENTO A TALUD PARA CONDICION DE OLA ROMPIENTE (OVERTOPPING MODERADO).



Plan



Bottom



Plan



Bottom



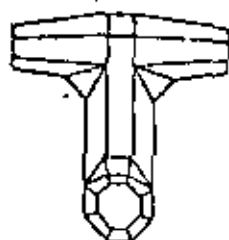
Elevation

QUADRIPOD

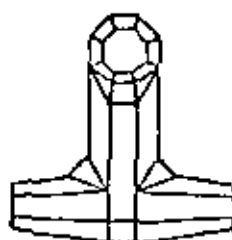


Elevation

TETRAPOD



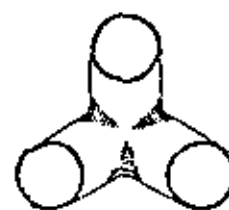
Plan



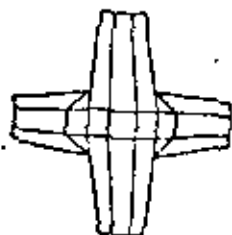
Bottom



Plan



Bottom



Elevation

DOLOS
(DOLOSSE, plural)



Elevation

TRIBAR

FIG. 11 ELEMENTOS DE CONCRETO PREFABRICADOS

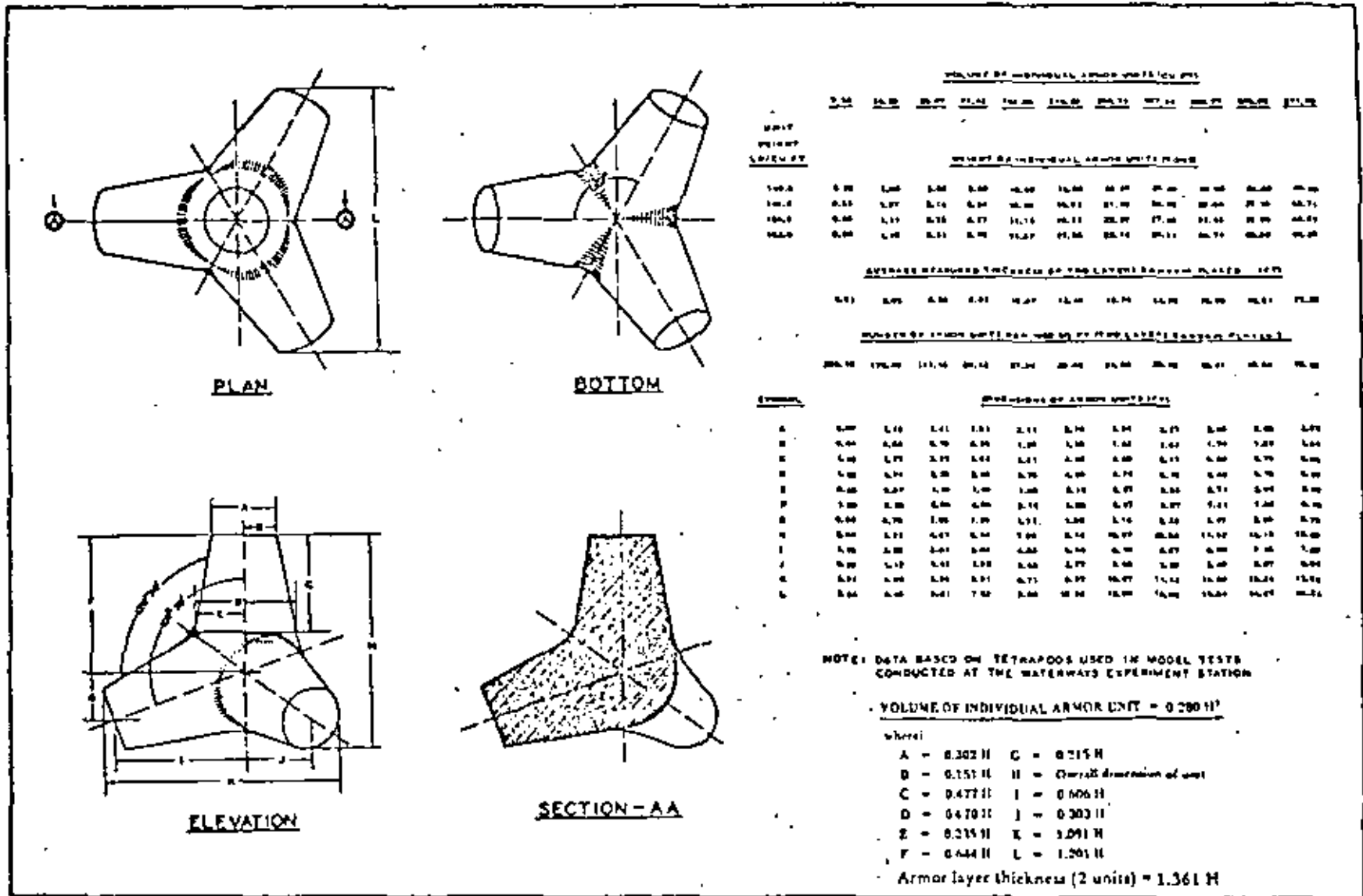


FIG. 12 ESPECIFICACIONES DEL TETRAPODO

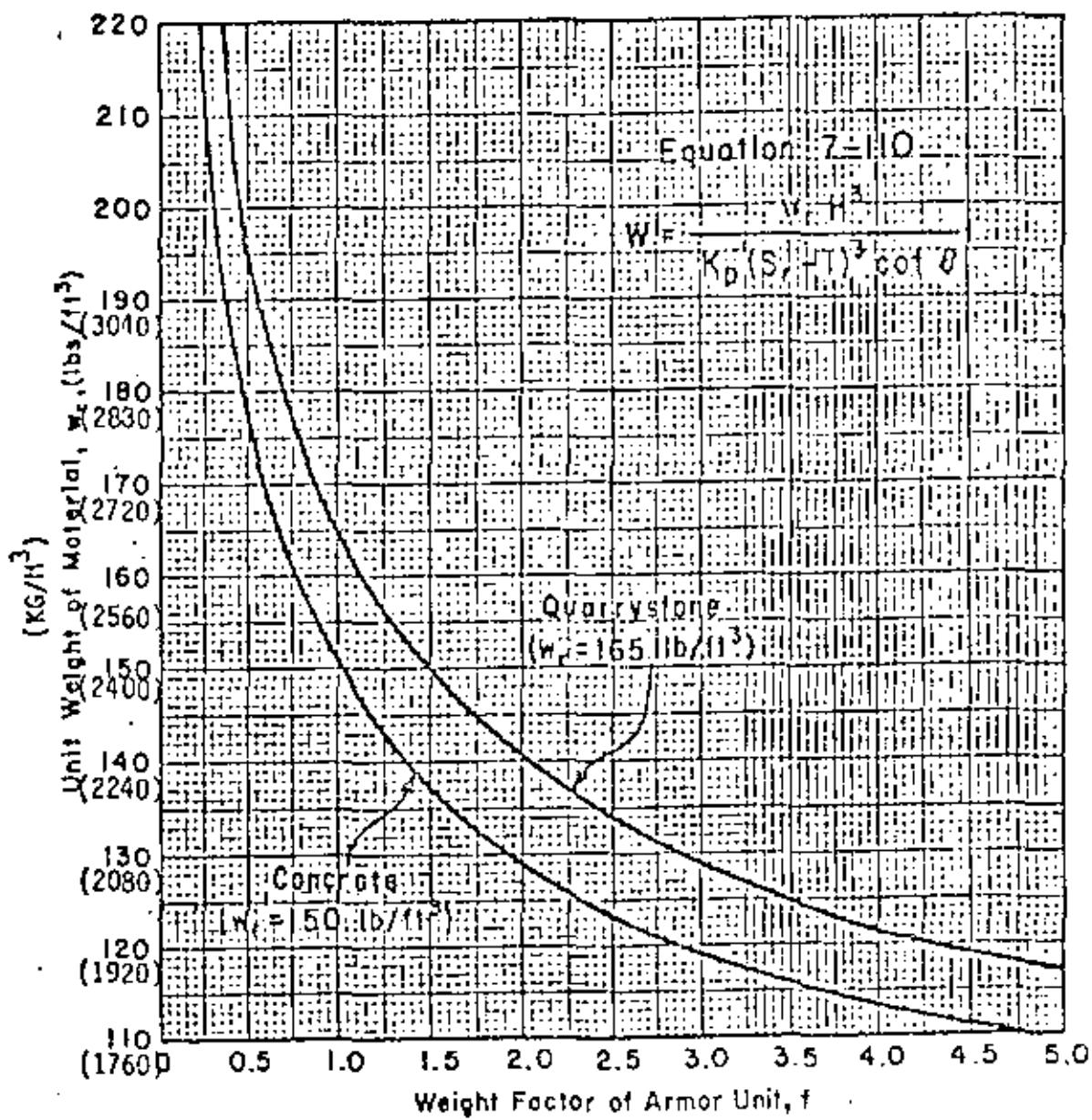


FIG. 13 EFECTOS EN EL CAMBIO DE PESO ESPECIFICO DE UNIDAD DE CORAZA

Concreto $W_r = 2400 \text{ Kg/m}^3$
 Piedra $W_r = 2650 \text{ Kg/m}^3$

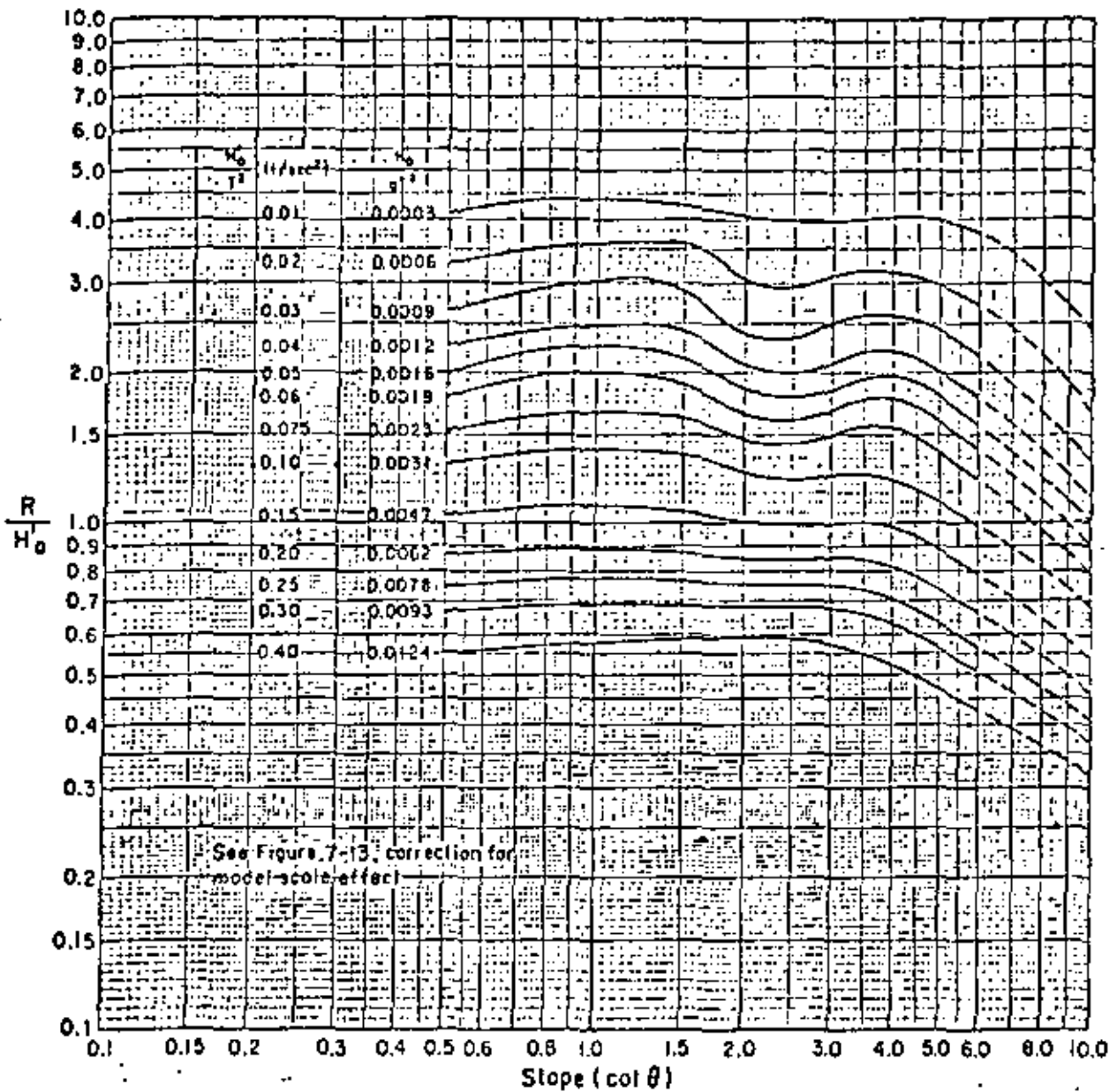


FIG. 15 RUN UP EN PENDIENTE IMPERMEABLE Y LISA
 $ds/H_0 = 0$ $B = 1:10$

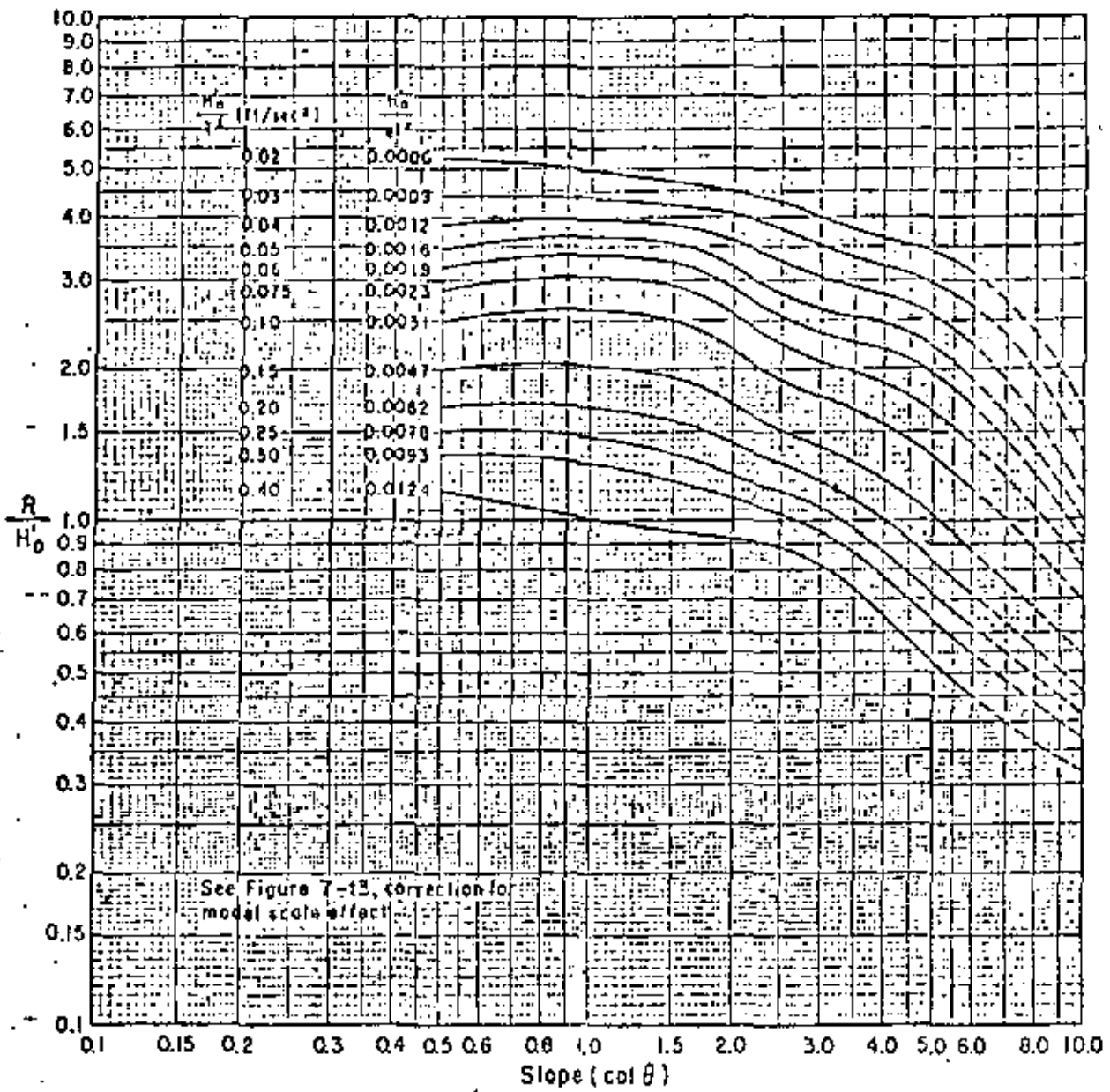


FIG. 16 RUN UP EN PENDIENTE IMPERMEABLE Y LISA,
 $d_s/H_0 = 0.45$ $B = 1:10$

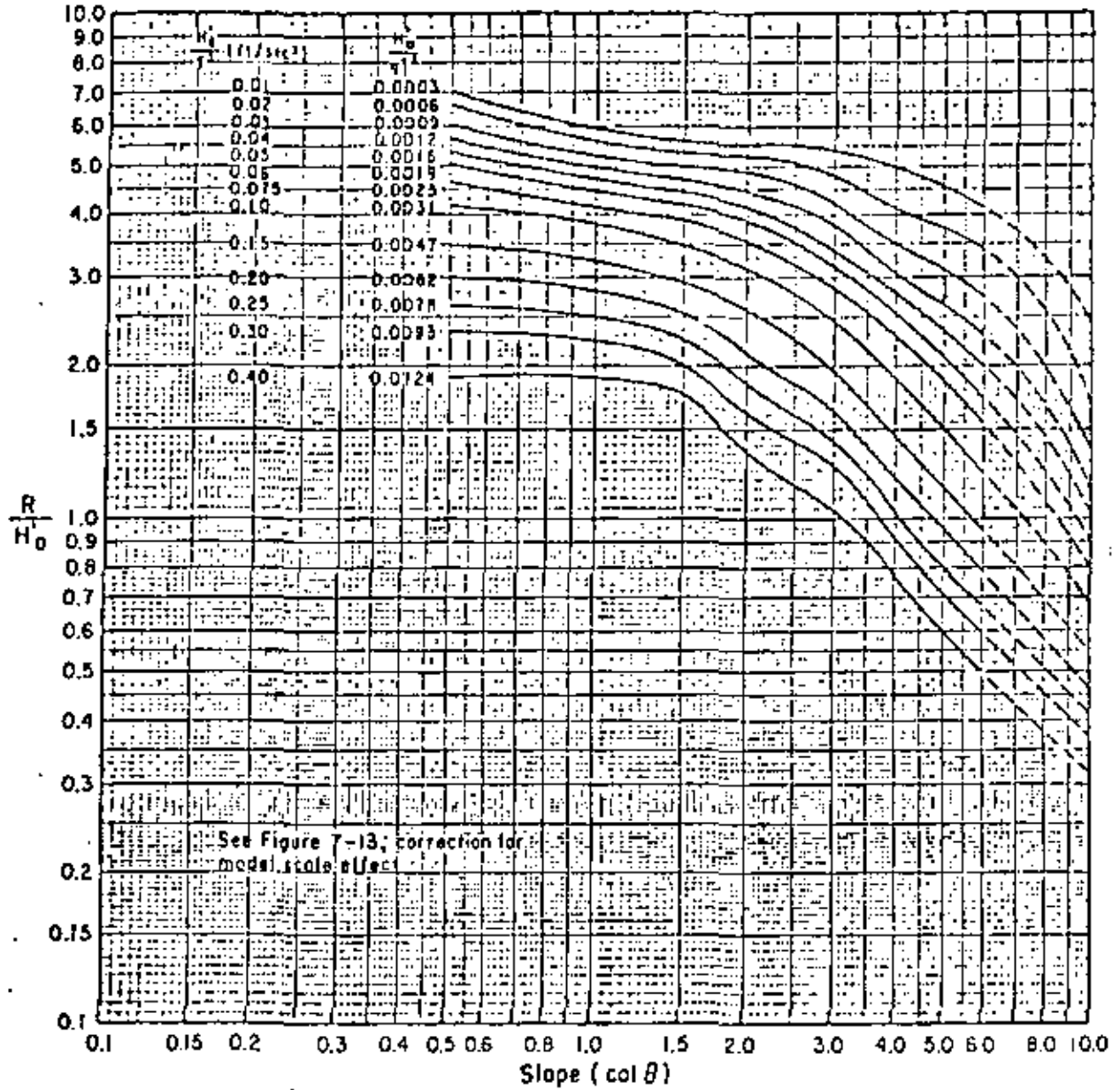


FIG. 17 RUN UP EN PENDIENTE IMPERMEABLE Y LISA,
 $d_s/H_0' = 0.8$ B: 1:10

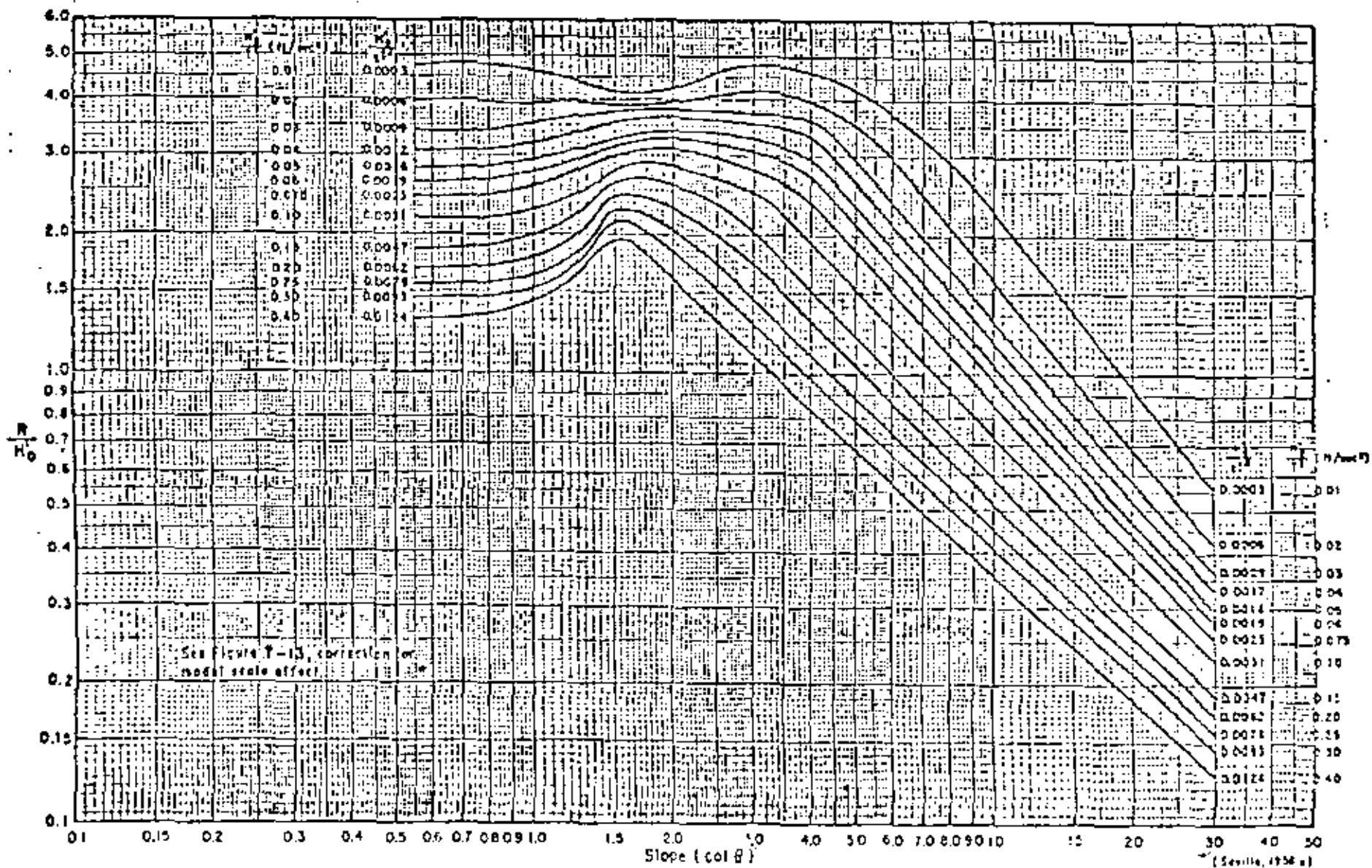


FIG. 18 RUN UP EN PENDIENTE IMPERMEABLE Y LISA
 $d_s/H_0 = 2.0$

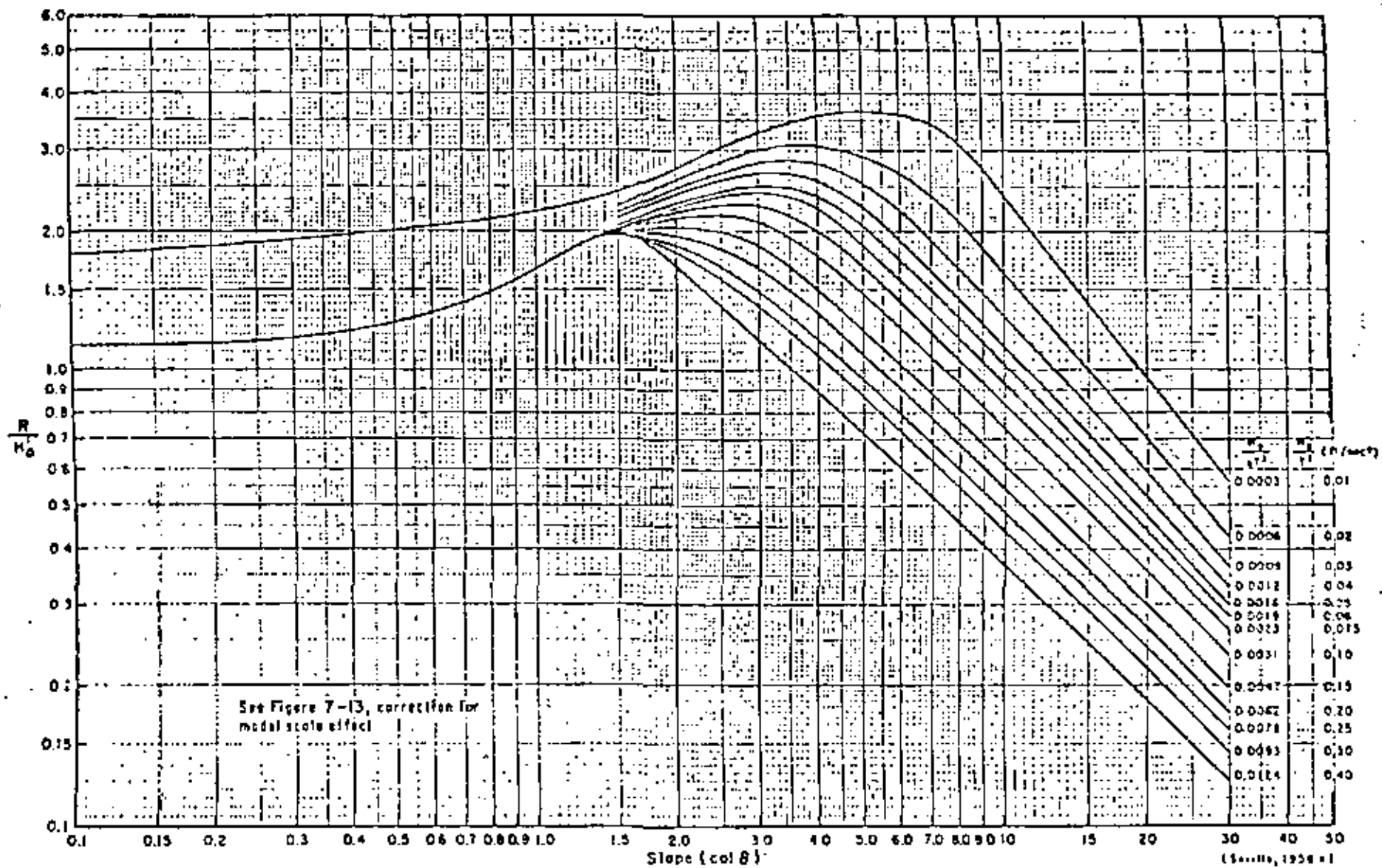


FIG. 19 RUN UP EN PENDIENTE IMPERMEABLE Y LISA

$$d_s / H_0 \approx 3$$

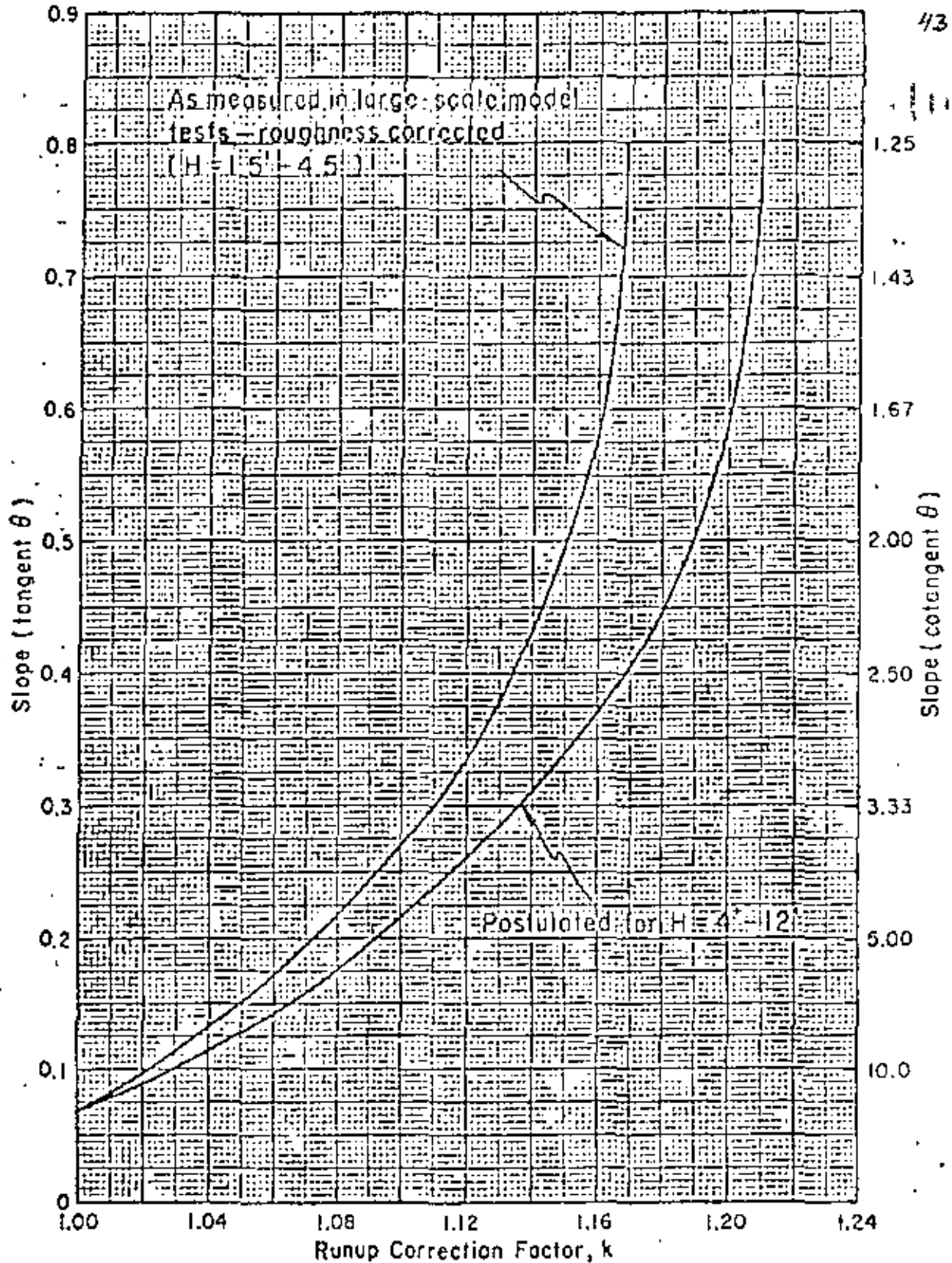


FIG. 20 CORRECCION AL RUN UP POR EFECTOS DE ESCALA.

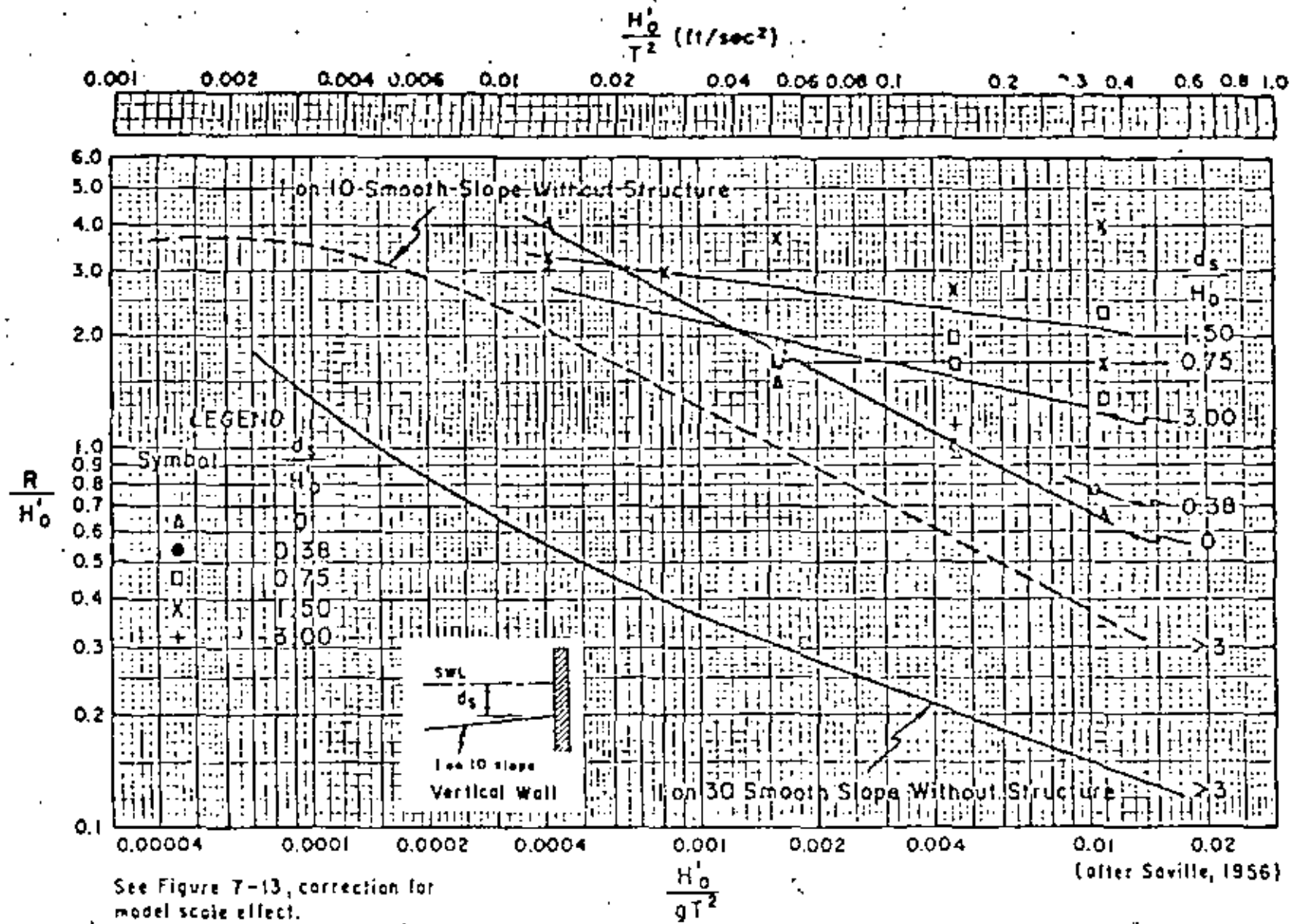


FIG. 21: RUN UP EN MURO VERTICAL E IMPERMEABLE VS. H_0/gT^2

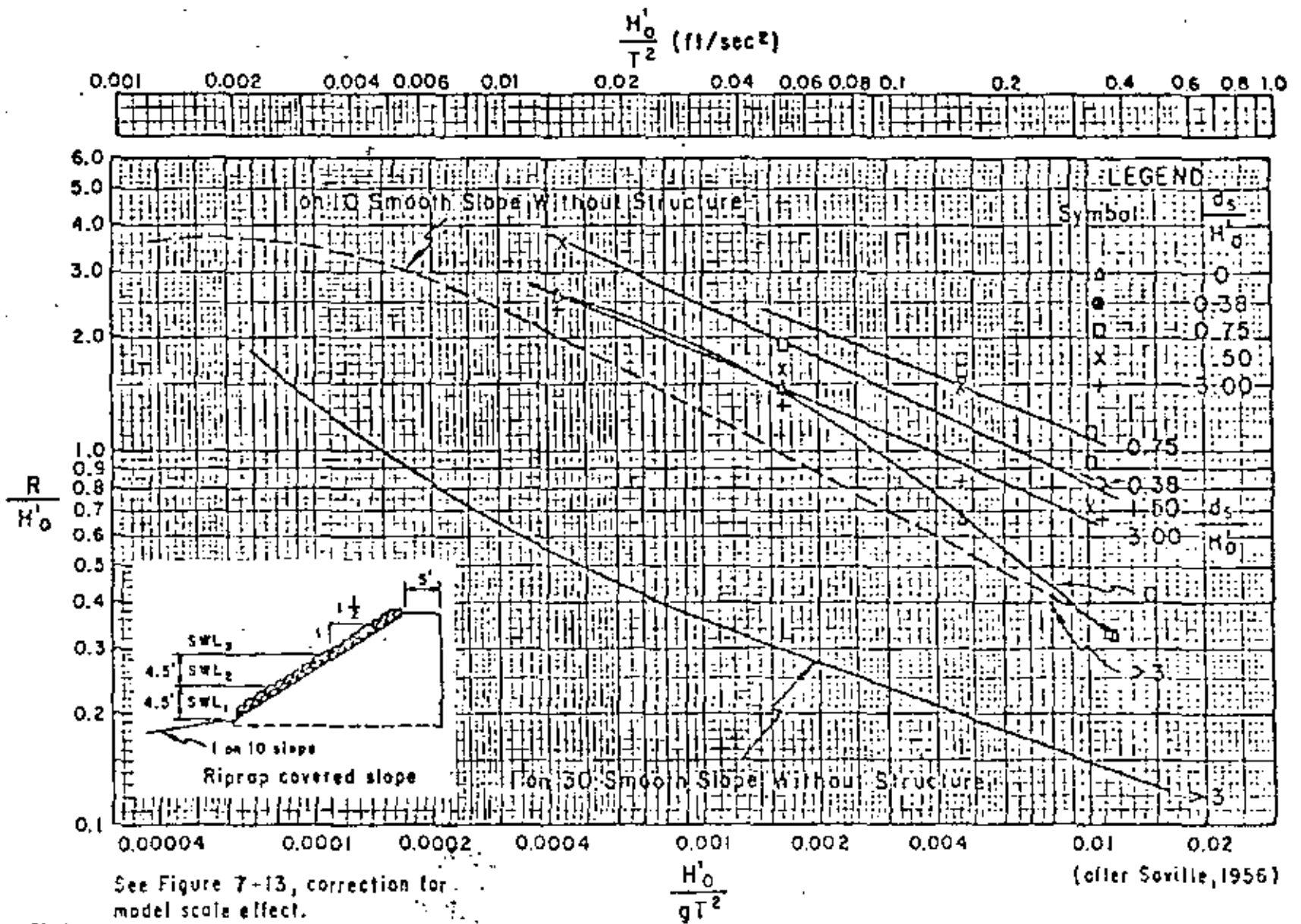


FIG. 22 RUN UP EN ENROCAMIENTO CON TALUD 1:1.5 VS. H_o / gT^2

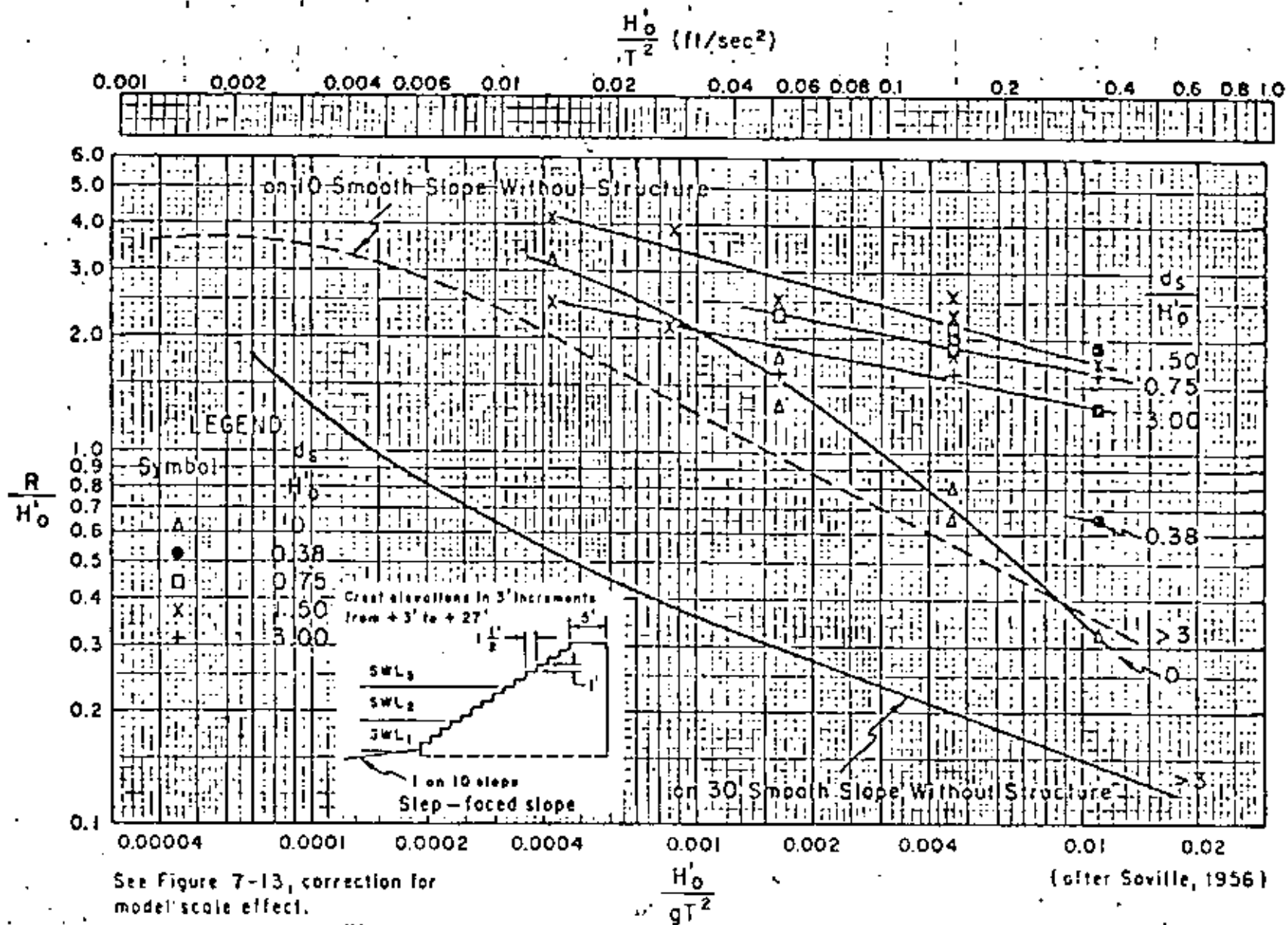


FIG. 23 RUN UP EN PENDIENTE ESCALONADA 1: 1.5 VS. H_o'/gT^2

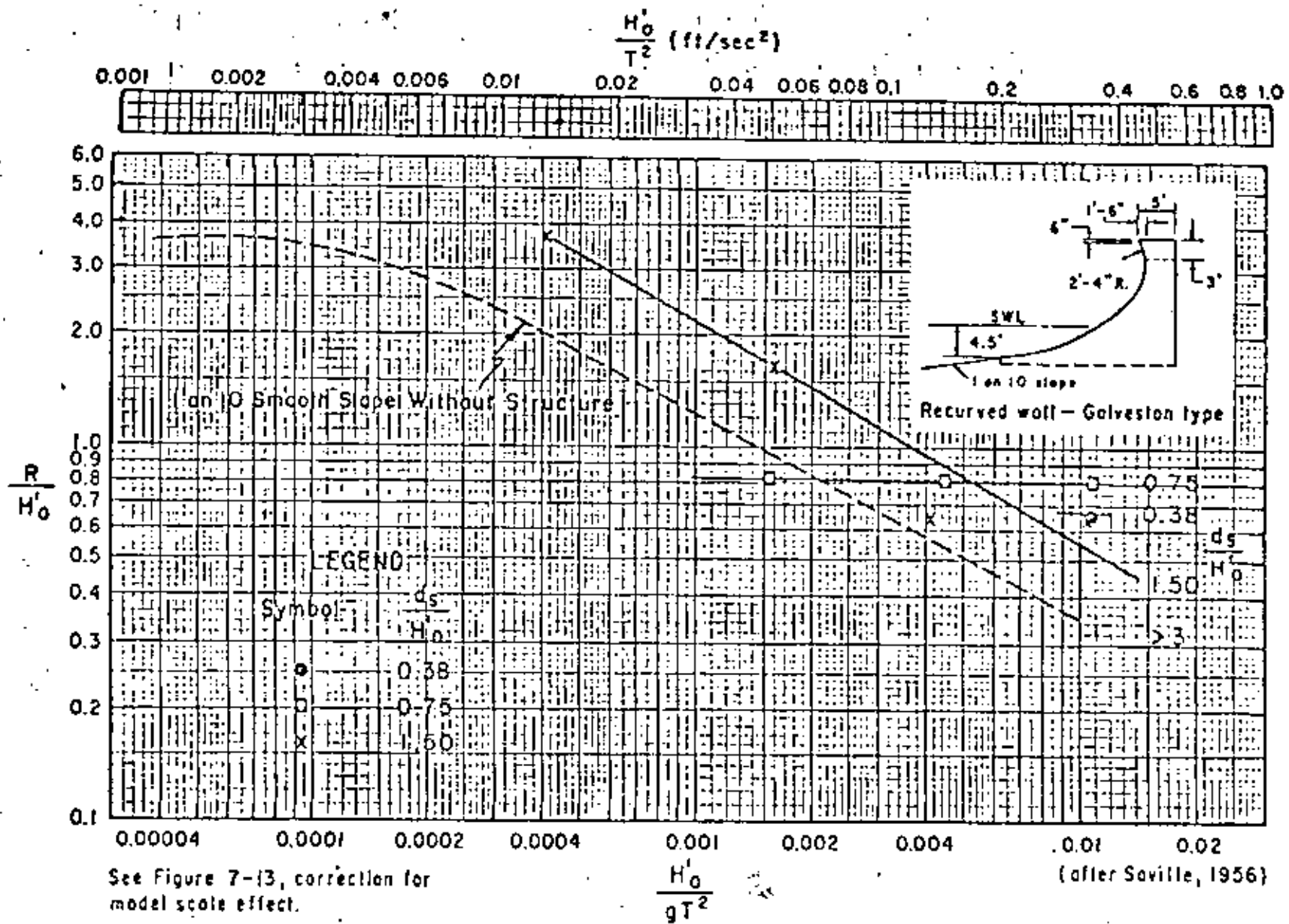


FIG. 25 RUN UP EN UN MURO DE MAR TIPO GALVESTON VS. H_0/gT^2

64

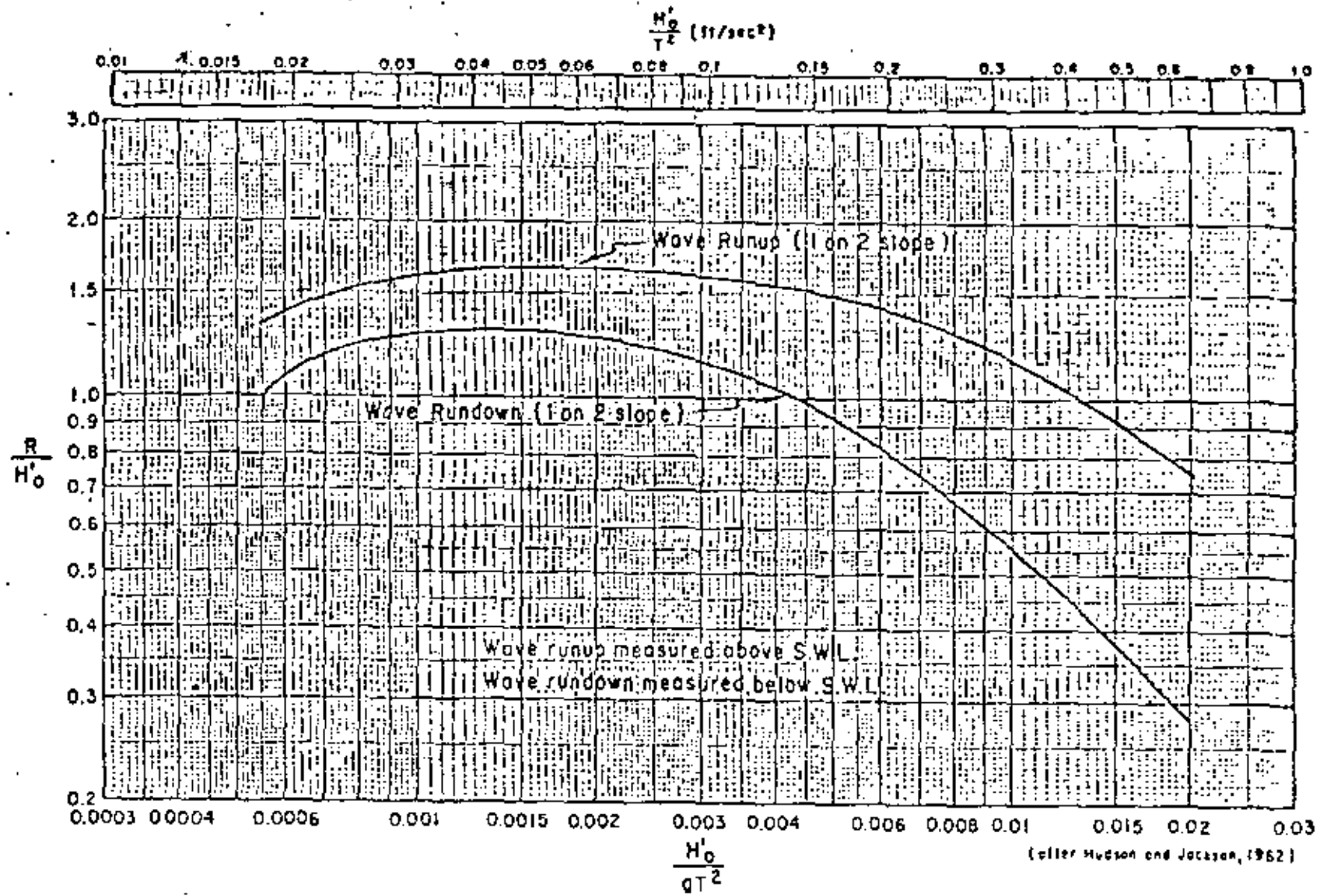


FIG. 26 RUN UP Y ESCURTIMIENTO EN ENROCAMIENTO GRADUADO, PENDIENTE 1:2 VS. H_0 / gT^2

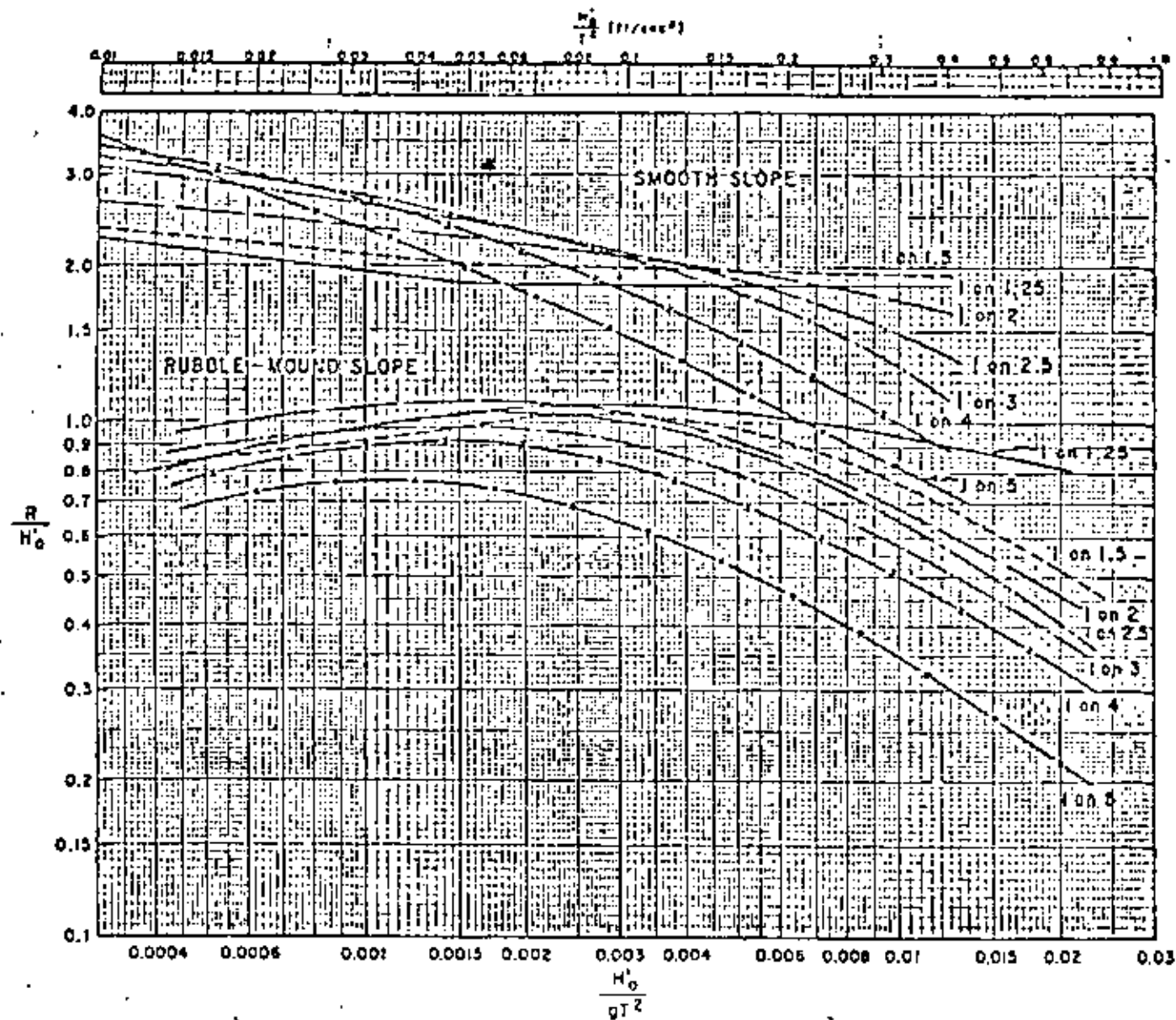


FIG. 27 COMPARACION DE RUN UP EN PENDIENTES LISAS Y RUGOSAS (Datos para $d_s/H_0 > 73.0$)

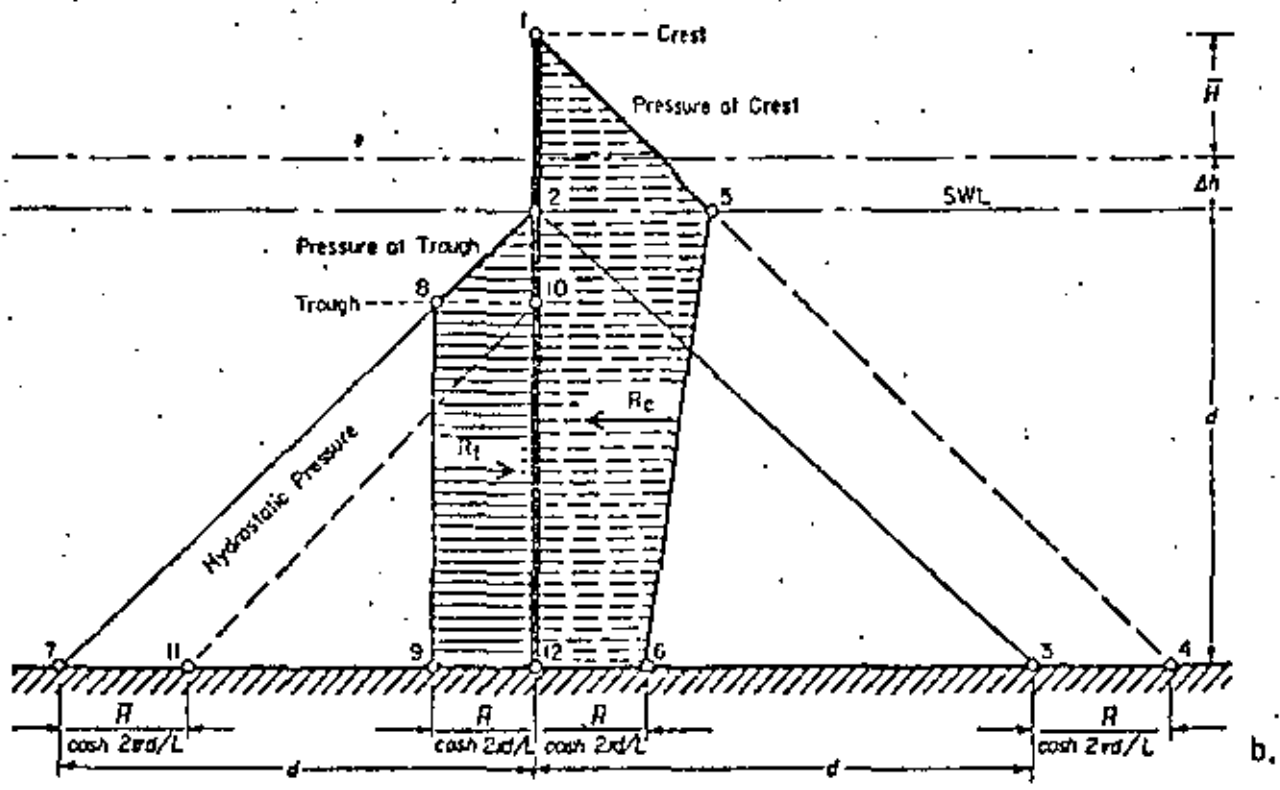
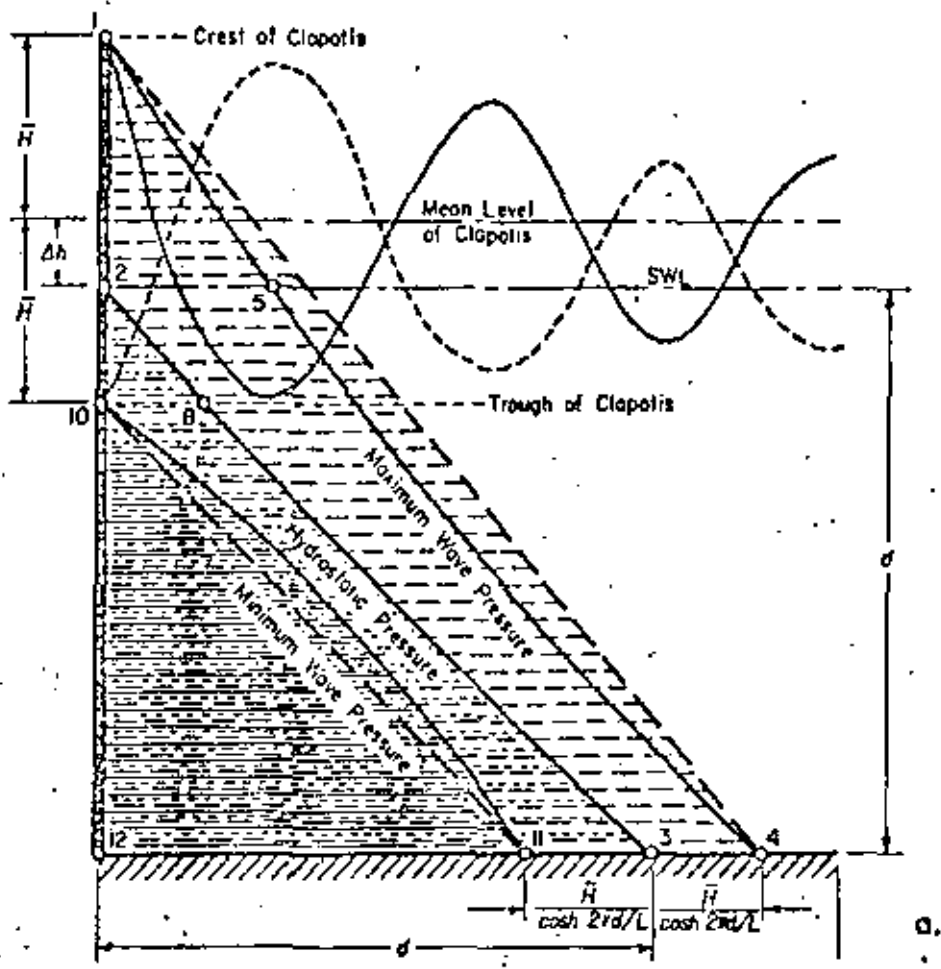


Fig. 28. Wave force diagrams for fully reflected waves

TABLA 1 VALORES DE K_D RECOMENDADOS PARA DISEÑO

Recommended* Values of K_D for Design of Structure Trunk

Breaking and Nonbreaking Waves, No-Damage and No-Overtopping Criteria

Unit	n	Placing Technique	K_D	
			Breaking Waves	Nonbreaking Waves
Smooth quarrystone	2	Random	2.1	2.4
Rough quarrystone	2	Random	3.5	4.0
Tetrapod	2	Random	7.2	8.3
Quadripod	2	Random	7.2	8.3
Tribar	2	Random	9.0	10.4
Tribar	1	Uniform	12.0	15.0
Dolos	2	Random	22.0**	25.0**

* Breaking-wave data are tentative and subject to change after more comprehensive ES 815 tests are completed.

** Tentative and subject to change after comprehensive ES 815 tests are completed. A few preliminary ES 815 tests, conducted in 1971, indicated that K_D for dolosse on steep slopes may be limited by slope failure rather than damage to the armor-unit cover layer. Therefore, a sea-side slope steeper than $\cot \alpha = 2.0$ is not recommended at this time.

Recommended* Values of K_D for Design of Structure Head

n = 2, Random Placing Technique, No-Damage and No-Overtopping Criteria

Unit**	cot α	K_D	
		Breaking Waves	Nonbreaking Waves
Smooth quarrystone	1.5-3.0	1.7	1.9
Rough quarrystone	1.5	2.9	3.2
Rough quarrystone	2.0	2.5	2.8
Rough quarrystone	3.0	2.0	2.3
Tetrapod and quadripod	1.5	5.9	6.6
Tetrapod and quadripod	2.0	5.5	6.1
Tetrapod and quadripod	3.0	4.0	4.4
Tribar	1.5	8.3	9.0
Tribar	2.0	7.8	8.5
Tribar	3.0	7.0	7.7
Dolos	2.0	15.0	16.5
Dolos	3.0	13.5	15.0

* Tentative and subject to change after comprehensive ES 815 tests are completed.

** No data presently available for other armor units.

54
 TABLA 2 TIPOS DE ELEMENTOS DE CONCRETO PREFABRICADOS

Name of Unit	Development of Unit		U. S. Patent Number	Reference Number
	Country	Year		
Akzon	Netherlands	1962	None	23
Bipod	Netherlands	1962	None	23
Cob	England	1969	None	24
Cube*	---	---	None	8
<u>Cube (modified)</u>	USA	1959	None	12
<u>Dolos</u>	Rep. So. Africa	1963	None	13
Dow	Mexico	1970	(?)	---
Gassho block	Japan	1967	None	25
Grobbelaar block	Rep. So. Africa	1957	None	26
Hexaleg block	Japan	(?)	None	27
<u>Hexapod</u>	USA	1959	None	12
Hollow square	Japan	1960	3,176,468	25,28
Hollow tetrahedron	Japan	1959	None	25,14,29
Interlocking H-block	USA	1958	None	30
H-shaped block	Japan	1960	3,176,468	25,28
<u>Pelican stool</u>	USA	1960	None	15
<u>Quadrupod</u>	USA	1959	None**	12
<u>Rectangular block*</u>	---	---	None	16
Stabit	England	1961	None	17
Stabilopod	Rumania	1965	None	31
<u>Sta-Bar</u>	USA	1966	3,636,713	32
<u>Sta-Pod</u>	USA	1966	3,399,535	32
Stolk cube	Netherlands	1965	3,548,600	33
Svee block	Norway	1961	3,210,944	34
<u>Tetrahedron (solid)</u>	USA	1942	None	12
<u>Tetrahedron (perforated)</u>	USA	1959	None	12
<u>Tetrapod</u>	France	1950	2,766,592	9,12
Toskane	Rep. So. Africa	1966	None	26
<u>Tribar</u>	USA	1958	2,909,037†	12,35
Trigon	USA	1962	(?)	---
<u>Tri-long</u>	USA	1968	None	36
Tripod	Netherlands	1962	None	23

* Cubes and rectangular blocks are known to have been used in masonry type breakwaters since early Roman times, and in rubble-mound breakwaters during the last two centuries. The cube was tested at WES as early as 1943.

** Patent for tetrapods applies also to quadrupods.

† Royalty free to agencies of U. S. Government.

The underscored units have been tested, some extensively, at WES.



centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam



PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS Y PORTUARIAS

INSTALACIONES PETROLERAS

ING. MARIO RODRIGUEZ DE LA GALA
VELAZQUEZ.

AGOSTO, 1980.



INSTALACIONES PETROLERAS

Este tipo de instalaciones es a la fecha el que más evolución ha tenido por la demanda mundial cada vez mayor de hidrocarburos y productos petroquímicos, ya que los pasos por los estrechos de Panamá y Suez limitante el primero por sus dimensiones físicas y el segundo obstruido en una época, obligaron a efectuar una revisión de los costos de transporte contra el tonelaje de las embarcaciones de hace veinte años, encontrándose que doblando los cabos de Hornos y Buena Esperanza, resultaban incosteables los fletes por las distancias tan considerables por recorrer desde las zonas de producción generalmente muy alejadas de los centros principales de consumo, con embarcaciones relativamente pequeñas.

Fué así como los grandes consorcios petroleros iniciaron los estudios tendientes a incrementar el porte de las embarcaciones de tal forma de abatir los costos, habiendo llegado paulatinamente a barcos de 100 000 TPM creyendo que el límite máximo serían las 200 000 TPM. Sin embargo, este tipo de embarcaciones tuvo problemas en un principio, propiciándose accidentes principalmente de quebrantamiento, ocasionando contaminaciones no solo del lugar del siniestro sino también de amplias zonas, debido a las corrientes oceánicas que transportaban los derrames a grandes distancias dañando la ecología, con el consiguiente desequilibrio de ésta.

Después de estudios en modelos y prototipos, se encontró que la relación entre vibraciones producidas por la máquina del barco y la eslora, propiciaban efectos que fatigaban el material estructural del barco propiciando su quebranto.

Solucionado este problema y deseando los armadores abatir al máximo los costos de transporte ya que estos crecen en una proporción menor que sus incrementos en capacidad, se inició la construcción en 1966 de barcos de 150 000 (Tokyo Maru de 153 687 TPM) y - - - 200 000 (Idemitsu Maru de 209 000 TPM), en 1973 de 300 000 (Universe Ireland de 326 000 TPM) y 500 000 (Globtik Tokyo de 483 664-TPM), sin que este último sea la capacidad límite prevista ya que existe el proyecto para fines del presente año, de poner en servicio un buque tanque de 707 000 TPM y el de un millón de toneladas de peso muerto, ya se encuentra en proyecto.

Como una justificación económica de la razón del aumento en tamaño de los barcos petroleros, es el ejemplo de una ruta tomada al azar (del Medio Oriente a Japón) con buques tanque de 48 000, 102 000, 153 000, 209 000 y 326 000 TPM.

Si se considera como unidad el precio por barril transportado en el barco de 48 000 TPM, los demás tendrían el costo mostrado en el siguiente cuadro:

[E]B

<u>T. P. M.</u>	<u>COSTO POR BARRIL</u>
48 200	1.0
102 000	0.672
153 000	0.562
209 000	0.485
326 000	0.457

Valores que por sí solos explican el por qué del incremento en tamaño de los buques tanque.

Ante este desenfrenado deseo de incrementar el porte de las embarcaciones que se inicio en 1959 con la construcción de los barcos superiores a las 100 000 TPM pensando-solo en abatir los costos de transporte sin detenerse a meditar en el daño que pudieran ocasionar a la vida marina, los puertos principalmente de recibo de productos tanto en Asia como Europa, se dieron a la tarea de adecuar sus puertos existentes para poder recibir a estas embarcaciones, no previstas aún dentro de las planeaciones portuarias más futuristas.

Sin embargo, en vista de que la construcción de un barco de los portes mencionados toma del orden de 12 meses para su botadura, tiempo varias veces menor que el necesario para efectuar los trabajos tendientes a construir las instalaciones portuarias y profundización de los canales y dársenas adecuadas, ha sido necesario que las autoridades portuarias y las compañías directamente interesadas

B) das se aboquen a la investigación de sistemas en los cuales el --
puerto no fuera imprescindible para la operación de estos verdade-
ros gigantes del mar.

Así, se ha caído en soluciones de instalaciones mar adentro, algu-
nas de ellas que recuerdan a las utilizadas hace 50 años ó más.

Para seguir un orden cronológico, las instalaciones petroleras --
pueden dividirse en:

1. Portuarias
2. Mar adentro

INSTALACIONES PETROLERAS PORTUARIAS. - Son aquellas localizadas co-
mo su nombre lo indica, dentro de la protección del puerto mismo.

Estas a su vez, por su tipo pueden dividirse en:

Tipo "T"

Tipo "L"

Tipo "Marginal"

Tipo "Espigón" (perpendicular a la línea -
de costa ó margen o esviaja-
do).

E B)

Por ser los barcos petroleros los de mayor porte navegando actualmente, por razones de seguridad y de economía, se deberán localizar sus instalaciones de atraque lo más próximo a la entrada del puerto, ya que en caso de un siniestro, es más fácil que el barco se aleje del puerto sin causar mayores daños al resto de las instalaciones.

En cuanto a la economía, es obvio que estando los muelles más cercanos a la bocana menor será el volumen necesario a dragar.

MUELLE EN "T"

Este muelle puede considerarse como el pionero de los muelles petroleros en los puertos bien sean de mar o fluviales, fundamentalmente porque estas obras fueron construídas en sus inicios por -- las propias compañías explotadoras del petróleo en países ajenos, en donde más les interesaba la extracción desmedida en el menor tiempo posible, que efectuar obras que reportaran beneficios duraderos al país propietario del petróleo.

Así, se encuentra que para evitar dragados, se llevaba la plataforma de operación del muelle hasta encontrar la profundidad natural necesaria, comunicándola con una pasarela hasta tierra en la

[EB]

cual se colocaban las tuberías y servía para el tránsito de peatones y vehículos.

Este muelle tiene la particularidad por ser generalmente paralelo a la margen del río o costa, de ocupar un espacio de éstas igual a la eslora del barco mayor que se espera recibir, más un margen de seguridad a proa y popa, con respecto a las instalaciones adyacentes.

En las figuras (1), (2), (3), (4) y (5) se muestran algunos ejemplos de muelles "T".

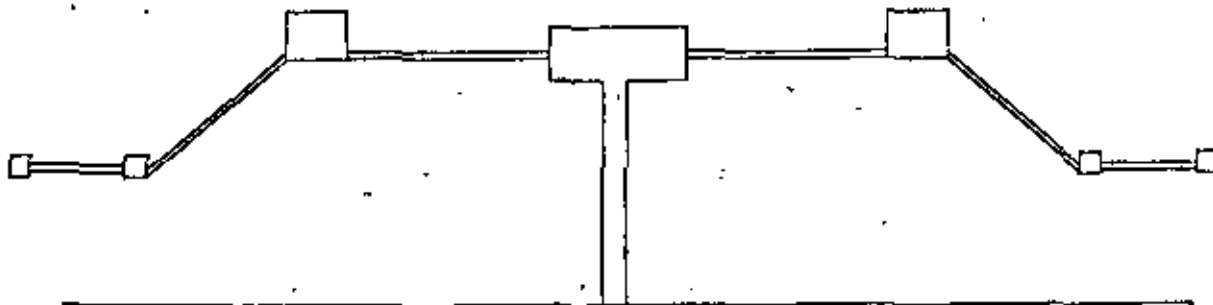
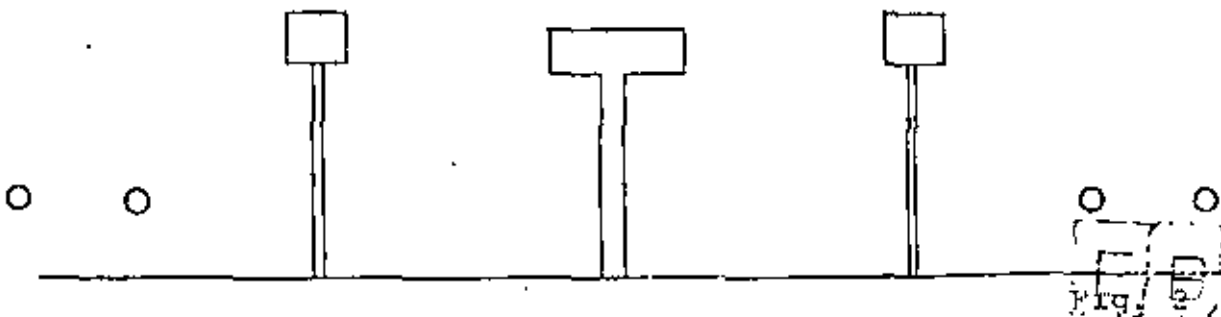


Fig. 1



[B]

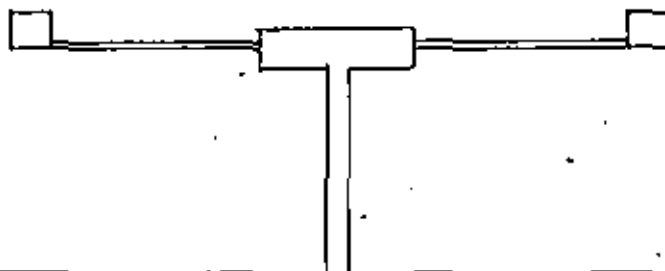


Fig. 3



Fig. 4

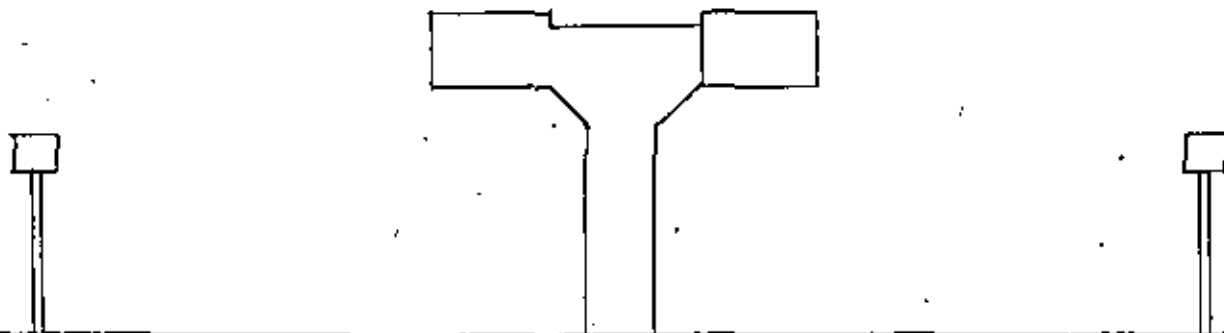


Fig. 5

[EB]

MUELLE EN "L"

Este tipo es una variante del muelle en "T" con el mismo criterio de operación con la diferencia de que la pasarela de comunicación en lugar de localizarse al centro de la plataforma de operación se sitúa en uno de sus extremos. Ver figuras (6) y (7).

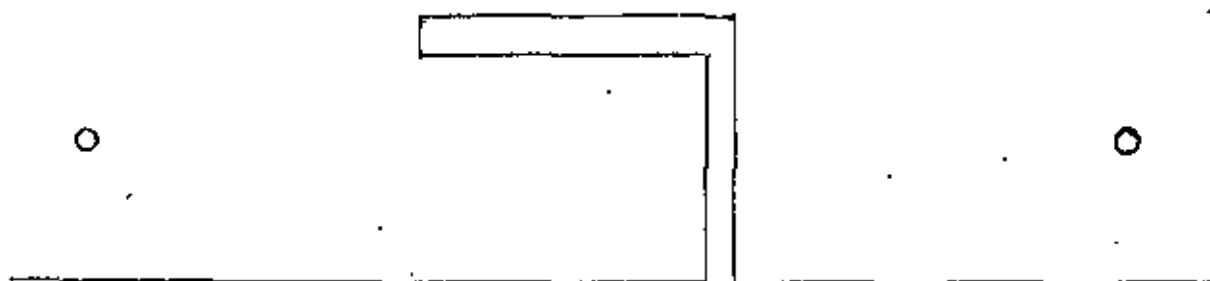


Fig. 6

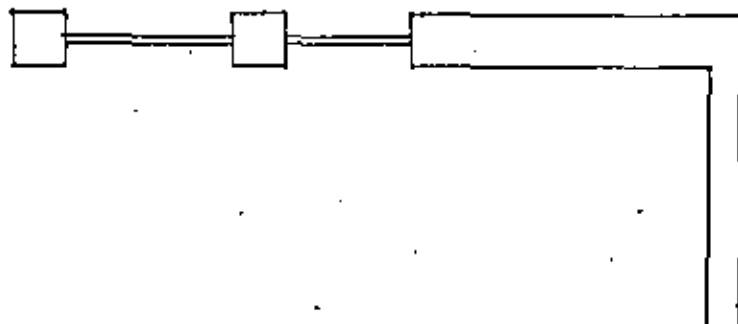


Fig. 7

MUELLE MARGINAL

Como su nombre lo indica, su construcción es paralela a la costa o margen muy próxima a éstas. Generalmente se hacen continuos para el atraque de varias embarcaciones simultáneas.

EB

[B]

...ce la ventaja de poder transitar por él facilitando el amarre
...os cabos del barco. Sin embargo, su longitud es equivalente a
...slora del barco más una longitud adicional a proa y a popa co
...argen de seguridad con las embarcaciones adyacentes. Ver Fig.

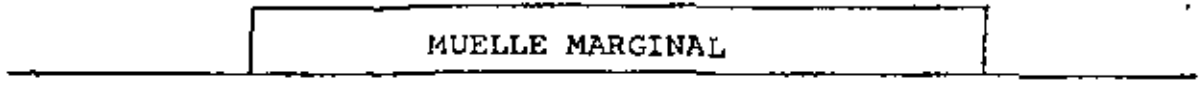


Fig. 8

MUELLE EN ESPIGON

...tos pueden ser perpendiculares o esviados con respecto a la
...nigen del río o costa.

...os buques tanque, son embarcaciones cuya carga es distribuida a
...os compartimentos mediante una red de tuberías a bordo sin que --
...a necesario mover el barco para llenarlo en su capacidad total --
...o sucede con otro tipo de barcos ó que los equipos terrestres --
...quieran sufrir desplazamientos para tal fin, ya que a [bocda] [exis]

[B]

EIB

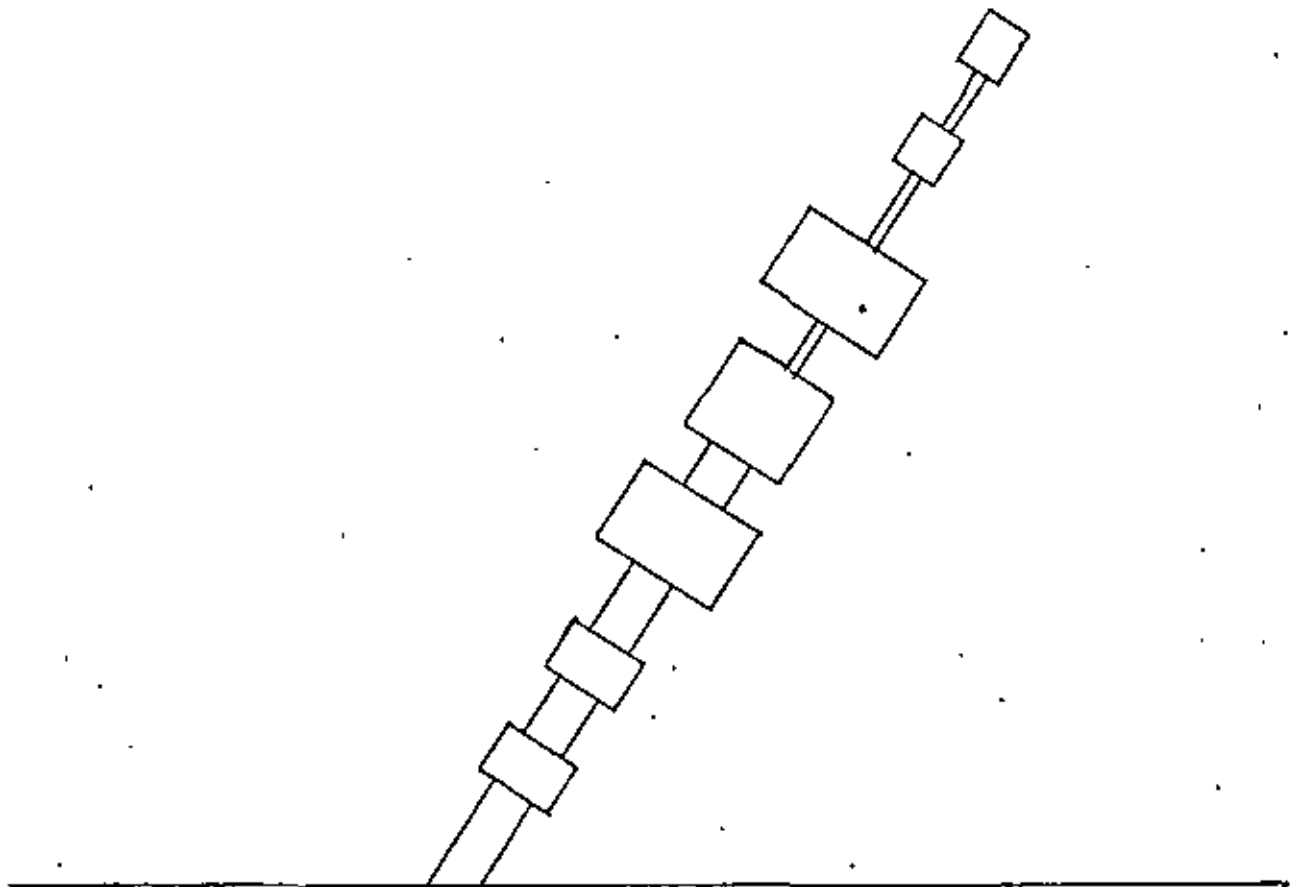


Fig. 10

Cuando la localización de la instalación portuaria así lo permite, el muelle en espigón es el tipo más adecuado por los siguientes -- motivos principales:

- 1) Menor ocupación de margen o dicho en otras palabras, ocupación de la margen con mayor eficiencia.
- 2) Mayor economía en construcción.
- 3) Mejor control de las áreas de operación.

1) Ocupación de la margen con mayor eficiencia.

EIB

Esto es obvio ya que al quedar perpendiculares los muelles a la --

margen ó costa, prácticamente donde opera un barco en un muelle - marginal es factible el atraque de cuatro barcos del mismo porte.

2) Mayor economía en construcción.

Si se considera que un muelle en "T" tiene los mismos componentes que un muelle en espigón solo que dispuestos en otra forma, se observa que mientras en un muelle en "T", atraca un solo barco, en el muelle en espigón lo hacen dos simultáneamente.

3) Mayor control de las áreas de operación.

Esto es resultado de la concentración de las instalaciones en una menor longitud de margen o costa, reduciéndose la vialidad, vigilancia y demás servicios terrestres, principalmente tuberías de producto.

Como se puede observar, cada tipo de muelle cumple con su cometido según las condiciones del lugar donde se localice pues aunque alguno de ellos puede ser más eficiente que otro, existen ciertas limitaciones que no permiten el uso del muelle en espigón que resulta ser el más adecuado según se mencionó en párrafo anterior.

Estas limitaciones principales pueden ser:

1. Vientos reinantes
2. Dimensiones físicas del puerto

EB

F B

3. Corrientes acuáticas
4. Resonancia del vaso portuario
5. Vida útil de la instalación

1. Vientos reinantes.

Lo ideal para un muelle en espigón es que los vientos reinantes sean en el sentido de su eje longitudinal, lo que algunas veces no es posible lograrlo por la planeación misma del puerto.

2. Dimensiones físicas del puerto.

Esto es común en aquellos puertos fluviales cuya ría es de poca anchura. No obstante esta limitación podría superarse dragando hacia adentro de alguna de las márgenes; sin embargo, la ampliación del área hidráulica traería como resultado la disminución de la velocidad del agua y consecuentemente el depósito de azolve.

3 Corrientes acuáticas.

Aún en rías de suficiente anchura, con dirección de vientos en la condición ideal, puede existir el problema de fuertes velocidades de corriente que dificulten las maniobras de atraque y desatraque.

E B

4. Resonancia del vaso portuario.

Cuando se presenta este caso, se deberá buscar la orientación más adecuada que contenga la resultante de los parámetros anteriores, así como el de la resonancia que podría estar produciendo constantes movimientos de acercamiento y alejamiento del barco al muelle con los consiguientes perjuicios para la estructura del muelle y los equipos instalados y por que no, de la embarcación misma.

5. Vida útil de la instalación.

Este aspecto también puede definir en cierta forma el tipo de muelle a construir.

En cuanto a los materiales que se utilicen, dependerán de las siguientes condiciones:

1. Tiempo disponible para ponerlo en operación.
2. Dimensiones propias del muelle.
3. Disponibilidad de materiales
4. Condiciones ambientales.

1. Tiempo disponible para ponerlo en operación.

Cuando la instalación se requiere con urgencia habrá que pensar en utilizar los materiales existentes en el área. Una solución muy --

[EB]

ETB

común en el caso de muelles petroleros, es la de utilizar tubería (generalmente de recuperación) con la cual la fabricación de pilotes es sumamente rápida. Asimismo, por estar sometidos estos muelles principalmente a cargas horizontales, la tubería es también una buena solución para la fabricación de la superestructura incluyendo los elementos que le proporcionan la rigidez adecuada.

2. Dimensiones propias del muelle.

Si por el porte de las embarcaciones que atraquen al muelle se requieren elementos de cimentación muy robustos y dependiendo del tipo de suelo, pueden utilizarse pilotes de acero ó pilotes huecos de concreto, ambos de gran diámetro .

Sin embargo, siempre existe una relación directa entre el porte de la embarcación y la profundidad del agua e hincas de los pilotes donde se desplante la obra. Por tal motivo y por la facilidad de fabricación y manejo los pilotes de tubería de acero, son los más recomendables, para muelles que reciban embarcaciones de porte mayor.

Es evidente que al proyectar una instalación portuaria petrolera no es solamente ésta en sí, sino que debe de tomarse en cuenta para fines de la planeación terrestre, la necesidad de contar con -

ETB

las áreas suficientes para la localización de tanques de almacenamiento bien sea para recibo de los productos o para la expedición de estos por vía marítima.

Dependiendo del área de influencia que esta terminal de almacenamiento tenga, serán las dimensiones de los terrenos necesarios.

En algunos países altamente industrializados, no solo consideran las áreas para los patios de tanques sino también los espacios necesarios para la erección de refinerías desde donde parten los productos elaborados.

Para la localización de estas áreas terrestres, se sigue el mismo criterio seguido para los muelles: es decir, alejados del puerto comercial y en lo posible, lo más próximo a los muelles para disminuir los tiempos necesarios de operación de los barcos.

Cuando se trata de puertos prácticamente saturados de instalaciones y cuyas posibilidades de expansión son nulas o carecerían de las reglamentaciones de seguridad para los grandes supertanques, se opta por construir terminales ó puertos petroleros independientes de los antiguos puertos convencionales.

Sin embargo, por lo cuantioso de las inversiones y el tiempo que

[E] [B]

EB

estas requieren para su construcción, no es común encontrar muchos de estos puertos que den cabida a barcos que exceden al tonelaje - del orden de 250 000 TPM.

INSTALACIONES PETROLERAS MAR ADENTRO

Aunque es indiscutible que para condiciones normales el puerto es sinónimo de abrigo seguro para los barcos como se mencionó al principio de este capítulo, los barcos han rebasado con creces el tonelaje de 250 000 TPM causando problemas operativos principalmente - en los lugares de destino del petróleo crudo principalmente.

Como quiera que en algunos casos no es posible someter al puerto a sucesivas modificaciones ya sea por limitaciones físicas ó económicas, se ha tenido que recurrir a instalaciones que para la descarga de los barcos no dependan del abrigo del puerto para su operación.

Desde luego es deseable que exista alguna protección natural lo -- que asegurará un porcentaje mayor de días aprovechables.

Las instalaciones petroleras mar adentro pueden dividirse en dos - grupos principales:

1. Flotantes
2. Fijas

EB

B

1. Instalaciones flotantes.

- a) Fondeadero
- b) Amarradero convencional
- c) Monoboya con sistema de fijación con cadenas en catenaria.
- d) Monoboya con sistema de fijación con un solo ramal de cadena.
- e) Monoboya con sistema de fijación con brazo rígido.

2. Instalaciones fijas.

- a) Torre para amarre de buques tanque
- b) Muelles Isla

Instalaciones flotantes.

- 1.a) La forma más elemental para alijar o cargar un barco petrolero es el ancla lo cual sucede cuando no se cuenta con las instalaciones portuarias adecuadas o porque no existe suficiente profundidad para que en forma económica se aproxime a la costa. Tal cosa sucede actualmente para abastecer Lerma, Camp., fondeando el barco alejado de la costa donde haya profundidad suficiente para operar con seguridad y mediante chalanes de poco calado se alija el barco llevando el producto a tierra.

EB

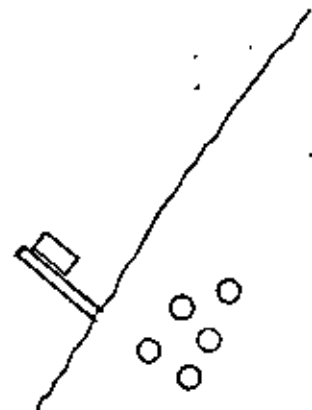
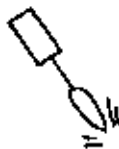
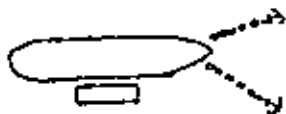


Fig. 11

1.b) Amarradero convencional ó SPM (Spread Point Mooring).

Posiblemente esta instalación haya sido la primera que se --
 ideó como solución de operación más o menos continua para --
 evitar el uso de un puerto o por la carencia de éste.

Consiste fundamentalmente en un número de boyas de amarre --
 (4,5 ó 6) convenientemente distribuídas para recibir los ca-
 bos de amarre del barco que lo tienden a mantener en una po-
 sición sensiblemente fija, una o varias tuberías submarinas-
 de producto que van desde los tanques de almacenamiento en -
 tierra hasta el centro de gravedad del conjunto de las boyas.

En este extremo, se conectan varios tramos de manguera de hu-
 le que permitirán los movimientos relativos propios de la em

barcación debido a la influencia de los elementos naturales.

En el extremo libre de las líneas de mangueras, irán unos boyarines que identificarán por su forma ó color, el tipo de producto - que cada tubería conduce y servirán también para izar las mangueras a bordo y conectarlas a las tomas del barco procediéndose a la carga ó descarga del buque. En la fig. (12) se muestra en forma esquemática un amarradero convencional.

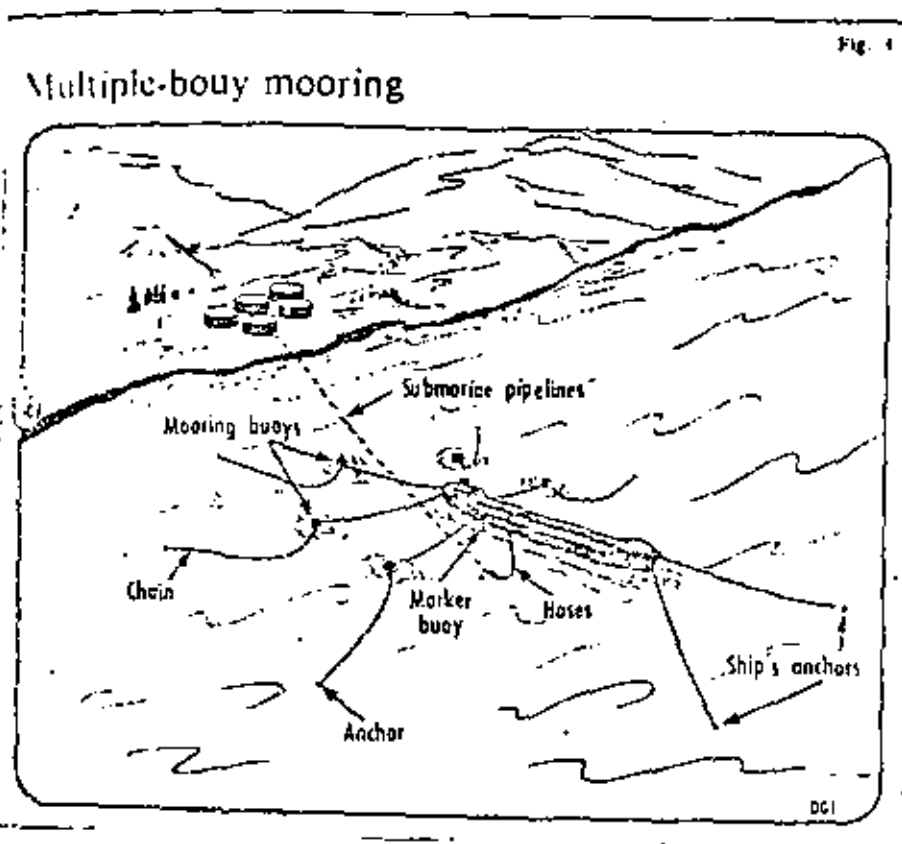


Fig. 12

E B

EIB
 Con este sistema simplista y hasta cierto punto económico (si las profundidades necesarias están próximas a la costa), los costos por concepto de dragado no existen porque las líneas se prolongarán mar adentro tanto como se requiera.

No obstante, adolece de serios inconvenientes debidos a que como se mencionó anteriormente, este tipo de instalaciones generalmente tienen una protección natural precaria quedando expuestas a las condiciones naturales del lugar, como son: el oleaje, las corrientes, viento y mareas.

Si bien el barco se amarra en dirección de la resultante de los elementos antes dichos, estos pueden cambiar sorpresivamente de dirección, principalmente el viento y el oleaje, incidiendo estos sobre el costado del barco obligando a la embarcación a largar el amarradero y si el tiempo lo permite, enmendar la manobra, amarrándose en una nueva posición más favorable. Lo anterior puede tomar de 4 a 5 horas, pero si el oleaje y el viento son tales que esta operación no pueda realizarse, el barco deberá fondearse a esperar a que mejore el tiempo con las consiguientes pérdidas que se derivan de una operación intermitente.

1.c) Monoboya con sistema de fijación con cadenas-en-catenaria.

Observando los inconvenientes que tiene un amarradero con--

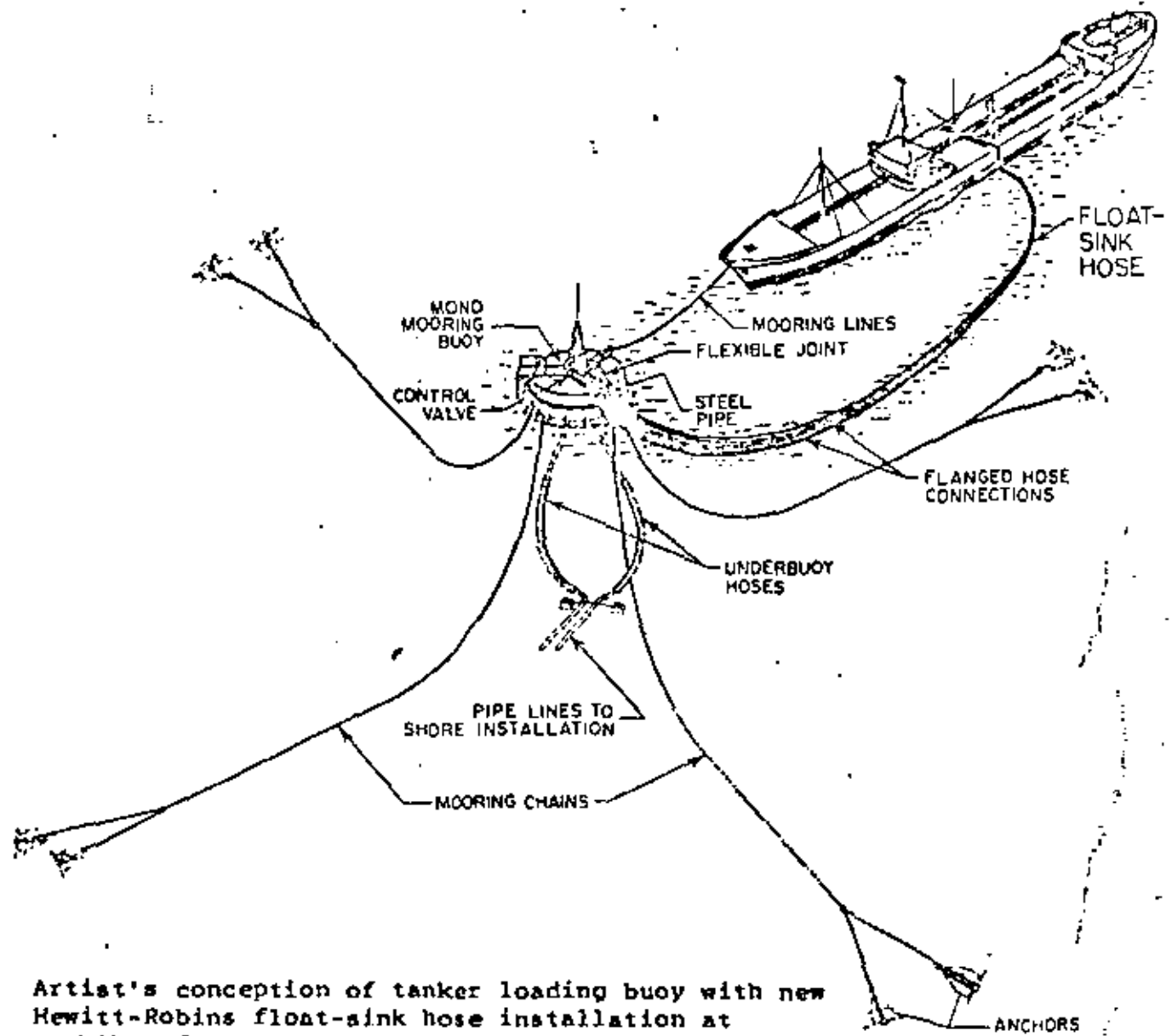
EIB

vencional de boyas múltiples debido a las maniobras que hay que realizar cuando existen cambios en las condiciones meteorológicas locales, varios laboratorios de investigación hidráulica marítima se dieron a la tarea de encontrar algún sistema, que permitiera al barco seguir operando aún cuando las condiciones variaran en intensidad y dirección.

Así, hace aproximadamente 15 años salió al mercado una boya a la cual el barco podría amarrarse y girar en ambos sentidos 360° alrededor de ella, según las condiciones del tiempo, dando como resultado la monoboya conocida como CALM (Catenary Anchor Leg Mooring). Ver fig. (13).

EB

[B]



Artist's conception of tanker loading buoy with new Hewitt-Robins float-sink hose installation at Koshiba, Japan.

Fig. 13

[B]

Las partes fundamentales de esta monoboya son:

1. Tubería submarina
2. Múltiple submarino
3. Mangueras submarinas
4. Casco de la monoboya
5. Múltiple de distribución de productos a bordo de la monoboya.
6. Brazo de operación
7. Brazo de amarre
8. Brazo de contrapeso
9. Cabos de amarre
10. Mangueras flotantes
11. Cadenas de fijación
12. Anclas o pilotes para fondeo de la boya.

l.c.1.- Tubería submarina.- Es la tendida en el lecho marino desde la playa hasta el lugar donde se localice la monoboya. Generalmente cuando los diámetros son mayores de 12", es necesario lastrarlas para evitar que traten de flotar propiciando su desplazamiento del lugar previsto.

l.c.2.- Múltiple submarino.- Este elemento localizado en el extremo de la tubería submarina, es la unión de ésta con las mangueras que conectan con el fondo del casco de la monoboya.

l.c.3.- Mangueras submarinas.- Como se mencionó en el párrafo anterior, es la parte flexible de la línea submarina de conducción que amortiguará los movimientos de la monoboya debidos fundamentalmente al oleaje y las mareas.

EB

E 9

1.c.4.- Casco de la monoboya.- Es prácticamente un flotador de suficiente capacidad para soportar el peso de los equipos instalados a bordo y las cadenas que lo fijan al lecho marino.

1.c.5.- Múltiple de distribución a bordo de la monoboya.- Este componente es la parte vital del funcionamiento del sistema. Está formado por varias cámaras concéntricas (según el número de productos que se piensen mover a través de él) separados por sellos que evitan la mezcla de productos, teniendo un sistema giratorio que permite que el conjunto gire según se oriente el barco sin suspender la operación.

1.c.6.- Brazo de operación.- Es una estructura donde se apoyan las tuberías que salen de cada una de las secciones del múltiple de distribución de productos y que gira conjuntamente con éste.

1.c.7.- Brazo de amarre.- Este elemento está dotado de las bitas y cáncamos de amarre de los cabos donde se hará firme el barco por la proa. Como el brazo de operación, gira conjuntamente el múltiple de operación.

1.c.8.- Brazo de contrapeso.- Para mantener adrizada la monoboya debido al peso de los brazos anteriormente mencionados se requiere de otro en el cual se coloque peso suficiente para mantener la monoboya nivelada.

E B

1.c.9.- Cabos de amarre.- Son dos y se encuentran fijos en un extremo a los cáncamos del brazo correspondiente. Se encuentran flotando mientras no existe barco amarrado.

1.c.10.- Manqueras flotantes.- Partiendo de las tuberías de producto localizadas en el brazo de operación, se encuentran conectadas un número de líneas flotantes equivalente a igual número de productos que se muevan por el múltiple de distribución. Estas mangueras tendrán suficiente longitud para que lleguen por uno de los costados del barco hasta la parte media de su eslora, conectando a las tuberías de distribución que se localizan sobre la cubierta del buque tanque.

1.c.11.- Cadenas de fijación.- Son los elementos necesarios para transmitir los esfuerzos en la monoboya directamente al lecho marino, manteniéndola justo arriba del múltiple submarino - bajo cualesquiera de las condiciones meteorológicas previstas - en el diseño.

El número de cadenas dependerá del tamaño de los barcos que amarran, de la profundidad de localización y por supuesto, de las condiciones reinantes.

1.c.12.- Anclas o pilotes para fondeo de la boya.- Estas se localizan en los extremos de las cadenas que parten de la monoboya y harán presa en el lecho marino. Dependiendo del tipo de fondo, si es arenoso el uso de anclas es el adecuado; ^{E.I.B.} sin zagar

go, si es arcilloso el sistema de anclaje más conveniente es a base de pilotes.

Este tipo de monoboya es el que más frecuentemente se encuentra instalado, llegando a operar en él buques tanque hasta de ---
250 000 TPM.

Las limitaciones que presenta este tipo de instalación, son principalmente durante las maniobras de amarre, ya que es una embarcación de porte menor la que tiene a su cargo las operaciones de dar los cabos de amarre y los extremos de mangueras al barco, situación que se vuelve difícil si la altura de oia es superior a 8 pies.

Asímismo, existe la posibilidad de que si el barco no tiene precaución durante el tiempo que esté operando, y no existe viento ni oleaje, tiende a irse sobre la monoboya ocasionándose averias a una estructura que tiene poco margen de amortiguamiento.

1.d.- Monoboya con sistema de fijación con un solo ramal de cadena.

Esta monoboya conocida por las siglas S.A.L.M. (Single Anchor -- Leg Mooring) trata de evitar los inconvenientes mencionados en el último párrafo de la monoboya C.A.L.M. Ver. Fig. (14).

[E] [B]

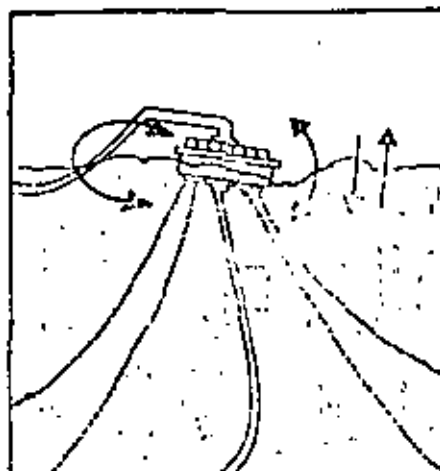
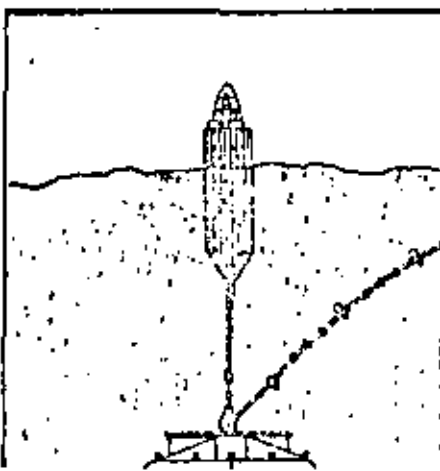
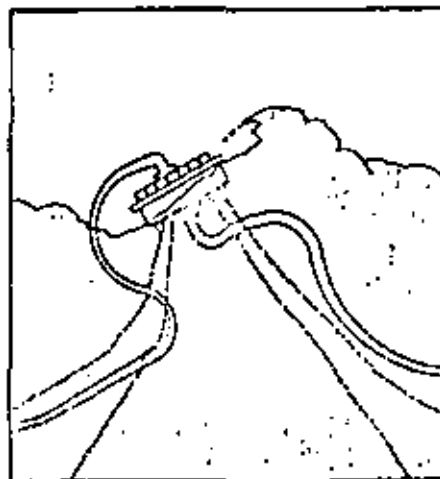
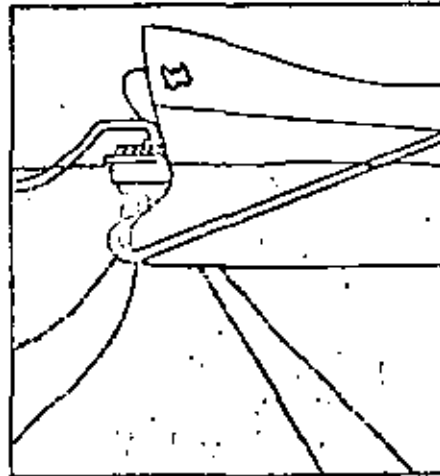
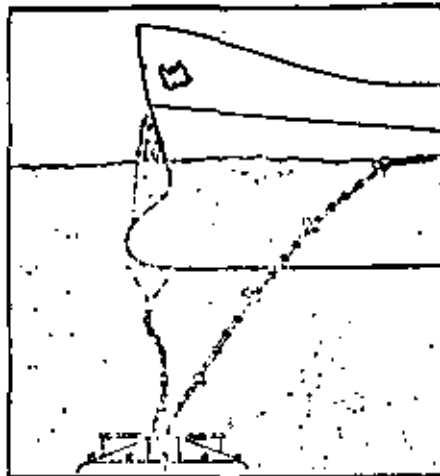
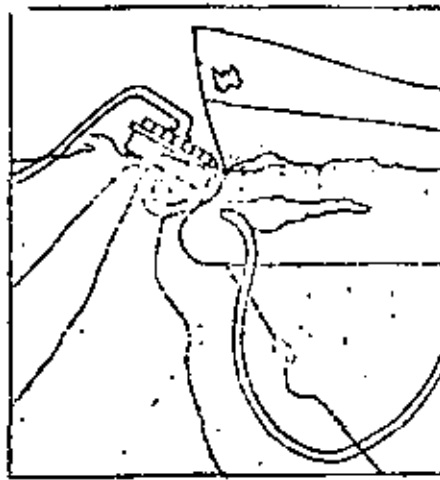
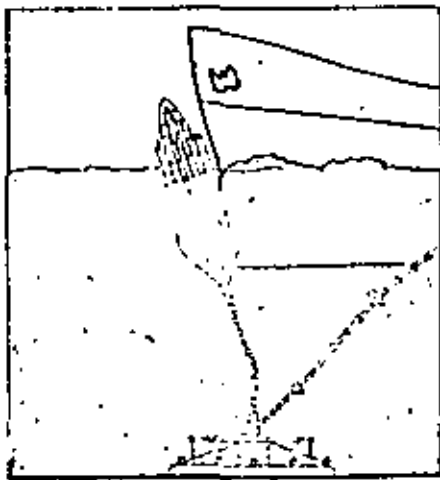


Fig. 14

EB

EB

Al quedar fondeada con un solo ramal de cadena tiene mayor facilidad de evadir o amortiguar un impacto directo del buque tanque. Ver, figs. (15) y (16).

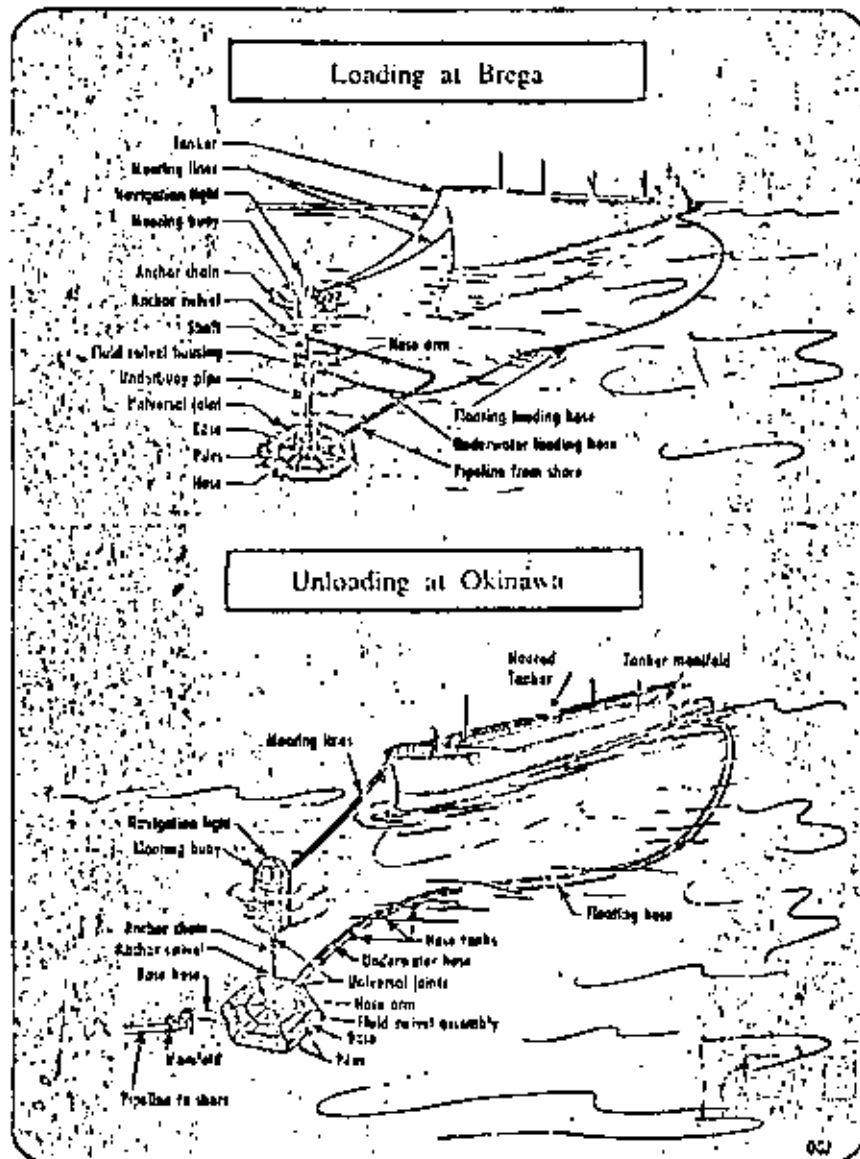
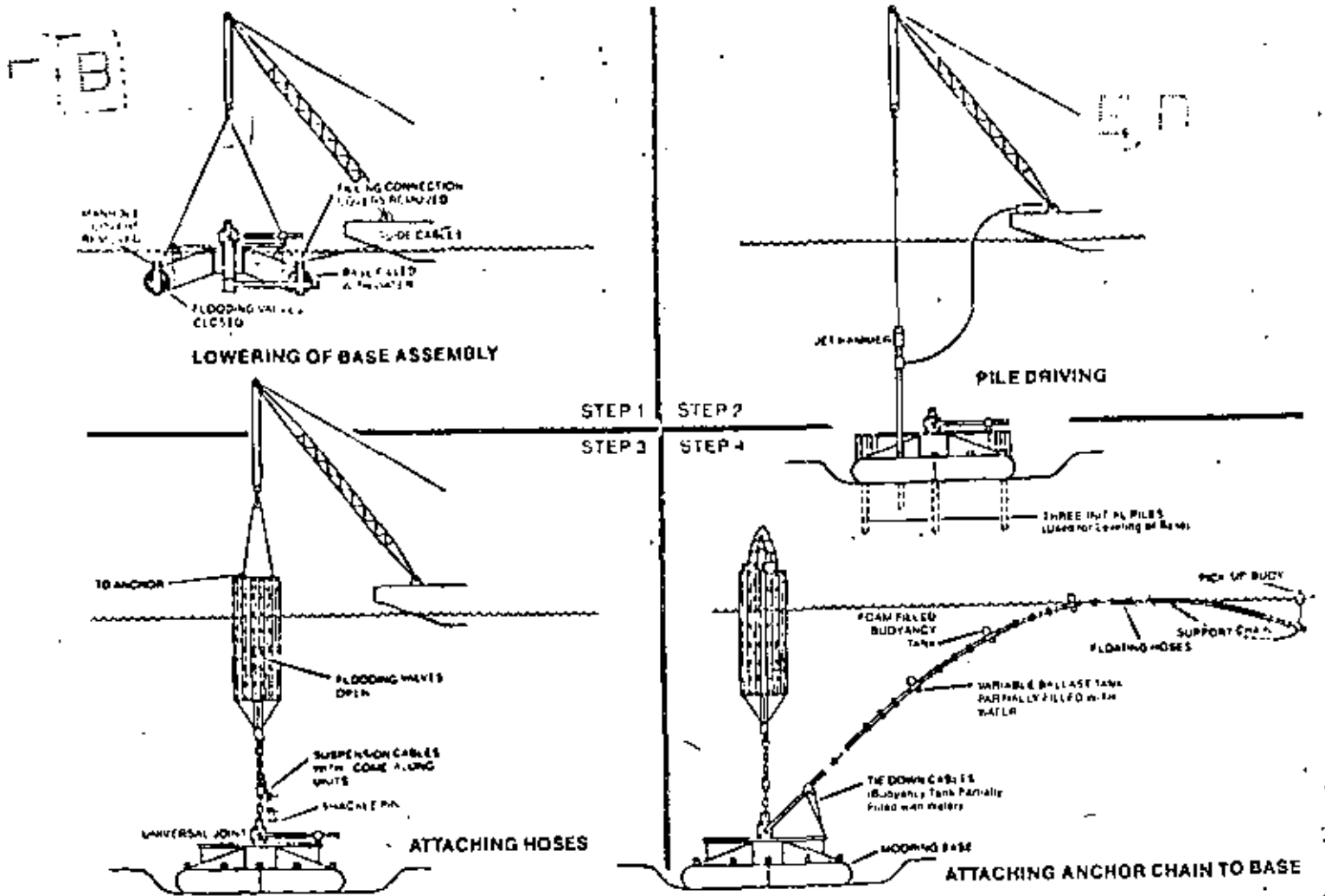


Fig. 15

[E] [B]



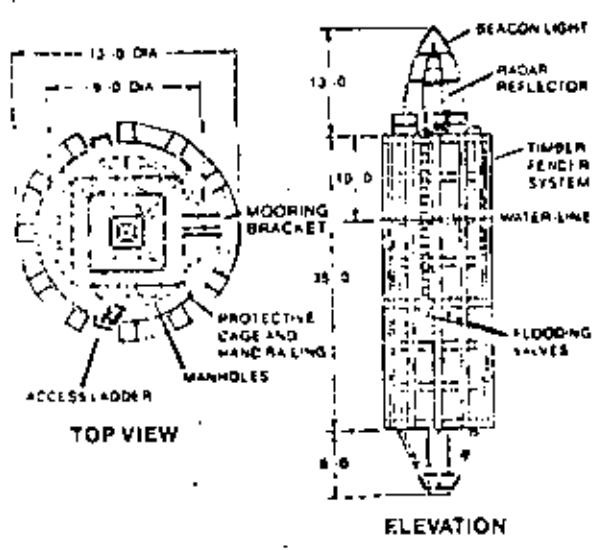
TYPICAL SALM INSTALLATION



NOTE: SALM MOORING BASE CAN BE MADE OF ALTERNATIVE MATERIAL WHERE SEA BED SOILS DO NOT PERMIT PILES.

TYPICAL DIMENSIONS

SALM BUOY



SALM BASE

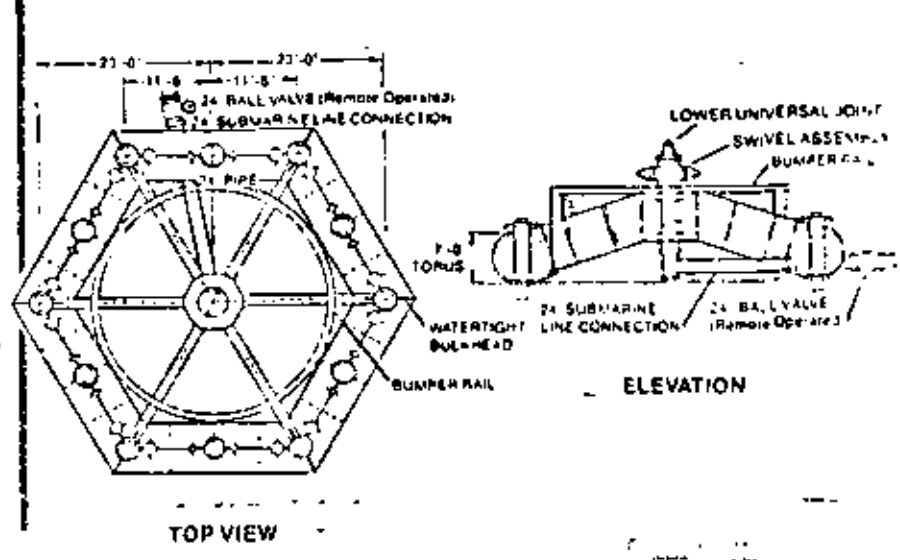


Fig. 16

Prácticamente consta de las mismas partes principales mencionadas para la monoboya C.A.L.M. a excepción hecha de que las cadenas de fijación se reducen a una solamente y que las mangueras-flotantes en vez de partir desde la monoboya, parten del múltiple submarino.

Este tipo de monoboya es generalmente usado para buques tanque-de gran porte (hasta 250 000 TPM) y en lugares que por gran profundidad la monoboya C.A.L.M. tendría que ser de grandes dimensiones para soportar el peso de las cadenas.

De estas monoboyas hay instaladas una cantidad muy reducida en el mundo.

1.e) Monoboya con sistema de fijación con brazo rígido.

Esta monoboya es una variante del S.A.L.M. y es conocida como R.A.M. (Rigid Arm Mooring).

Este sistema substituye la cadena por un brazo metálico estructurado con celosía y la manguera que partía desde el múltiple submarino se convierte en una junta flexible y un tubo dentro del brazo metálico. Ver fig. (17).

EB

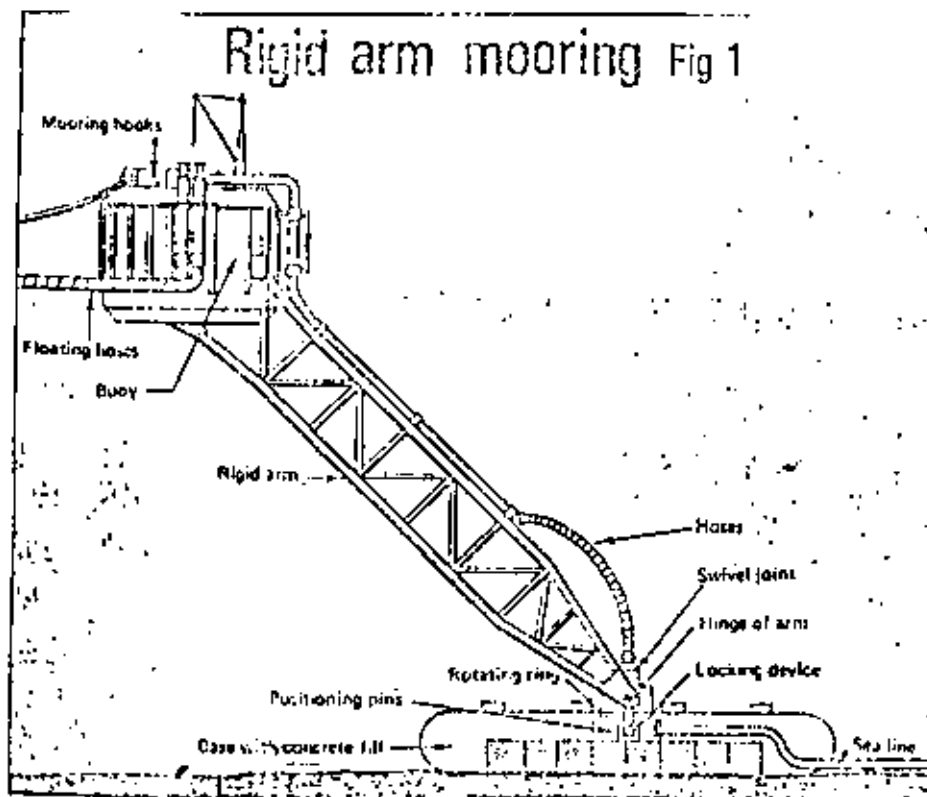


Fig. 17

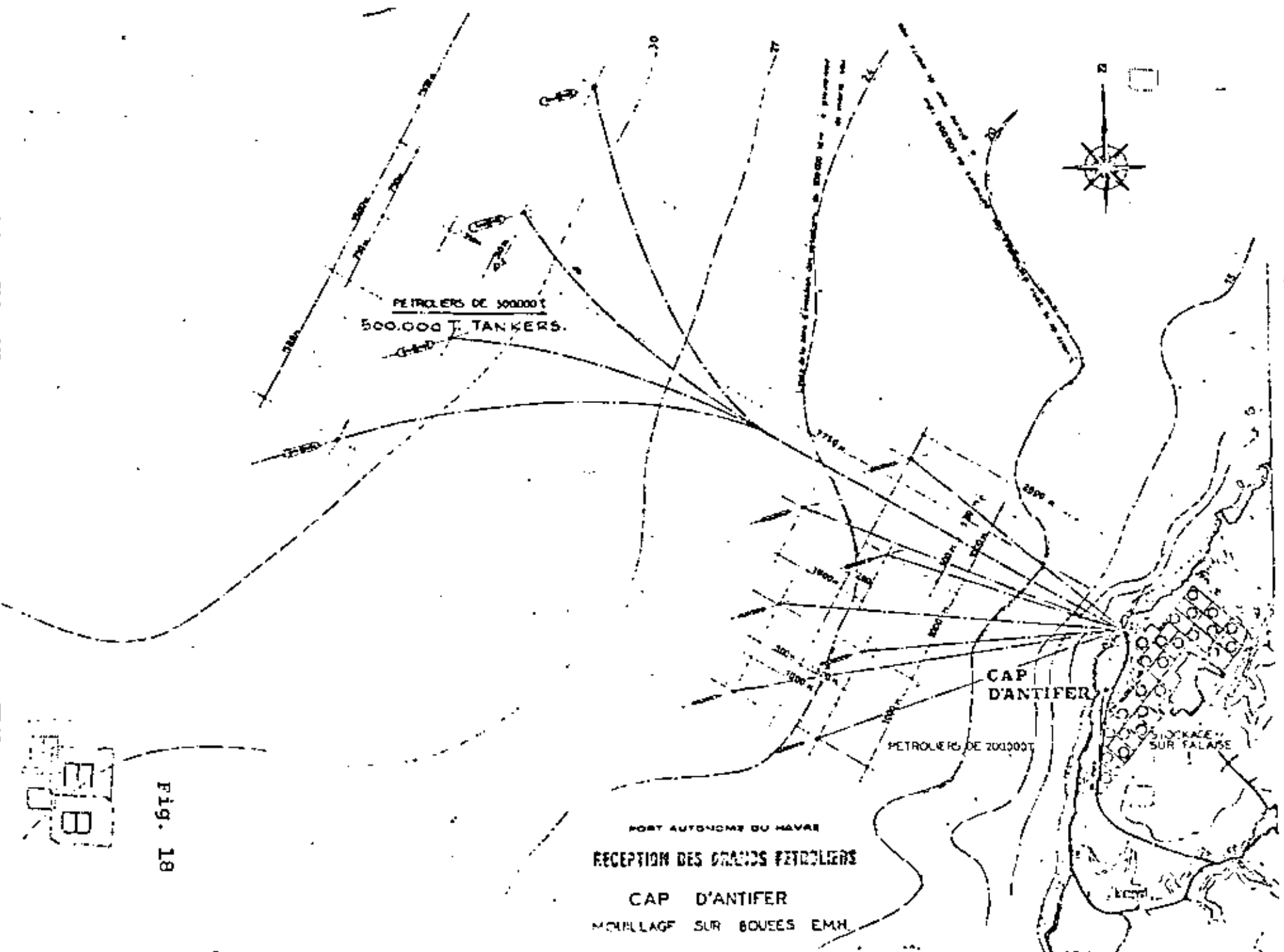
En el múltiple para permitir el libre giro de la monoboya, tiene un sistema Cardán además del múltiple de distribución de productos que en el sistema CALM está sobre la cubierta de la monoboya.

33)

B

De este tipo de boyas se proyectan instalar 5 en las proximidades del puerto del Havre para B/T hasta de 500 000 TPM. Ver fig. 18.

3



EB

Fig. 18

E B

2. INSTALACIONES FIJAS

2.a) Torre para amarre de buques tanque.

Como una variante de las monoboyas pero bajo el mismo principio de permitir el libre giro de la embarcación alrededor de la instalación de carga o descarga, se desarrolló un sistema que no se encontrara flotando sino apoyado firmemente en el fondo.

Así se inventó el sistema T.T.M. (Tower Tanker Mooring) cuya estructura de apoyo tiene mucha similitud con las plataformas de perforación marina, consistente en una torre prefabricada con tubos de acero huecos que se coloca en el lugar apoyándola simplemente en el fondo. Para su empotramiento, se pilotea a través de los tubos verticales que forman la estructura (Jacket Type) mediante tubos de menor diámetro hasta encontrar la capa resistente.

Acto seguido, se sueldan los pilotes a las tuberías exteriores en su parte superior.

Posteriormente, se instala sobre la estructura previamente fijada, la parte propiamente que constituye el sistema de giro, amarre y carga.

Esta instalación tiene la particularidad de cargar los barcos por la proa a diferencia del resto de los demás sistemas antes mencionados en que las mangueras van hasta la mitad de la eslora del barco. Ver fig. (19).

E B

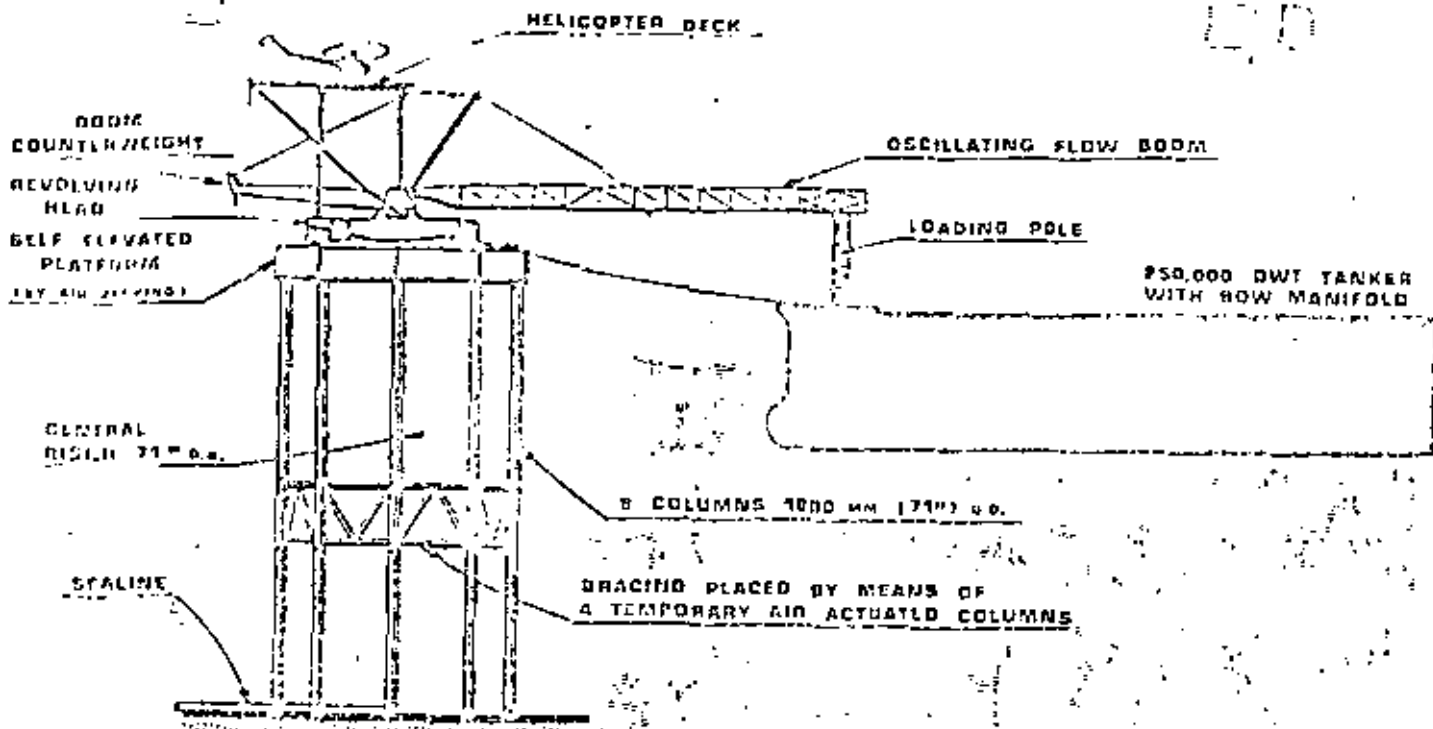


Fig. 19

De todos los sistemas enumerados anteriormente, en los cuales de acuerdo a sus diseñadores tienen ventajas unos sobre los otros, se tiene algo en común;

La limitación del número de mangueras flotantes con el que pueden operar ya que por experiencia, se ha podido comprobar que -- más de 3 mangueras y sobre todo de diámetros grandes (24" β), -- tienden a enredarse y a dificultar las maniobras de conexión.

Además por el número reducido de mangueras por las que puede ope

E B

rar, el gasto generalmente nunca es superior a los 50 000 bls/hr. lo que incrementa notablemente el tiempo de estadía de las embarcaciones, sobre todo cuando sobrepasan las 200 000 tons., los - - tiempos se vuelven muy significativos.

2.b. Muelle Isla

Ante los inconvenientes que presentan las instalaciones antes descritas y donde las condiciones locales lo permiten, la instalación mar adentro más eficiente es el muelle isla. Ver. figs. (20), (21) y (22).

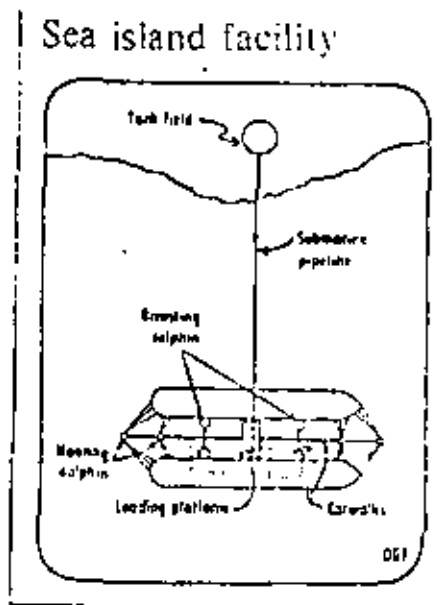
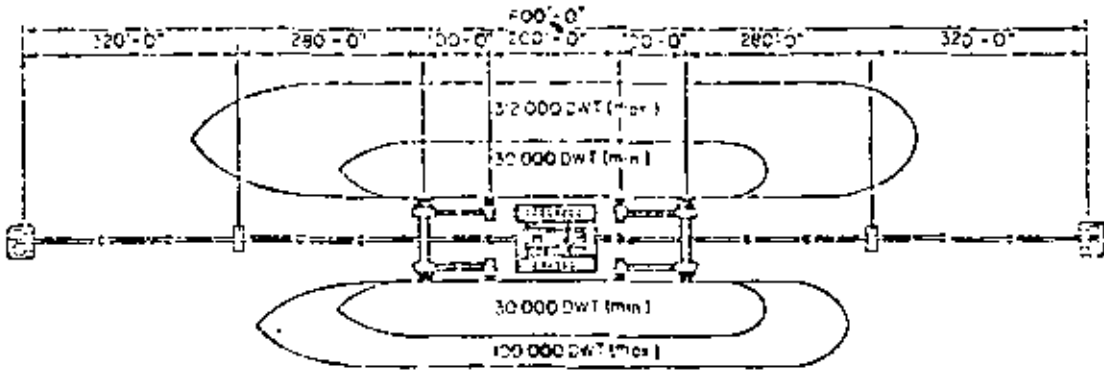


Fig. 20

E B



Plan

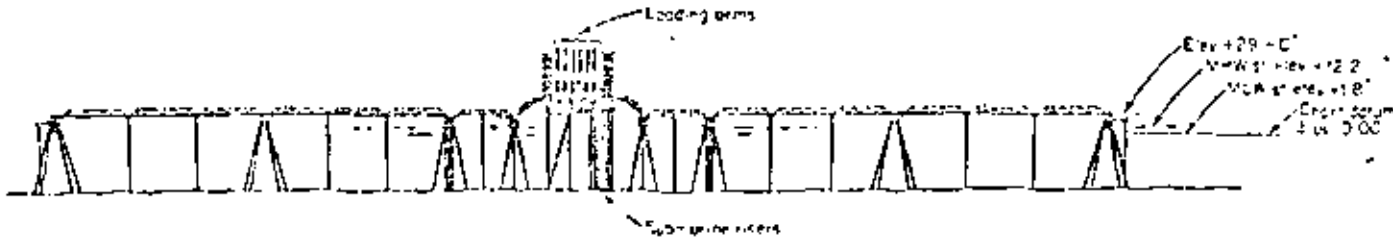
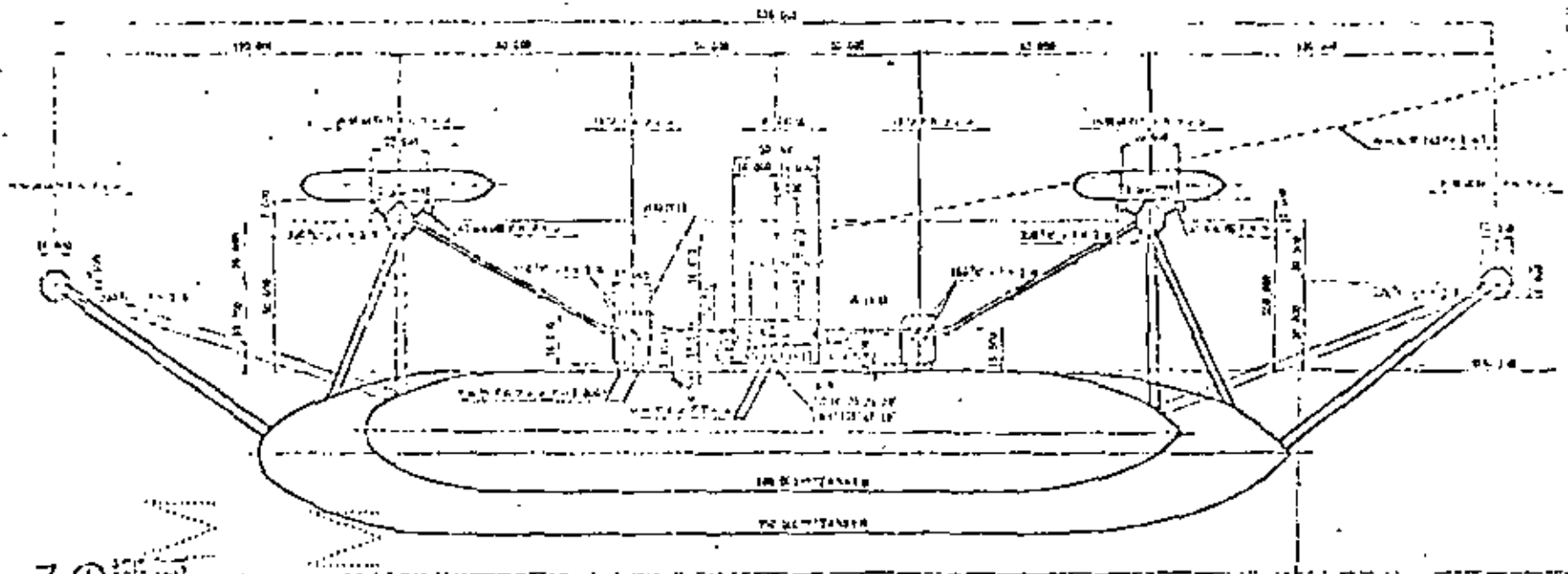


Fig. 21

E B



シーバースの概要

位 置 北緯 35°-09' (59), 東経 139°-47'-19"
 (川崎西船渠町船渠沖合約3,000m)
 型 式 固定式シーバース (積式ドルフィン)
 総積可能最大積荷 250,000DWT
 全 長 510m 幅 57m (水深 +20m)
 積荷能力 Max. 16,000KL/HR
 総積込量

- 航行水橋送用設備
 航行船舶 1,000DWT 1基
- 電気設備
 動力ケーブル(50mm²×3C×3KV) 約3,350m
 通信ケーブル 6号約3,350m
- 安全・防災設備
 灯台標高
 中心部の灯台(中央標高)11.73m
 300m/mレンジ×100W光色×赤色×1基
 周囲の灯台(4基の取付ドルフィン上)12.27m
 200m/mレンジ×250W光色×赤色×5基
 受信機号 1式
 お外音警報装置 1式
 消火設備
 清水ポンプ50m³/HR×100g/cm³ 1台
 ニューフォーム吸及ポンプ507/m³×12.5kg/cm³ 1台
 ニューフォーム吸及ポンプ1.5KL 1基
 ニューフォーム吐出量約4,000/min. 3基
 ニューフォーム吐出量約大径2号目×210×400/min. 2基

最大積込時積込速度約3,000/min.
 清水ポンプ吐出量約4000/min.
 清水ポンプ 2号目×20m
 大型積込ポンプ2010インチ等
 小型積込ポンプ20インチ等
 オイルマシンス、諸中継器(積込機上付等)等
 7. その他設備
 船渠への回廊階段 10号(4号式)
 (幅員)10m×4.5m×2号(2号)
 1号機(吸込機、ポンプ等、計5台)
 2号機(積込機、ポンプ等、計5台)

船渠管 47号×約3,350m
 土盛り 4m
 埋戻し 砂および生砂等
 総工費 17億円
 建設期間 竣工 昭和44年10月
 竣工 昭和45年8月

- ムアリング設備
 積込機(ニューフォーム)積込機250,000DWT 2基
 積込機(ニューフォーム)積込機100,000DWT 2基
 積込機(ニューフォーム)積込機100,000DWT 2基
 積込機(ニューフォーム)積込機100,000DWT 1基
 積込機(ニューフォーム)積込機100,000DWT 1基
- 電気設備
 ニューフォーム積込機(ニューフォーム) 10号×4基
- ポンプ・吸込機設備
 ニューフォーム積込機 2,000DWT 1基
 ニューフォーム積込機(ニューフォーム) 10号×1基

Esta instalación es similar a un muelle en espigón con la diferencia de que el único contacto físico que tiene con tierra son las tuberías submarinas que lo alimentan.

Las ventajas principales que presenta con respecto al resto de las instalaciones antes mencionadas son las siguientes:

1. Pueden atracar dos embarcaciones simultáneamente, pues cuenta con dos paramentos.
2. Prácticamente no tiene limitaciones en cuanto a los gastos de carga porque pueden conectarse tantas garzas como tomas tenga el barco a bordo, pudiendo cargar del orden de 100 000 bls/hr. por paramento.
3. Su costo inicial posiblemente sea mayor pero con la eficiencia de operación que tiene se amortiza rápidamente.

El muelle isla requiere para su instalación de estudios meteorológicos sumamente cuidadosos de cuando menos un año (un ciclo estacional) pues el éxito de su operación dependerá que quede orientado a la resultante obtenida de las fuerzas de viento, oleaje y corrientes principalmente.

Para diseñar una instalación fija mar adentro debe de seguirse el siguiente criterio:

[E] [B]

1. Orientación del muelle.

a) Consideraciones

- a.1) Influencia del paso de otros barcos en las proximidades de la instalación.
- a.2) Futuras ampliaciones del puerto.
- a.3) Zonas pesqueras próximas.
- a.4) Evitar derrames de producto que contaminen la zona.
- a.5) Seguridad del barco (durante los atraques y operación)
- a.6) Construcción segura.

Condiciones críticas para atraque y operación.

Se presentan cuando viento, oleaje y corrientes suman sus efectos incidiendo de través al barco y al muelle. Ver fig. (23).

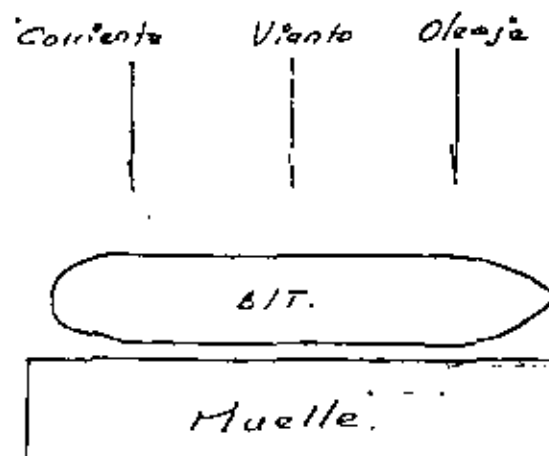


Fig. 23

[E] [B]

En la tabla de la Fig. No. 24 se resumen los valores máximos de los factores antes mencionados para instalaciones fijas y flotantes, durante el atraque y operación de la embarcación.

Tipo de Instalación.	Oleaje		Corriente		Corriente	
	Viento atracando	atra--cando.	te atra--cando.	Viento Operando	Oleaje Operando	Operando.
Tipo fijo (con estructura de pilotes).	15m/seg.	0.7 m.	0.5 nudos	15m/seg.	0.7 m.	0.5 nudos
Tipo flotantes- (SMS, CALM, SALM, RAM).	15m/seg.	0.4 m.	0.5 nudos	15m/seg.	0.7 m.	0.5 nudos

Fig. 24

Criterio para decidir el tipo de instalación.

1. Condiciones naturales.
2. Método de construcción
3. Seguridad de operación
4. Gastos requeridos de carga ó descarga.
5. Costo de Construcción
6. Costo de mantenimiento
7. Area de la dársena de maniobras.

En la tabla de la fig. 25 se mencionan en forma comparativa los requerimientos mencionados.

[EB]

INSTALACIONES MAR ADENTRO

	MUELLE	TTM	CALM	SALM	RAM	MBS
LIMITACIONES DURANTE EL ATRQUE :						
OLAS	3-4 Pies	G M		6-8 Pies		
VIENTOS	25 Nudos			25 Nudos		
YA ABARRIADO EL BARCO :						
OLAS	4-10 Pies			Más de 15 Pies		3-10 Pies
VIENTOS	50 Nudos			60 Nudos		30-50 Nudos
DURANTE LA OPERACION :						
OLAS	4-10 Pies			10-12 Nudos		3-10 Pies
VIENTOS	35 nudos			40 Nudos		25-35 Nudos
AREA DE MANIOBRA	LA MEJOR			LA MAYOR		MEDIA
FACILIDAD DE ALCANZAR LA INSTALACION	REGULAR			LA MAS FACIL		LA MAS DIFICIL
REMOLCADORES EN LAS MANIOBRAS	SI			NO		NO USUALMENTE
LANCHAS EN LAS MANIOBRAS	ALGUNAS VECES			SI		SI
SUSCEPTIBILIDAD DE DAÑOS	MODERADO A ALTO	MODERADO A ALTO	MODERADO	MODERADO A BAJO	MODERADO	BAJA
INVERSION	ALTA	MODERADO A ALTO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	BAJA
CAPACIDAD DE OPERACION COMO EL MANTO	LA MAS ALTA			ALTA		BAJA
	MODERADO			MODERADO A ALTO		MODERADO

Fig. 25

Dimensiones del canal y dársena necesarios para instalaciones petroleras mar adentro (criterio japonés).

Canal

Profundidad: * Calado + 0.2 calado
* Se refiere al del mayor barco esperado.

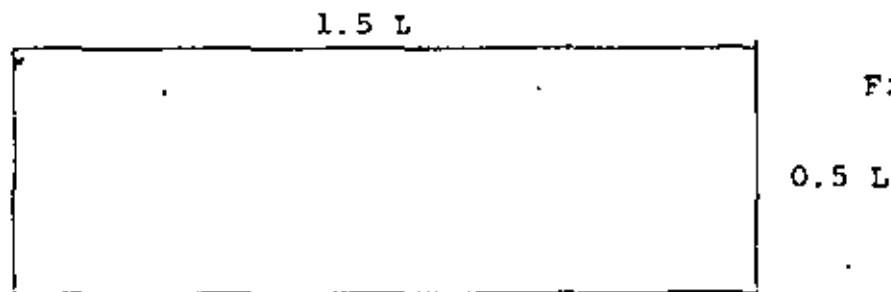
Ancho.- La misma que para la del canal de acceso al puerto.

Dársena

1. Profundidad.- Igual a la del puerto pero con una tolerancia de 3 metros para buques tanque mayores de 100 000 TPM.

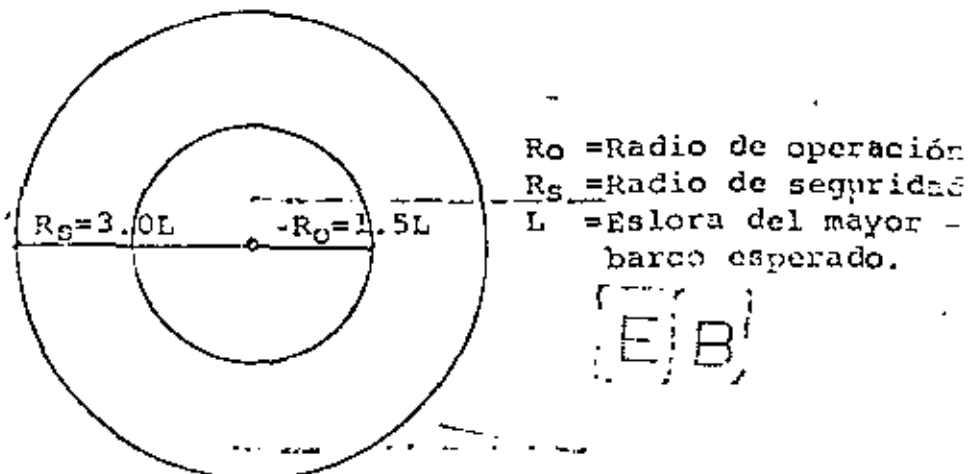
2. Area.-

a) Para muelle. Ver fig. 26



L = La eslora del mayor barco esperado.

b) Para monoboya. Ver fig. 27



c) Amarradero convencional. Ver fig. 28

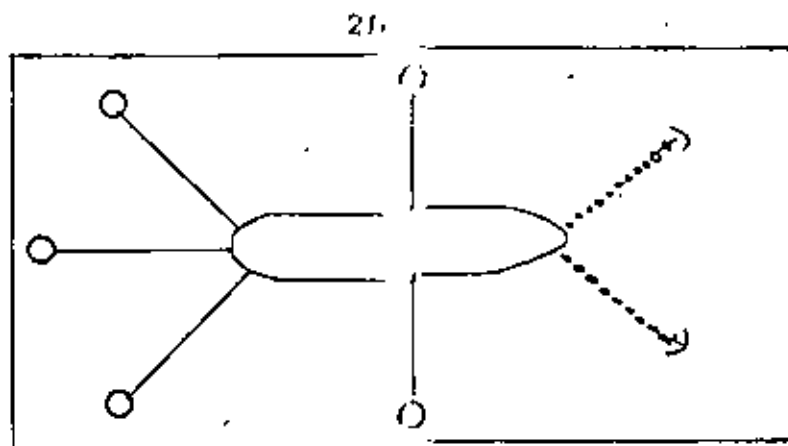


Fig. 28

L= Eslora del mayor barco esperado.

Profundidad de tuberías submarinas.

En el caso de tuberías submarinas que se fondeen para comunicar la instalación marítima con las de tierra en áreas de tráfico intenso o posibles áreas de rondo, se deberán alojar en cepas cubiertas con arena y grava a una profundidad al lomo del tubo de 4.0 m. bajo la cota máxima futura del área. Ver fig. (29).

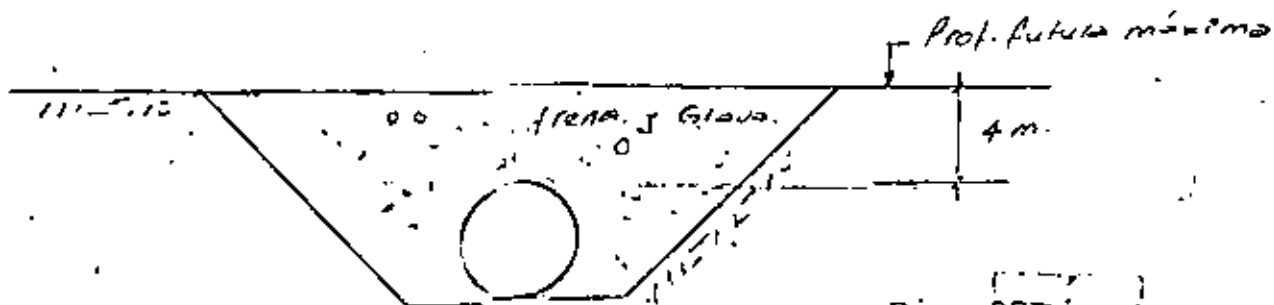
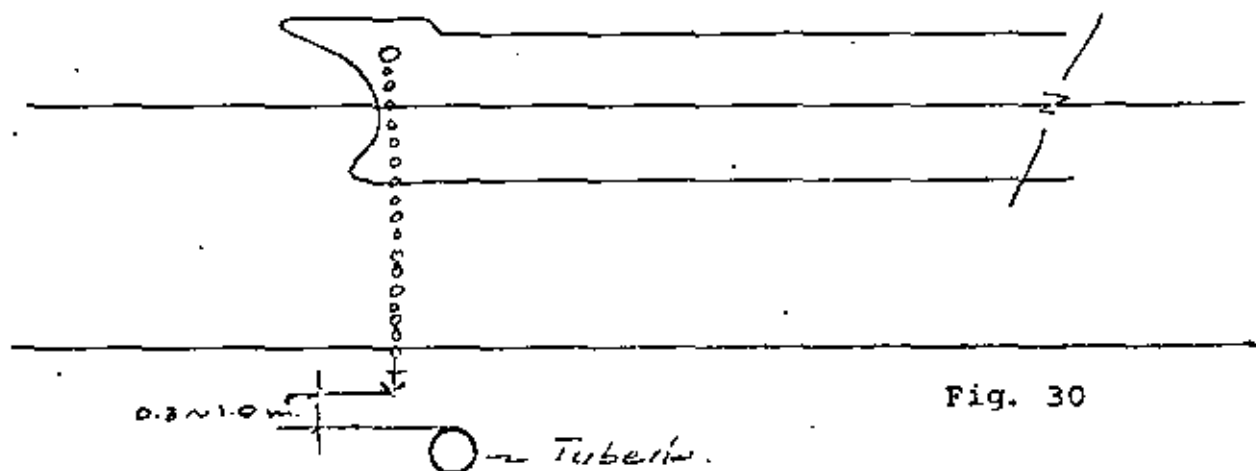


Fig. 29

Esta profundidad se decide actualmente de acuerdo con el lugar particular donde se vaya a localizar la línea, estando en función de lo que penetre el ancla del barco mayor al fondearse. Ver. fig. (30).



Una vez que se ha dimensionado todas y cada una de las instalaciones del puerto tanto marítimas como terrestres, se procederá al diseño detallado de cada una de ellas, debiendo darse al proyectista una serie de datos con los cuales tendrá suficientes elementos para llevarlo a cabo. Esta información es llamada Bases de Diseño y consta fundamentalmente de los siguientes conceptos con las variantes propias de cada instalación:--

[E] [B]

1. Alcance.
2. Sistema de coordenadas
3. Localización
4. Tipo de muelle
5. Orientación de la instalación
6. Tipo de buques que atracarán
7. Nivel de referencia.
8. Amplitud de marea
9. Nivel de operación
10. Partes principales que constituyen el muelle. Su dimensionamiento en planta.
11. Velocidad de atraque
12. Angulo de acercamiento al muelle
13. Cálculo del peso virtual de la embarcación
14. Fuerza del viento de diseño
15. Cargas verticales
16. Zona sísmica
17. Materiales de construcción
18. Guarniciones
19. Drenaje pluvial
20. Sistema de amarre
21. Defensas
22. Ancho de la cama de tubería en tierra
23. Productos manejados
24. Capacidad y presión de bombeo
25. Sistema de carga y descarga
26. Charolas de derrame
27. Tomas de combustible económico
28. Caseta de operación
29. Alumbrado
30. Luces de situación
31. Sistema de protección contra descargas eléctricas naturales.
32. Sistema contra incendio
33. Caseta de vigilancia a la entrada del muelle, estacionamiento y barrera.
34. Servicios complementarios
35. Escaleras de acceso
36. Profundidad de dragado
37. Dársena de maniobras
38. Prevención contra la contaminación de las aguas del puerto.

No solo bastará con especificar escuetamente las características de cada parte de la instalación, sino que deberá incluirse en cada uno

de ellos, previamente una justificación o explicación del motivo -
de cada uno de los valores impuestos.

BIBLIOGRAFIA.

Ingeniería Marítima.	Ing. Roberto Bustamante
Nociones de Arquitectura Naval	Cap. Félix Arruti
Wind, Waves and Maritime Structures.	
Manual of Ship construction.	R. R. Minikin
Design and construction of - -	Manning
ports and Marine Structures.	
Nociones de puertos.	Quinn
Barcos.	J. Dueso
Manual para diseño de defensas.	Edward V. Lewis
American Civil Engineering Practice.	Seibu
Rudimientos de cultura marítima.	..
Enciclopedia del Mar.	Abbett
Port Engineering.	Alfonso Arnau.
Textbook on Ports and Harbours-	Garriga
in Japan.	Per Bruun
Port problems in developing - -	
countries.	OTCA
	Bohdan Nagorski.



centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam

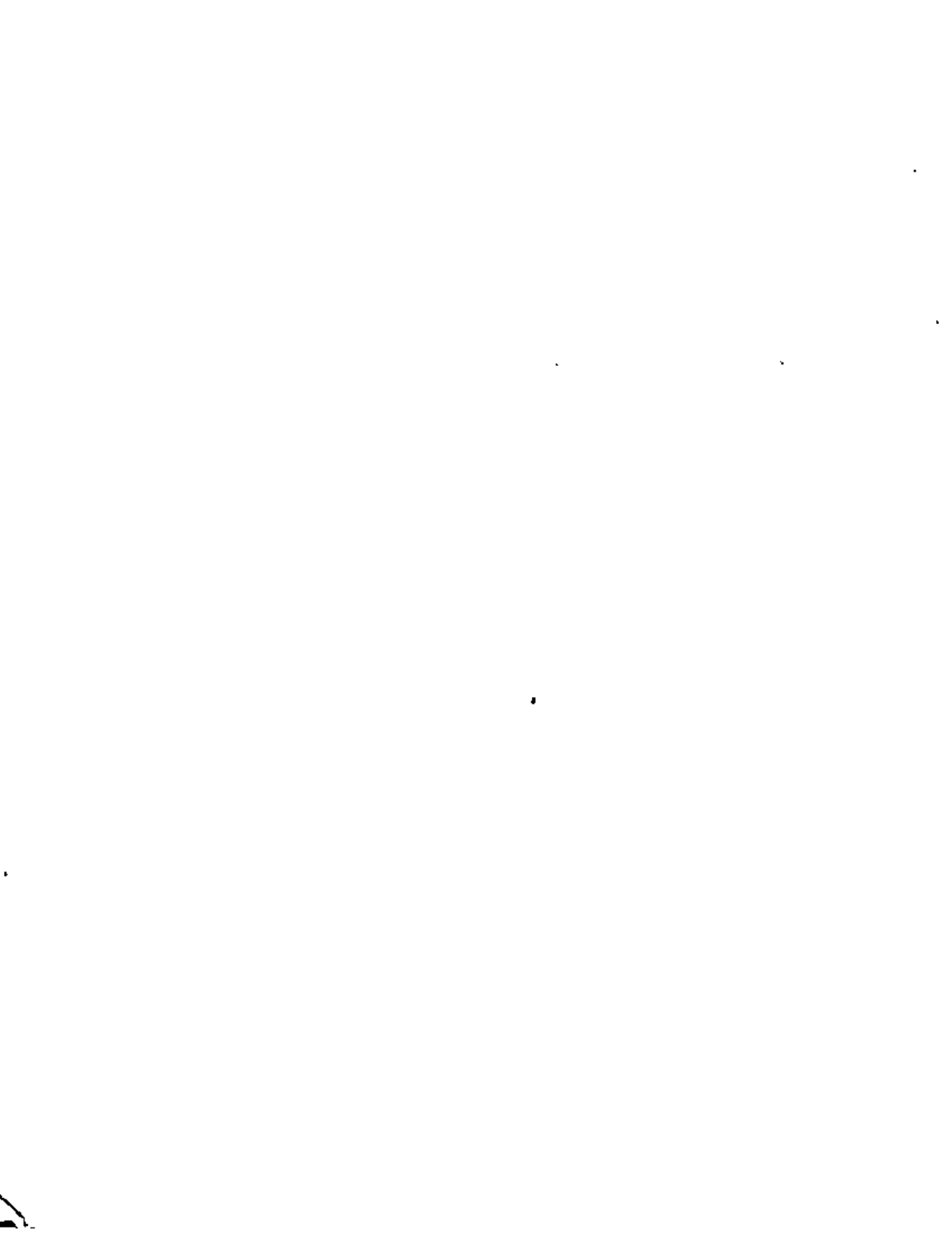


PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS Y PORTUARIAS

TERMINALES MARITIMAS DE PETROLEOS MEXICANOS

ING. LUIS HERREJON DE LA TORRE

AGOSTO, 1980



P. E. L I C U L A S

- 1) SERPIENTES MARINAS
En relación con el tendido de líneas submarinas.

- 2) CONTACTO EN EL GOLFO
Instalación de una Monoboya.

- 3) ISLAS DE ACERO
Construcción de plataformas de perforación en el mar.

TERMINALES MARITIMAS DE PETROLEOS MEXICANOS

GOLFO DE MEXICO

- 1) Ciudad Madero, Tamps.
- 2) Tuxpan, Ver.
- 3) Veracruz, Ver.
- 4) Pajaritos y Rabon Grande, Ver.
- 5) Minatitlan, Ver.
- 6) Nanchital, Ver.
- 7) El Ostion, Ver.
- 8) Dos Bocas, Tab.
- 9) San Bartolo de Lerma, Camp.
- 10) Ciudad del Carmen, Camp.
- 11) Progreso, Yuc.

OCEANO PACIFICO

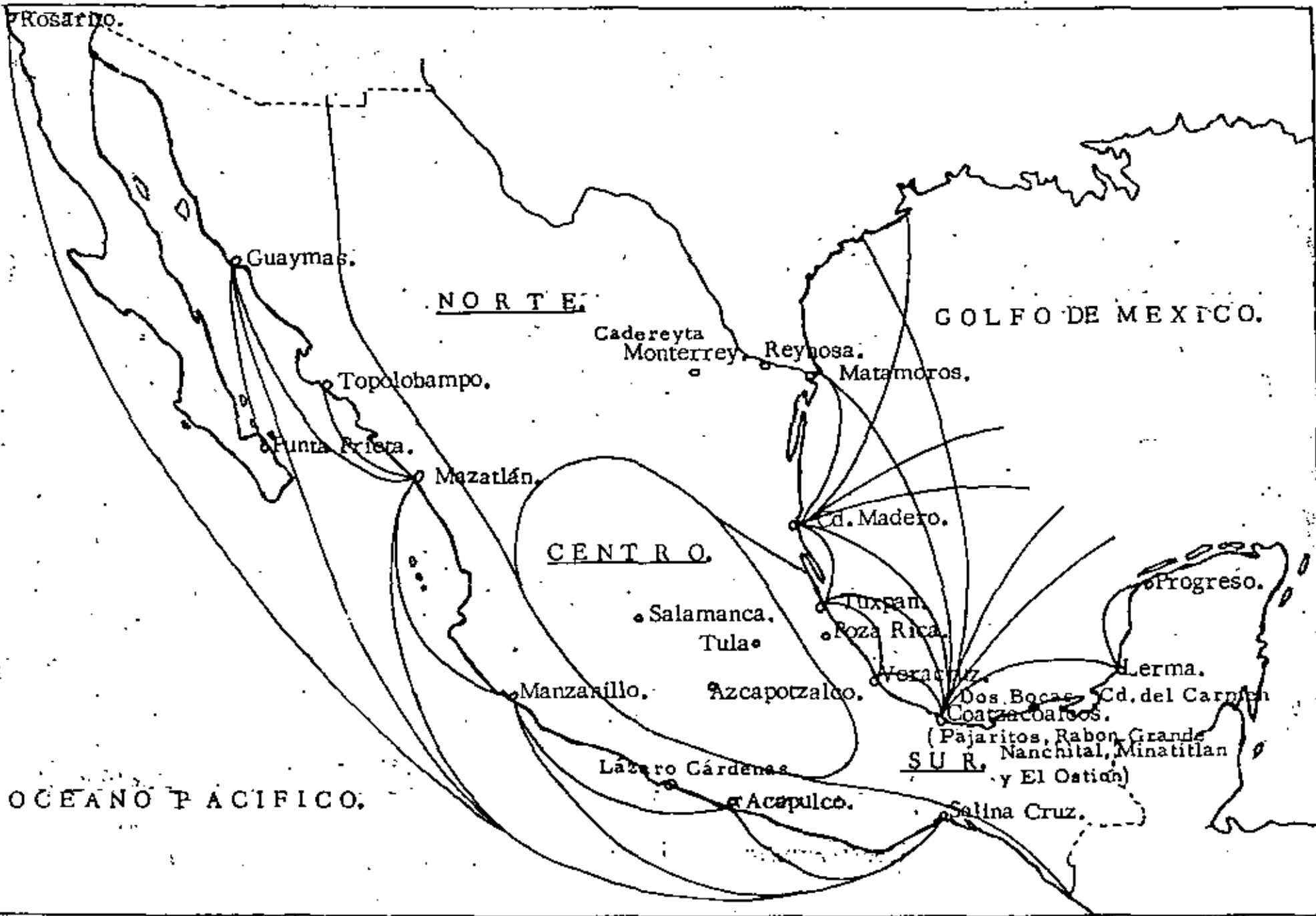
- 12) Rosario, B. C.
- 13) Punta Prieta, B. C.
- 14) Guaymas, Son.
- 15) Topolobampo, Sin.
- 16) Mazatlan, Sin.
- 17) Manzanillo, Col.
- 18) Acapulco, Gro.
- 19) Lázaro Cárdenas, Mich.
- 20) Salina Cruz, Oax.

PLATAFORMAS MARITIMAS

- 21) Faja de Oro
- 22) Bahía de Campeche
- 23) Santa Ana

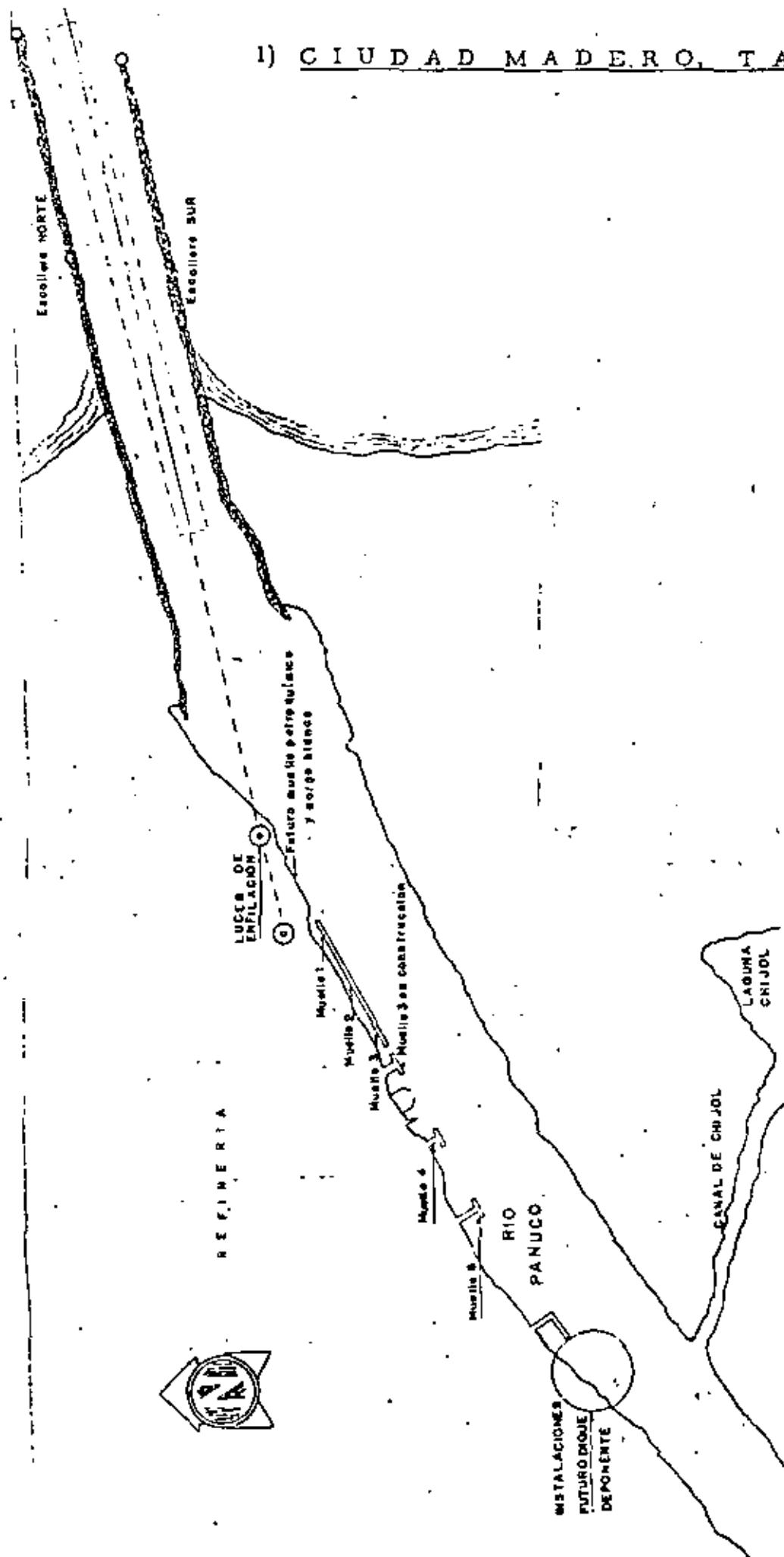
LIBRO DE REFERENCIA

ESTRUCTURAS MARITIMAS
Luis Herrejón de la Torre
Editorial Limusa



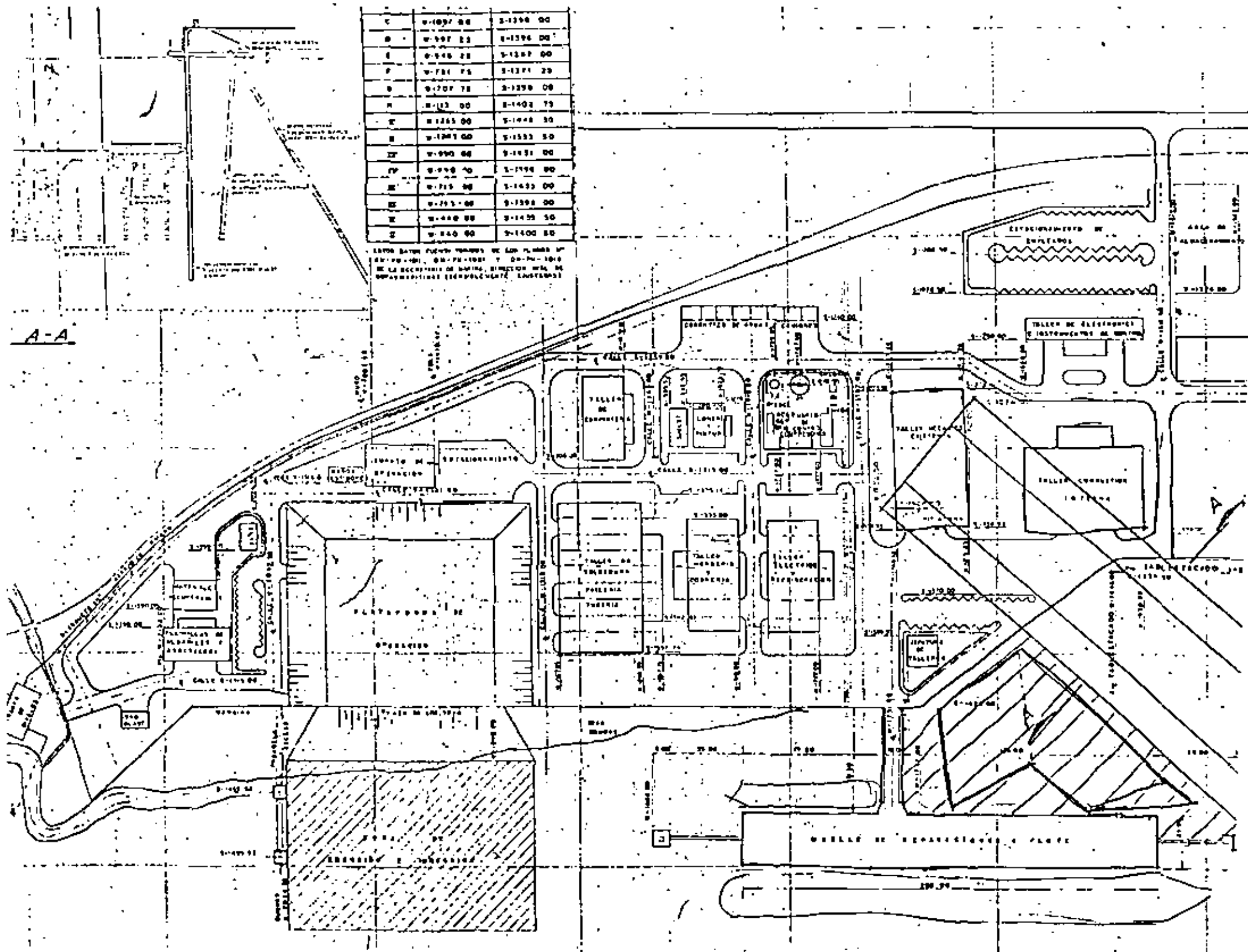
1) CIUDAD MADERO, TAMPS. 5

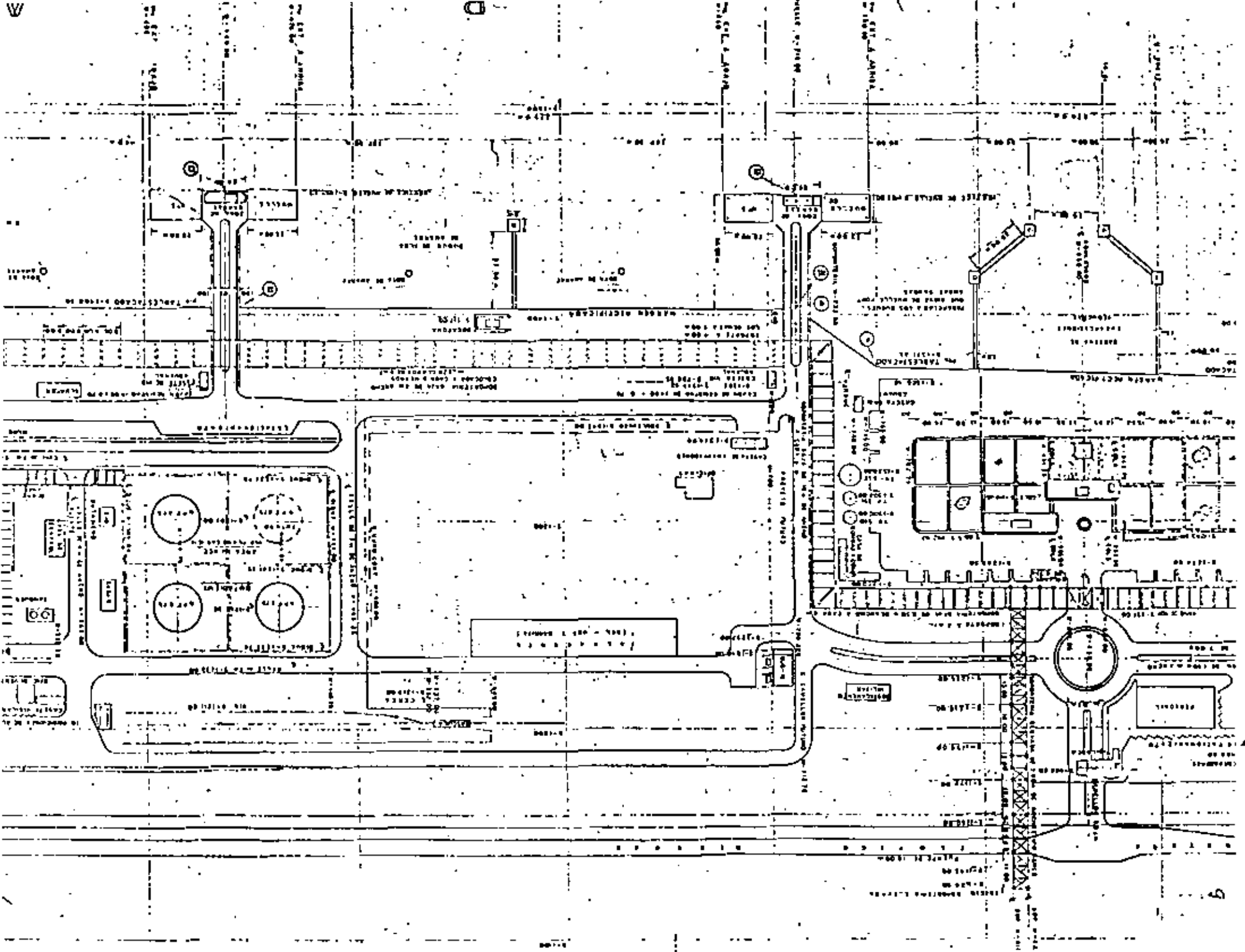
6

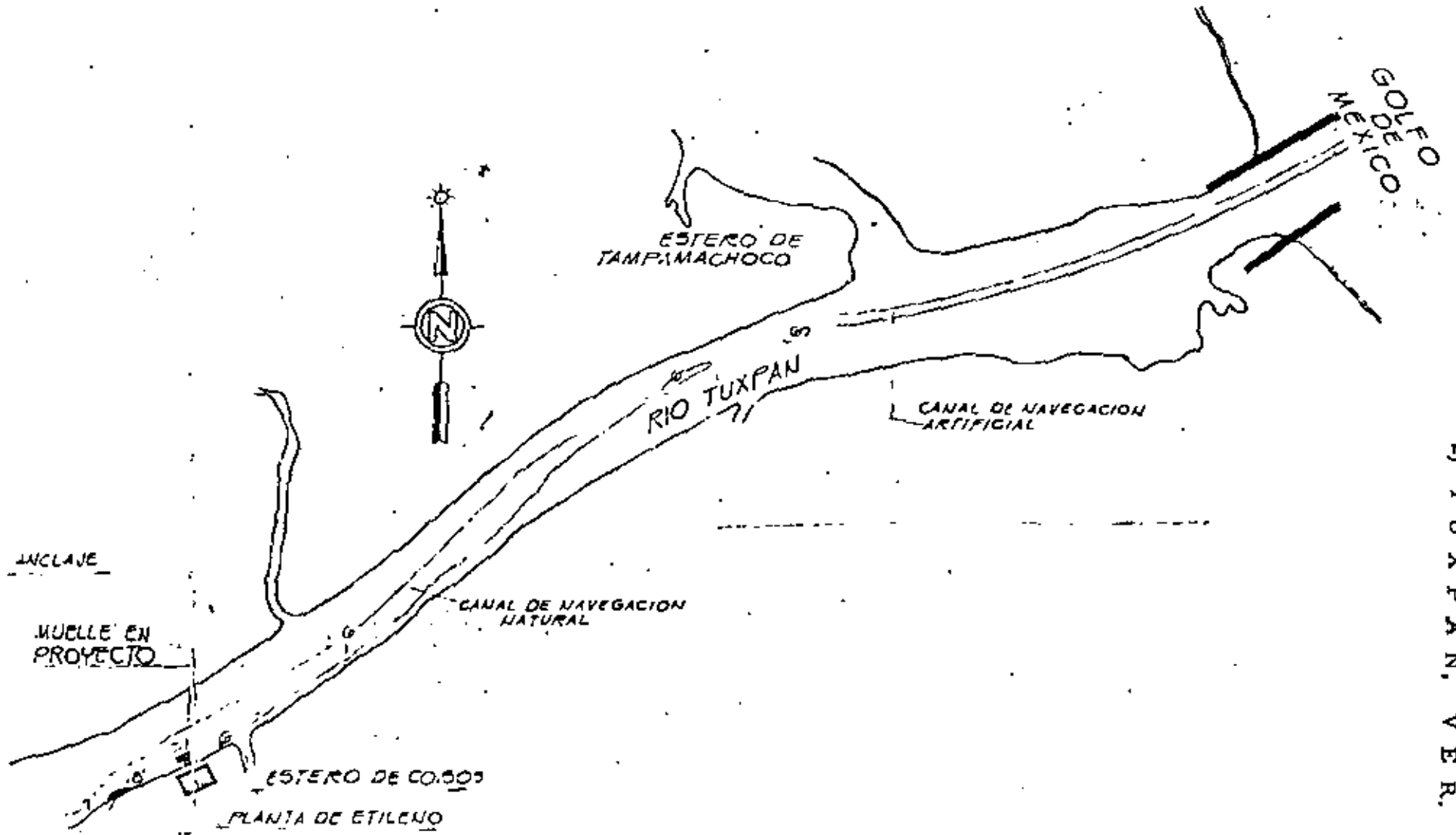


C	W-1097 88	S-1398 00
D	W-997 88	S-1398 00
E	W-948 88	S-1387 00
F	W-781 75	S-1371 29
G	W-707 78	S-1359 08
H	W-613 00	S-1402 73
I	W-1255 00	S-1448 30
J	W-1281 00	S-1553 50
K	W-990 00	S-1431 00
L	W-908 70	S-1598 00
M	W-715 00	S-1433 00
N	W-715 00	S-1398 00
O	W-448 88	S-1458 50
P	W-840 00	S-1400 80

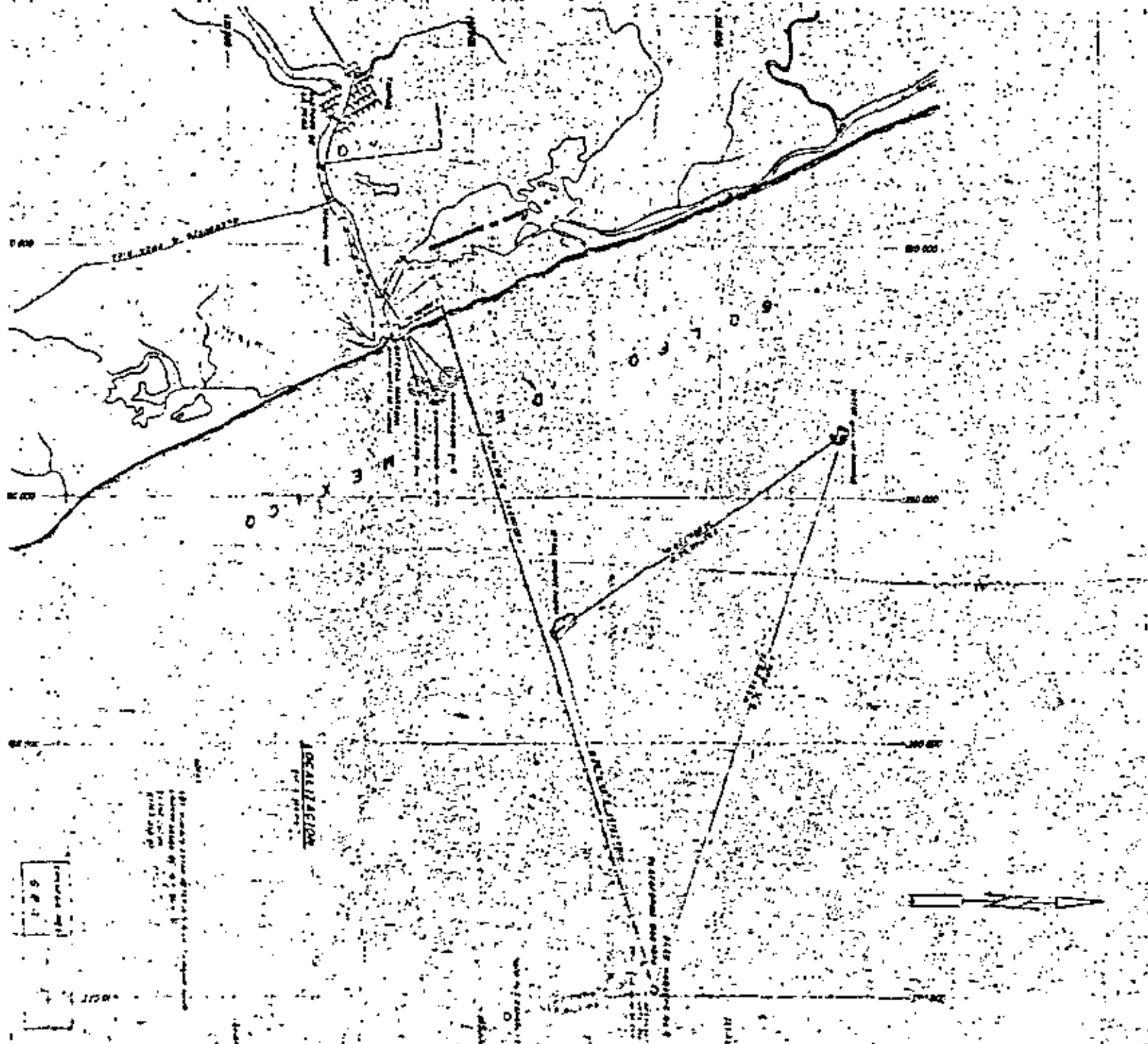
ESTOS DATOS FUERON TOMADOS DE LOS PLANOS DE
 SERVICIO DE 1961, DE 1962 Y DE 1963
 DE LA SECRETARIA DE SALUD, SIN QUE SE
 HAYAN HECHO CAMBIOS EN EL MISMO.



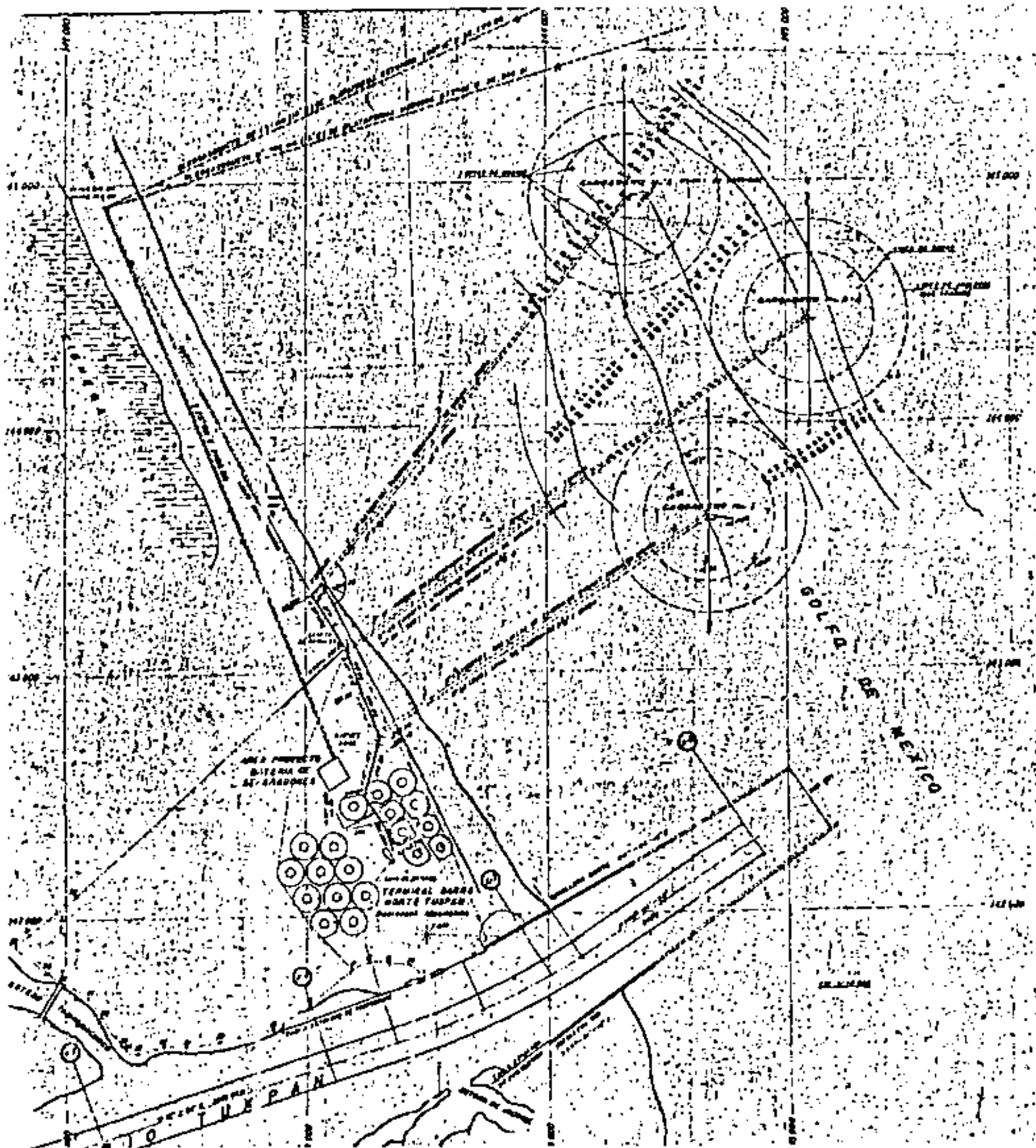


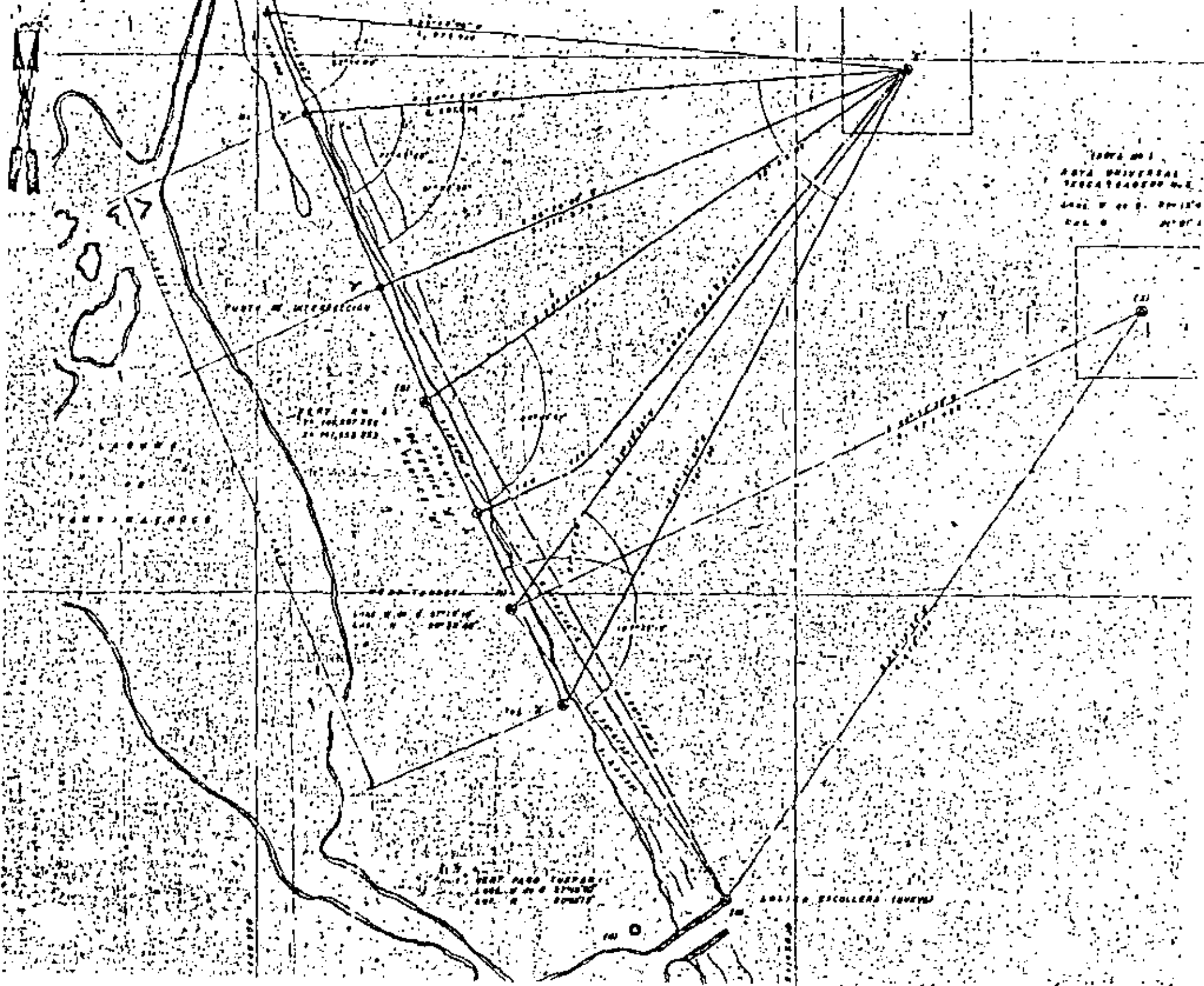


2) TUXPAN, VER. //



LOCALIZATION
 of the road network
 in the area of the
 road network
 in the area of the
 road network





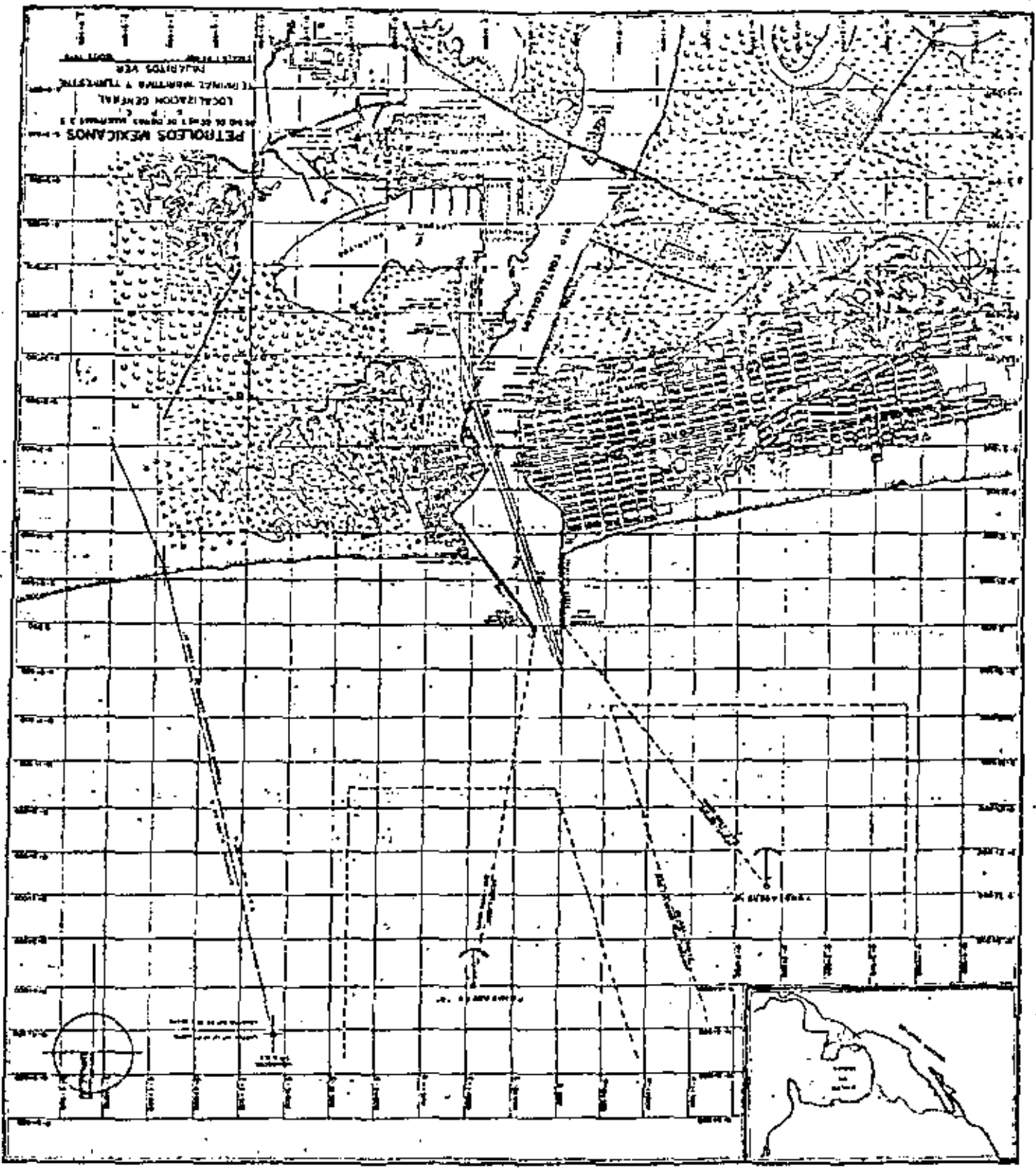
GOLFO DE MEXICO.

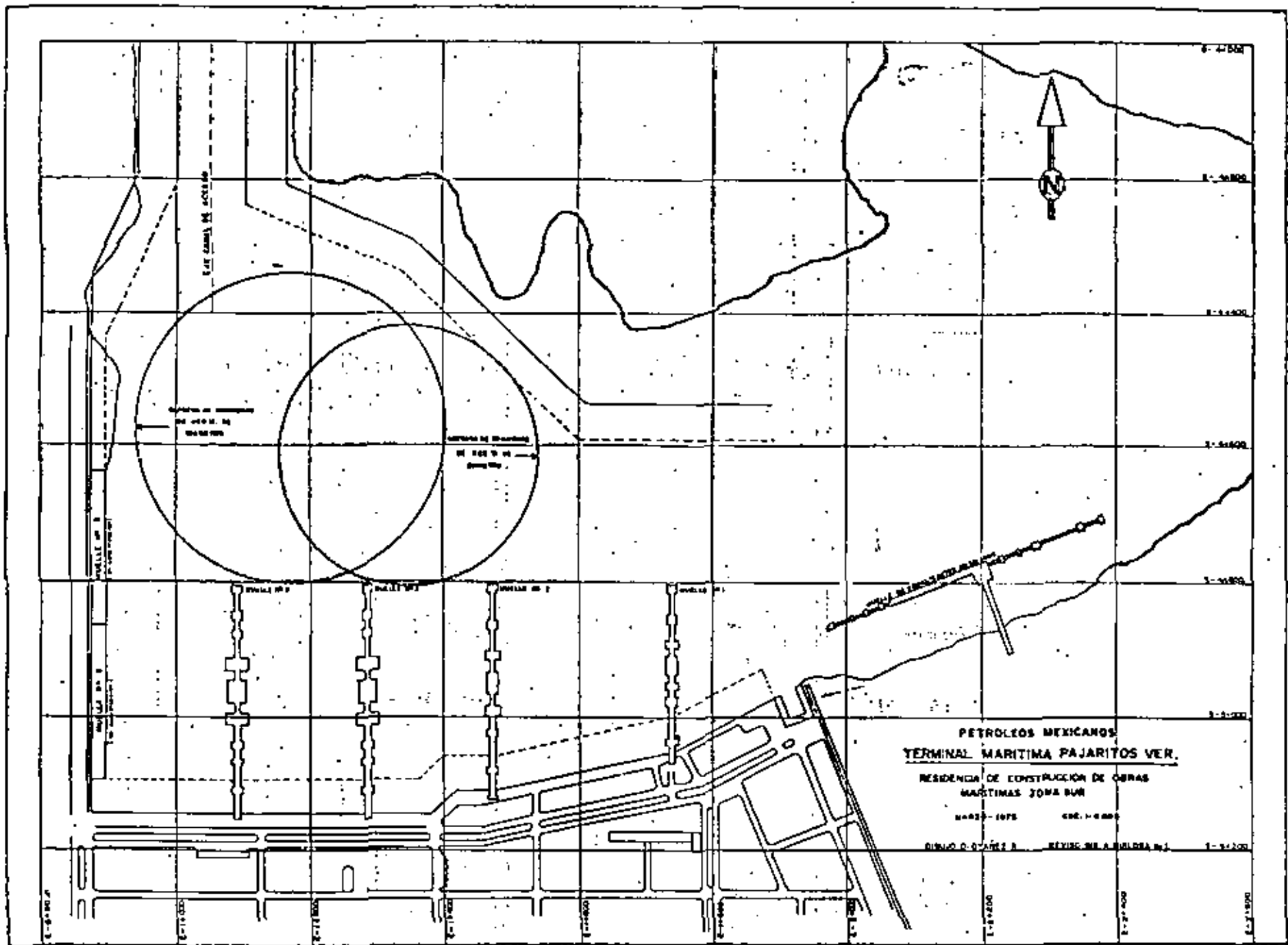
VERACRUZ

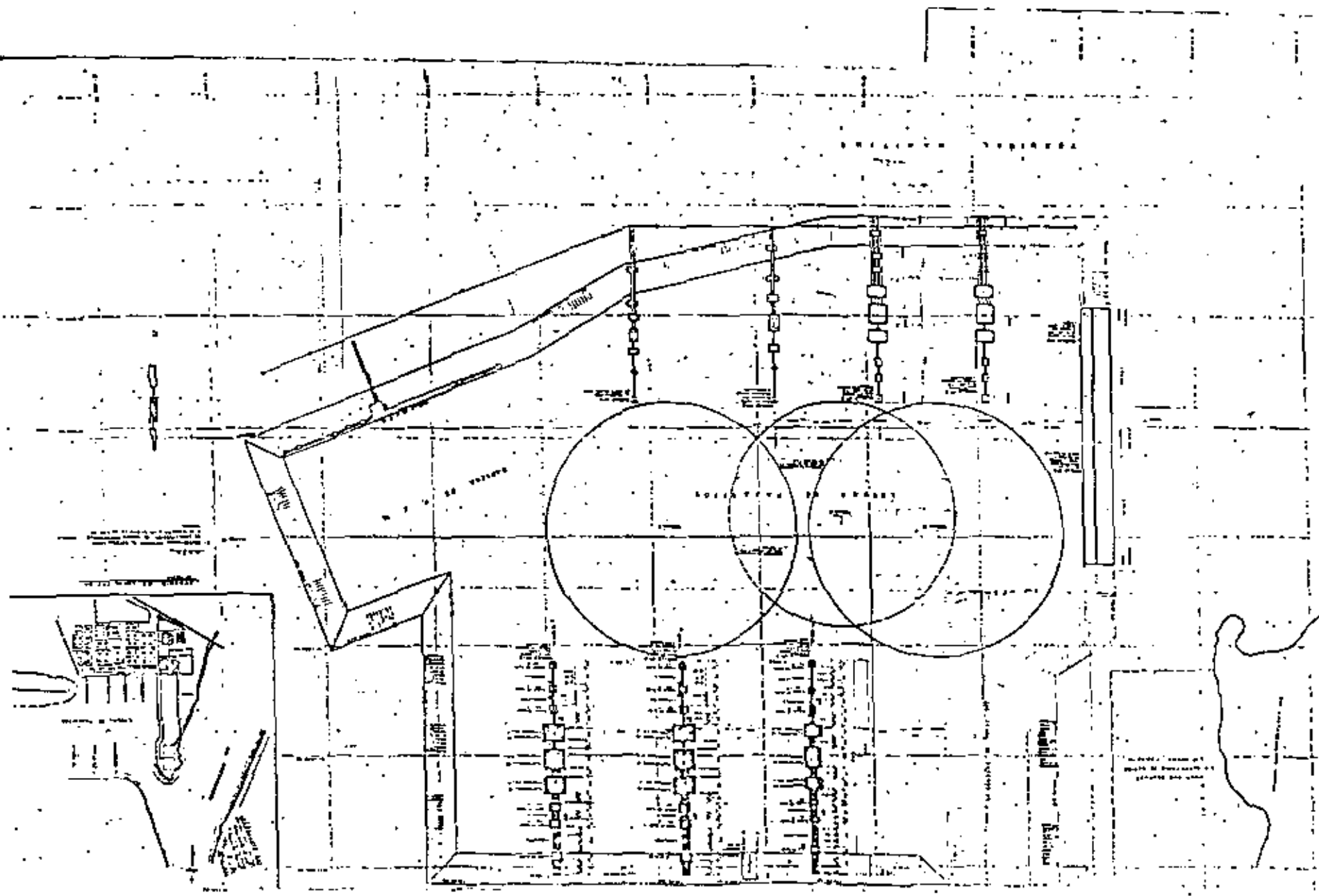


3) VERACRUZ, VER. 16

17

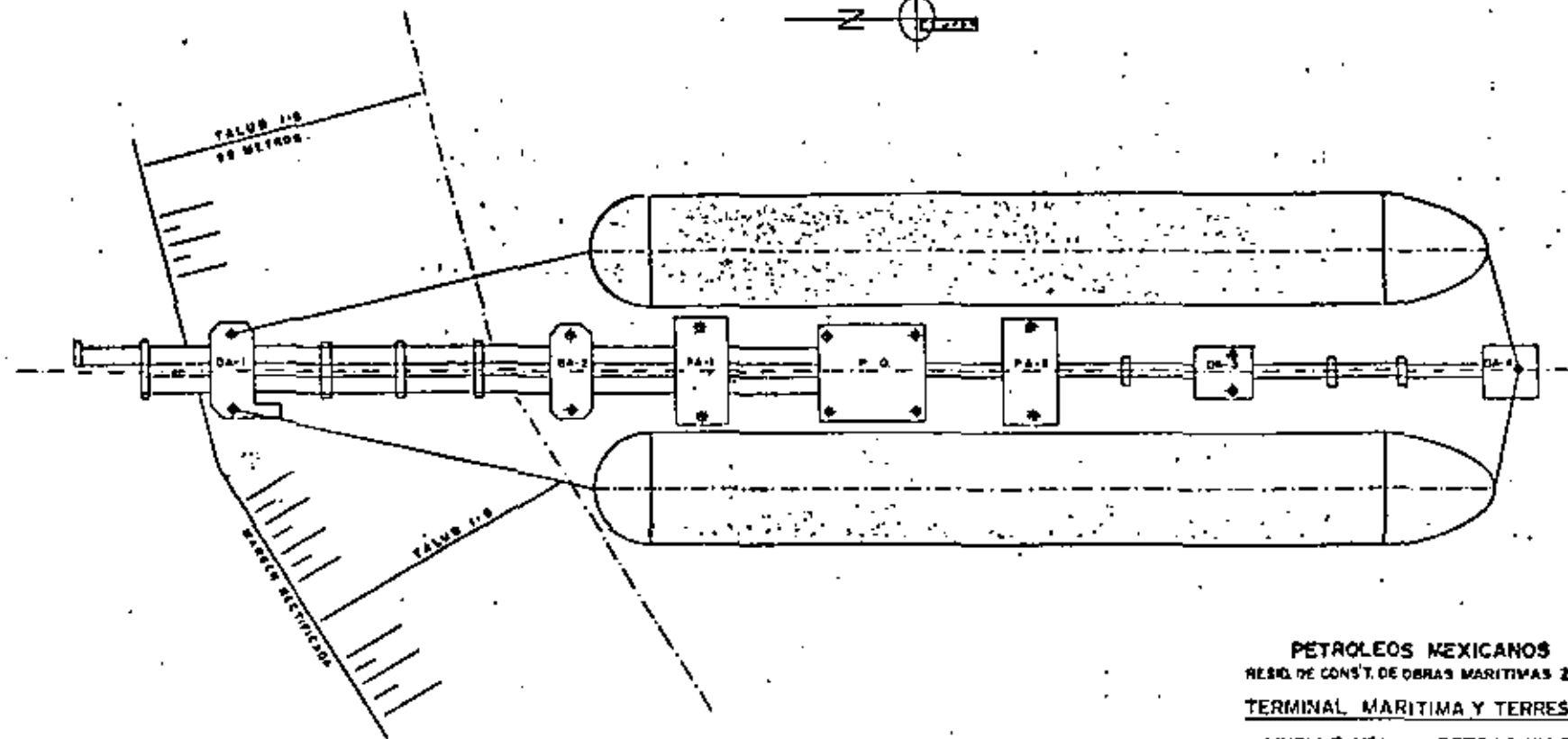
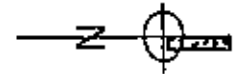




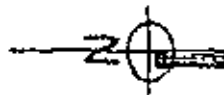


AMARRES

- ◆ BANCOS DOBLE DE DESPESO RAPIDO DE 60 TONS. C./BANCOS
- ◇ BANCOS DE ALLO DESPESO RAPIDO DE 60 TONS.
- ◆ BANCOS DURABLES DESPESO RAPIDO DE 60 TONS. C./BANCOS
- BANCOS DOBLE DE DESPESO RAPIDO DE 100 TONS. C./BANCOS

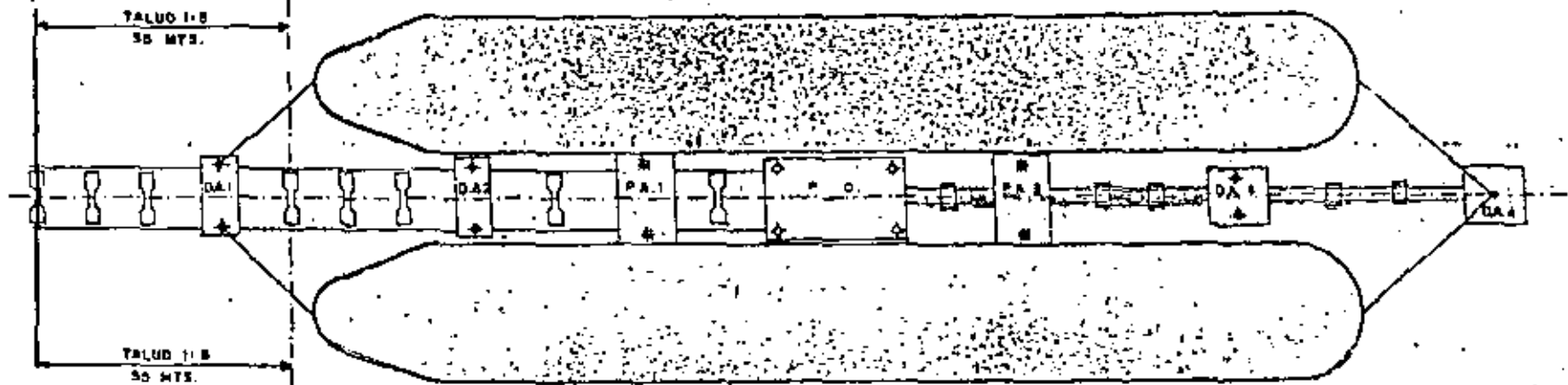


PETROLEOS MEXICANOS
 RESOL. DE CONST. DE OBRAS MARITIMAS 2.3.
TERMINAL MARITIMA Y TERRESTRE
MUELLE N°1 PETROQUIMICO



AMARRES

- ◆ GANCOS DOBLE DESPESO RAPIDO DE 100 TONS. C/ GANCHO
- GANCOS DOBLE DESPESO RAPIDO DE 150 TONS. C/ GANCHO
- ◇ GANCOS SENCILLO DESPESO RAPIDO DE 80 TONS.
- ✦ GANCOS CUADRUPL E DESPESO RAPIDO DE 80 TONS. C/ GANCHO

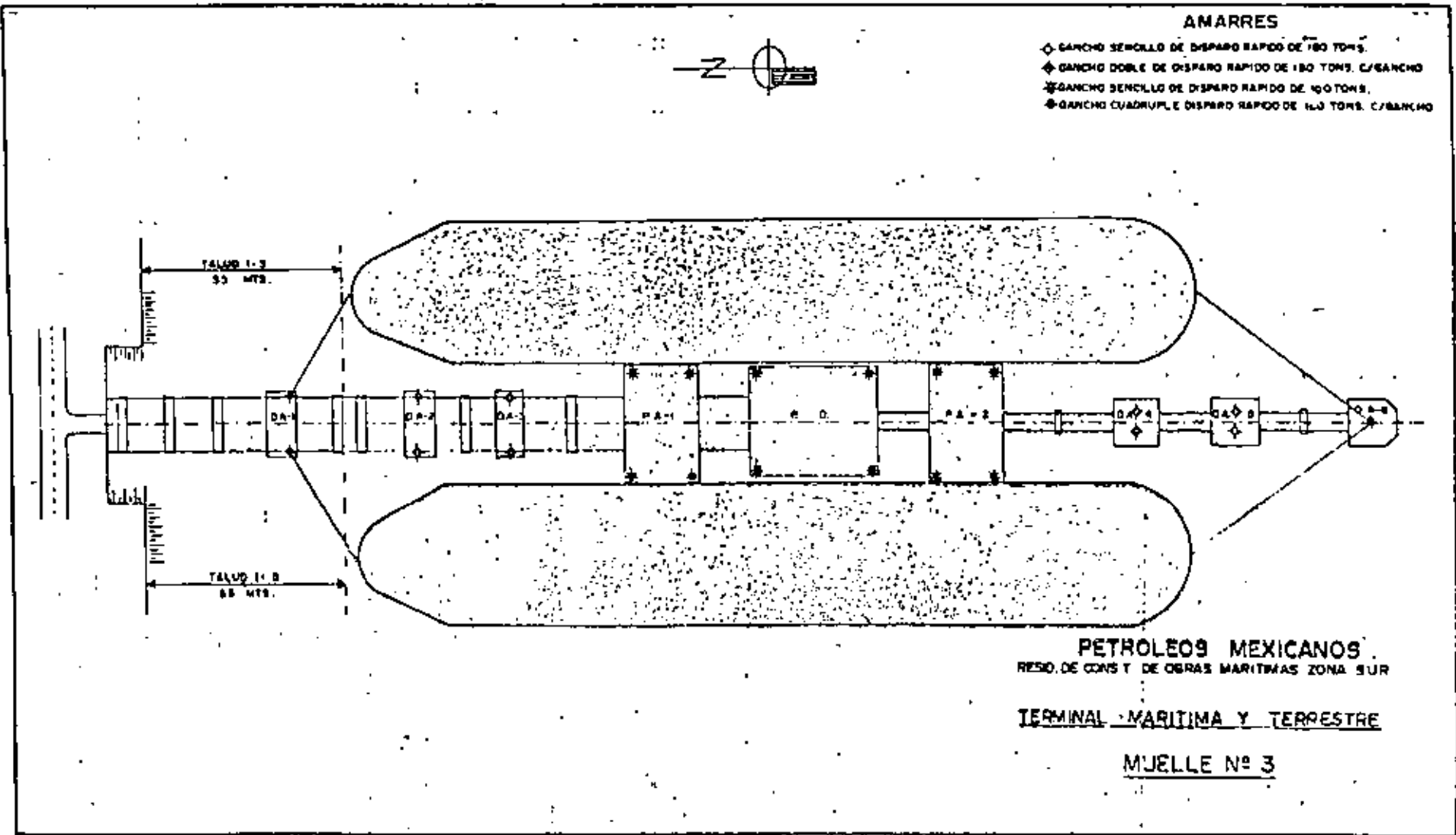


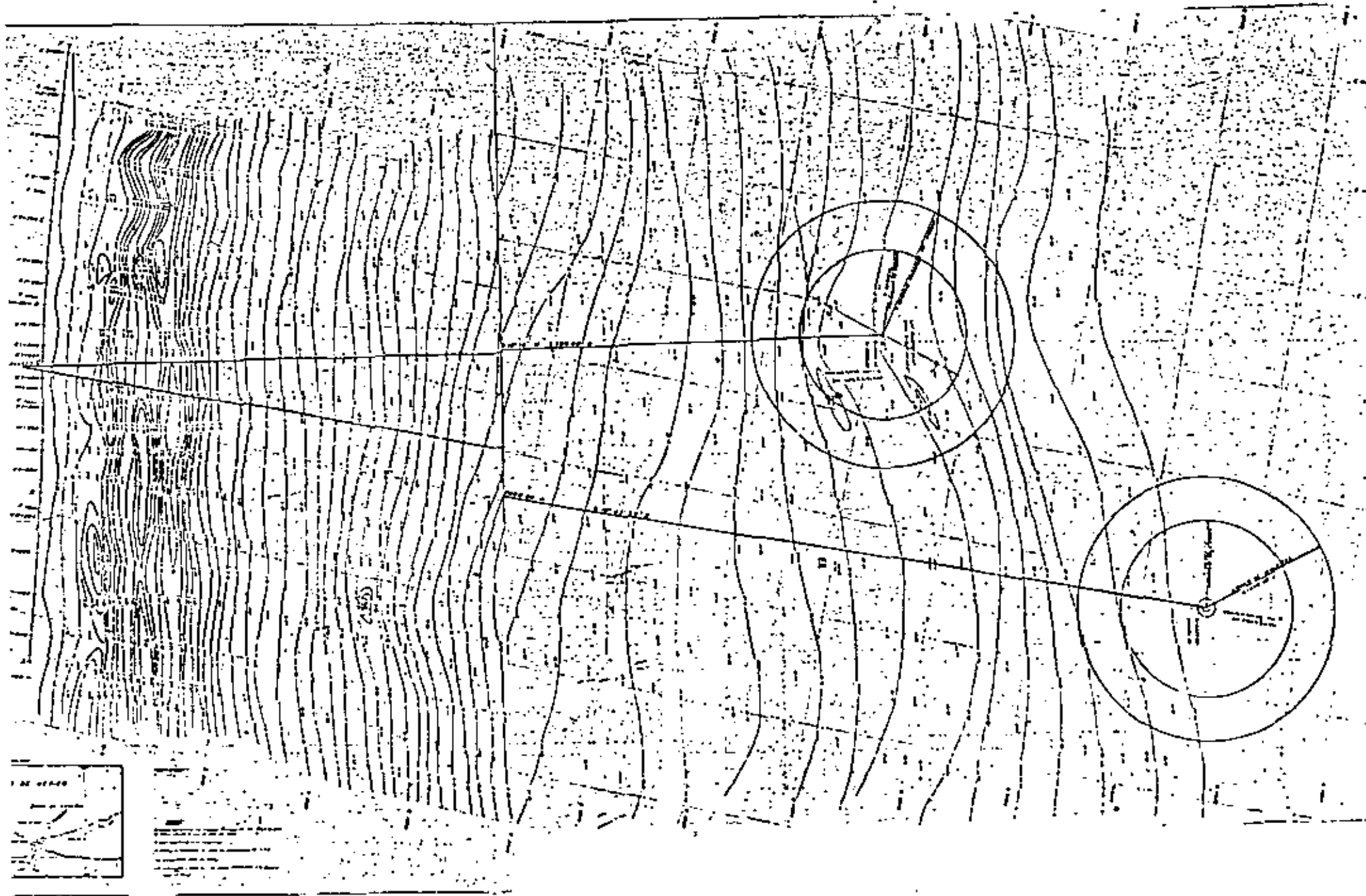
PETROLEOS MEXICANOS
RESID. DE CONST. DE OBRAS MARITIMAS ZONA SUR

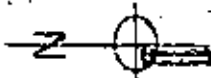
TERMINAL MARITIMA Y TERRESTRE

MUELLE II

24

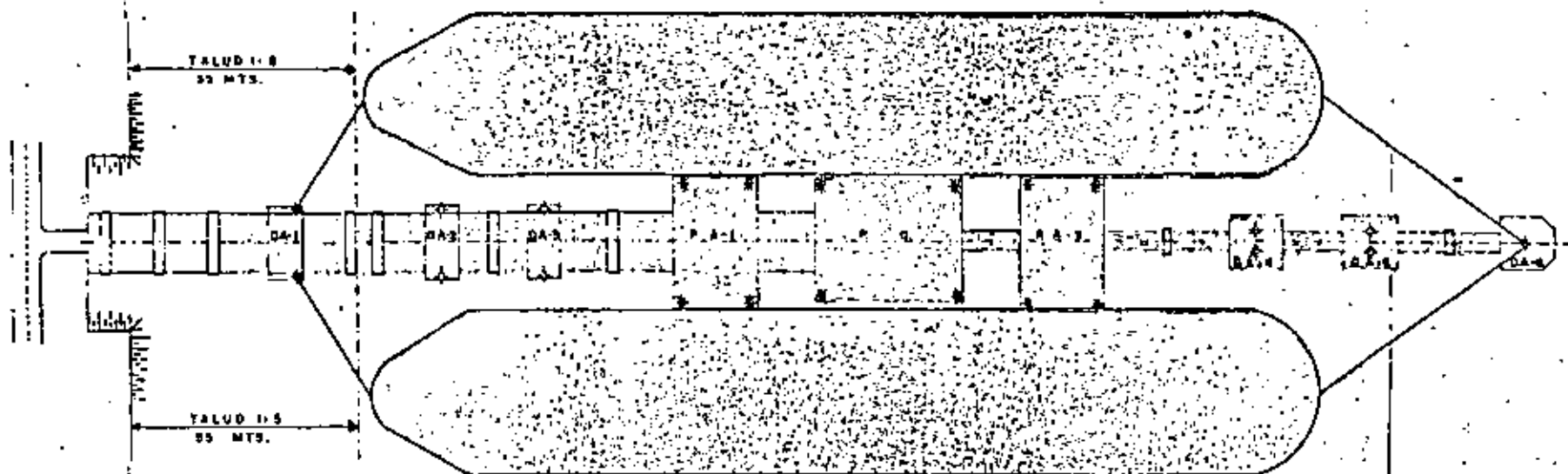






AMARRES

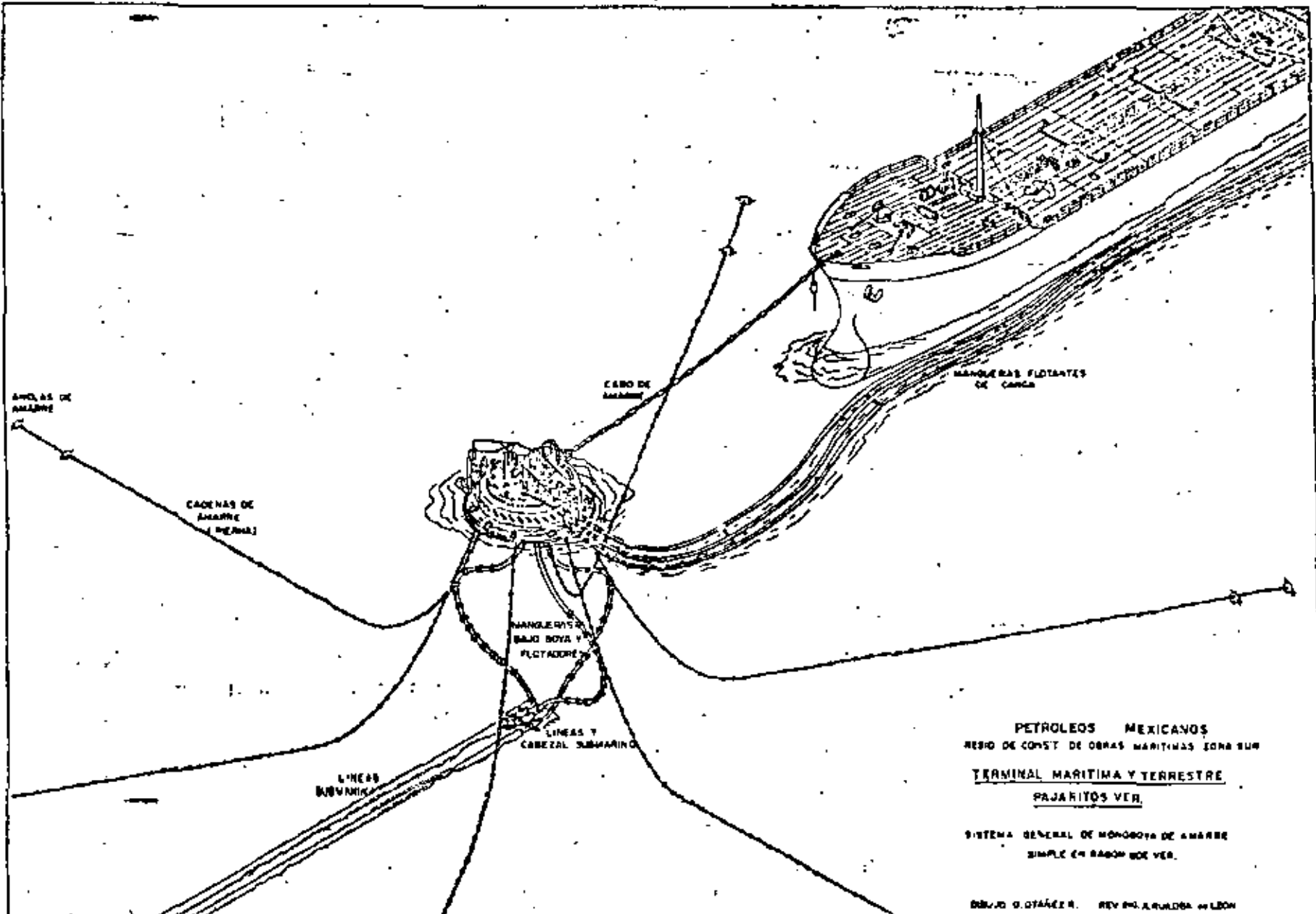
- ⊕ BANCHE SENCILLO DE DISPARO RAPIDO DE 180 TONS.
- ⊕ BANCHE DOBLE DE DISPARO RAPIDO DE 180 TONS. C/BANCHE
- ⊕ BANCHE SENCILLO DE DISPARO RAPIDO DE 400 TONS C/BANCHE
- ⊕ BANCHE CUADRUPLE DE DISPARO RAPIDO DE 180 TONS C/BANCHE



PETROLEOS MEXICANOS
RESE DE CONST. DE OBRAS MARITIMAS ZONA SUR

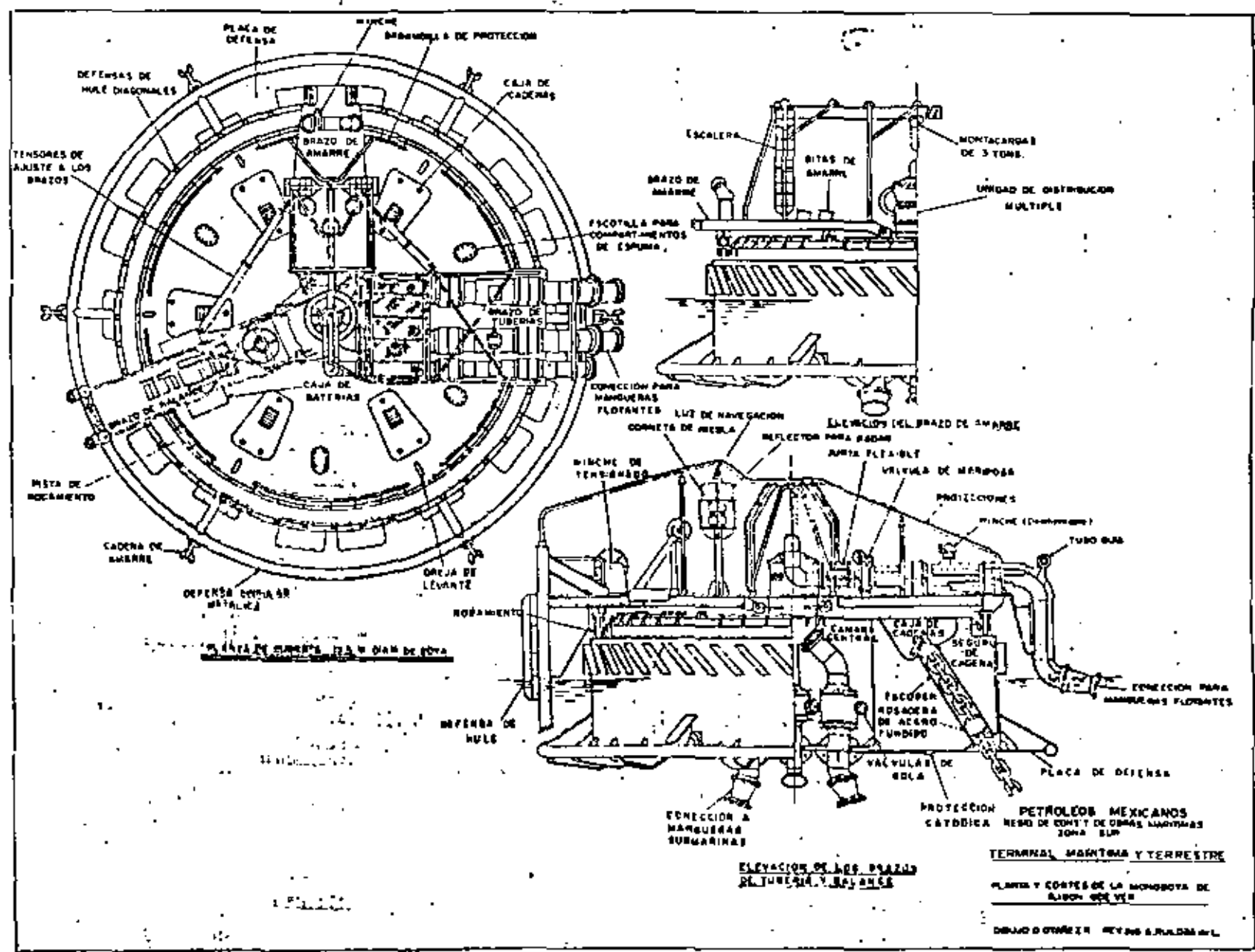
TERMINAL MARITIMA Y TERRESTRE

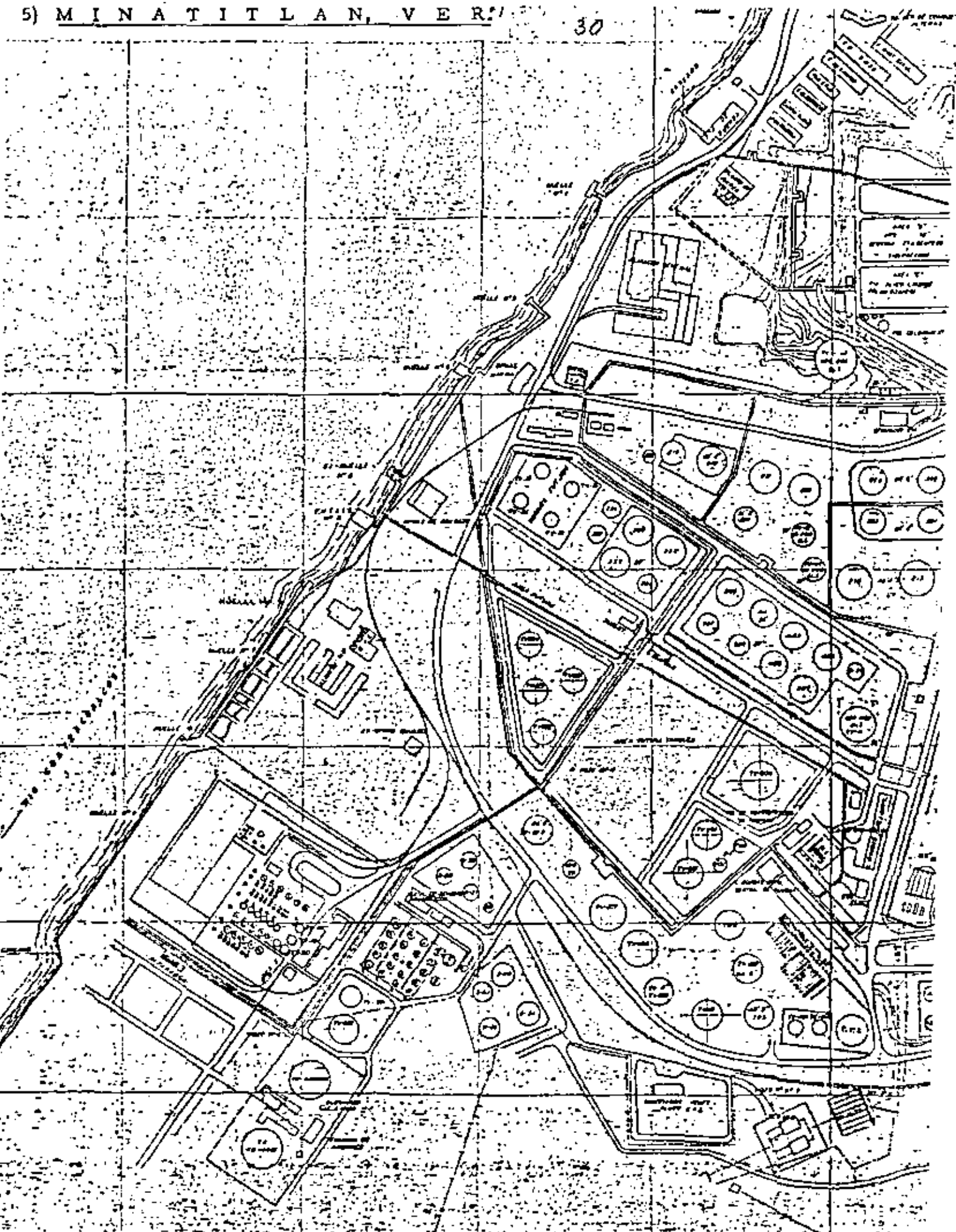
MUELLE N° 4

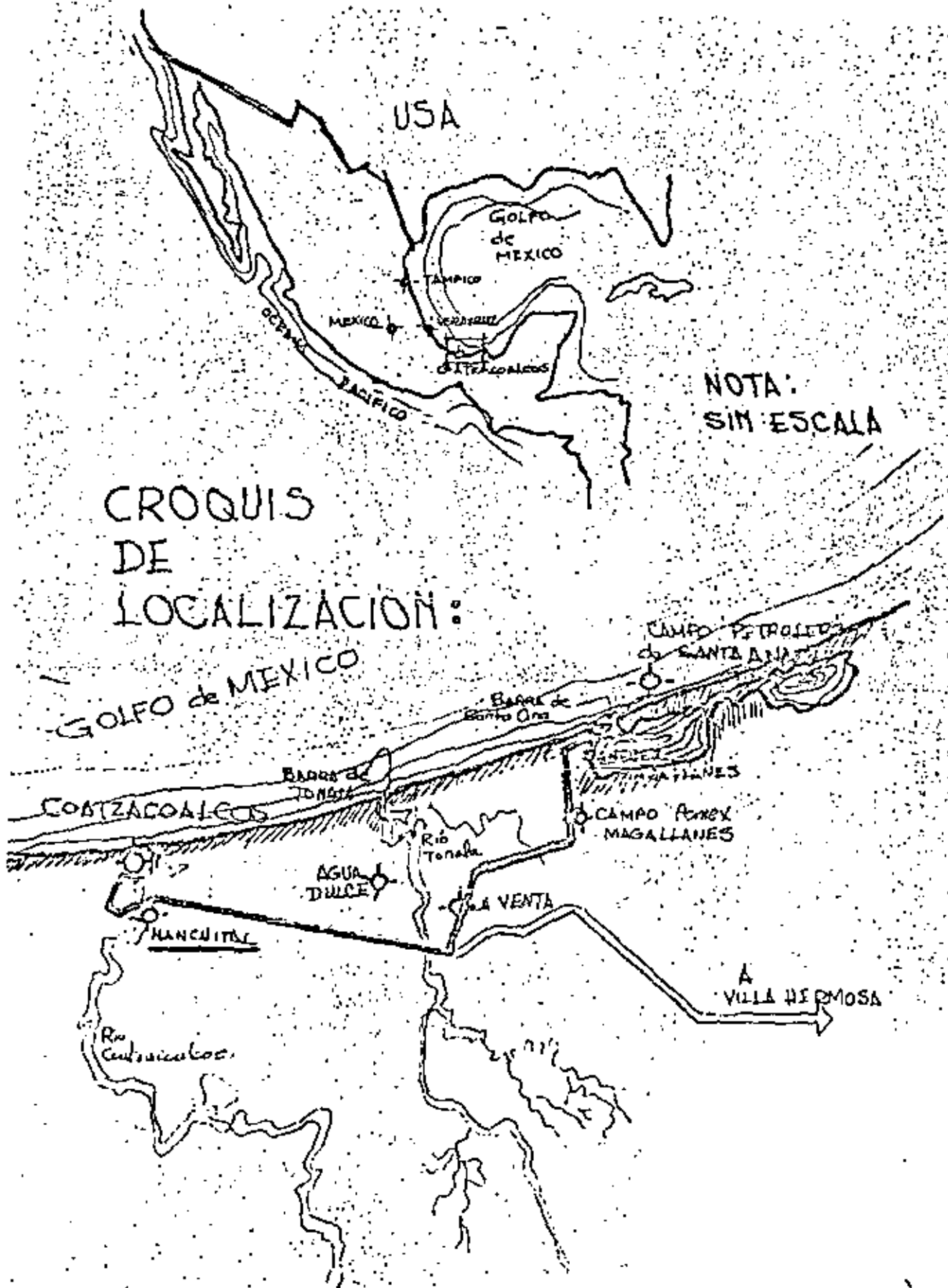


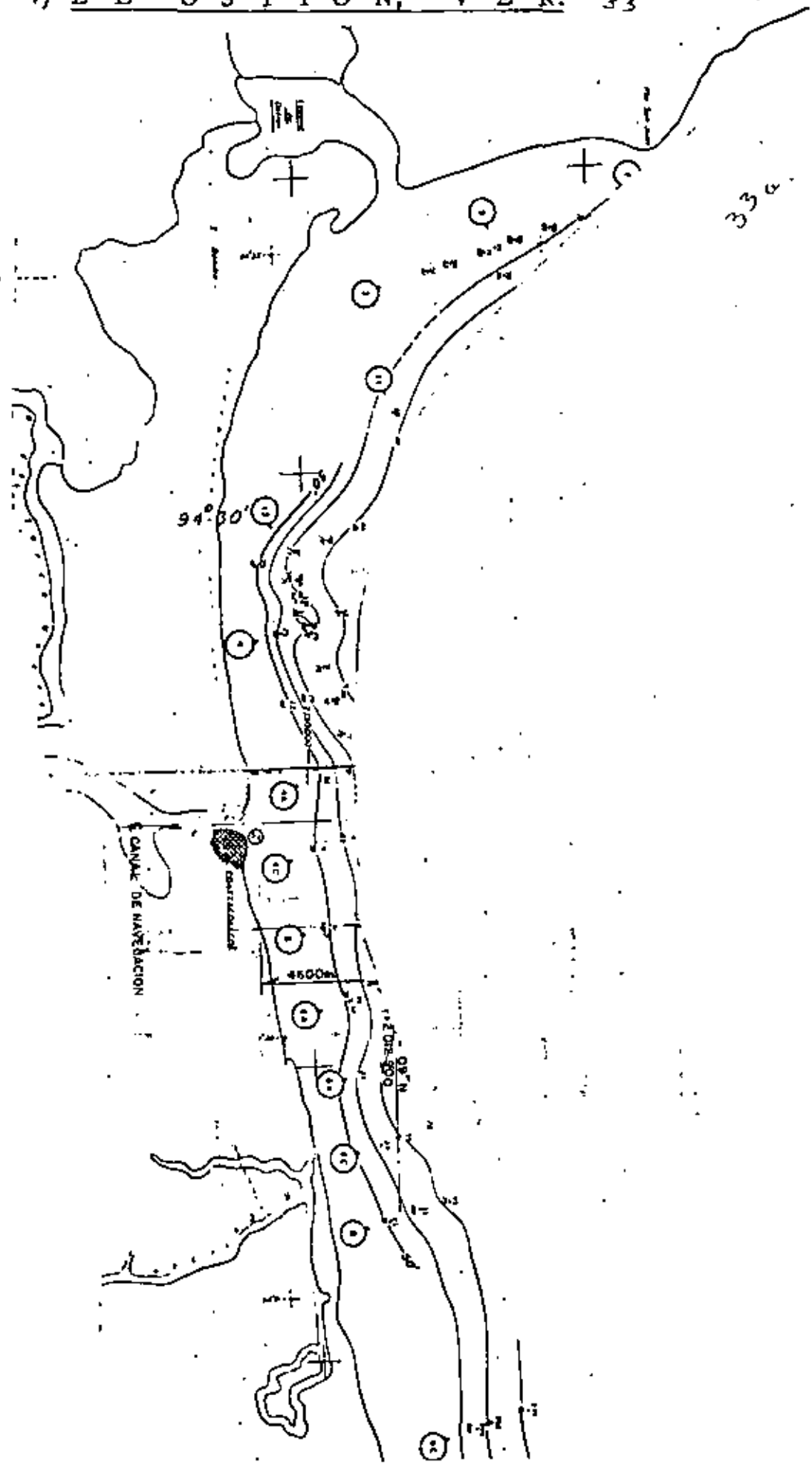
PETROLEOS MEXICANOS
 RESO DE CONST DE OBRAS MARITIMAS EDNA SUIA
TERMINAL MARITIMA Y TERRESTRE
PAJARITOS VER.
 SISTEMA GENERAL DE MONOBOYA DE AMARRE
 SIMPLE EN BARRON BOE VER.

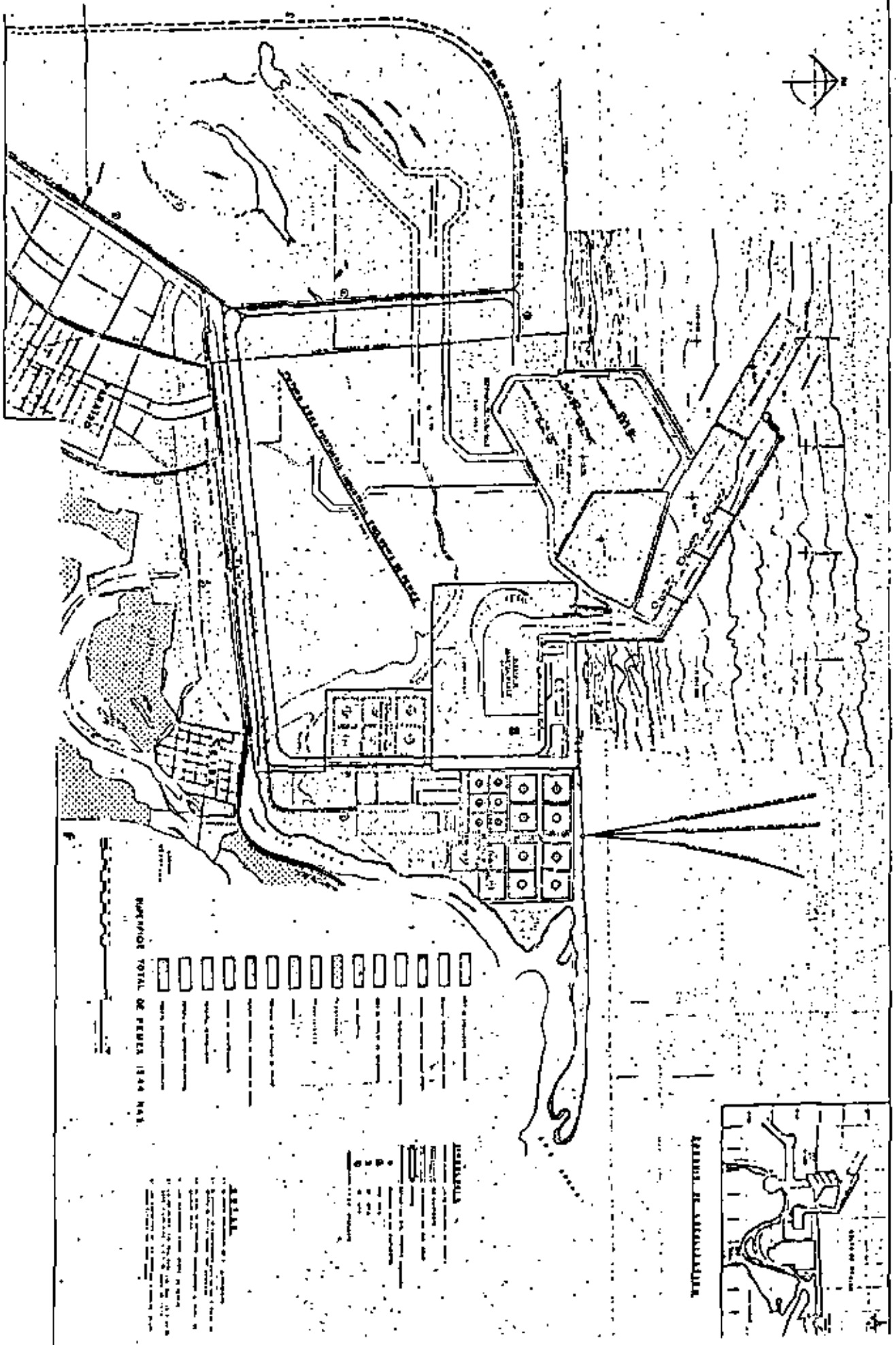
DR. J. O. OTAZA R. REV. EN. A. RUILOBA DE LEON





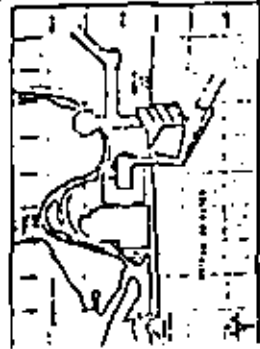


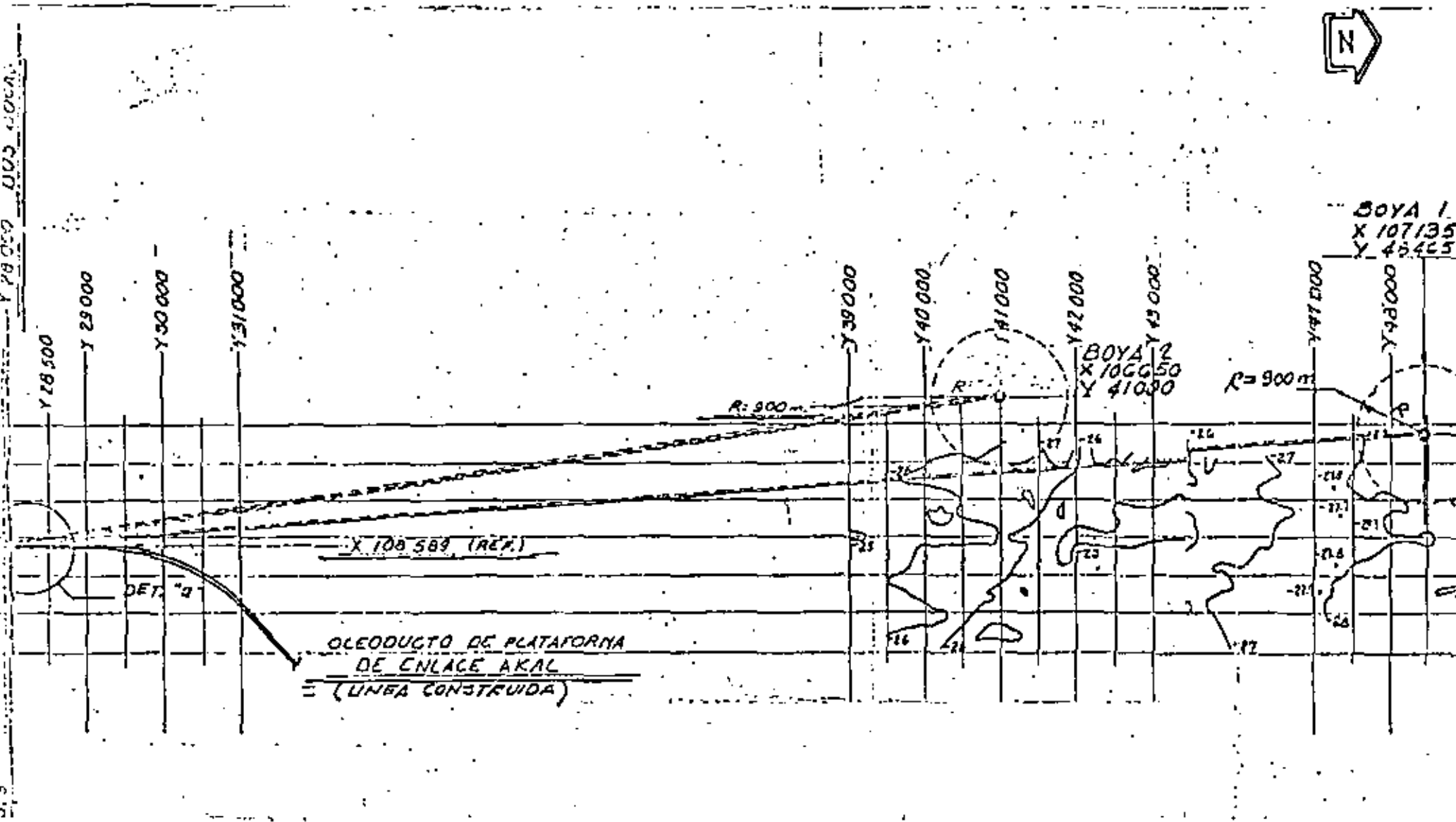




SUPERFICIE TOTAL DE PERIM 1344 HAS.

LEGENDA





OLEODUCTO DE PLATAFORMA
DE ENLACE AKAL
= (LINEA CONSTRUIDA)

BOYA 2
X 106 650
Y 41 030

BOYA 1
X 107 135
Y 43 425

X 100 589 (REF.)

DET. "B"

R = 900 m.

R = 900 m.

Y 28 500

Y 28 500

Y 29 000

Y 30 000

Y 39 000

Y 39 000

Y 40 000

Y 41 000

Y 42 000

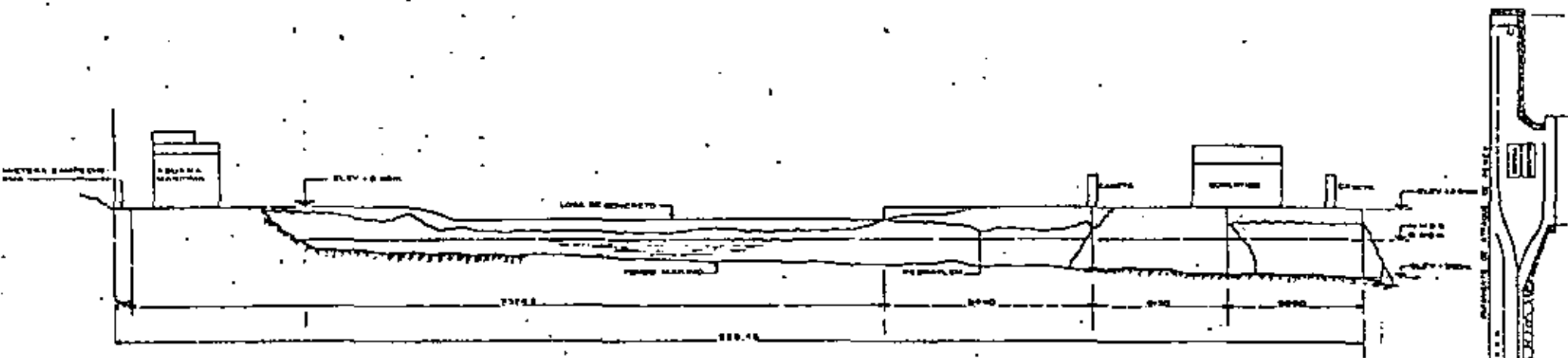
Y 43 000

Y 47 000

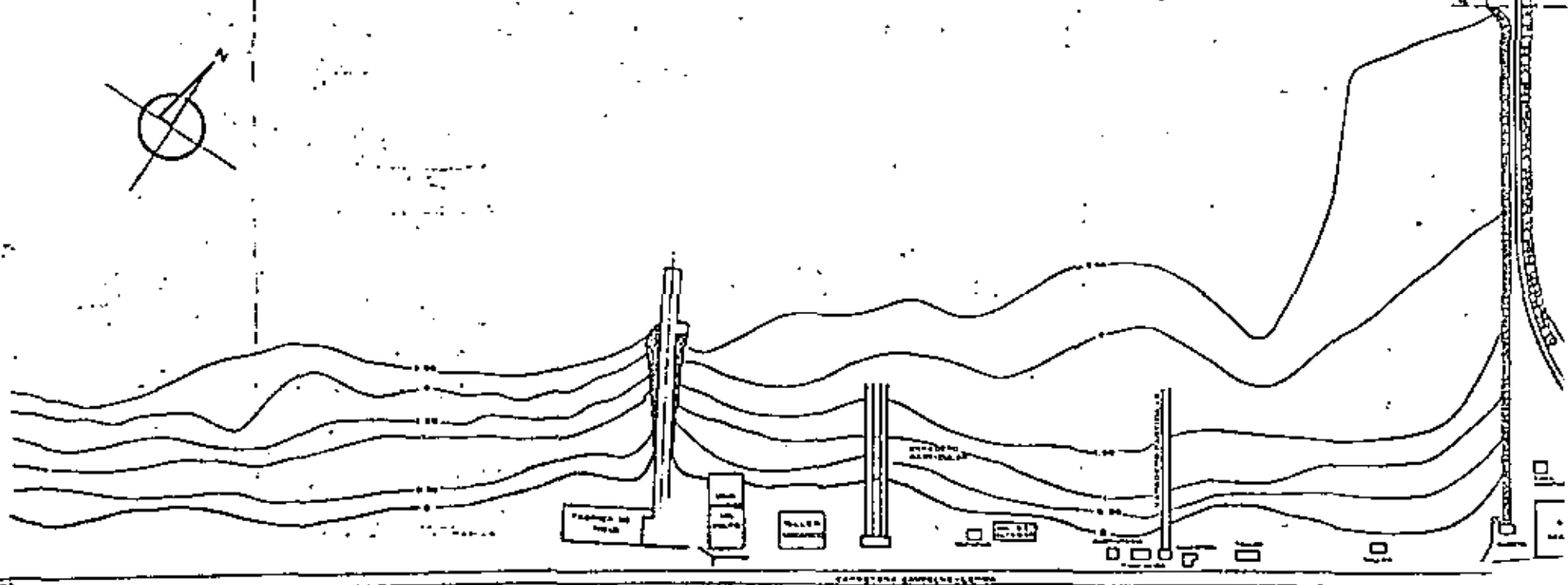
Y 48 000

Y 49 000

Y 28 500



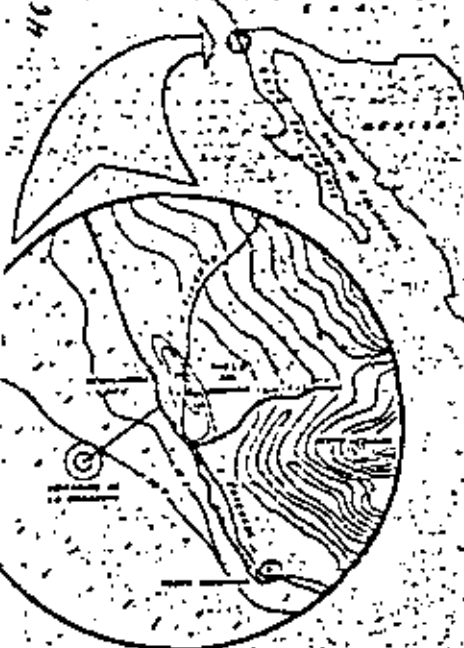
PERFIL MUELLE SAN BARTOLO
 E.C. 11.11.1950



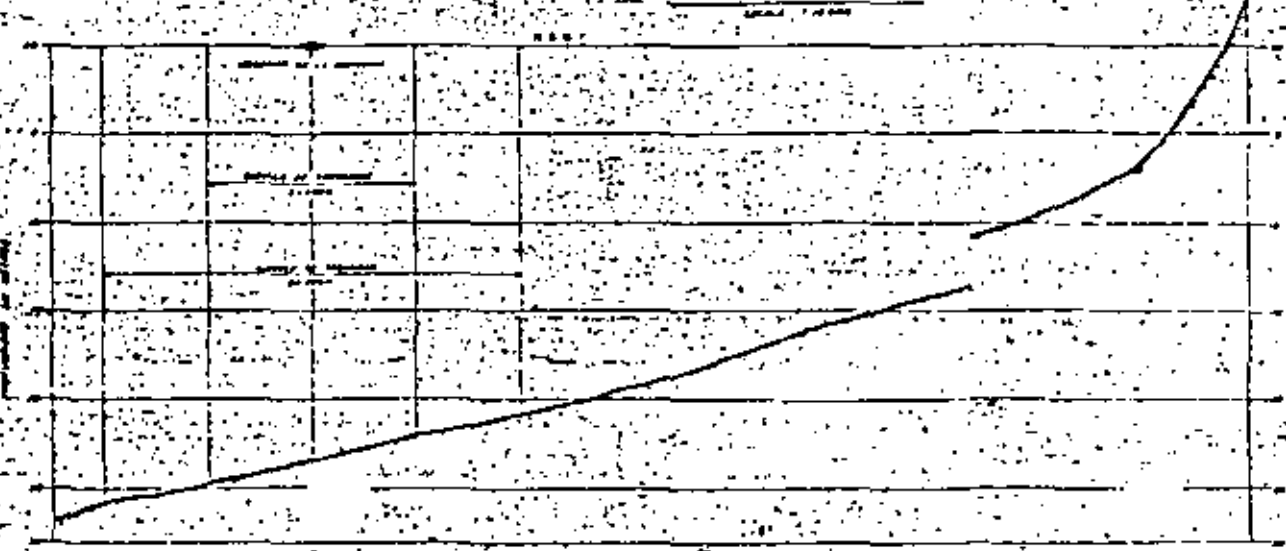
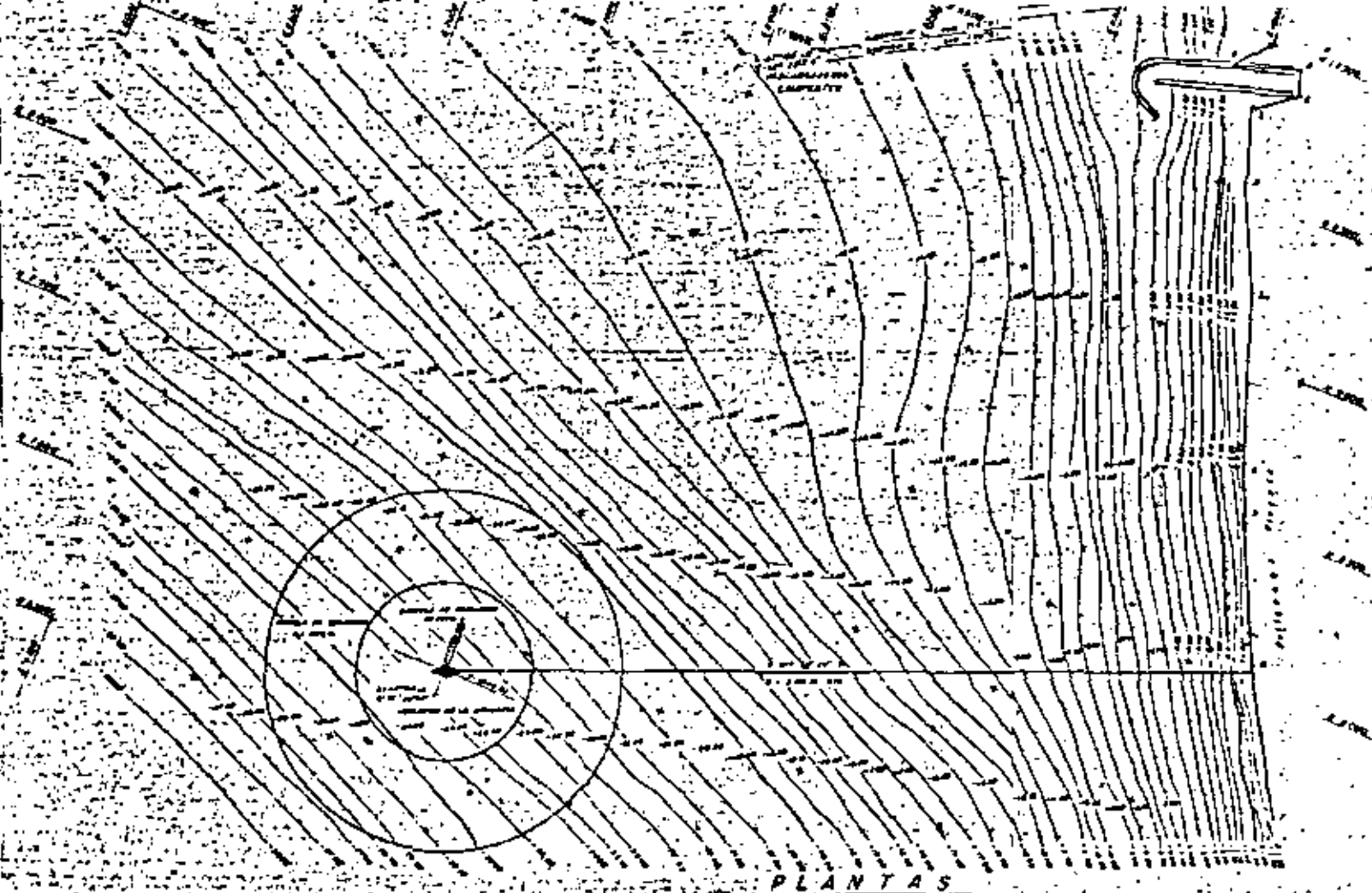
PLANT A E.C. 11.11.1950

11) P R O G R E S O, Y U C. 44

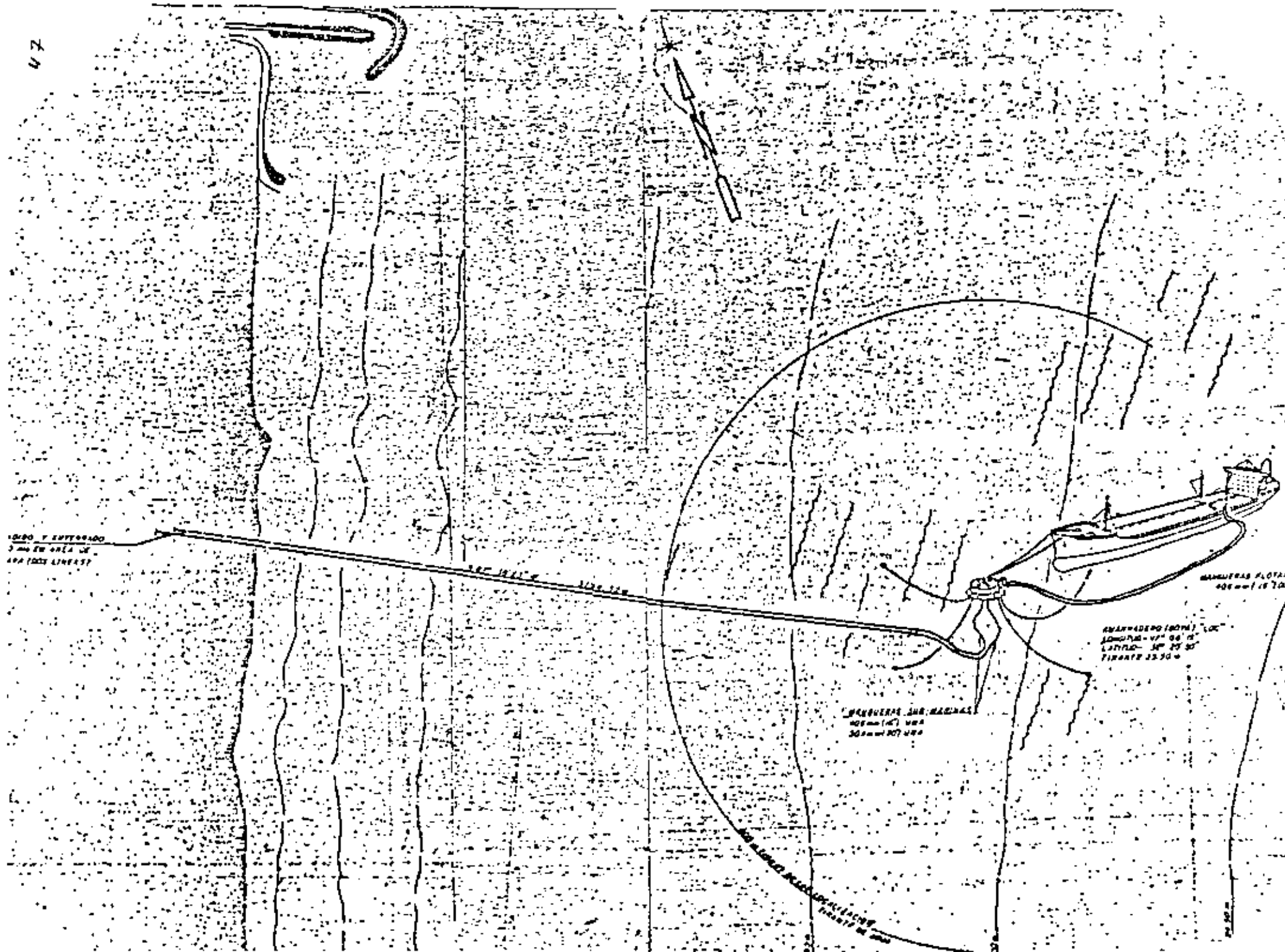
12) R O S A R I T O, B. C. 45

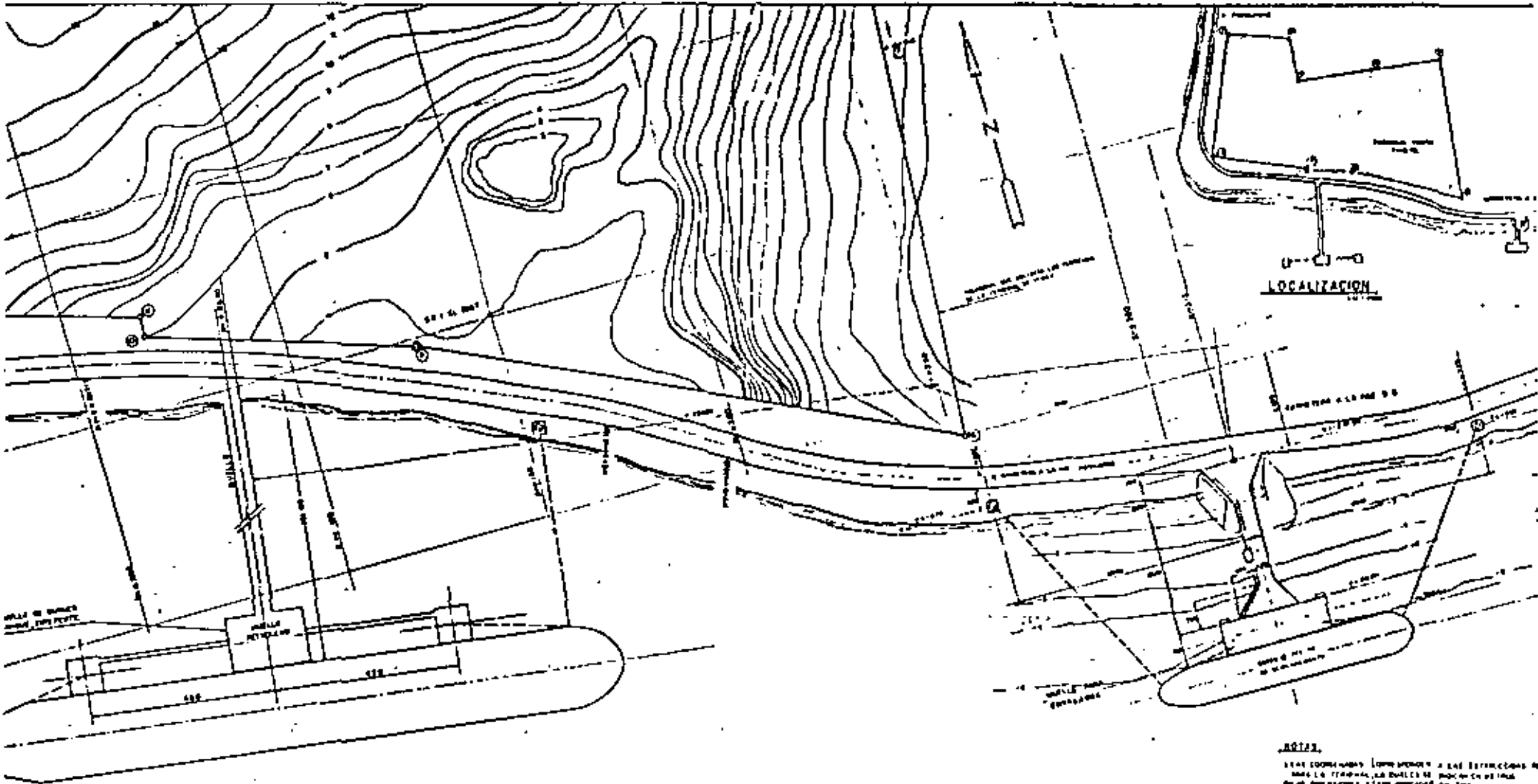


LOCALIZACION



PERFIL

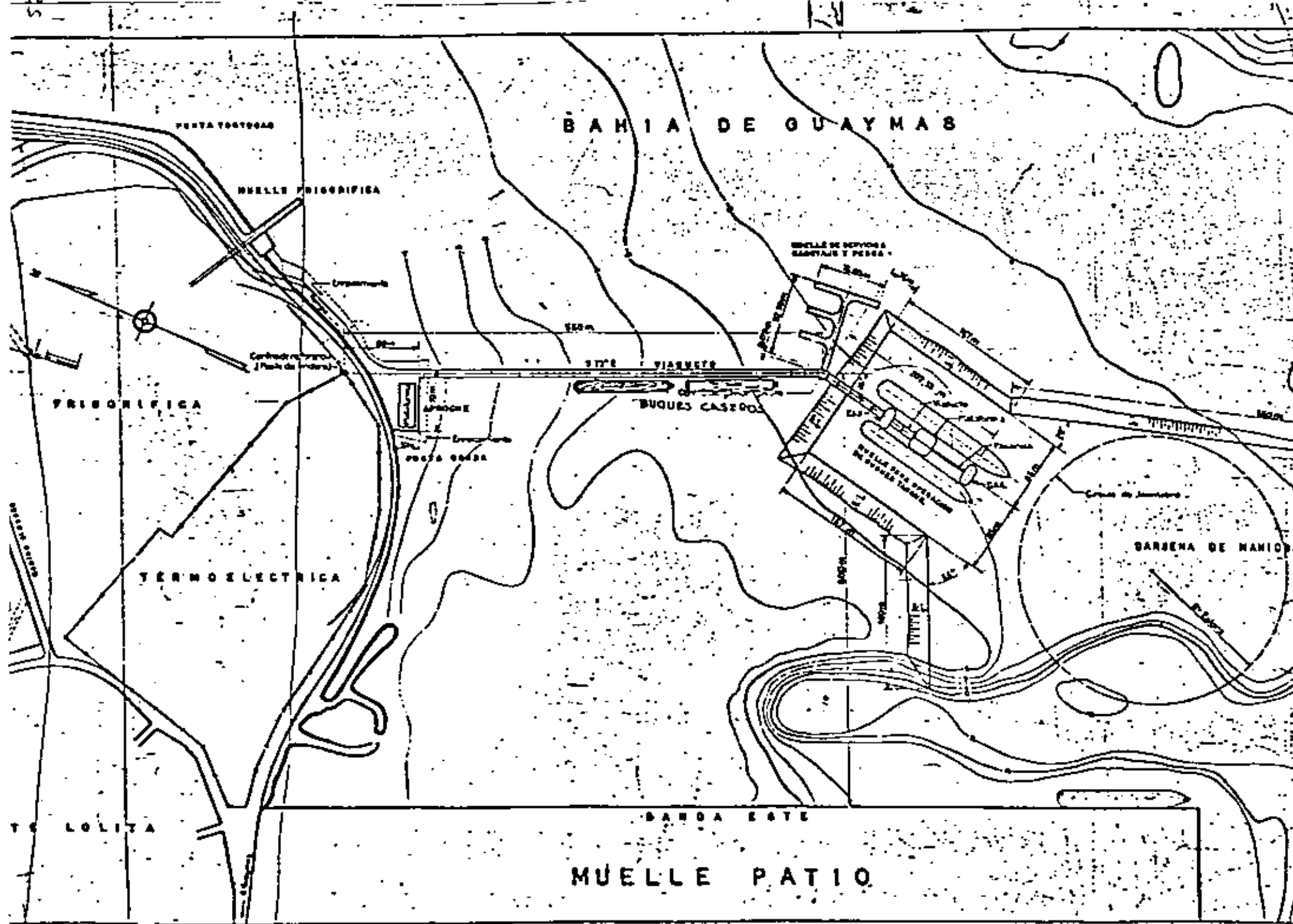


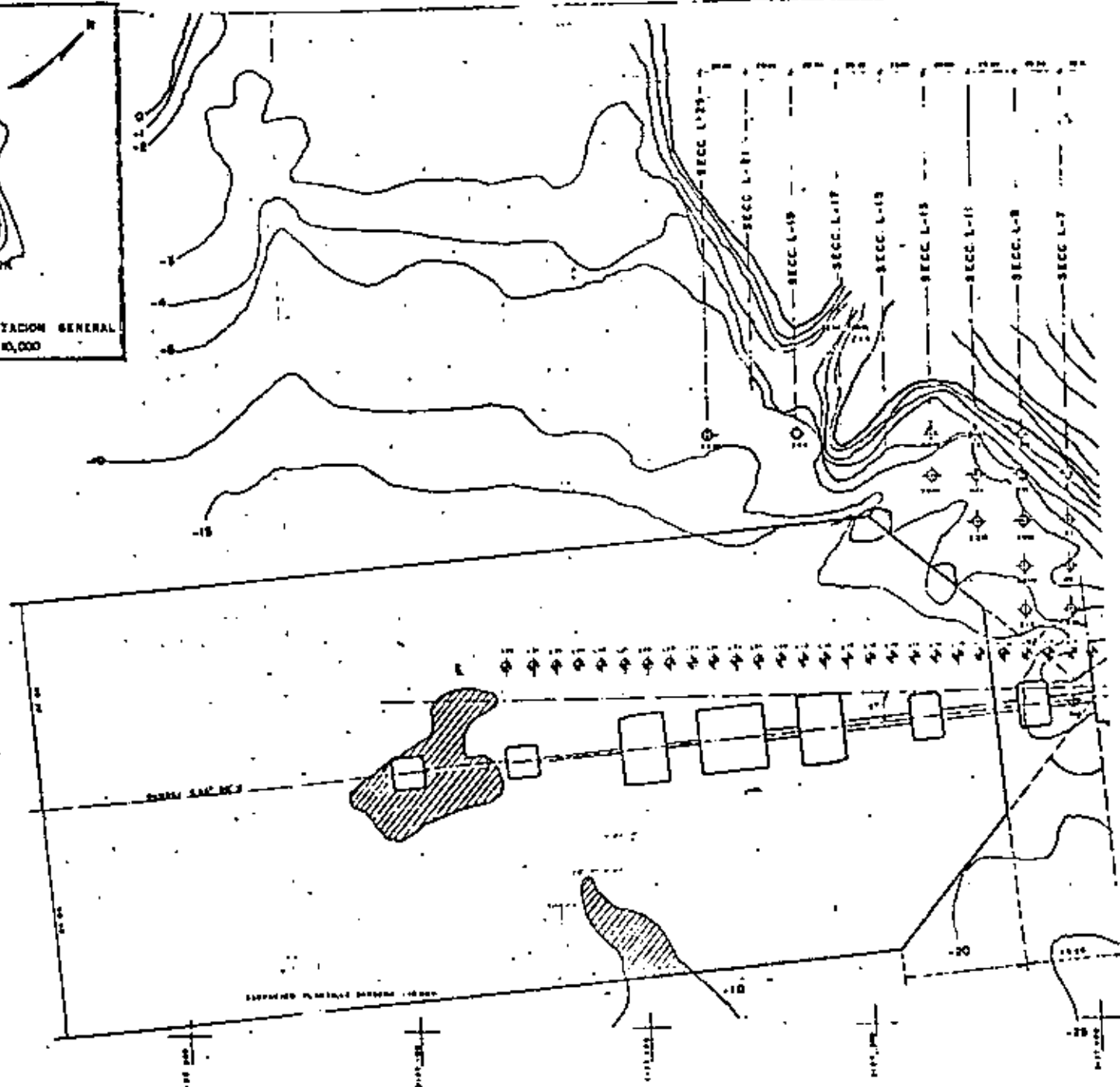
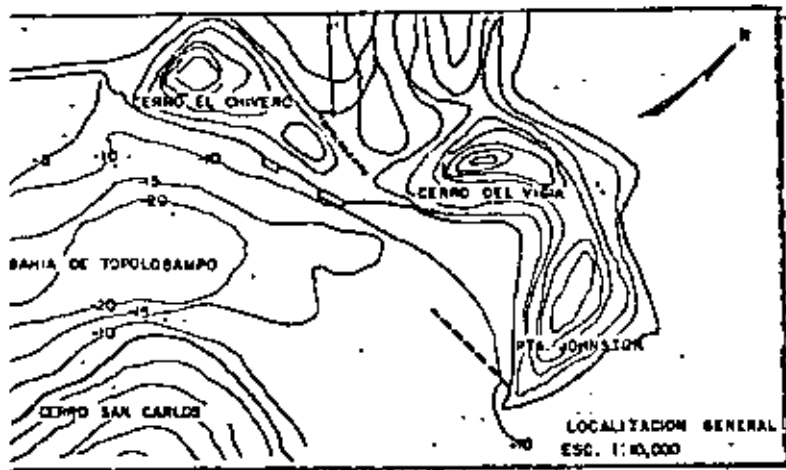


NOTA:
 Este documento tiene validez para las operaciones de
 obra de construcción de la obra de canalización de
 agua de la zona de estudio en el sector de
 P-1 a P-100. Este documento es propiedad de la
 empresa que lo elaboró y no debe ser reproducido ni
 utilizado para otros fines.

NO. DE PUNTO	COORDENADAS X (M)	COORDENADAS Y (M)	ALTIMETRIA (M)	TIPO DE PUNTO
P-1	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-2	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-3	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-4	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-5	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-6	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-7	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-8	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-9	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-10	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-11	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-12	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-13	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-14	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-15	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-16	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-17	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-18	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-19	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-20	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-21	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-22	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-23	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-24	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-25	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-26	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-27	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-28	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-29	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-30	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-31	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-32	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-33	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-34	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-35	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-36	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-37	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-38	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-39	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-40	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-41	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-42	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-43	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-44	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-45	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-46	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-47	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-48	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-49	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-50	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-51	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-52	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-53	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-54	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-55	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-56	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-57	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-58	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-59	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-60	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-61	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-62	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-63	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-64	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-65	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-66	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-67	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-68	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-69	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-70	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-71	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-72	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-73	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-74	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-75	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-76	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-77	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-78	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-79	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-80	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-81	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-82	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-83	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-84	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-85	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-86	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-87	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-88	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-89	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-90	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-91	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-92	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-93	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-94	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-95	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-96	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-97	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-98	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-99	100.00	100.00	100.00	ESTACION
P-100	100.00	100.00	100.00	ESTACION

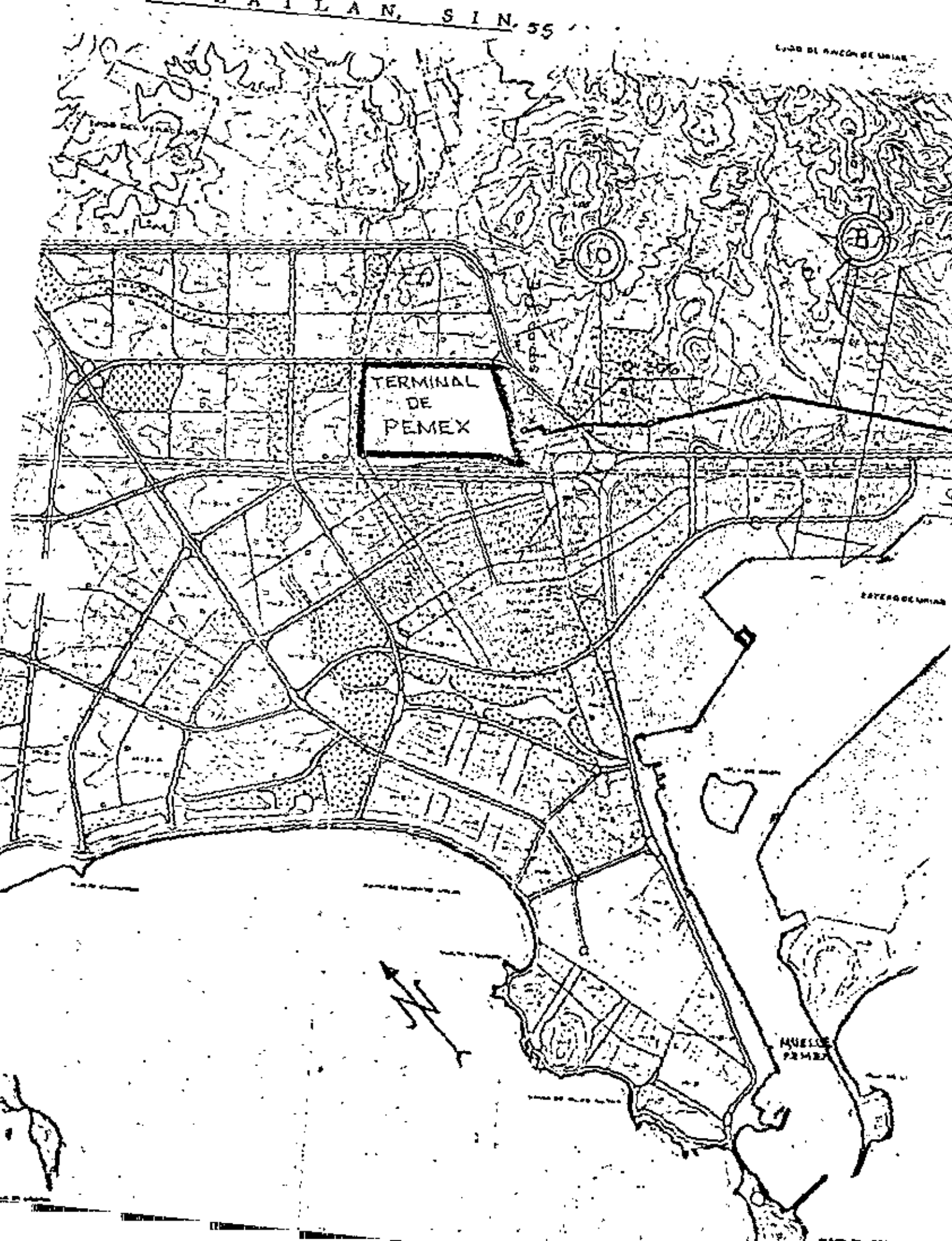
PROYECTO PARA
 CONSTRUCCION





NOTAS
 1. Este mapa muestra únicamente las líneas de contorno y no los detalles de terreno.
 2. No se muestran los detalles de terreno.
 3. Sección de la línea de contorno, tomada del mapa de
 escala 1:10,000.

SECCION L-1



TERMINAL DE PEMEX

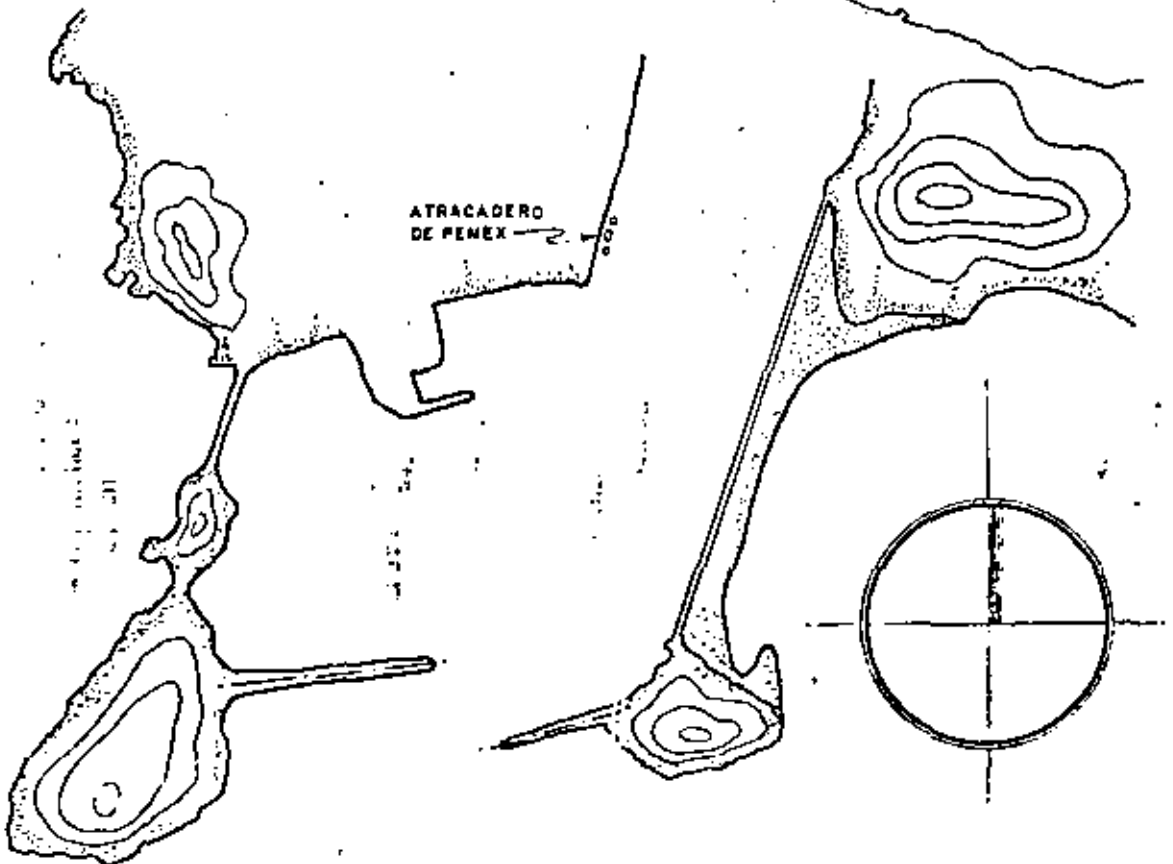
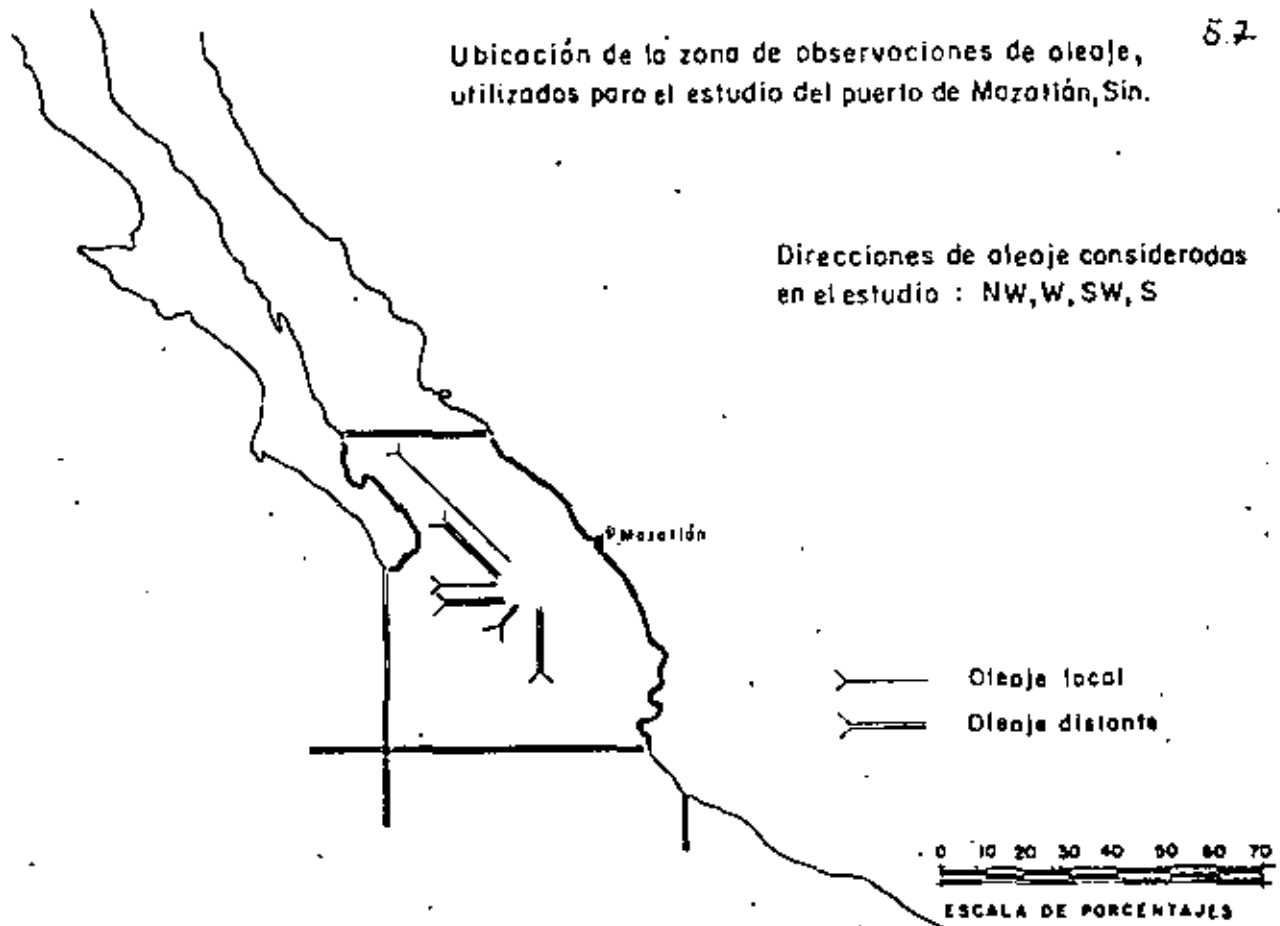
PUERTO DE AMECAMECA

PUERTO DE AMECAMECA



Ubicación de la zona de observaciones de oleaje, utilizados para el estudio del puerto de Mazatlán, Sin.

Direcciones de oleaje consideradas en el estudio : NW, W, SW, S

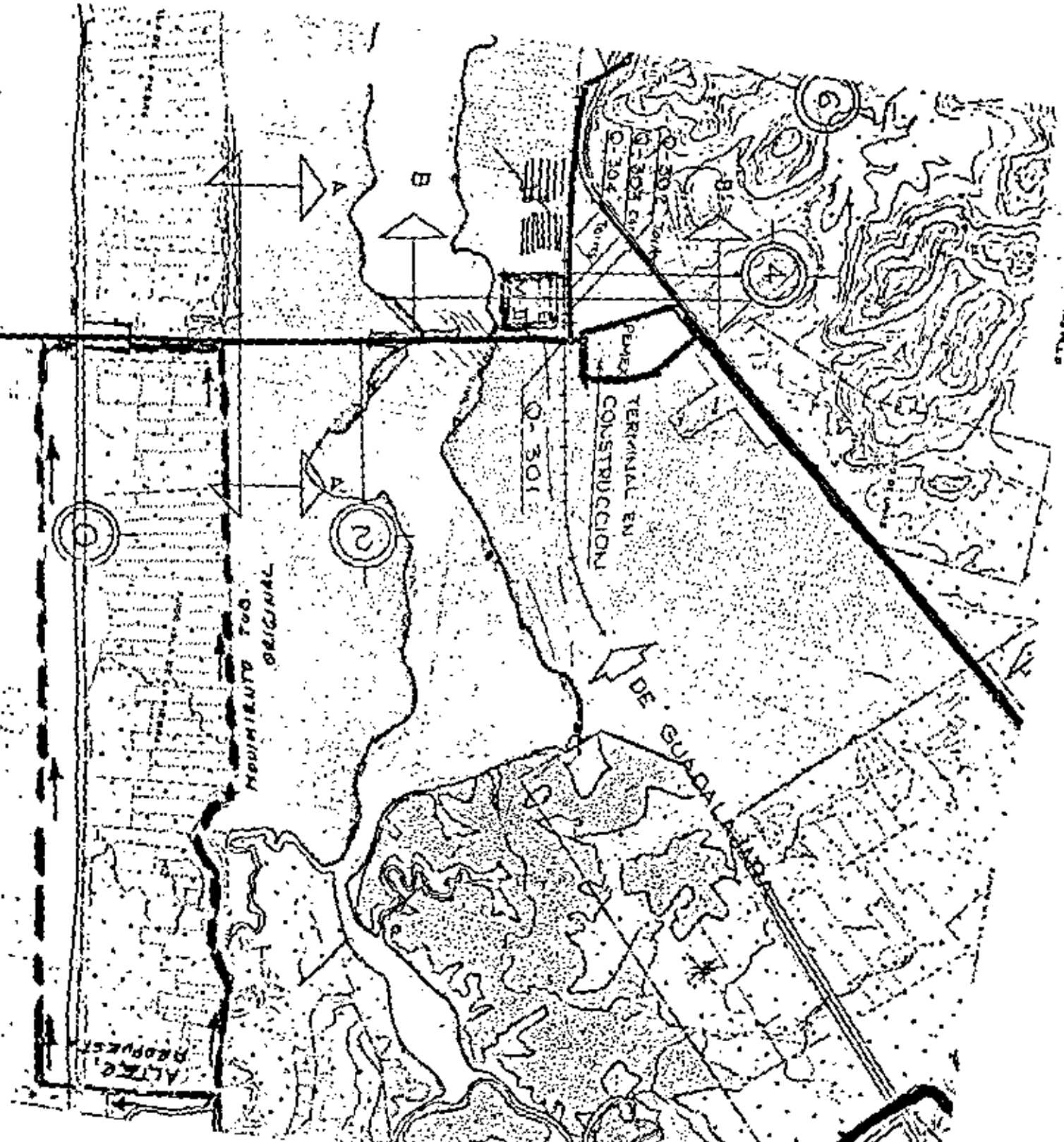


ORIENTACION DEL PUERTO DE MAZATLAN, SIN.

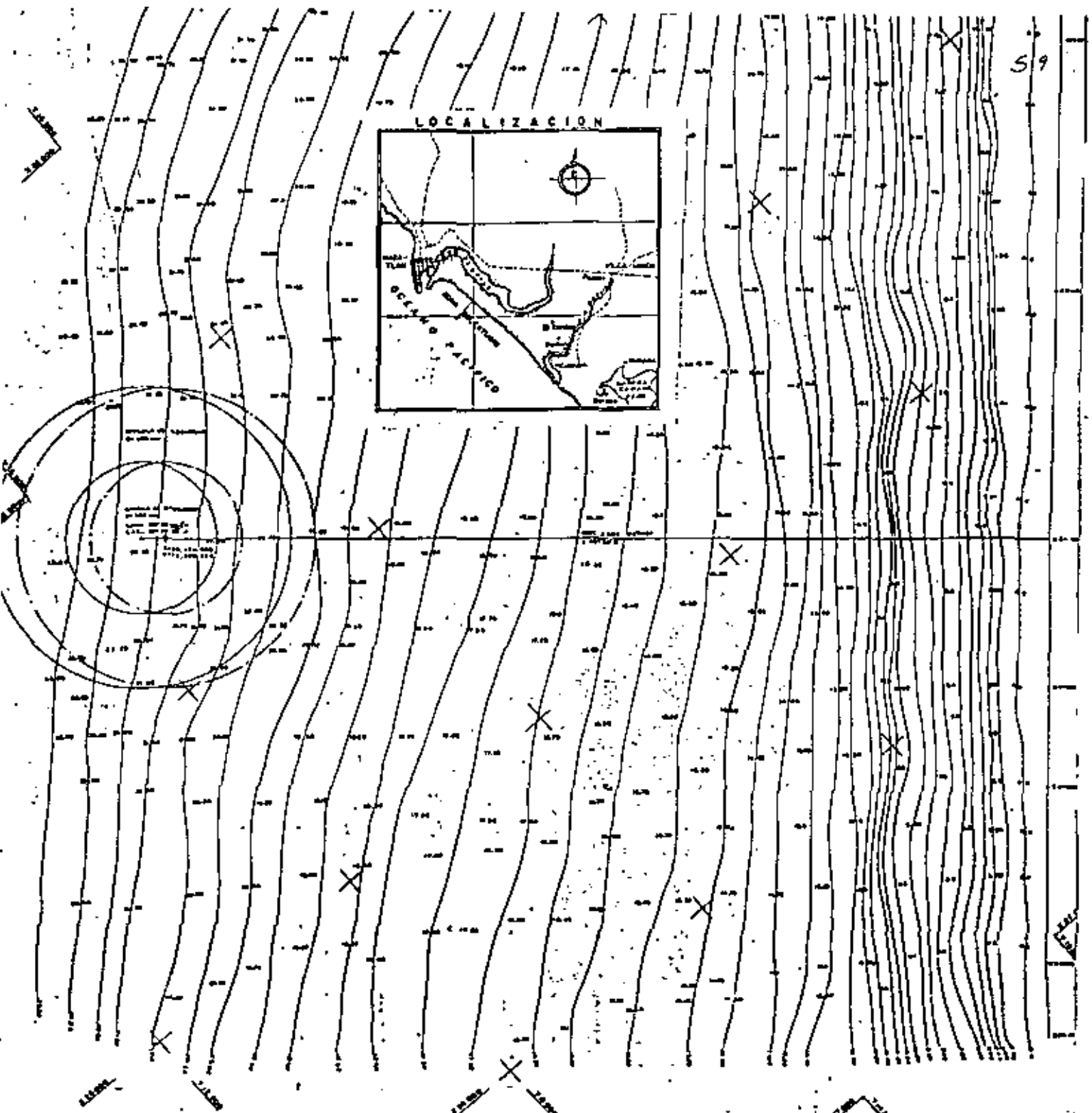
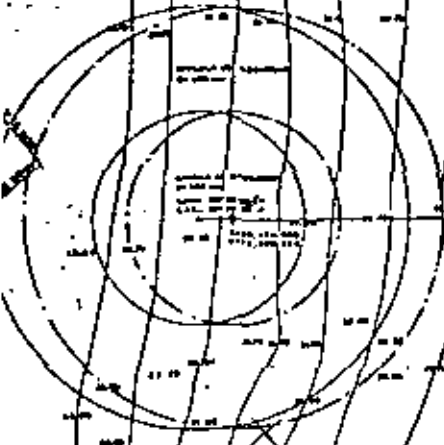
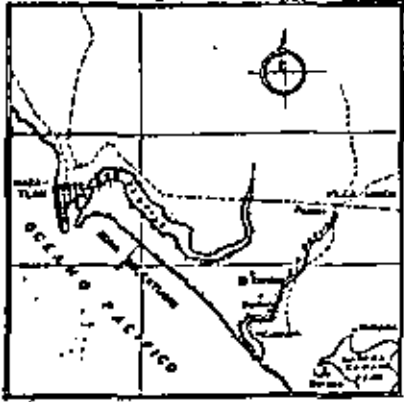
FIG. 1

DIST 3,552 m

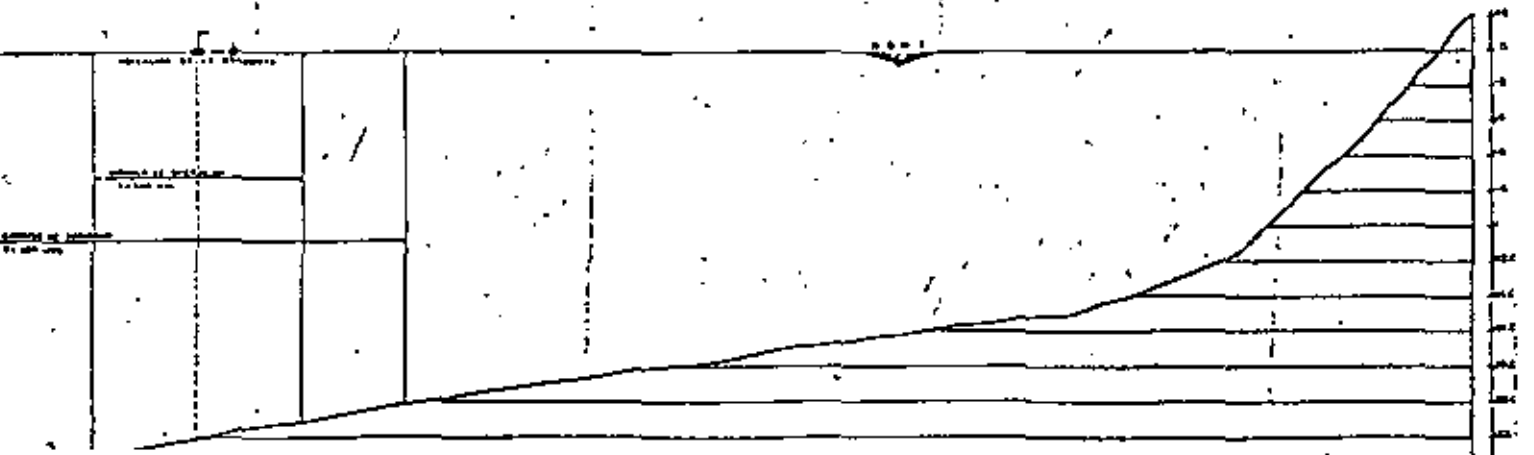
18" x 16" Y 16" Ø

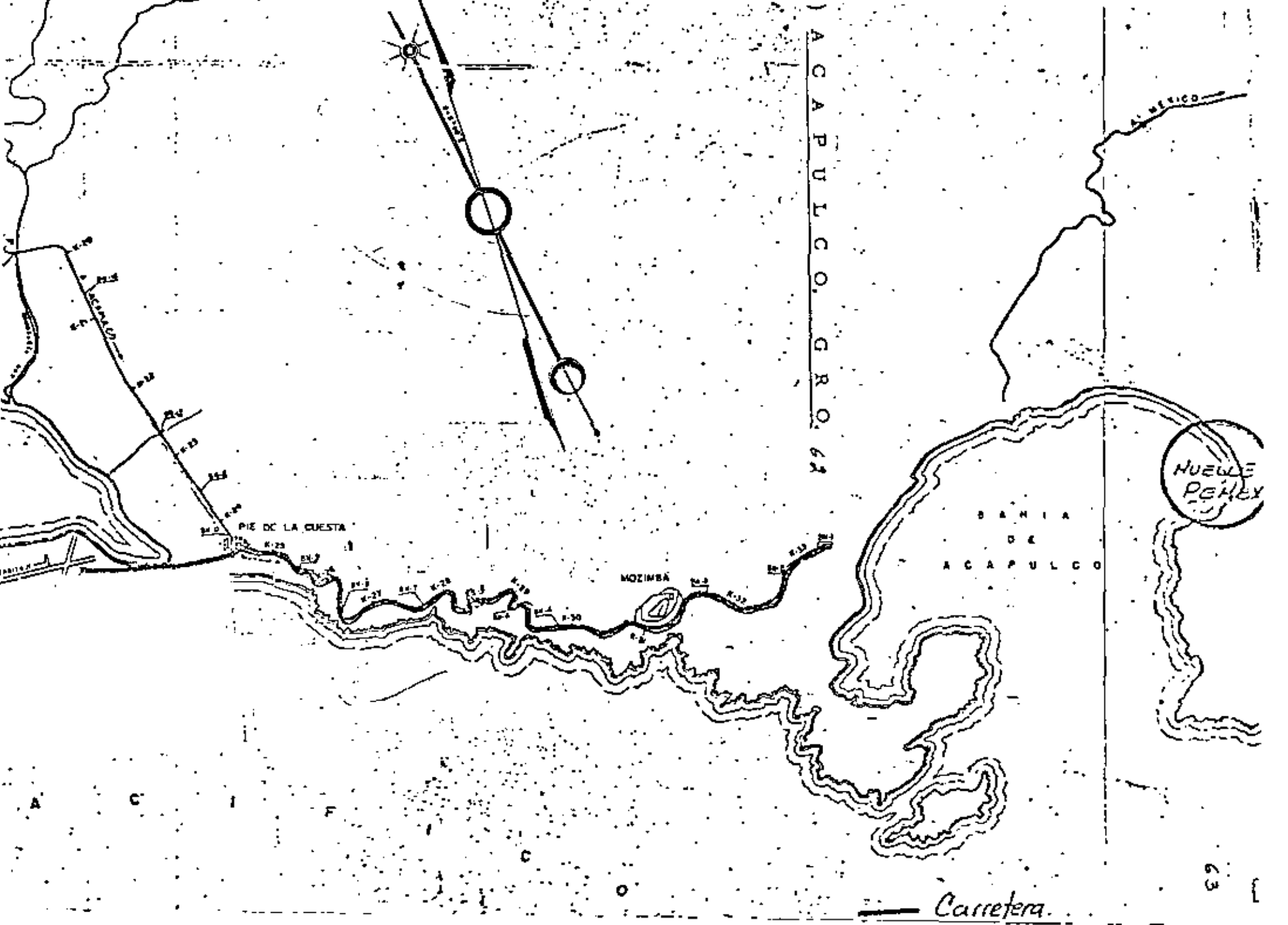


LOCALIZACION



PLANTA
E.C. 1:40,000





19) LAZARO CARDENAS, MICH. 64

ZONA DE REPARACIONES

LAZARO CARDENAS

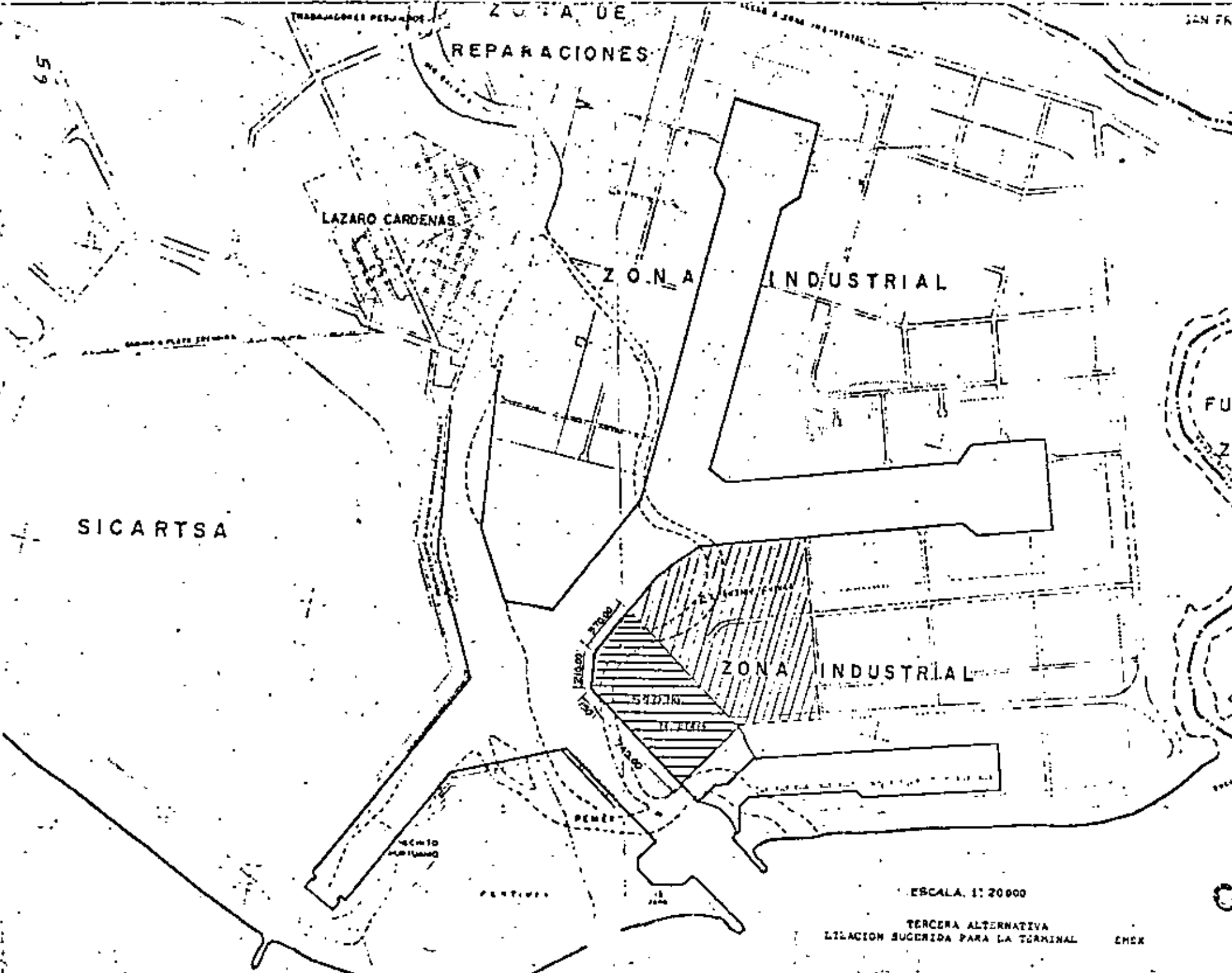
ZONA INDUSTRIAL

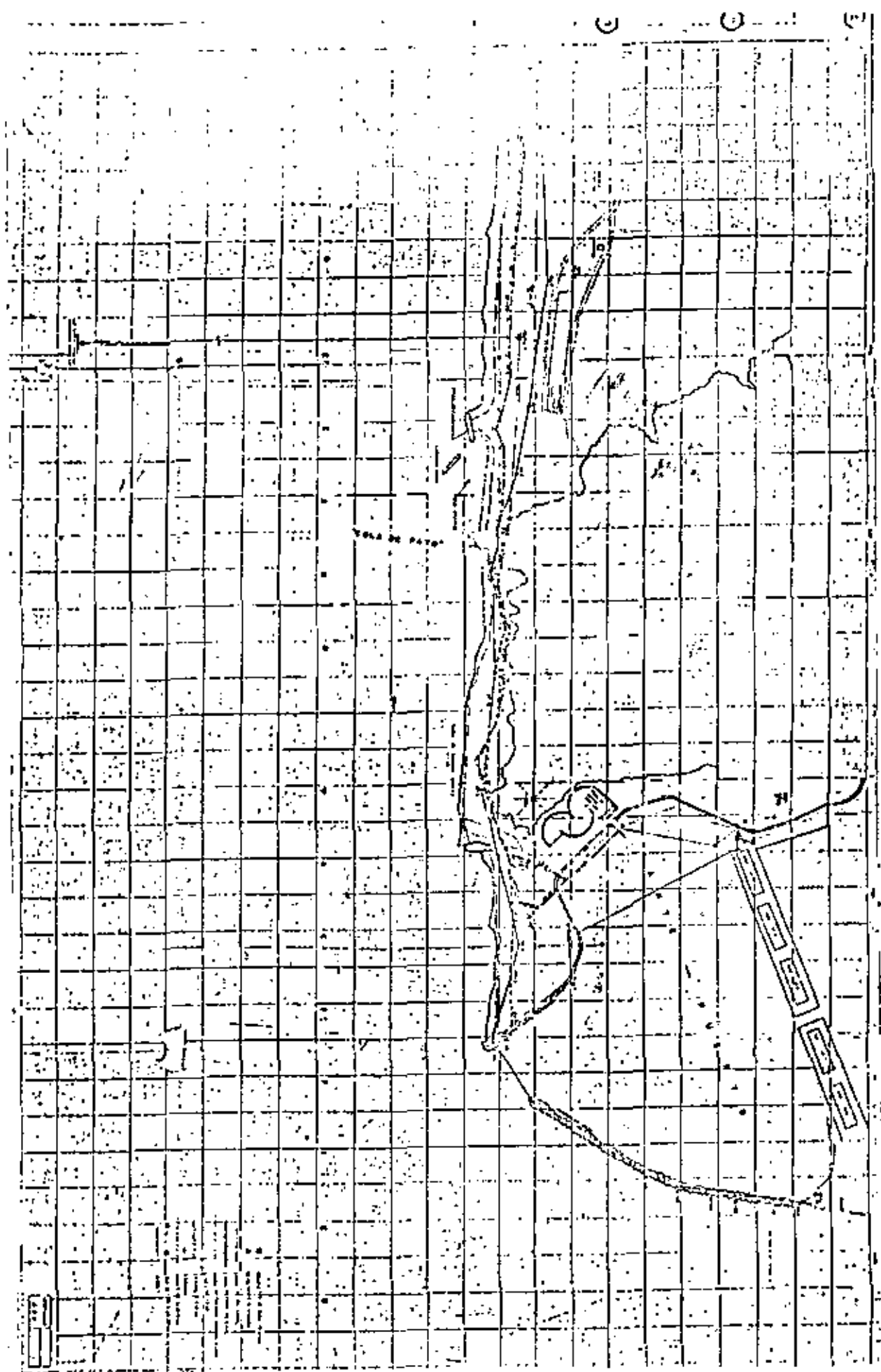
SICARTSA

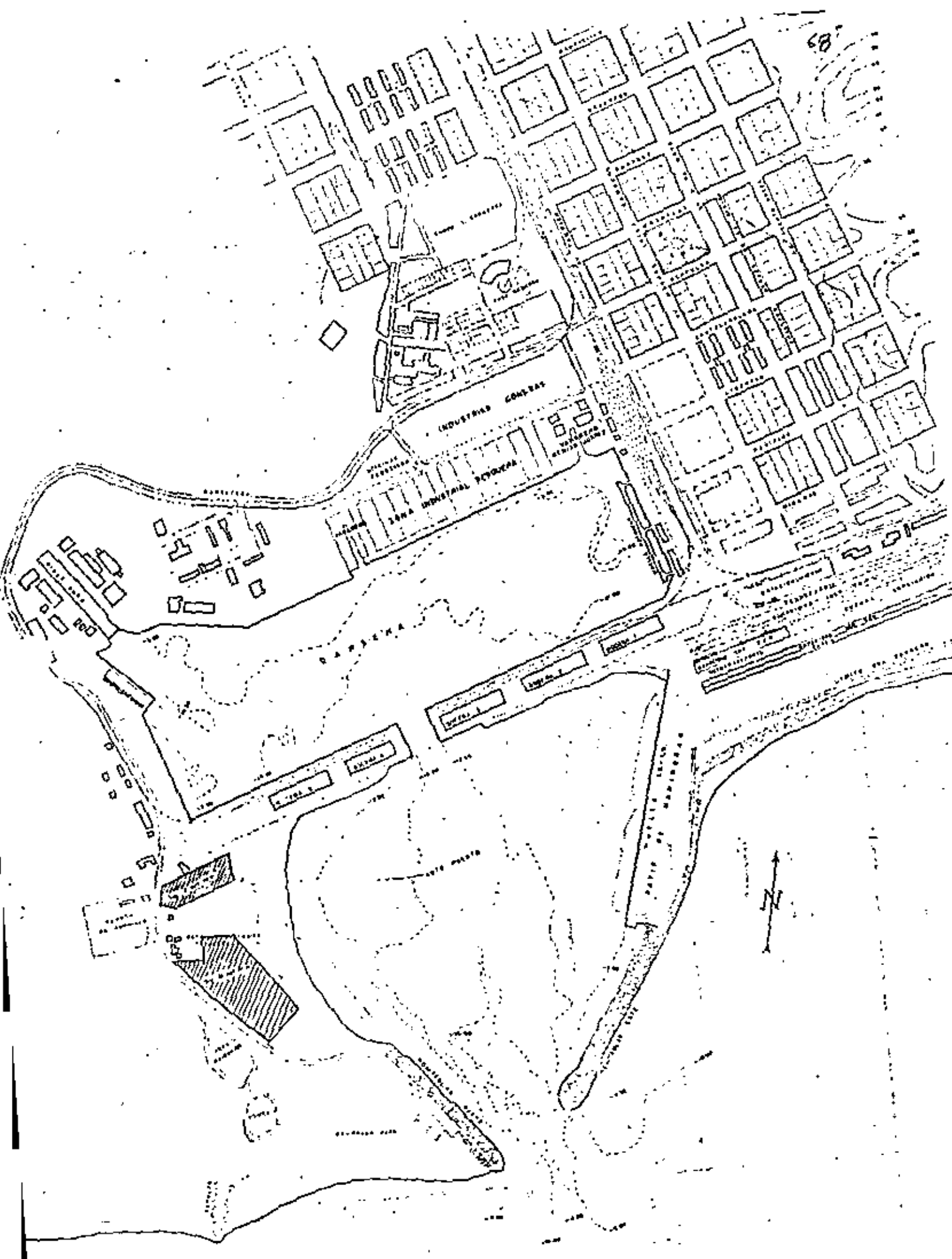
ZONA INDUSTRIAL

ESCALA. 1:20000

TERCERA ALTERNATIVA
SOLUCION SUGERIDA PARA LA TERMINAL ENMEX







INDUSTRIAL COMPLEX

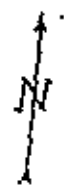
INDUSTRIAL PARK

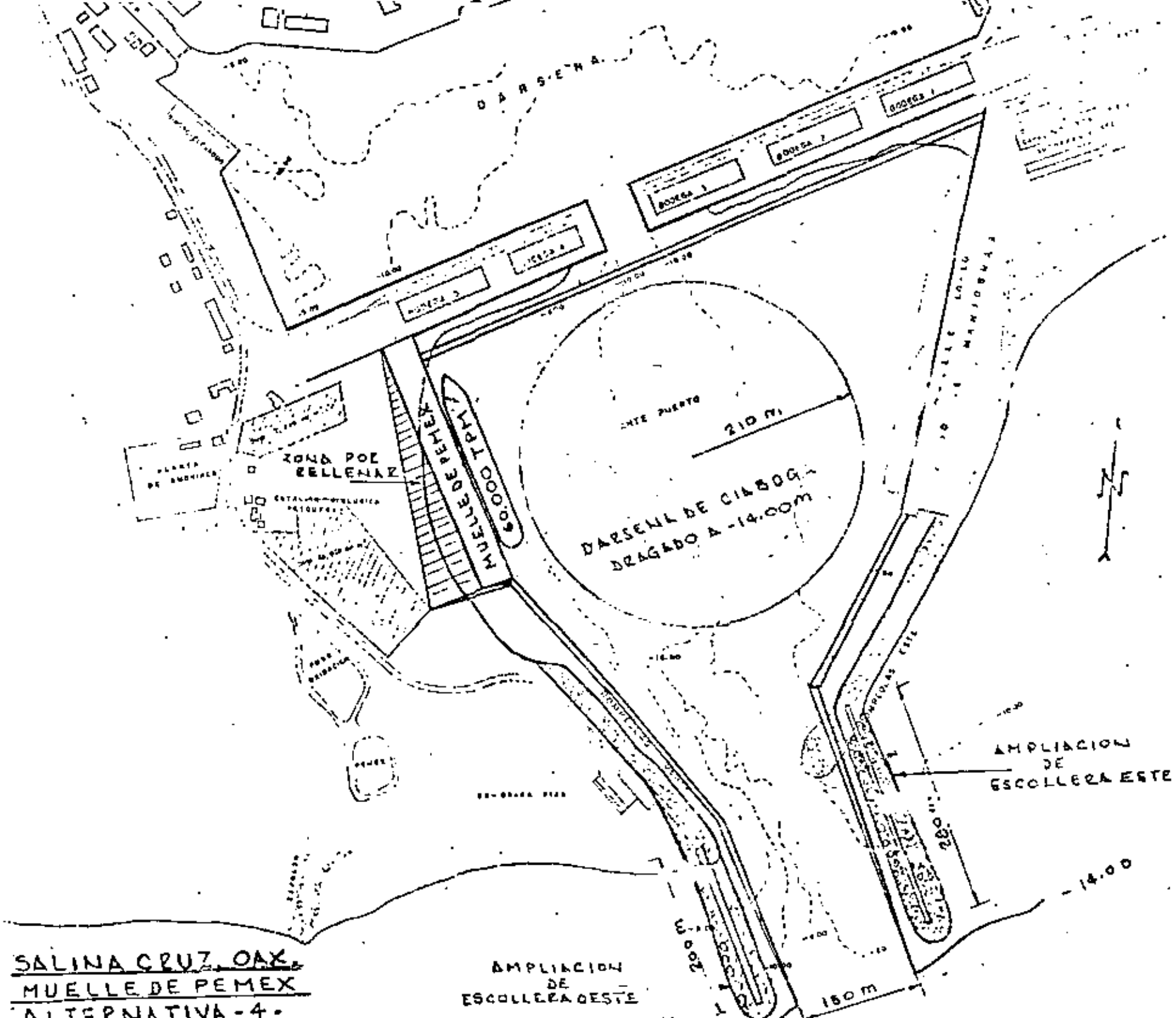
SARAJEVA

OFFICE 1

OFFICE 2

PARK





SALINA CRUZ, OAX.
MUELLE DE PEMEX
ALTERNATIVA - 4 -

AMPLIACION
 DE
 ESCOLLERA ESTE

AMPLIACION
 DE
 ESCOLLERA ESTE

DARSENAL DE CIBBOG
 DRAGADO A - 14.00M

MUELLE DE PEMEX
 600.00 TM

ZONA POR
 RELENAR

PLANTA
 DE INGENIERIA

ESTACION AERONAUTICA

PASO DE BARCO

PEQUEÑO

ES-ORIGA 2000

300.00

150 M

14.00

210 M

ANTE PUERTO

CALLE LOPE DE MARTELO

BOVEDA 1

BOVEDA 2

BOVEDA 3

BOVEDA 4

BOVEDA 5

BOVEDA 6

BOVEDA 7

BOVEDA 8

BOVEDA 9

BOVEDA 10

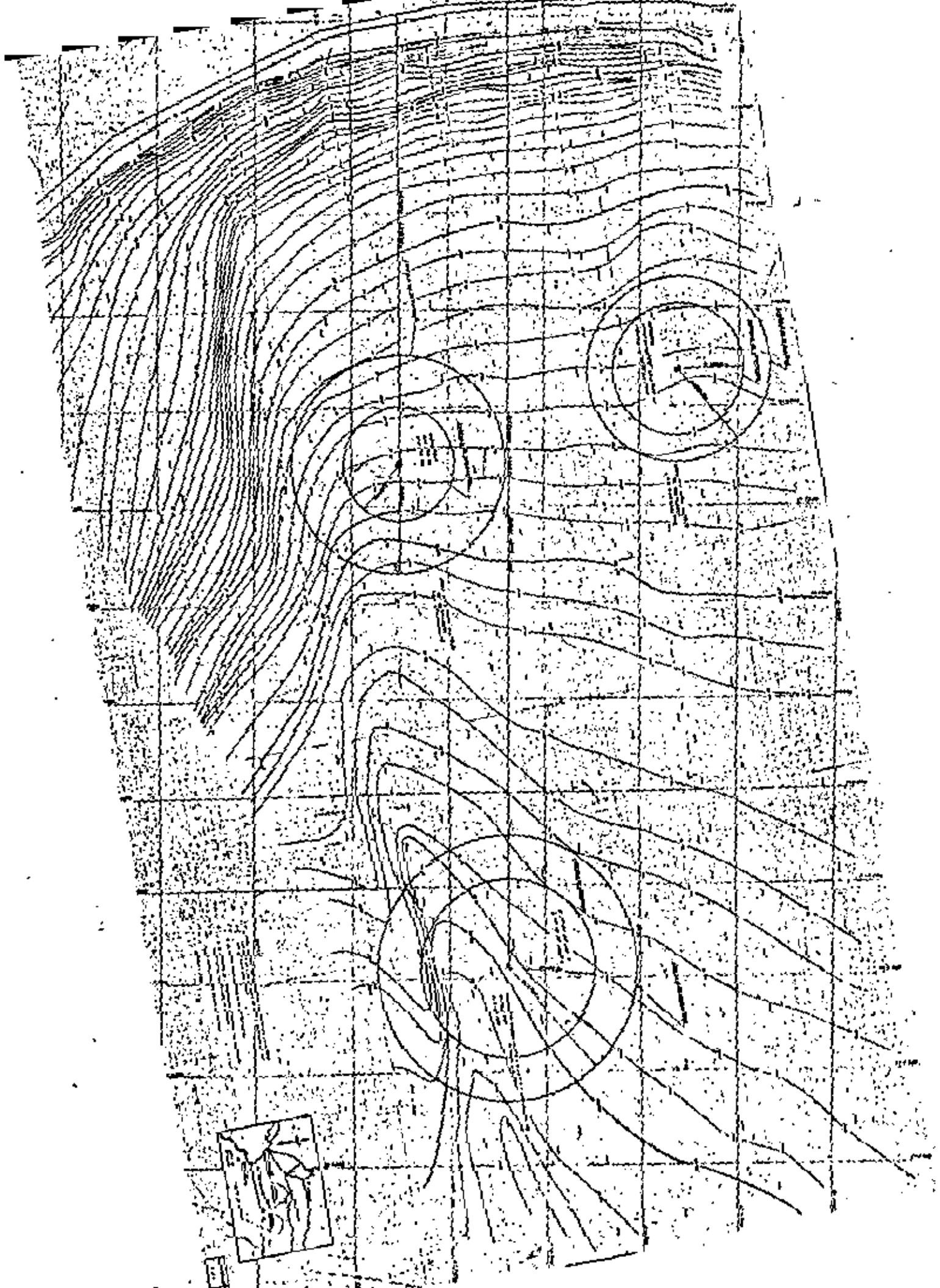
BOVEDA 11

BOVEDA 12

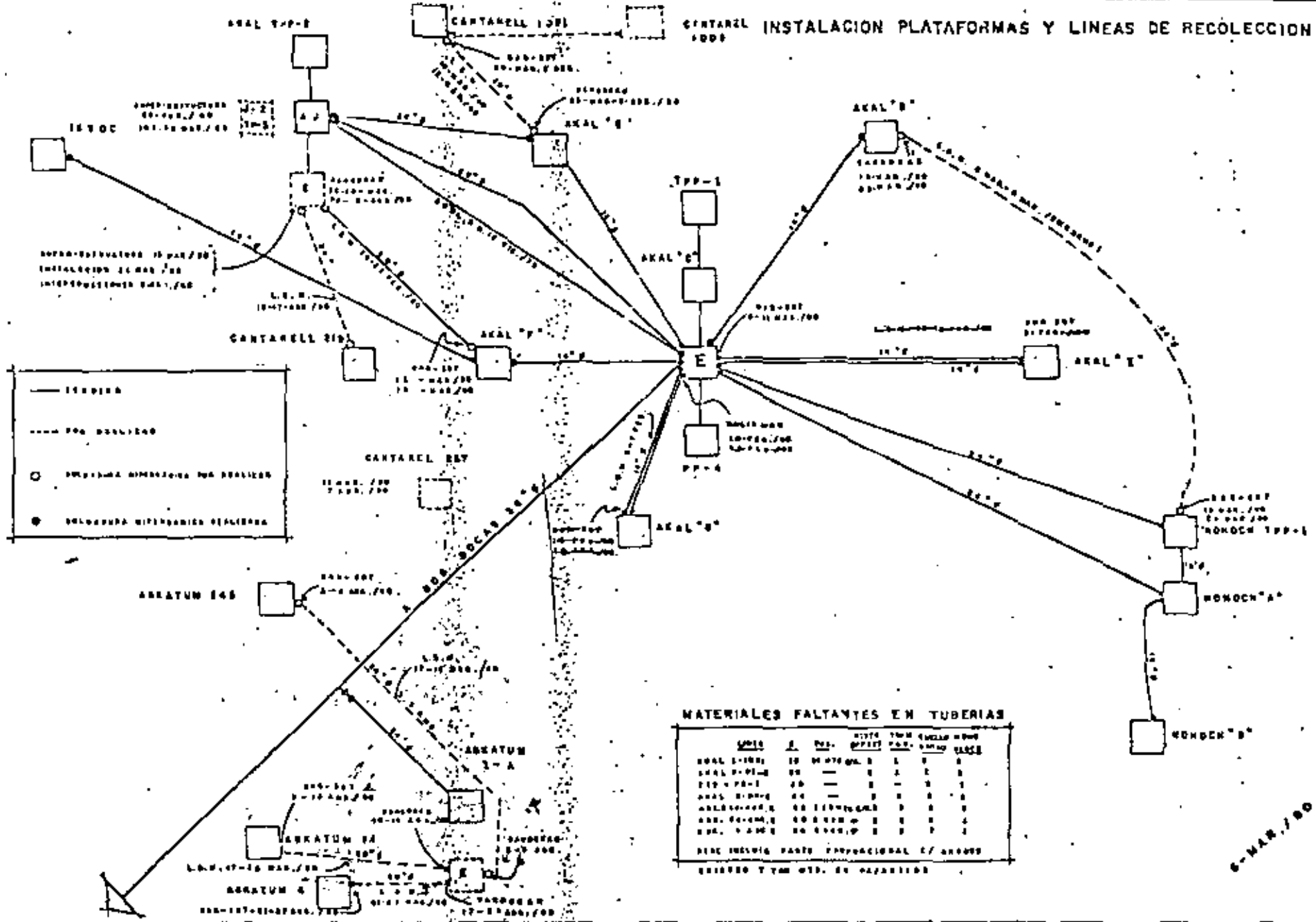
BOVEDA 13

BOVEDA 14

BOVEDA 15



INSTALACION PLATAFORMAS Y LINEAS DE RECOLECCION



- LÍNEAS
- LÍNEAS POR REALIZAR
- MATERIALES FALTANTES POR REALIZAR
- MATERIALES REALIZADOS

MATERIALES FALTANTES EN TUBERIAS

SECCION	DIAM.	MATERIALES	LONG.	UNIDAD	REQUERIDO	EXISTENTE	FALTANTE
AKAL 1-1000	10"	WATER	100'	1	1	1	0
AKAL 1000	10"	WATER	100'	1	1	1	0
AKAL 'A'	10"	WATER	100'	1	1	1	0
AKAL 'B'	10"	WATER	100'	1	1	1	0
AKAL 'C'	10"	WATER	100'	1	1	1	0
AKAL 'D'	10"	WATER	100'	1	1	1	0
AKAL 'E'	10"	WATER	100'	1	1	1	0
AKAL 'F'	10"	WATER	100'	1	1	1	0
AKAL 'G'	10"	WATER	100'	1	1	1	0
WONCH 'A'	10"	WATER	100'	1	1	1	0
WONCH 'B'	10"	WATER	100'	1	1	1	0
WONCH 'C'	10"	WATER	100'	1	1	1	0
WONCH 'D'	10"	WATER	100'	1	1	1	0
ARRATUM 1	10"	WATER	100'	1	1	1	0
ARRATUM 2	10"	WATER	100'	1	1	1	0
ARRATUM 3	10"	WATER	100'	1	1	1	0
ARRATUM 4	10"	WATER	100'	1	1	1	0
ARRATUM 5	10"	WATER	100'	1	1	1	0
ARRATUM 6	10"	WATER	100'	1	1	1	0

NOTE: INCLUDE PARTS PRODUCTION OF GROUPS
 EXCLUDED BY THE WTD. IN PARAGRAPHS

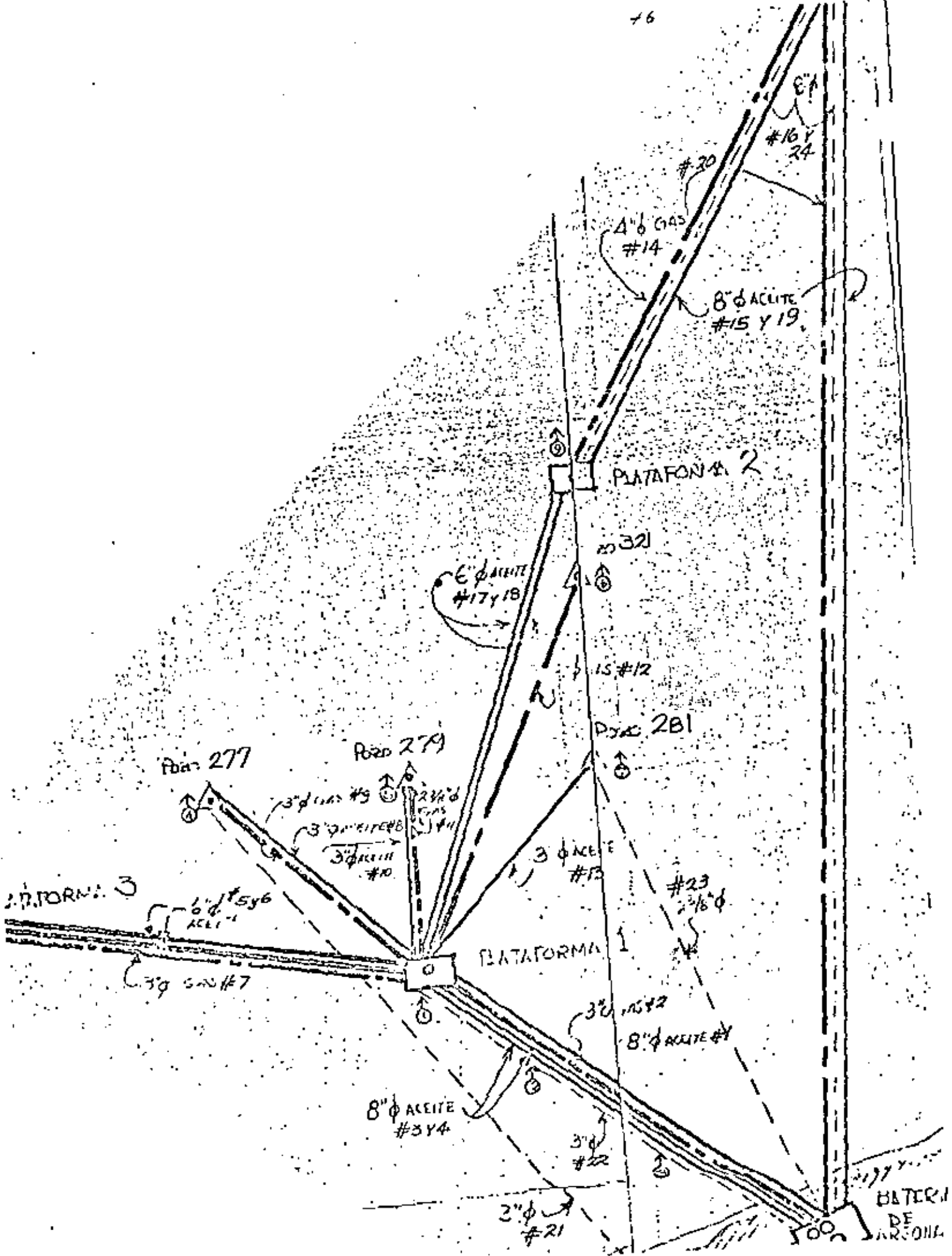
6-MAR-700

21) PLATAFORMAS MARITIMAS 72

21) FAJAS DE ORO 73

22) BAHIA DE CAMPECHE 74

23) S A N T A A N A 75





centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam



PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS

PRINCIPIOS BASICOS DEL DRAGADO HIDRAULICO DE CONSTRUCCION

ING. JOSE MORA GOMEZ

AGOSTO, 1980

CAPITULO I

INDICE

2

CAPITULO I

Generalidades

CAPITULO II

Producción = flujo por porcentaje promedio de sólidos.

CAPITULO III

Porcentaje promedio de sólidos = porcentaje de pico de sólidos por eficiencia de la draga.

CAPITULO IV

El porcentaje de concentración de sólidos varía en razón de la velocidad de succión (V_s) y del tipo de sólidos.

CAPITULO V

La velocidad de succión (V_s) varía con la profundidad de dragado.

CAPITULO VI

La producción máxima varía en razón del área del tubo de succión.

CAPITULO VII

La longitud del tubo de descarga varía en razón de los HP de la bomba.

CAPITULO VIII

Selección del equipo de dragado.

CAPITULO IX

Conclusiones.

GENERALIDADES

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 extraído 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 íntimamente relacionado a las distintas etapas del desarrollo del hombre. (foto)

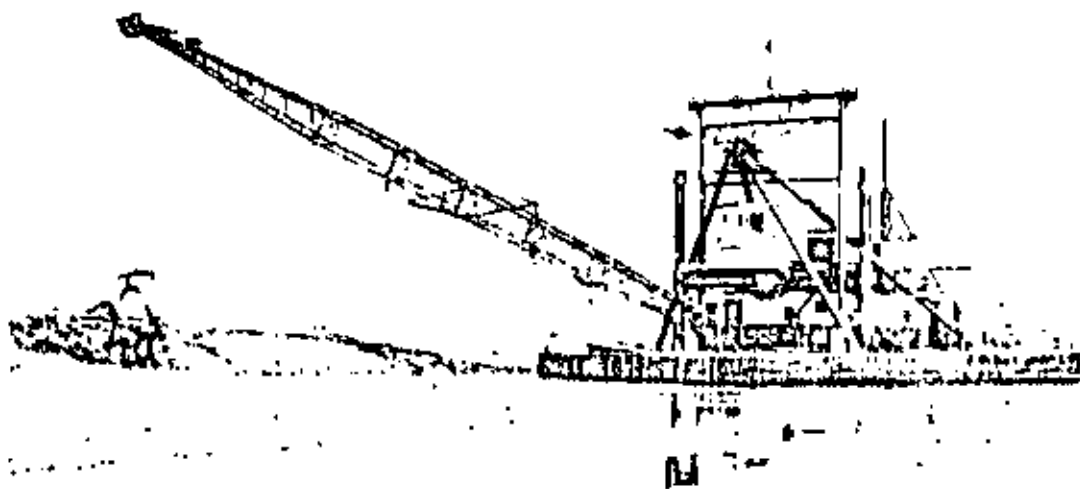
TIPOS DE DRAGAS.

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.

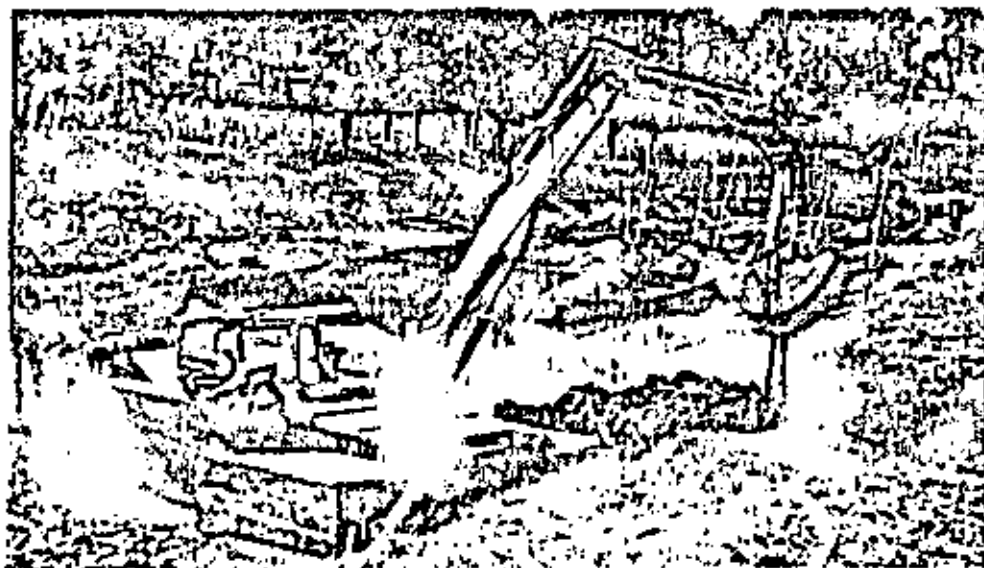
Las dragas se clasifican en 3 grandes grupos:

Mecánicas, neumáticas e hidráulicas.

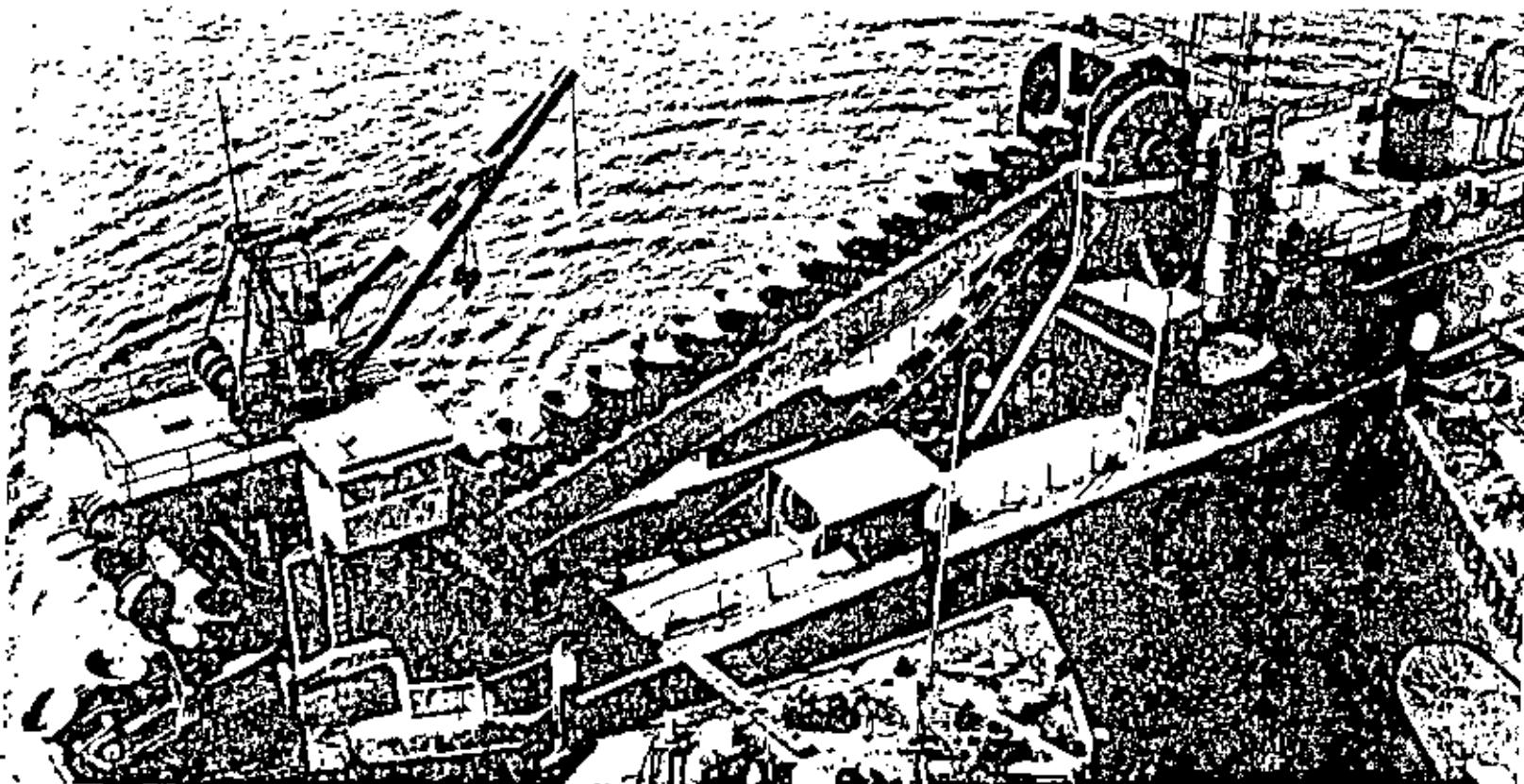
Al primer grupo pertenecen las de cangilones, (foto) la de cucharón (almeja--- gajos, arrastre) (foto). Todas estas podemos considerarlas como tipos básicos de las dragas mecánicas que fueron las primeras que se usaron y que en ciertos tipos de obras son insustituibles a pesar de que se alcance de descarga 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, mezclándolo 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.

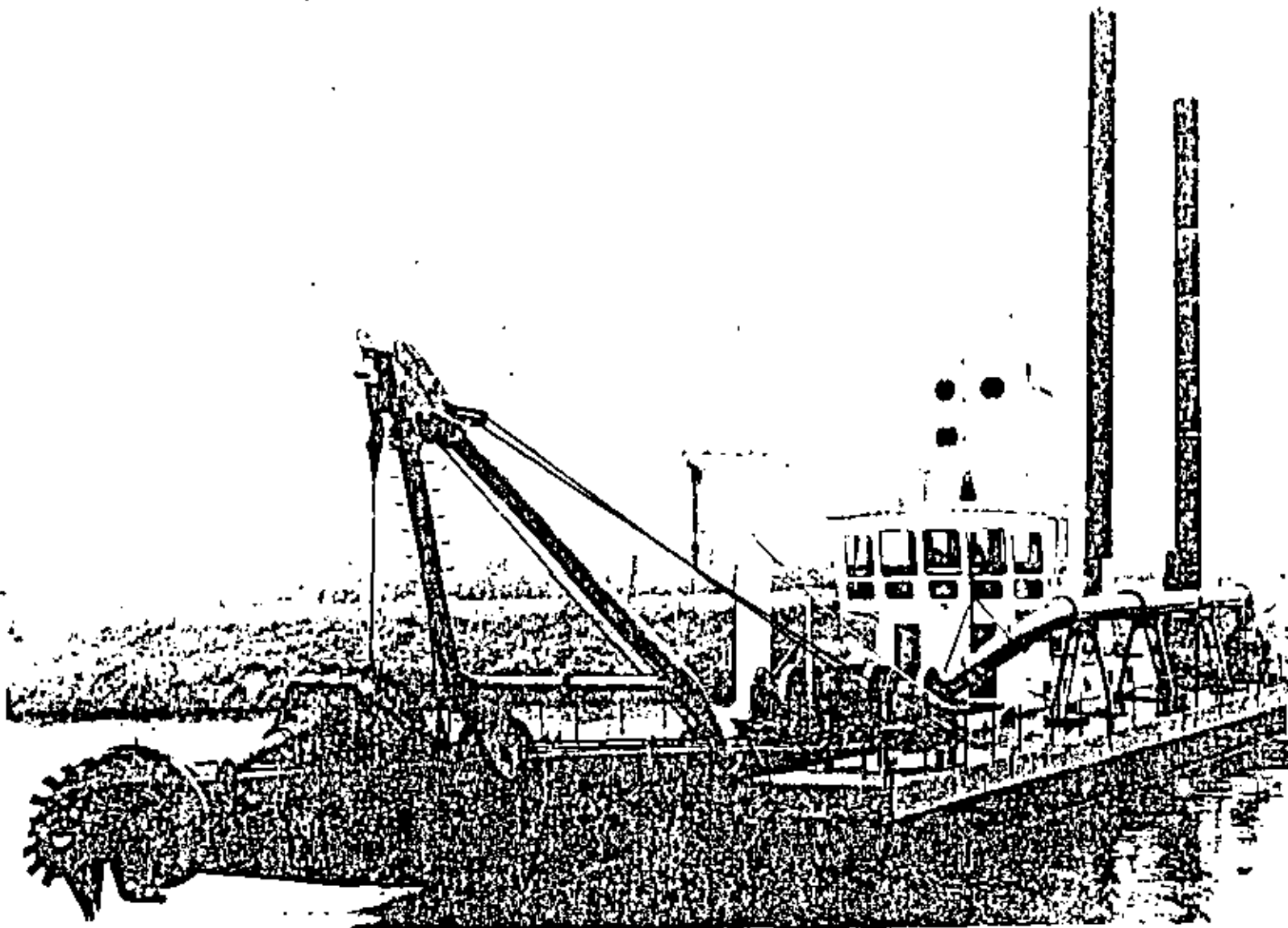
Las dragas autopropulsadas pueden ser de succión simple o con cortador, el tubo de succión puede estar localizado lateralmente, con escala de dragado a proa, -- centro o popa.

Las dragas hidráulicas estacionarias pueden ser de succión simple o de succión con cortador (foto).

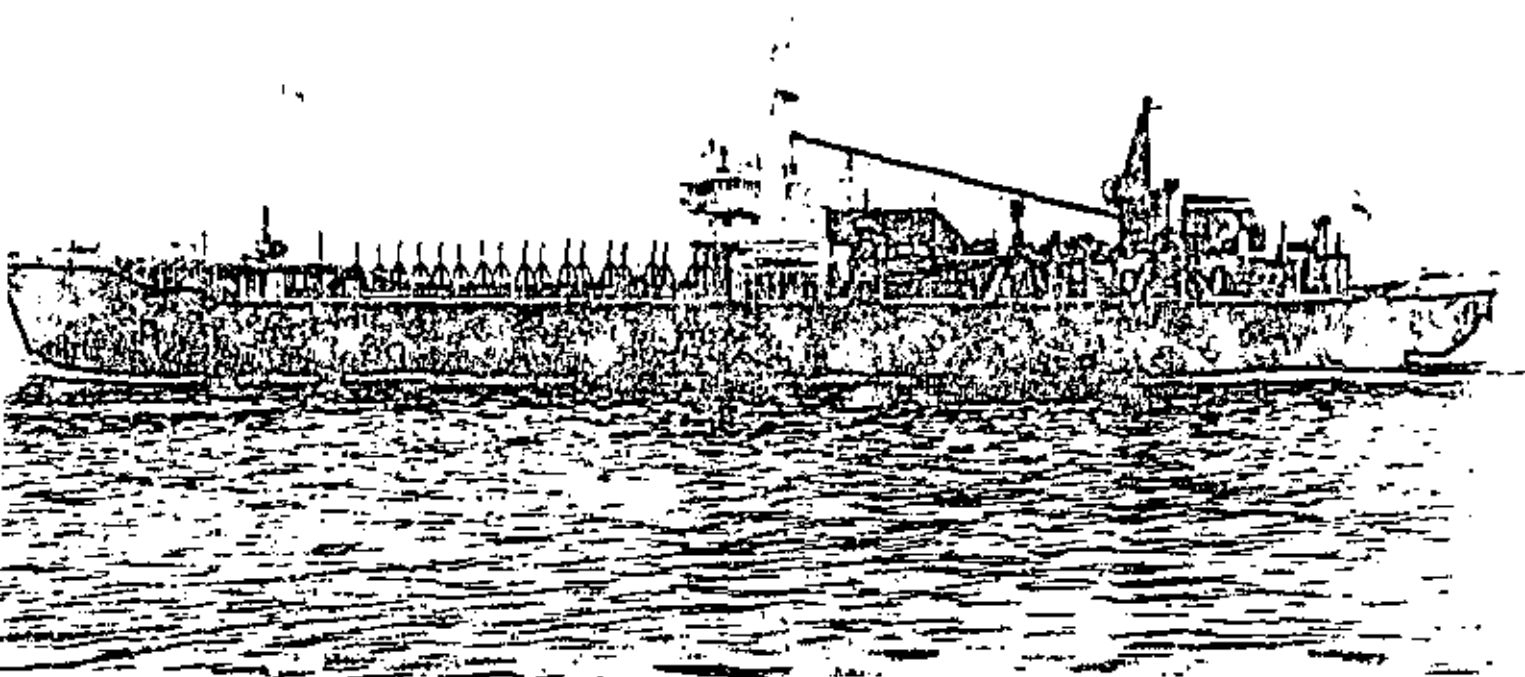
DRAGA HIDRAULICA DE SUCCION CON CORTADOR.

Este tipo de draga ha sido por mucho tiempo aceptada como la más versátil 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 Rotterdam, 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 m³/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.

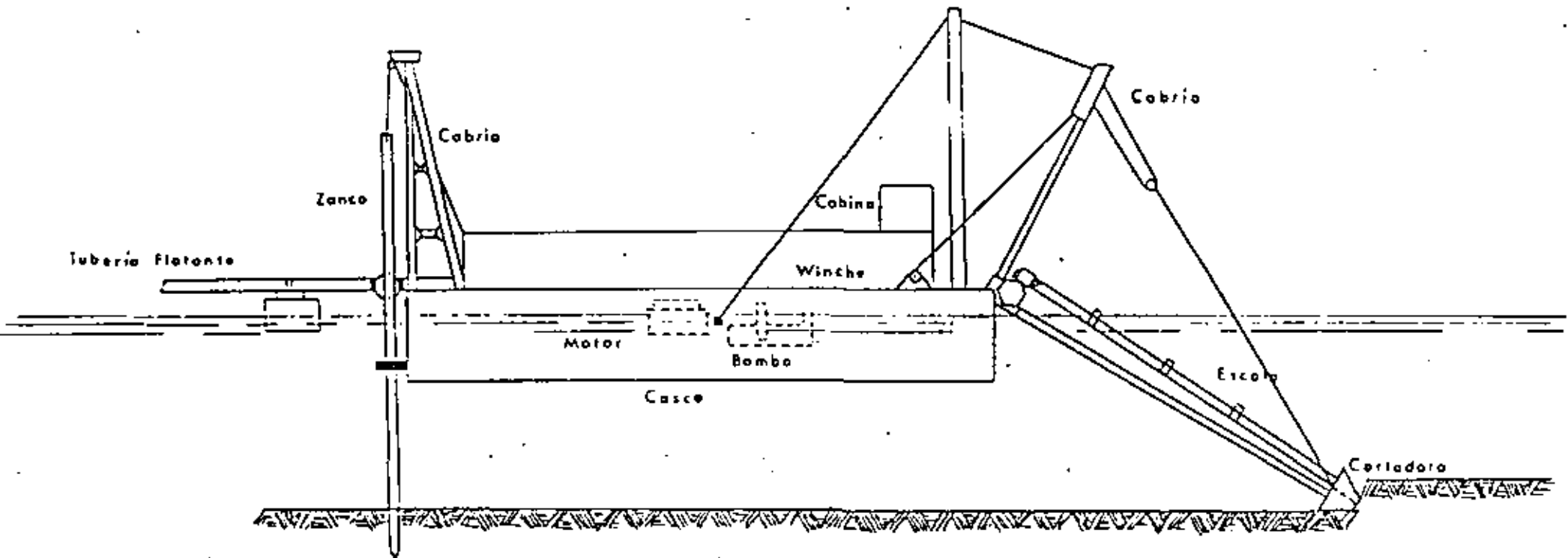
Los componentes principales de las dragas hidráulicas, estacionarias de succión con cortador son:

Escala, tubo de succión, estructura H, estructura A, casco, casa de máquinas, motor principal, motor auxiliar, bomba centrífuga, sistema de malácatos, cabina de operación, zancos, cortadora, motores de la cortadora y equipo auxiliar como remolcador, cabina 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 terracerfa o simplemente tirarlo sin ningún beneficio planeado.

Dependiendo del volumen a dragar, del tiempo para ejecutar la obra, tipo de material, distancia máxima de tiro, distancia 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.



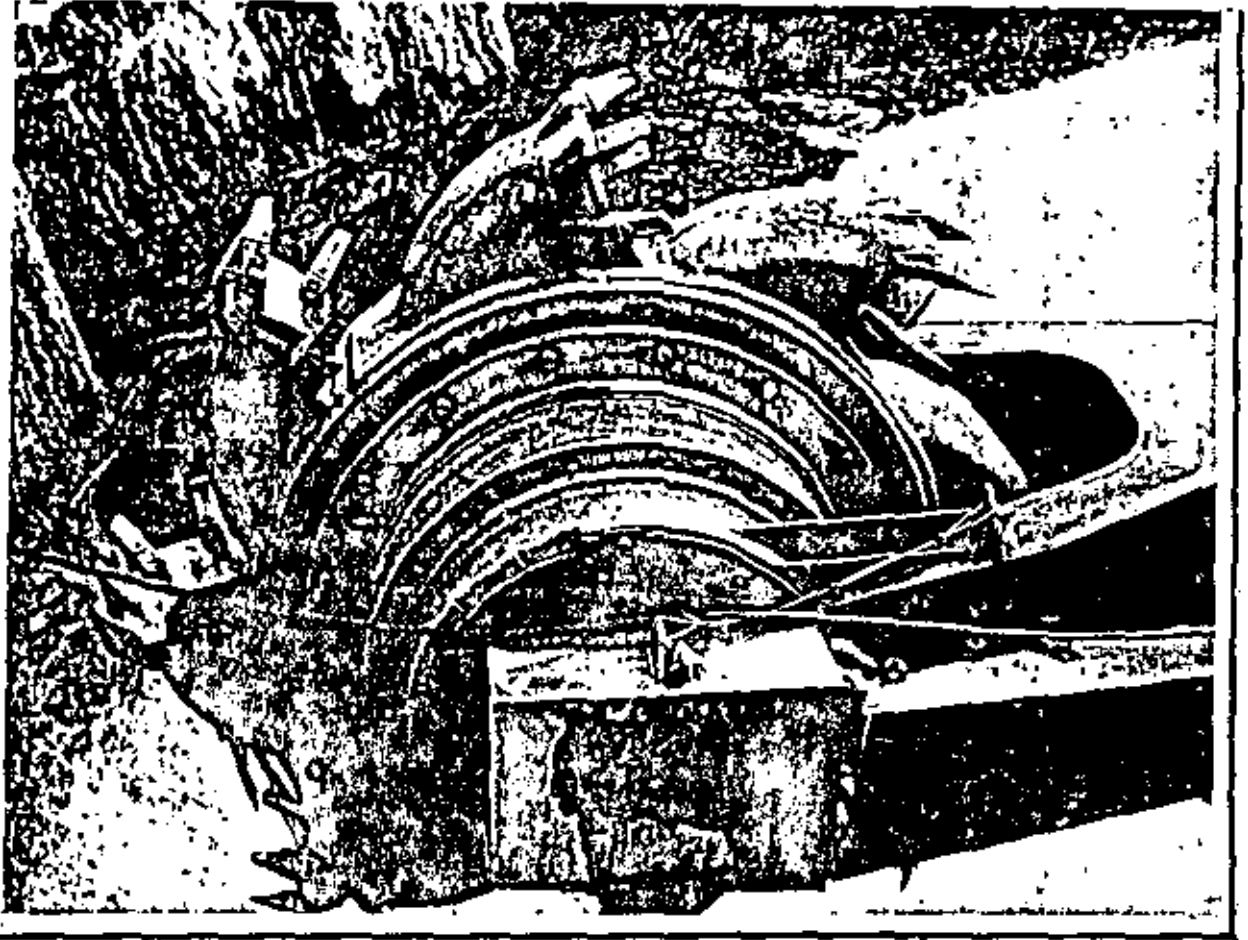
DRAGA HIDRAULICA DE SUCCION CON CORTADORA DEL TIPO DE RUEDA DE CANGILONES.

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 canales; 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 cangilones corta en ambos sentidos de la abanicada, lo que nos permite incrementar la producción en suelos de alta gravedad específica, 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 SÓLIDOS.

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:

$$Q = V \cdot A \quad \dots \dots 1$$

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:

$$Q = 3\,600 \times V \times A \quad \dots\dots \text{II}$$

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).

$$\begin{aligned} \text{Así tenemos la siguiente expresión: Producción en m}^3/\text{hr.} &= \\ &= 3\,600 \times V \times A \times \% \text{ promedio de sólidos.} \end{aligned}$$

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:

$$C V = \frac{Sg. Q \text{ (litros/seg.) Ht (m)}}{75} \quad \dots\dots \text{III}$$

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:

$$SG_m = (SG_m - SG_w) \frac{P}{100} + SG_w$$

SG_m = gravedad específica del material

SG_w = gravedad específica agua

SG_a = 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.

$$HP_b = \frac{HP}{E_f} \quad (\text{sistema inglés})$$

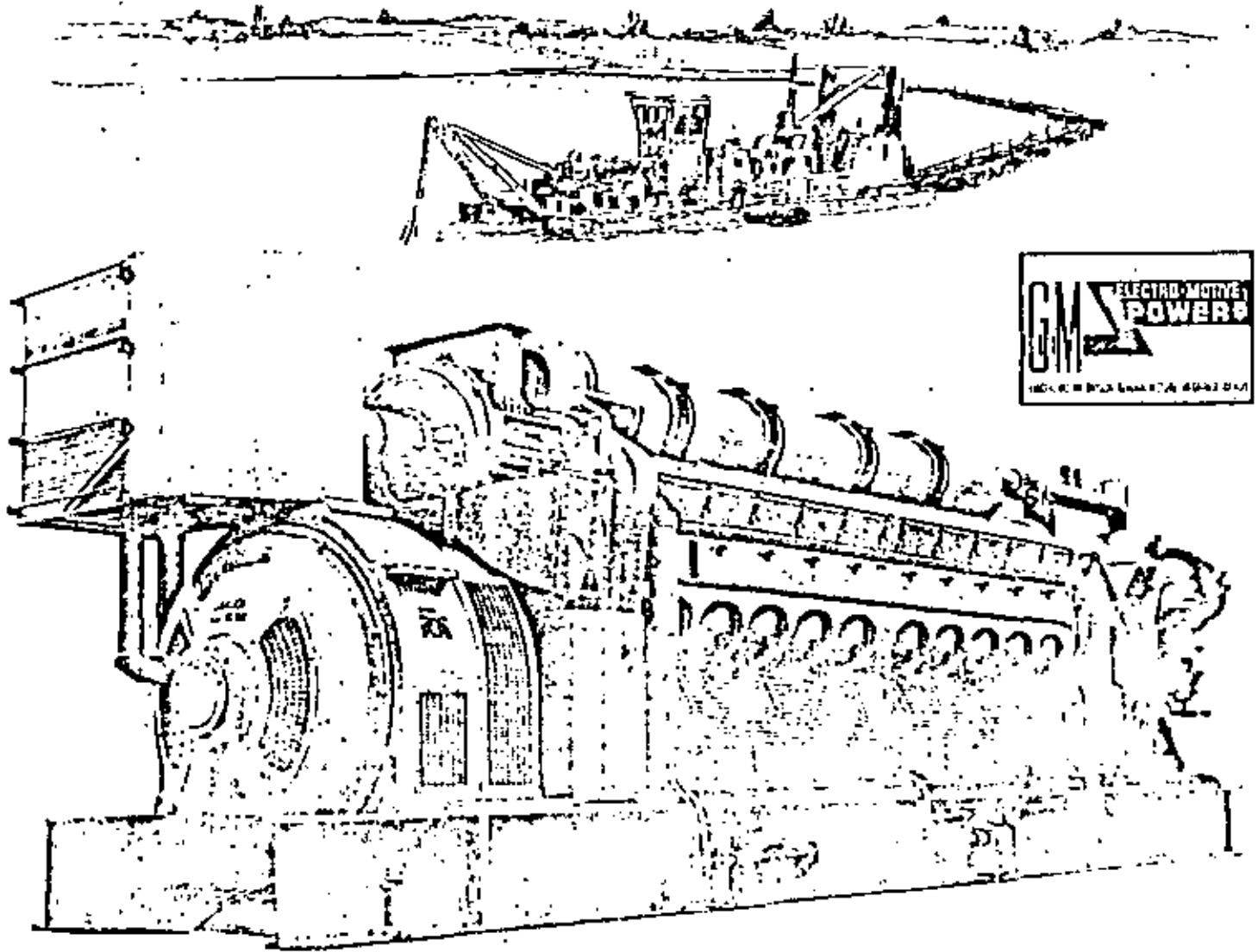
$$CV_b = \frac{CV}{E} \quad (\text{sistema métrico})$$

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, esto 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.

EFFECTOS 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 esto 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. En contraste 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. \varnothing (18'), tendrá una pérdida por fricción de 3.5 pies (1.05 m.) por cada 100 -- pies de tubería.

Una tubería de 30' \varnothing 6.90 m. a la misma velocidad tendrá solamente un pie (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" \varnothing (20 cm.) tendrá una pérdida por fricción de 12 pies (3.60 m.) y la tubería de 30" \varnothing (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 geoméricamente 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.

$$N_s = N \frac{(Q)^{0.5}}{H^{0.75}}$$

Donde:

N_s = 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 otro -

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

$$\frac{N'}{N} = \frac{(10\,000) \cdot 0.5}{(100) \cdot 75} = 1.109 \text{ rpm}$$

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 geoméricamente 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 $N' = N (1/H)^{.5} = 350 (1/100)^{.5} = 35$ rpm.

$$\begin{aligned} \text{La capacidad } Q \text{ para esta velocidad será } Q' &= Q (n'/n) = \\ &= 10\,000 (35/350) = 1\,000 \text{ GPM.} \end{aligned}$$

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 $(Q \cdot 0.5)^{.5}$ ó $(1\,000)^{.5}$, 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											

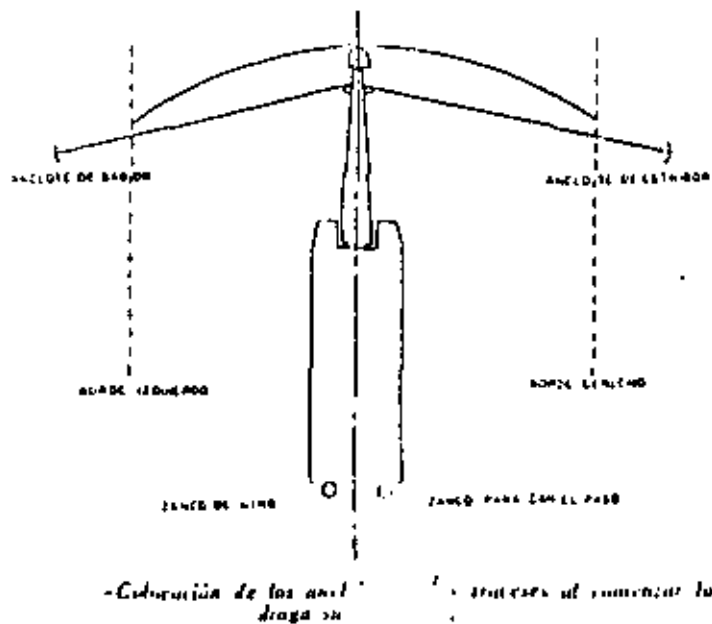
CAPITULO III ²⁴

PORCENTAJE PROMEDIO DE SÓLIDOS = EL PORCENTAJE DE PICO X EFICIENCIA DE LA DRAGA

SÓLIDOS 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.



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 fluido. 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, carcasa 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--

res, mediante los cuales el puede interpretar y hacer las correcciones en sus controles para poder compensar los cambios de flujo.

Entre los principales Indicadores se tienen el de vacfo y el de presión en la descarga.

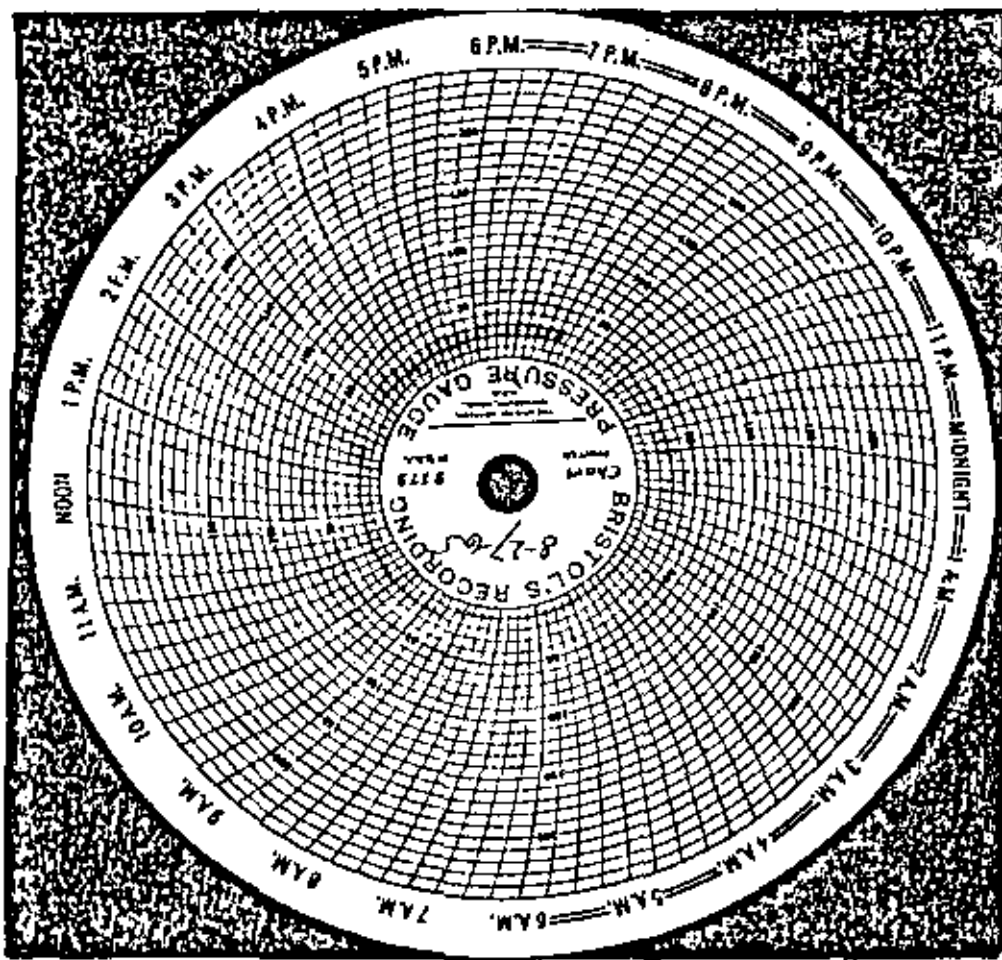
El Indicador de vacfo en la succión está calibrado en pulgadas de -- mercurio que va de cero a treinta, esto debido a que la presión atmosférica que es de 14.72 libras por pulgada² equivale a 30 pulgadas de mercurio ya -- que 1/2 libra de presión corresponde aproximadamente a una pulgada de va--- cfo. En los sistemas de dragado un vacfo de 24 a 25 pulgadas, es lo máximo que se puede obtener. Esto equivale a 5/6 de la presión atmosférica, área que al nivel del mar 12.3 lbs/pulg², es la presión utilizable.

El indicador de vacfo es una excelente llave que nos indica la densi-- dad relativa del flujo dentro de la bomba, y también nos dá la cantidad de sól-- dos contenidos en la mezcla.

Una lb/pul² equivale a 2.31 pies de carga por lo que con 12.3 ---- lbs/pul² tendremos una carga de 28.3 pies.

Pero no toda esta carga estará disponible para levantar la mezcla, pues existen 5 trabajos para realizar esto y son:

- 1) Llevar el material a la mezcla
- 2) Fricción en el sistema
- 3) Darle velocidad a la mezcla
- 4) Llevar la mezcla a la succión
- 5) Levantar la mezcla desde la superficie del agua al centro de la -



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 FRICCIÓN, 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 ESTÁTICA.

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 + 000 m.; la presión aumenta a 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 máxi-

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 esto sucede al operador de la draga, tratará de quitar el obstáculo bombeando agua solamente si esto no funciona tendrá que quitarlo manualmente, esto 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, esto puede ocurrir cuando se cae a muy bajas velocidades abajo de 3.5 m/seg. por lo tanto, los sólidos empiezan a depositarse en la tubería y esto 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 continua durante 24 horas; esta información queda impresa en una hoja circular abumada

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.

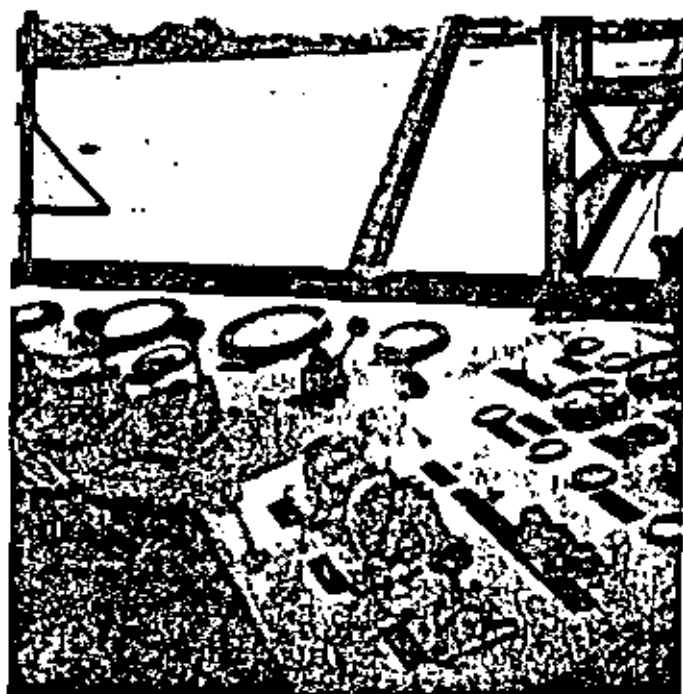
Otras informaciones importantes que se obtienen de las hojas de registro son: duración de los tiempos perdidos por la draga (cero vacío y cero presión), tiempo y duración de la operación de la draga (valores arriba de cero del vacío y la presión). Este control es muy importante cuando las dragas son 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 incluido 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 no extrayendo material y nos dá idea de la concentración del mismo, en la mezcla, cuanto 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.

$$\text{Porcentaje} = \frac{\% \text{ muestras}}{N \text{ Muestras}}$$

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.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Horas efectivas}}{24 \text{ horas}}$$

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 capaz 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 Departamentos 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 (remo-
cador 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 demás 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.

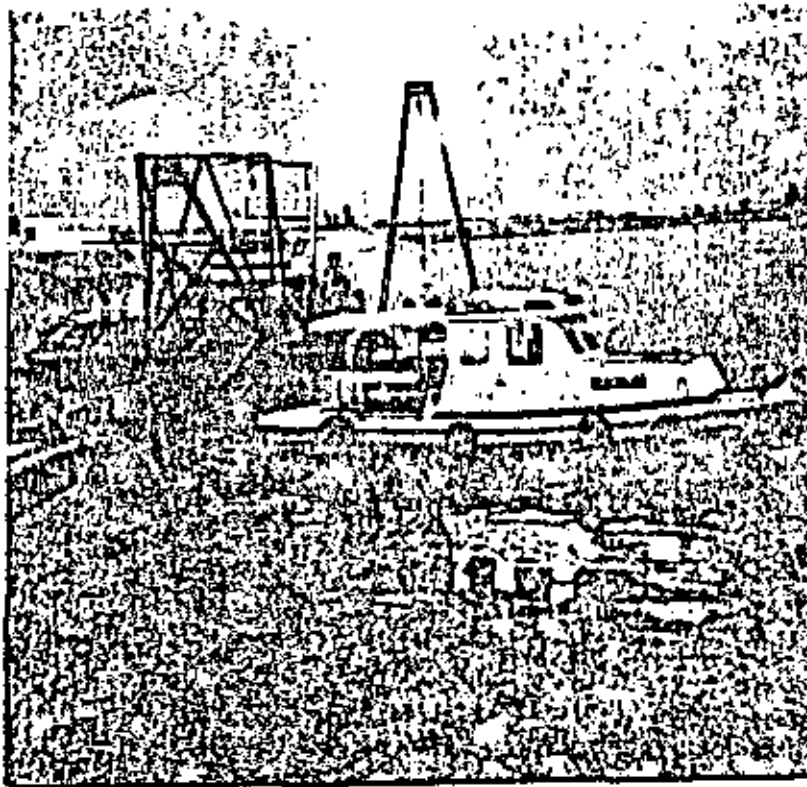
Es indispensable que el Ingeniero en Jefe vea que esté bien surtido de refacciones y que lleve records de todos los trabajos de mantenimiento; en trenar constantemente a sus ayudantes y estar preparado para trabajos de varias horas o días casi sin descansar para mantener a la draga trabajando. Tanto 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.

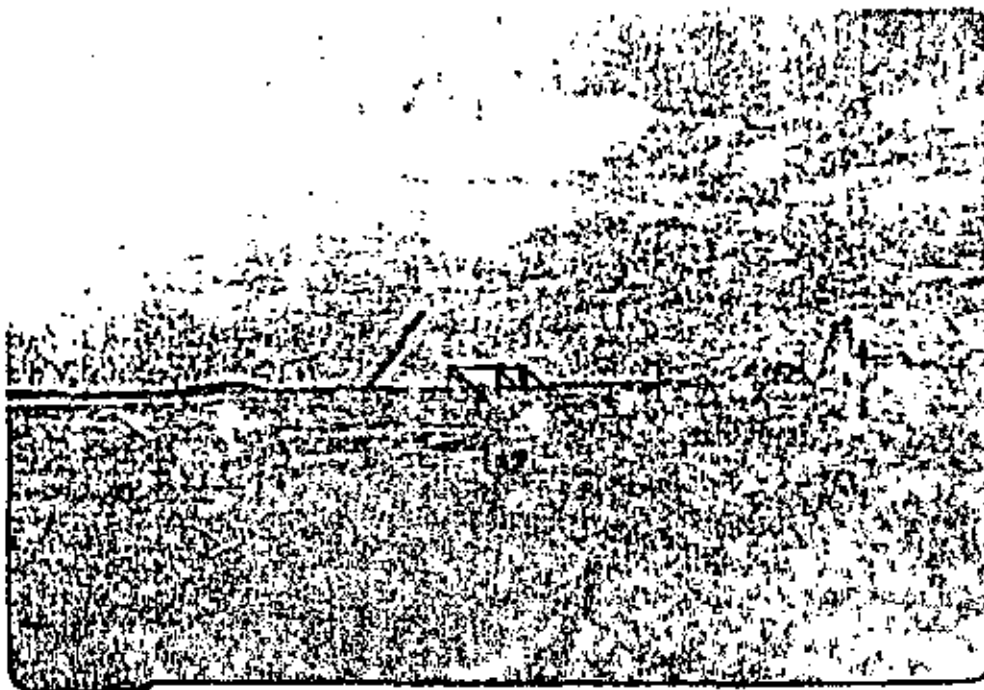
Muchos dragadores son excelentes operadores en cierto tipo de sue los o con un determinado tipo de draga, pero eso no quiere decir que sean expertos en todo tipo de trabajos o equipos, por lo que debe tratarse de obtener standards sobre cualidades, que debe tener un buen dragador para poder establecer 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 dis tintas 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 "allinema" 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 barchas.

A continuación se presenta un cuadro de los % perdidos por maniobras de la Draga "Pajaritos"

Quinc.	Horas Acti- vidad	%	Horas efectivas	%	Pérdida por horas manio- bras	%
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; esto representa un baja de producción, en pesos \$ 112 500.00 considerando 25.33 horas con una producción de 390 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 bien 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.

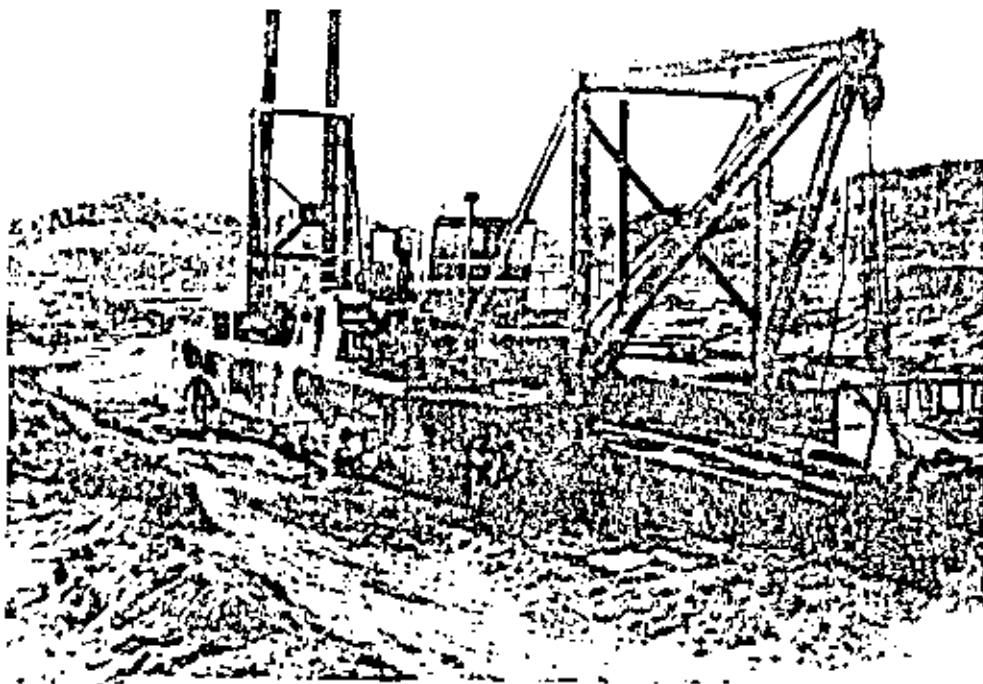
EjemPlo 1

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"

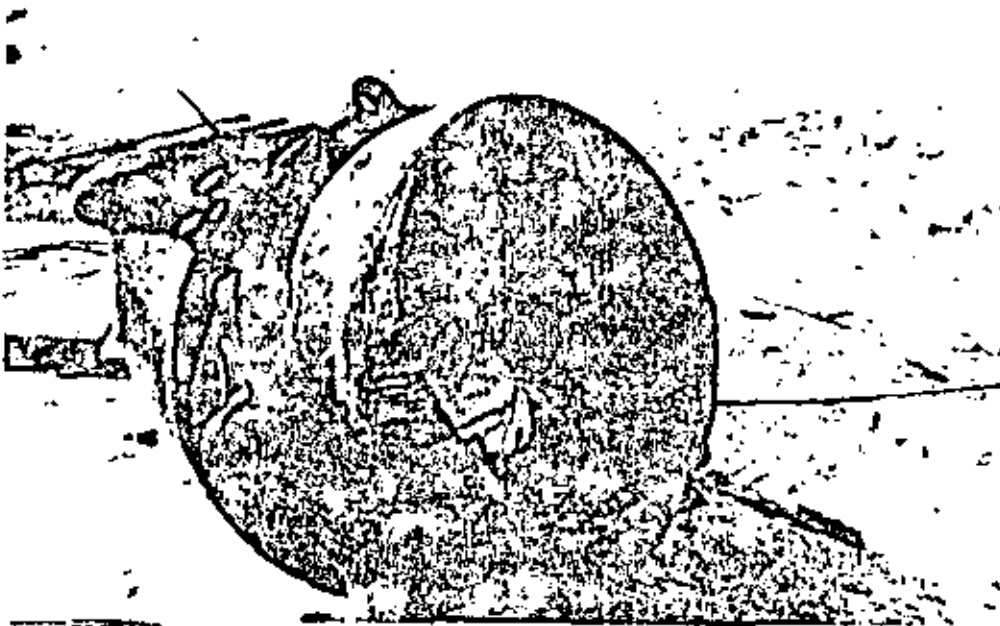
En esta draga se presentaron dos problemas mecánicos importantes:

- 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 turbo-cargadores	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	C O N C E P T O	CAUSA FALLA	HORAS PERDIDAS
13	Reposición de turocargado- res dos pistones	Falla instalación	200:50
14	Rotura araña clutch	Falla normal	262:00
15	Rotura balero winche traba jo	Falla instalación	21:10
16	Rotura balero winche traba jo	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	<u>65:50</u>
			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 $716 \times 5 600 = \$ 4 009 600,00$

El calentamiento de los motores se resolvió, al rediseñar el siste-

ma de enfriamiento de los motores, se instaló un nuevo sistema de ventilación 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 cargos correspondientes a la casa vendedora de la draga.

El problema que se tenía con el balero de estribor de los traveses 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 "Sección" Central con los flotadores, por el fondo de los mismos.

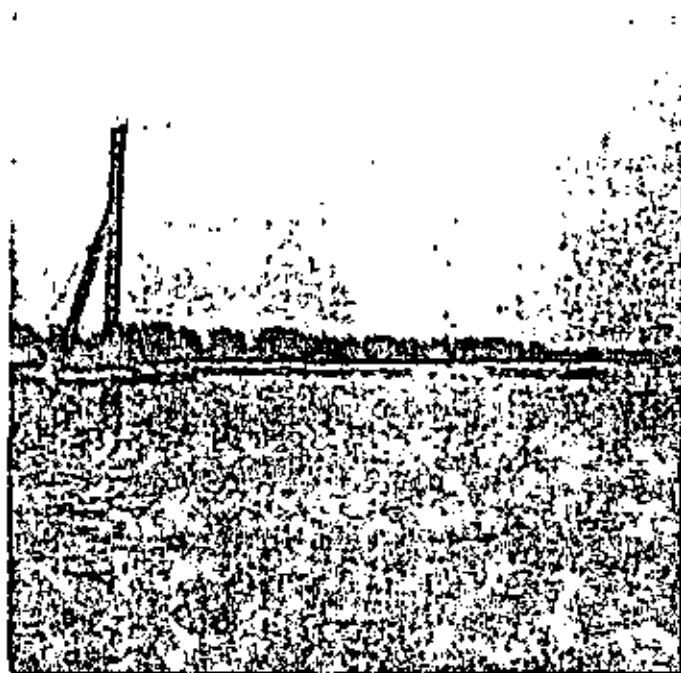
El sistema de unión consistía sólo en tornillos que iban colocados -

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 estándar 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 toponidrográficas.

Las condiciones climatológicas y toponidrográficas 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--

biéndose 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	<u>206 horas</u>
		1 487 horas

En dicho período solo se dragaron 60 000 m³. en lugar de - - - - - 160 500 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 "DUNFON" 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 marca, a lo an-
terior hay que agregar que al hincar el zanco en el materi al duro el payón re-
sultó 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" \varnothing), más
fies 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 bujes 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 sobre elevación 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 h. 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 DRAGAJO. - 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 abajada 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 esto 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 contador 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 1º 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 susceptibles 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 1

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 dragado

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 ha omitido llevar a cabo la investigación sobre las características del suelo porque no se sabe que esta información es esencial 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 m., co-
 rrientes 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 determina-
 dos en base de la experiencia; aunque en algunos casos técnica y económica-
 mente 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 sorpre-
 sa. La experiencia no valdrá por sí misma si no es acompañada por un sis-
 temático análisis de los factores que intervienen en el dragado, y uno corre-
 rá el peligro de no estar trabajando a toda capacidad.

La mecánica de suelos casi se ha desarrollado en el campo de aná-
 lisis 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 récords 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 fácilmente. 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.

Quando 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 succiónadas hacia la boca de la succión por una corriente de succión y es de-síntegrada.

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 ir relleno 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 obtener la dragabilidad del suelo se tiene que estudiar la zona de depósito para así 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 zarcos de desagüe y colocar tubería, actualmente hay una serie de equipos que se pueden usar.

Si no se cuenta con diques bien contruídos 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-

tos 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:

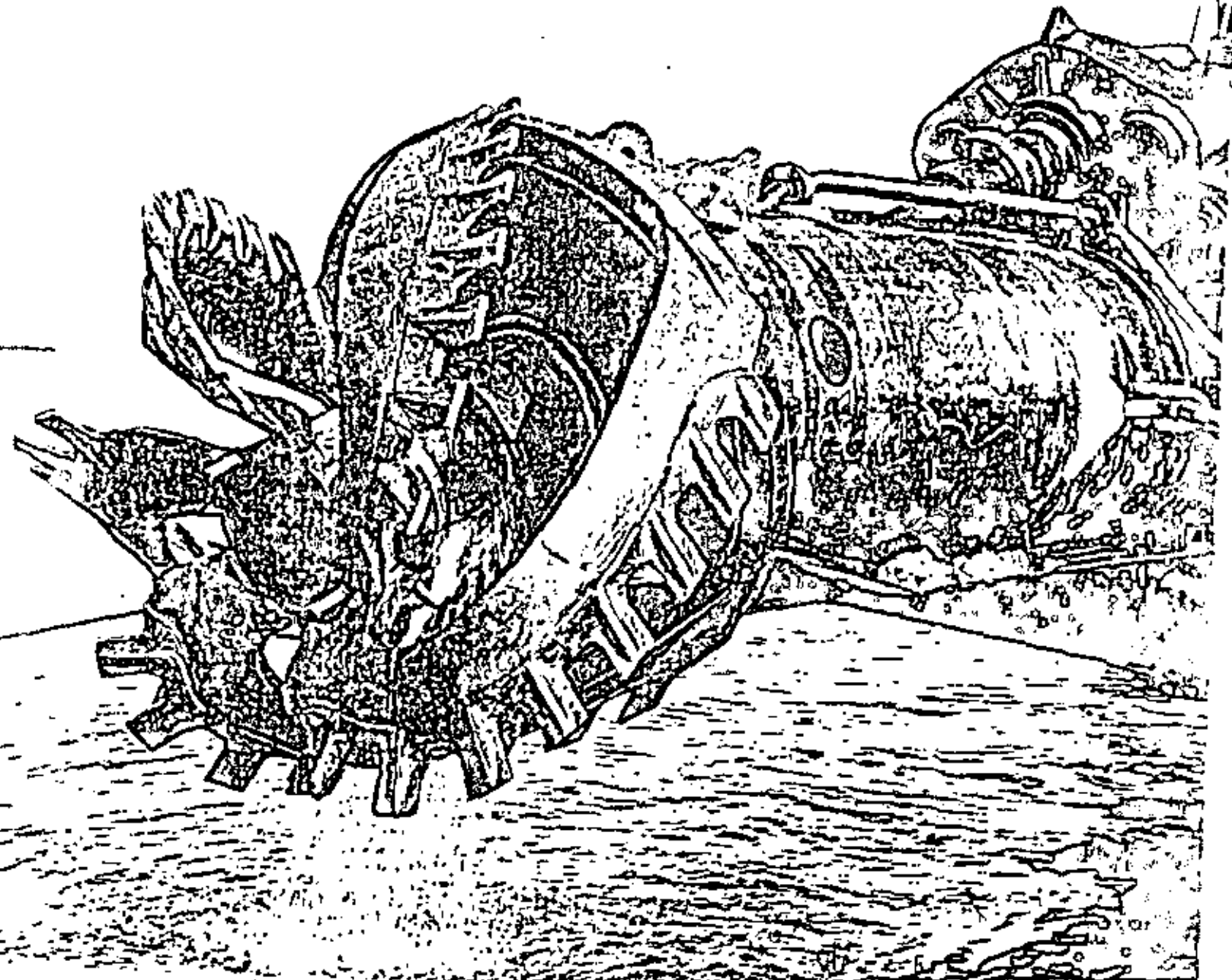
- Deslizamiento/deformación
- Desintegración
- Fractura
- Sedimentación

Ahora mostramos como se presentan estos tratamientos en los distintos tipos de suelos.

Nos hemos basado en la clasificación y definición de los suelos, a la establecida por la Asociación Internacional de Contratistas de Dragado.

Los suelos referidos a continuación son definidos de acuerdo a esta clasificación.

Figura 4-1.



Arena

Es un suelo incoherente consistente en granos de 0.06 a 2 mm. Este suelo no es compresible.

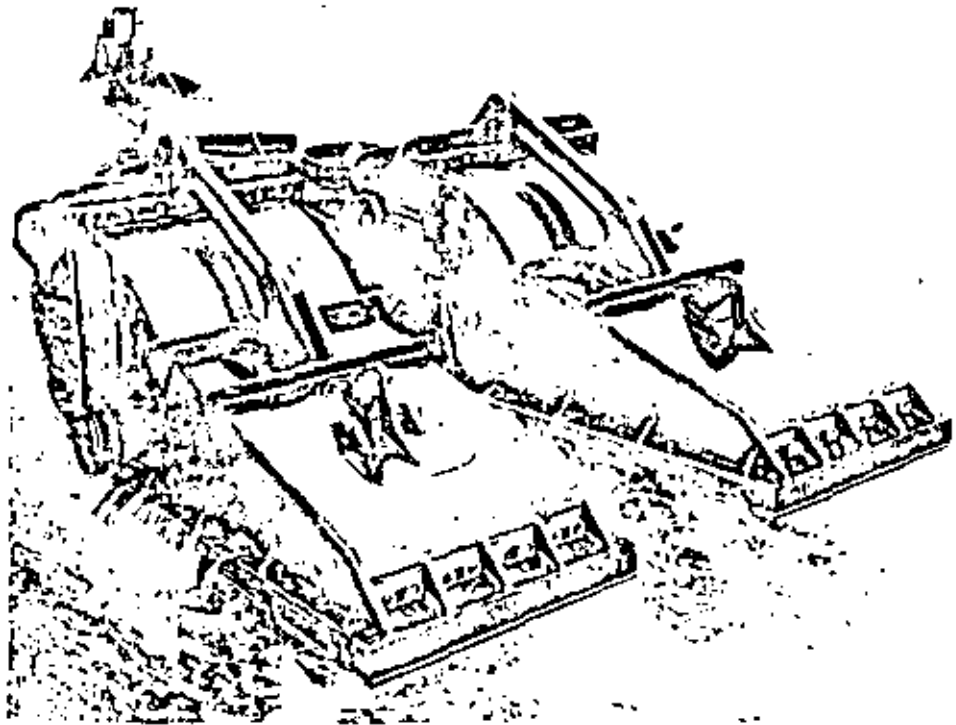
Si una draga penetra en una masa de suelo de este tipo, un volumen específico de granos es desplazado a otro lado, lo que trae como resultado un reacomodo de la estructura granular. El desplazamiento de los granos cambia el volumen de los poros los cuales son llenados con agua. Por consiguiente el esfuerzo 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 friccionales, 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 complicados 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 --

1



Cortador de Succión

Figura 4-2

[Handwritten mark]

con los métodos standards 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.

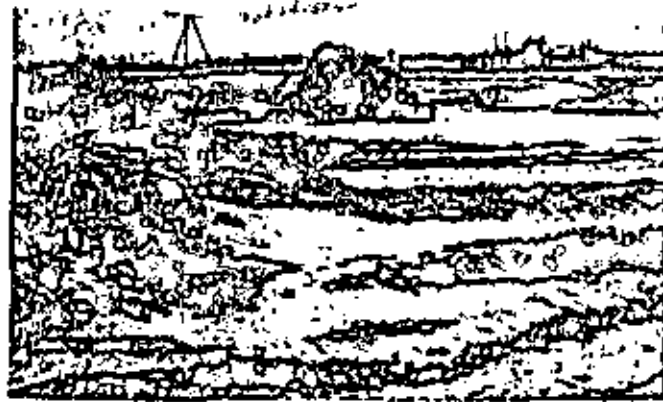
He partido del principio de que la arena es incoherente y homogénea pero en realidad se encuentra mezclada con otros tipos de suelo como por ejemplo suelos fijos, los que ejercen una gran influencia en la densidad y la relación agua-permeabilidad.

En el caso de suelos finos éstos ejercen una acción aglutinante en los granos de arena, lo que afecta el comportamiento de la misma.

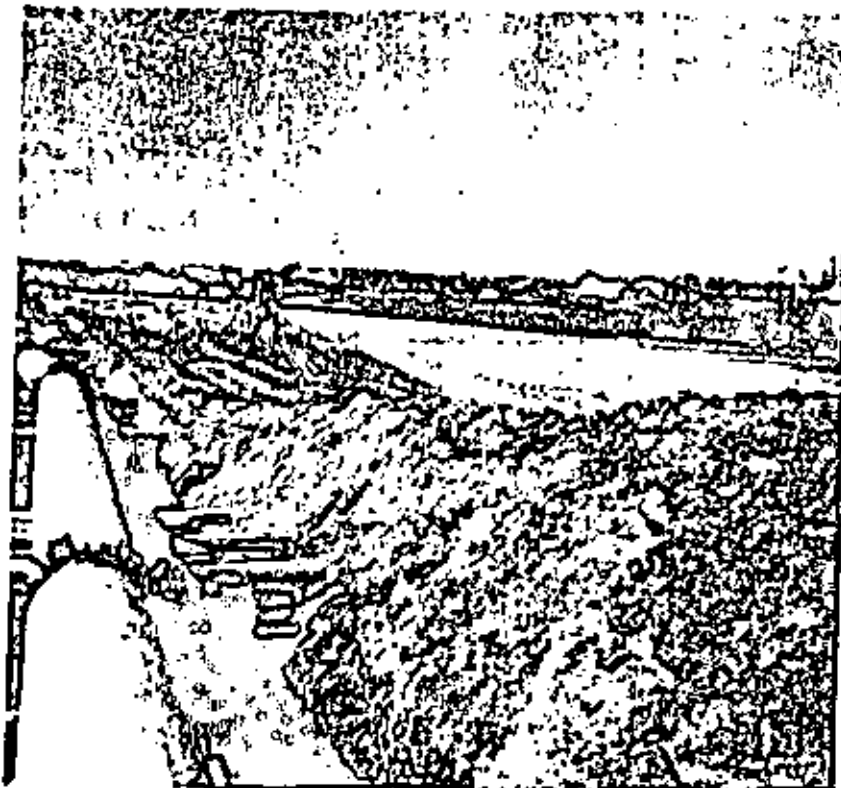
En suma, para una apropiada consideración de la dragabilidad de la arena se requiere la siguiente información:

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).

(I.MO, FANCO, 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 fácilmente 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 cuchareando, 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-

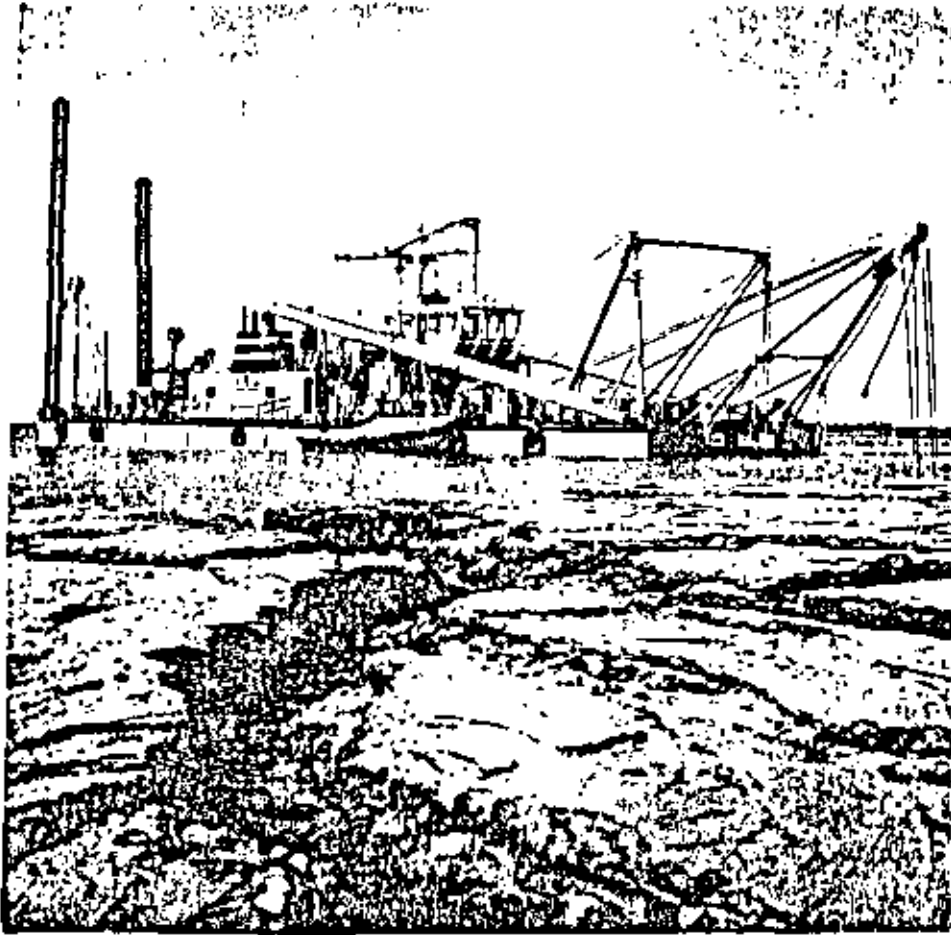


Limo Figura 4-5



Descarga de la Draga Cancar (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 un raseamiento 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 bo-llas 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 curchareando 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 boleco.

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.

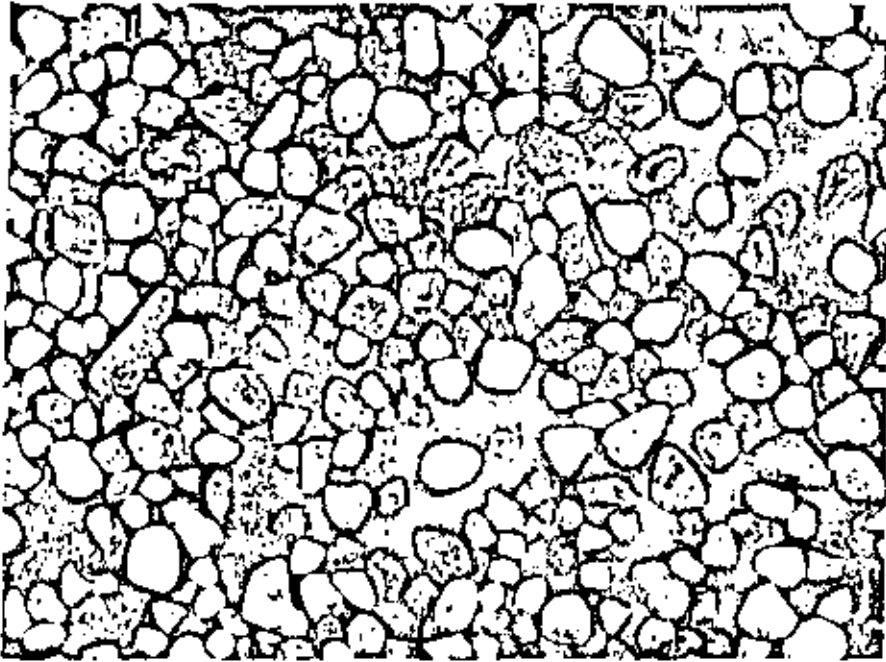
Las capas de grava y arena varían mucho de acuerdo al lugar en que se hizo el sondeo, por lo que es necesario determinar la mínima y máxima densidad en el laboratorio.

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 riesgosa.

Para las pruebas dinámicas no existe un método uniforme, los resultados tienen que ser acompañados por una descripción de los aparatos utilizados.

% Concentración Varía a Razón V_s y tipo de sólido y características del cortador.

b) Cortador

b₁) Cuchillas

b₂) Potencia del cortador

b₃) 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 Penasco, Son.

Figura 4-9



Grava Dragada en Pajaritos, Ver. Figura 4-10



Grava en Lázaro Cárdenas, Mich. Figura 4-11

TIPO 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 a que las propiedades físicas más importantes de las arcillas y limas solo están relacionadas indirectamente con el tamaño de las partículas.	NO ES APLICABLE
TURBA Y SUELOS ORGANICOS.	ORGANICO	NO ES APLICABLE	NO ES APLICABLE
ESFUERZOS Y CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES			Generalmente es identificado por el color negro o café siempre con un fuerte olor orgánico, presencia de fibras o desechos de madera.

Esfuerzo		Esfuerzo Cortante
Muy suave	Puede ser fácilmente comprimido entre los dedos.	Menor de 0.17 Kg/cm ²
Suave	fácilmente moldeada con los dedos.	0.17-0.45 Kg/cm ²
Firme	Necesita una fuerte presión para ser moldeada por los dedos.	0.45-0.90 Kg/cm ²
Rígida	No puede ser moldeada por los dedos, no se marca con el pulgar.	0.9-1.34 Kg/cm ²
Dura	Tenaz, difícil de ser marcada con la uña del pulgar.	más de 1.34 Kg/cm ²

La estructura puede ser fibrosa, intacta, homogénea, estratificada o intemperizada.

Es de naturaleza esponjosa. El esfuerzo puede variar considerablemente en dirección vertical y horizontal.

CLASIFICACION DE SUELOS (PLANO)

TIPO DE SUELO	TAMAÑO DE LAS PARTICULAS	IDENTIFICACION	ESFUERZOS Y CARACTERISTICAS
	RANGO DEL TAMAÑO		ESTRUCTURALES
BOLEOS	Mayor de 200 mm.	Examinación visual	No es aplicable
Conglomerado	Entre 200 y 60 mm.		
GRAVA	Gruesa 60 - 20 mm. 3" - 5/4" 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 son 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 arcilla. 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.

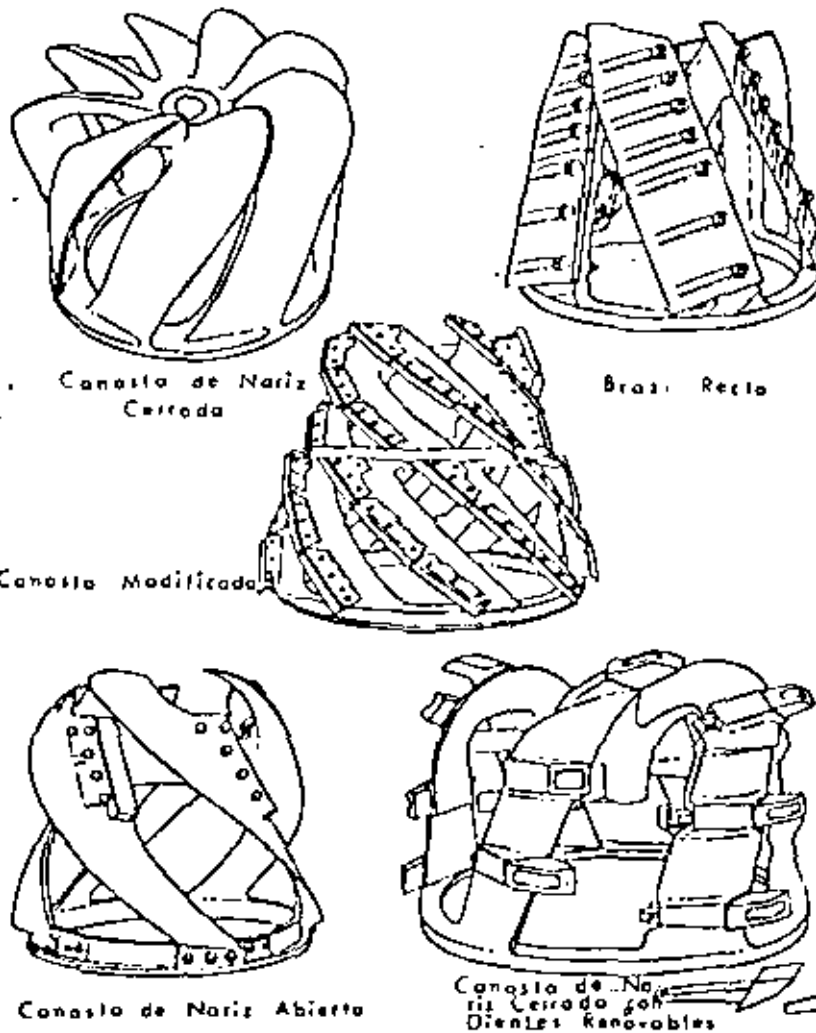
En estos casos la rotación del cortador produce una nube de material suelto que puede tener efectos en el medio ambiente acuático. Una variedad de tubos de succión han sido fabricados tanto por fabricantes de dragas como por contratistas, que van desde el simple tubo cilíndrico, pasando por tubos con 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.

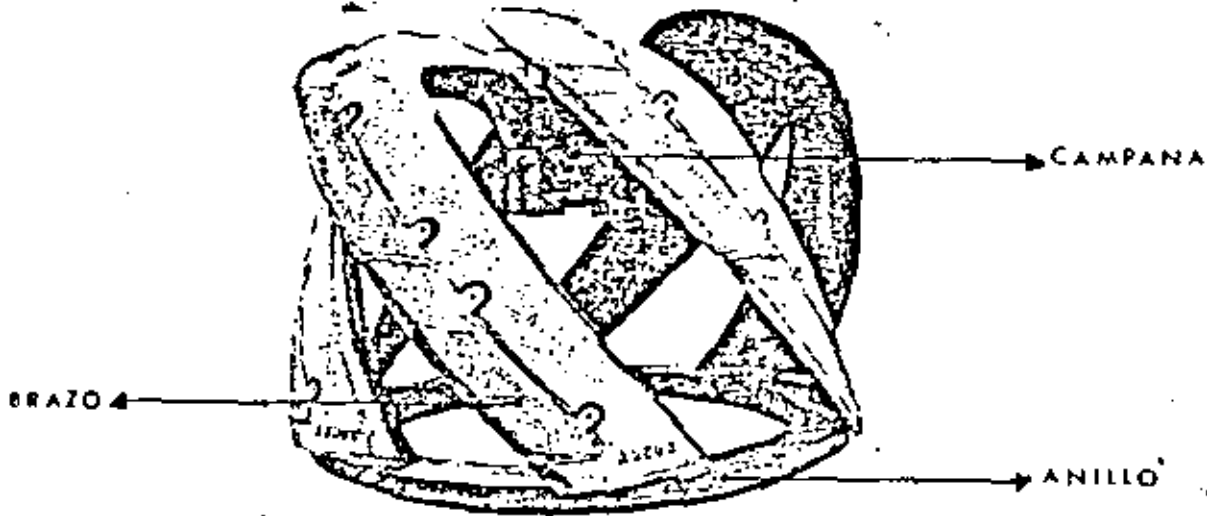
DISEÑO DEL CORTADOR

En el diseño del cortador intervienen una serie de variables geométricas 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.

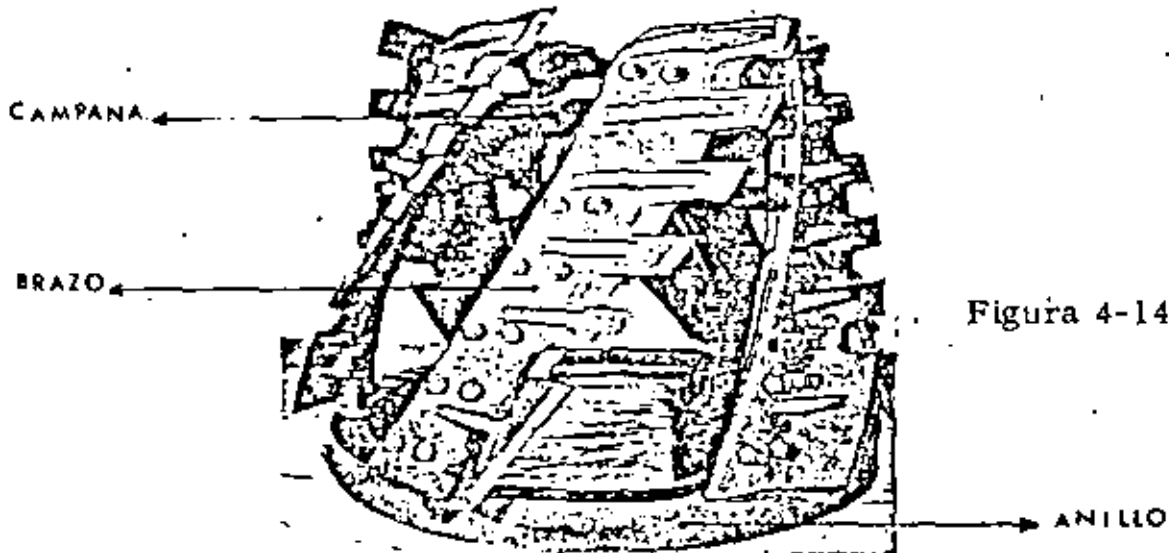
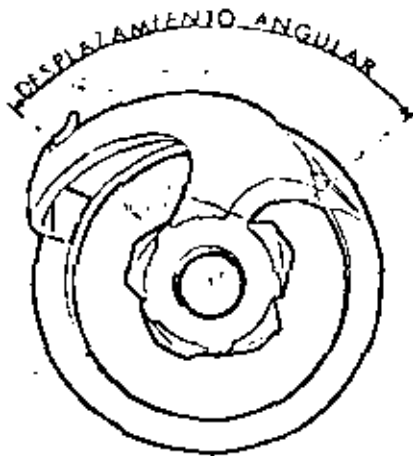
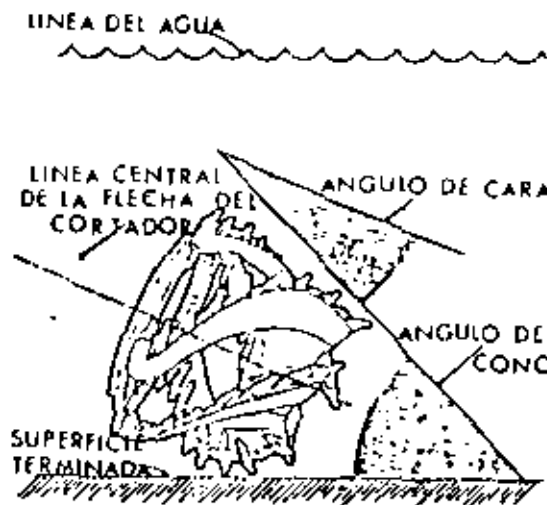


Figura 4-14

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.

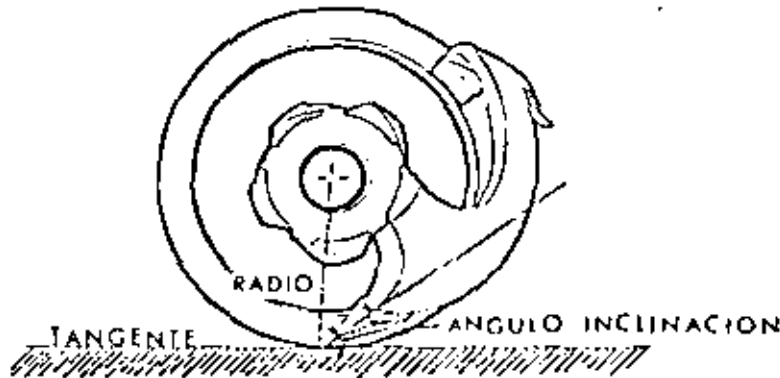


Figura 4-16

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.

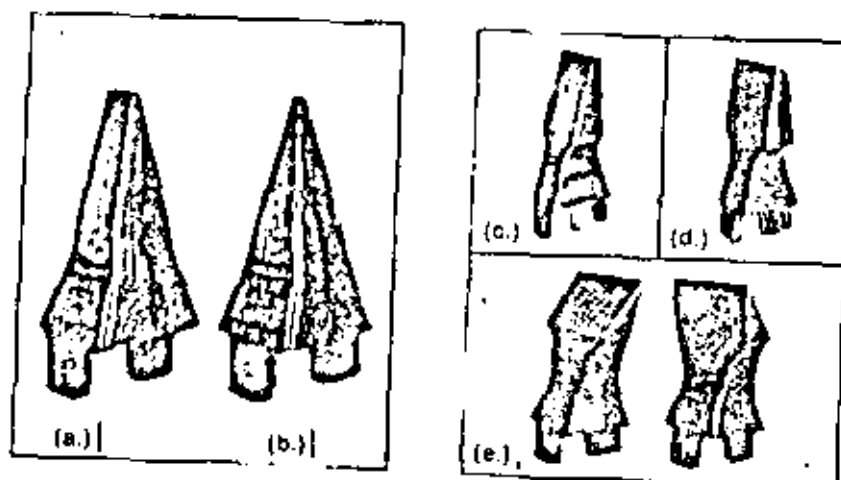


Fig. IV-17 Dientes reemplazables

- 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 noel. (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:

$$D_c = C_c D_s$$

C_c = Coeficiente que varía entre 3.0 y 4.0

D_s = Diámetro de succión

La longitud del cortador puede ser expresada en términos del diámetro del mismo o sea:

$$S_c = 0.75 D_c$$

La velocidad del cortador varía desde 10 a 30 rpm.

El hp requerido puede ser obtenido por la

$$P = \frac{1}{75n} F_c V_s$$

P = horsepower (potencia en HP)

$U = N D_c N/60$ en m/Se S

S = Longitud del corte

N = Eficiencia

75 = Factor de conversión (1hp = 75 kg f/m)

F_c = Fuerza cortante en la circunferencia por unidad de

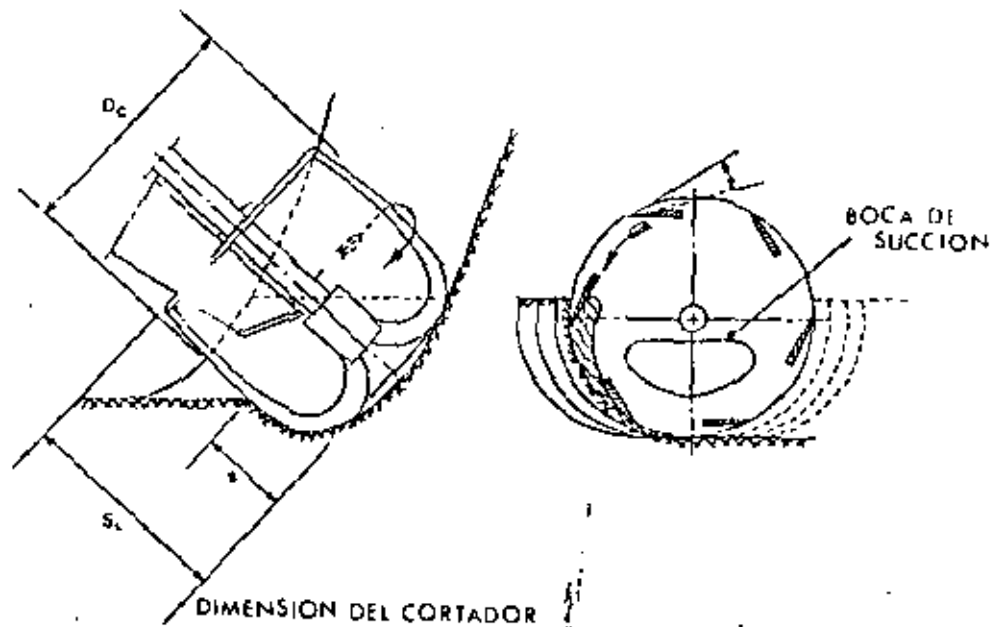


Figura 4-16

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.

$$NPSH + H_{atm} + \frac{P_s}{\rho} + \frac{V_s^2}{2g} - h_v = \frac{P_a}{\rho} + \frac{P_s}{\rho} + \frac{V_s^2}{2g} - \frac{P_v}{\rho}$$

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.

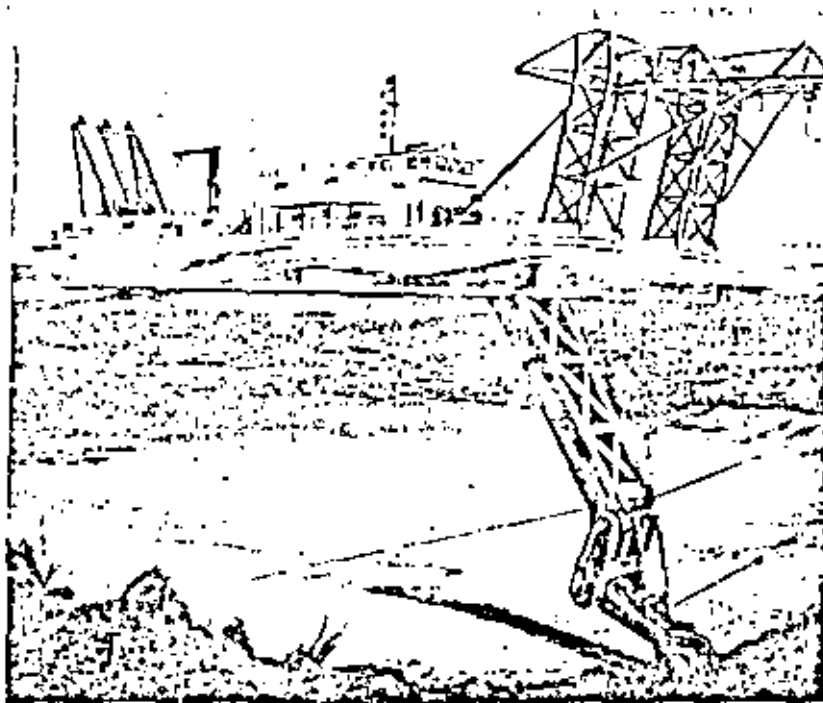
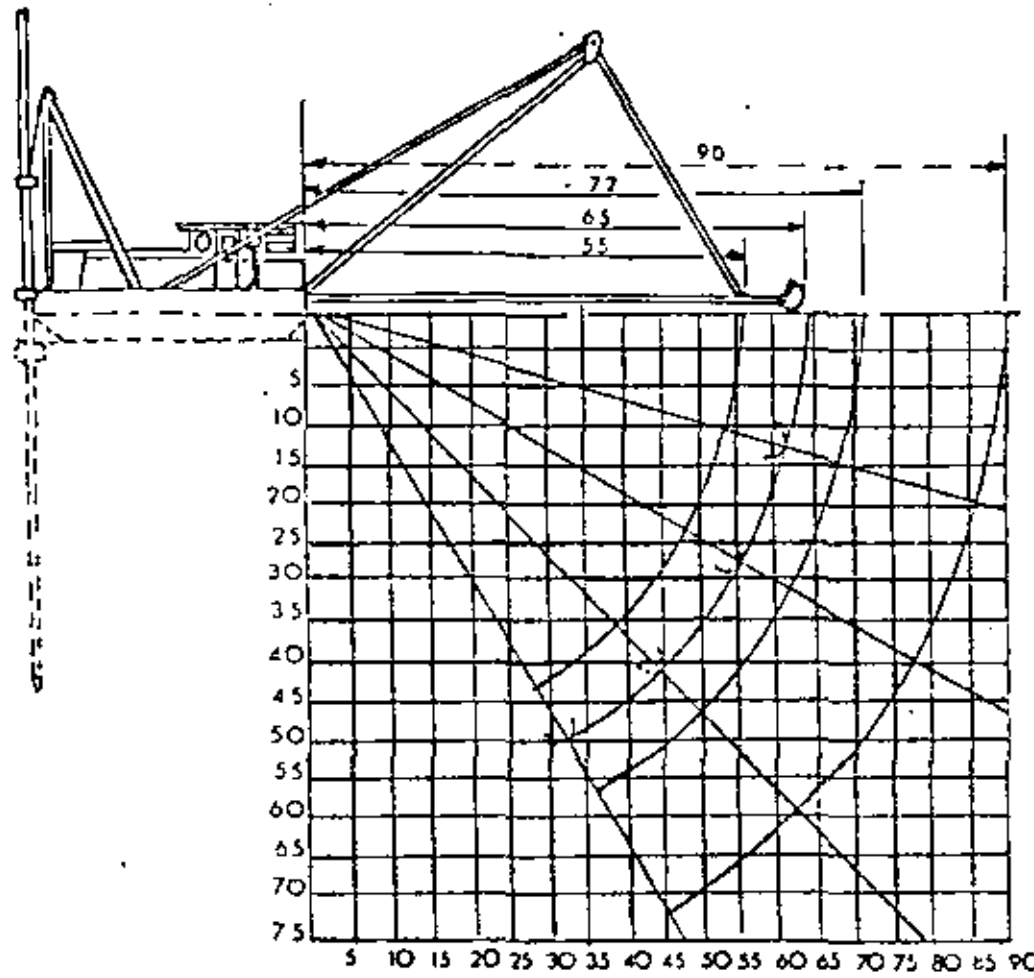


Figura 4-20

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.



NIVEL DEL AGUA

Figura 4-21

Profundidad de Dragado en Función del
Largo de la Escala

100

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"
		26.46	30.15	31	136.67	49.82	55.41
	30°	75'3"	85'10"	88'3"	195'0"	116'6"	156'5"
		25.08	28.59	29.41	35.00	38.82	52.13
	45°	69'0	78'4"	80'7"	96'9"	107'0"	140'8"
		23.00	26.18	26.84	32.23	35.67	46.87
	60°	60'10"	69'5"	70'9"	35'5"	44'9"	120'2"
		20'25	23.13	23.56	28.41	32.56	40.05

ANCHO MINIMO DE TRABAJO

CAPITULO V

LA VELOCIDAD DE SUCCION (VS) VARIA CON LA PROFUNDIDAD DE DRAGADO

105

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 fluido 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 fluido.

El flujo de turbulento tiene un movimiento irregular mientras que el flujo laminar tiene características de un flujo viscoso. El flujo laminar tiene una sola 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 fluido.

En un régimen de flujo heterogéneo, las partículas están también en suspensión, pero la distribución vertical de las partículas no es uniforme

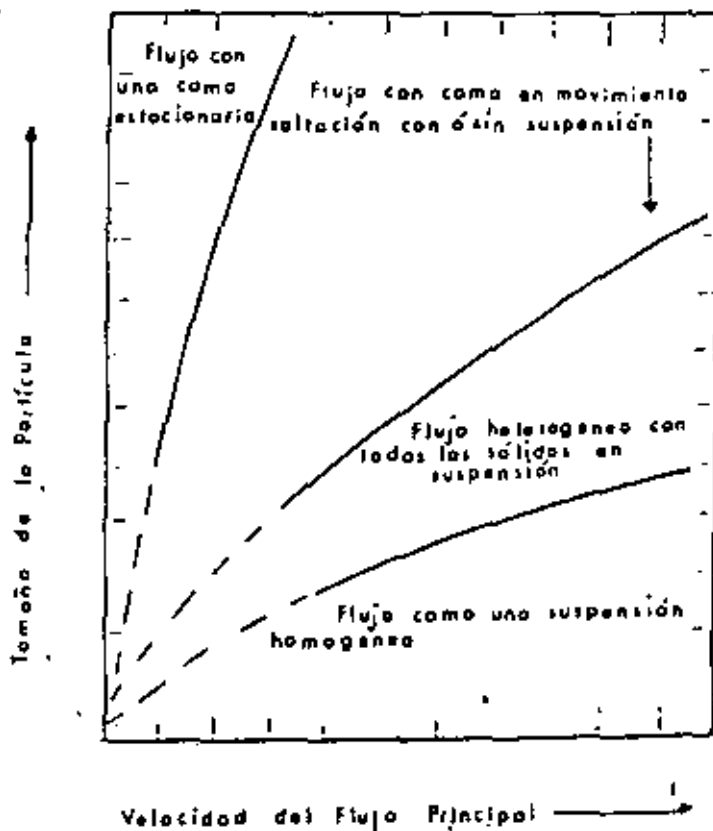


Figura 5-1

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 clasificación de partículas con referencia a los distintos tipos de regímenes de flujo.

1. - Suspensión Homogénea - partículas menores de 40 μ .
2. - Suspensión mantenida por turbulencia - tamaño de partículas entre 40 μ 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 fluido 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 fluido que contenga mayor cantidad de sedimento en el nivel inferior con el fluido del nivel superior, el cual tiene menor concen-

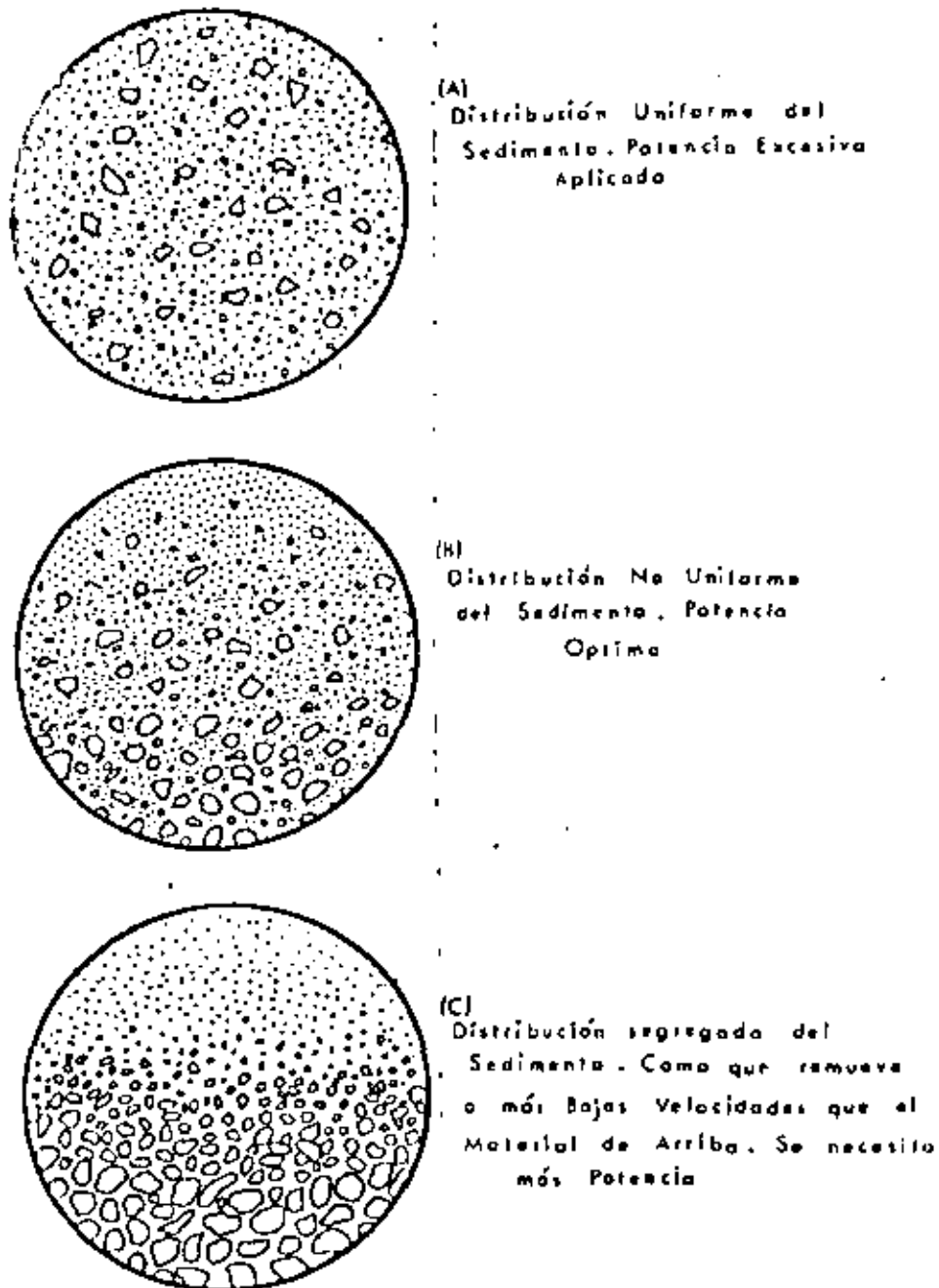


Figura 5-2

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, pues 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 requerida 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 fluido 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 fluido 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 --

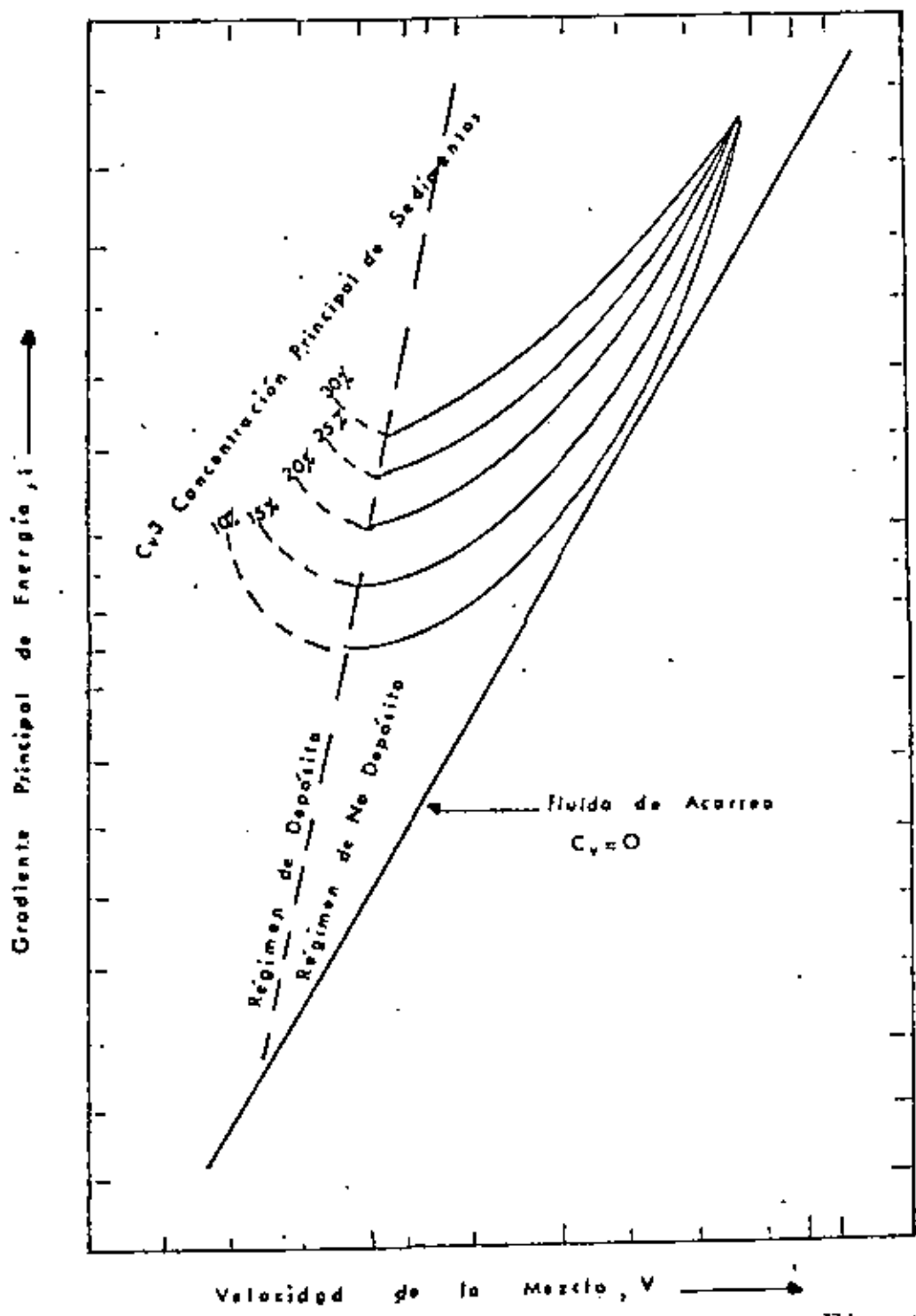


Figura 5-3

en un flujo netamente turbulento la pérdida de carga es proporcional 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:

$$\left(\frac{P_1}{\rho}\right) + \left(\frac{V_1^2}{2g}\right) + Z_1 = \left(\frac{P_2}{\rho}\right) + \left(\frac{V_2^2}{2g}\right) + Z_2 + h_1$$

En donde K = coeficiente energía cinética

h_1 = pérdida de carga en ft (m)

ρ = peso específico

P = 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 $K = 2$

Así tendremos que:

$$h = (P_2 - P_1)/\rho + (V_2^2 - V_1^2)/2g + Z_2 - Z_1$$

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 incrementa. Una ecuación familiar para la pérdida de carga en tuberías que transportan agua es la de Darcy-Weisback.

$$H = (f) \frac{(L)}{(d)} \frac{(V^2)}{(2g)} \quad \dots (1)$$

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/seg²

Si la velocidad del flujo es tan baja que el material se comportará en forma de cama deslizante (duras, rizos) salación, 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.

$$H = (0.2083) \frac{100^{1.85}}{C} \frac{Q^{1.85}}{d^{4.8655}} \dots (2)$$

donde:

H = carga de fricción en pies de agua (m agua) por 100 pies de tubería.

d = diámetro de la tubería en pulgadas

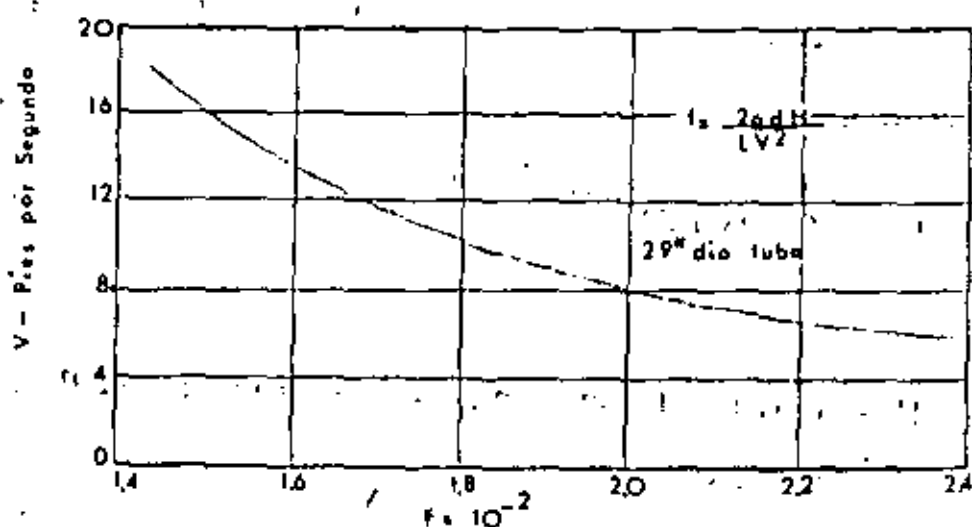
Q = gasto en GPM

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:

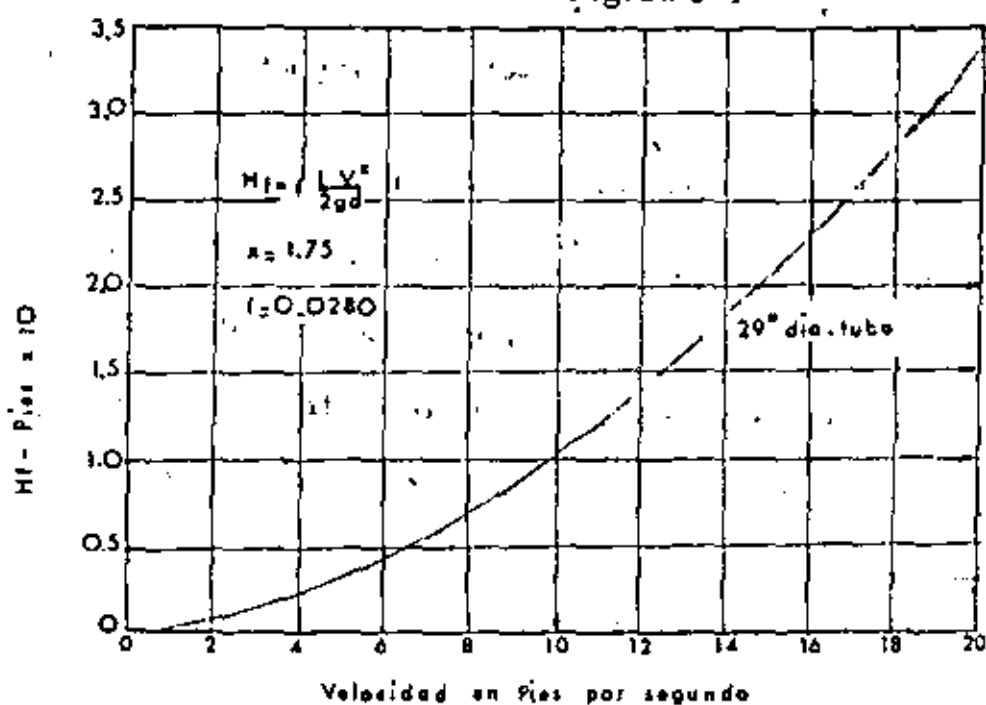
$$H = (0.0280) \frac{(L)}{(d)} \frac{(V^{1.75})}{(2g)}$$

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 FRICCIÓN COMO A UNA FUNCION DE VELOCIDAD

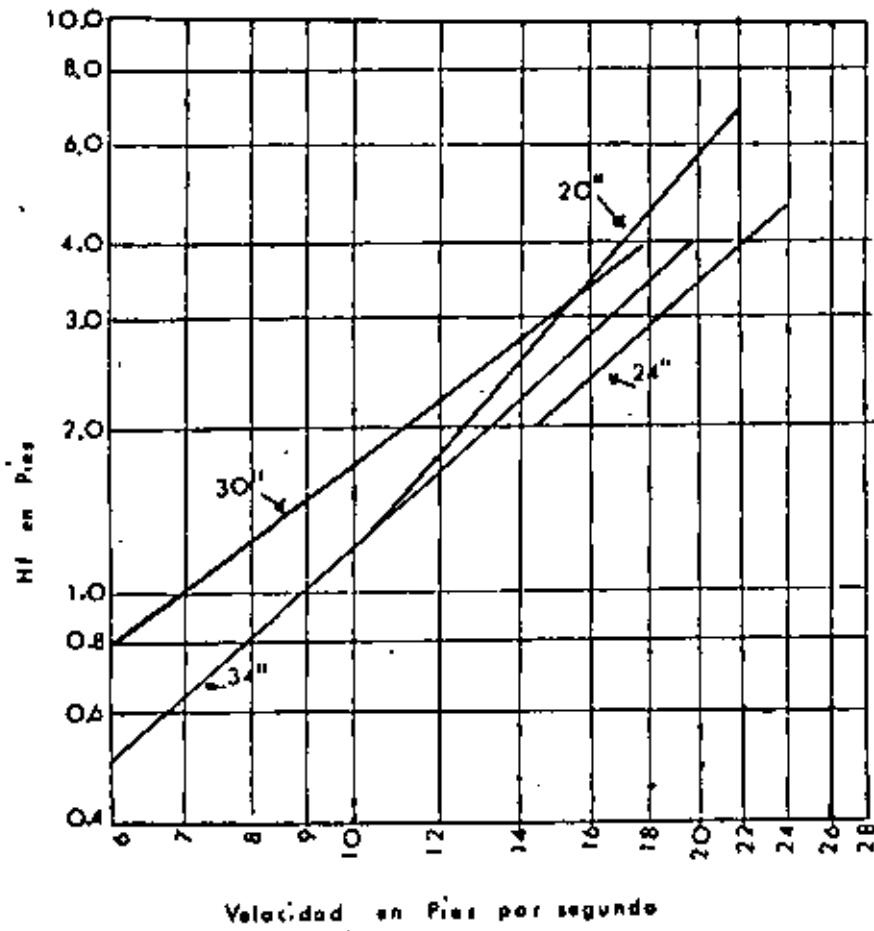
Figura 5-4



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 viscosidad 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 acarreado arena fina pero los resultados son 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:

$$H = (s_6) (f) \frac{(L)}{(d)} \frac{(V^{1.75})}{(2g)}$$

Donde:

s_6 = 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-ma-- terial 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 apli cable a secciones rectas de tubería. Cuando hay curvas, codos, juntas, re-- ducciones u otro tipo de irregularidades en la línea adicional de carga se pre sentará en la línea.

Hay dos variables que hay que considerar para encontrar las pérdi das 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.

$$H = K \frac{V^2}{2 \text{ seg}}$$

Para determinar la K se usa la siguiente fórmula:

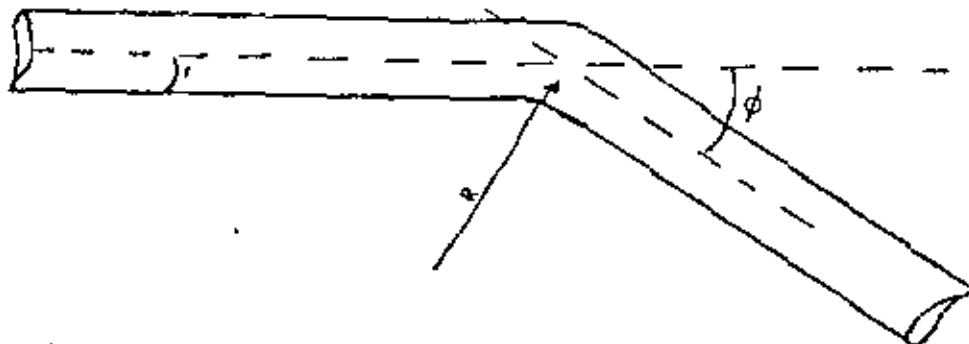
$$K = (0.131) + (1.847) \frac{r}{R} \frac{3.5}{180}$$

Donde:

R = radio curvatura en pies

r = radio tuberías pies .

ϕ = grado de la curvatura en grados decimales



Parámetros de una Curva del Tubo

F
I
G
U
R
A

5-7

Si se desea obtener directamente las pérdidas en pies de tubería - dejámos L_1 = longitud adicional a la longitud actual L_1 y (f) otra constante, tendremos:

$$L_1 = \frac{(D)}{(4)} \frac{(K)}{(f)} \quad \dots (4)$$

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:

$$H_p = \frac{c V^2}{2g} \quad \dots (5)$$

$$c = 0.10$$

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:

$$H_x = \frac{(V_2 - V_1)^2}{2g} C_1 \quad \dots (6)$$

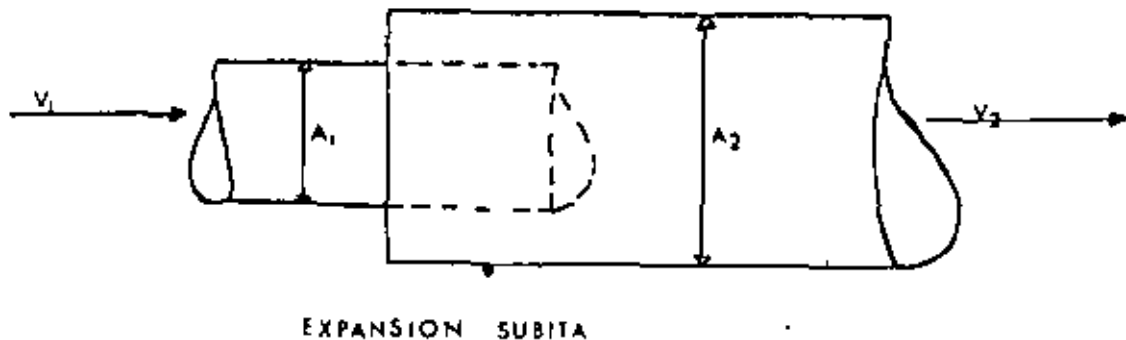


Figura 5-8

Donde:

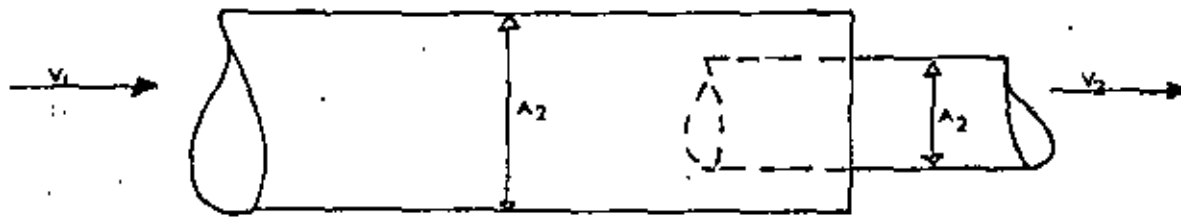
V_1 = Velocidad de entrada pies/seg.

V_2 = Velocidad de salida pies/seg.

g = aceleración de la gravedad pies/seg².

C = 0.4 a 0.3

Cuando la junta es rfo 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 rfo abajo más que rfo 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 $(20) \cdot (.813) = 16.26$ pies/seg.

Las pérdidas de la junta río abajo será:

$$H_x = \frac{(20 - 1626)^2}{64.4} = 0.22 \text{ pies}$$

Con 400 Juntas se tendrá 88.6 pies de pérdidas de carga.

Por otro lado con la conexión río arriba:

$$H_x = (0.22) (0.4) = 0.09$$

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 algebraica 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 algebraica 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:

$$H_e = K_e \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

H_e = pérdida carga por entrada en la succión en pies

V = velocidad succión pies/seg

g = aceleración de la gravedad en pies/seg²

K_e = coeficiente de entrada. Para una entrada de campana, la - - cual es la más recomendable $K_e = 0.04$

Entrada redondeada $K_e = 0.23$

Entrada tipo boca tiburón $K_e = 0.50$

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 - (H_{ss}) es la distancia vertical en pies (m) entre la superficie del agua y el cen - tro 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 usar - se:

$$H_{ss} = SG_1 B - SG_2 C$$

Donde:

H_{ss} = 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 bajando.

SG_1 = gravedad específica de la mezcla que está siendo bombeada.

Si la H_{ss} 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 (H_{sv}) 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 fluido está corriendo -

la velocidad es $V = Q/A$ en donde:

V = velocidad del flujo en pies/seg

Q = gasto en pies³/seg

A = área tubo por pies²

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/seg²

s = distancia de caída en pies

Por consiguiente la carga de velocidad en la succión será:

$$H_{sv} = \frac{V^2}{2g}$$

Usualmente esta carga es baja, pues la velocidad en la succión es baja. Cuando el flujo es de mezcla la carga se calcula:

$$H_{sv} = \frac{SG (V^2)}{(2g)}$$

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 (H_{sf}).

La carga por fricción en la succión puede ser obtenida mediante la ecuación modificada de Darcy-Weisback,

$$H_{sf} = (SG) (f) \frac{(L) (V)^{1.75}}{(d) (2g)}$$

Donde:

H_{sf} = 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/seg²

f = 0.028

Datos:

V_s = 15 pies

PD = 30'

PD = 60'

% sólidos = 20% $SG_m = \frac{120}{62.4} = 1.92$

$SG = 120 \text{ lb/pies}^3$ $SG_a = (1.92 - 1.03) \cdot 20 + 1.03$

Pérdida de carga:

$$H_v = SG \frac{H_v}{2g} = 1.21 \times \frac{(15)^2}{64.4} = \frac{1.21 \times 225}{64.4} = 4.23$$

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 (H_{ds}) 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 (H_{dv}) 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:

$$H_{dv} = \frac{SG (V_d^2 - V_s^2)}{2g}$$

Donde:

H_{dv} = carga de velocidad en la descarga en pies de agua.

V_d = velocidad de la mezcla en la descarga pies/seg.

V_s = velocidad de la mezcla en la succión pies/seg.

g = aceleración de la gravedad pies/seg²

SG = gravedad específica de la mezcla.

3.- Carga por Fricción en la Descarga.- La carga por fricción en la descarga (H_{df}) es la carga requerida para vencer las pérdidas por fricción en la descarga.

Se obtiene por la ya conocida fórmula $H_{df} = F \frac{(L) (SG) (V)^{1.75}}{d (2g)}$

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 joints 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 bolco |
| f) Concentración promedio de sólidos | 20% |
| g) Carga dinámica de la bomba | 225 pies |

Sol.

Cálculo del peso específico de la mezcla:

$$SG = (SG - SG_w) \% \text{ sólidos} + SG_w$$

$$SG = (2.6 - 1.03) \cdot 20 + 1.03$$

$$SG = 1.3$$

Cálculo de las cargas hidráulicas máximas disponibles conforme al caballaje y a la capacidad dinámica de la bomba.

$$BHP = \frac{GPM \times TDH \times SG}{3960 \times Ef}$$

$$BHP = \text{caballo de potencia} = 1700$$

$$TDH = \text{carga dinámica}$$

$$SG = \text{peso específico de la mezcla} = 1.3$$

$$3960 = \text{factor} = 3960$$

$$Ef = \text{eficiencia de la bomba } 60\%$$

$$TDH = \frac{HP \times 3960 \times Ef}{GPM \times SG} = \frac{1700 \times 3960 \times 0.6}{1.3 \times GPM}$$

$$TDH = \frac{3107076.92}{GPM}$$

Por lo tanto la TDH

130

$$\text{Para } 10\,000 \text{ GPM} = 3107076.92 / 10\,000 = 310 \text{ pies de carga hidráulica}$$

$$\text{Para } 12\,000 \text{ GPM} = 3107076.92 / 12\,000 = 258 \text{ pies de carga hidráulica}$$

$$\text{Para } 14\,000 \text{ GPM} = 3107076.92 / 14\,000 = 221 \text{ pies de carga hidráulica}$$

$$\text{Para } 16\,000 \text{ GPM} = 3107076.92 / 16\,000 = 194 \text{ pies de carga hidráulica}$$

$$\text{Para } 18\,000 \text{ GPM} = 3107076.92 / 18\,000 = 172 \text{ pies de carga hidráulica}$$

La máxima carga hidráulica que se puede disponer es la de la bomba

$$ba = 225 \text{ pies.}$$

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

$$\text{xx Carga Succión} = H_{os} + H_{fs} = \frac{SGV^2}{2g} + PD (SG_m - SG_w) + \frac{F L (SG) (V)^{1.75}}{(d) (2g)}$$

$$1 = 30$$

$$2 = 60$$

$$\text{xxx Hud} = \frac{SG V^2}{2G}$$

$$\text{xxx Hsd} = SGD$$

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	MÉNOS 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 m³/

$$\begin{aligned} \text{GPM} \times (\text{Factor conversión}) &= \text{M}^3 \times \text{concentración} = \text{M}^3 \text{ mat/x} \text{ El draga} \\ &= \text{M}^3 / 14\,000 \times 0.227\,3178 \times 0.20 = 635.6 \times 0.60 = 381 \text{ m}^3/ \end{aligned}$$

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.

Concluimos que a mayor profundidad de dragado menor velocidad de flujo y menor concentración de sólidos en la mezcla por lo tanto baja nuestra producción.

$$Q = A V \text{ promedio sólidos} = \text{Producción}$$

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)

136

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.

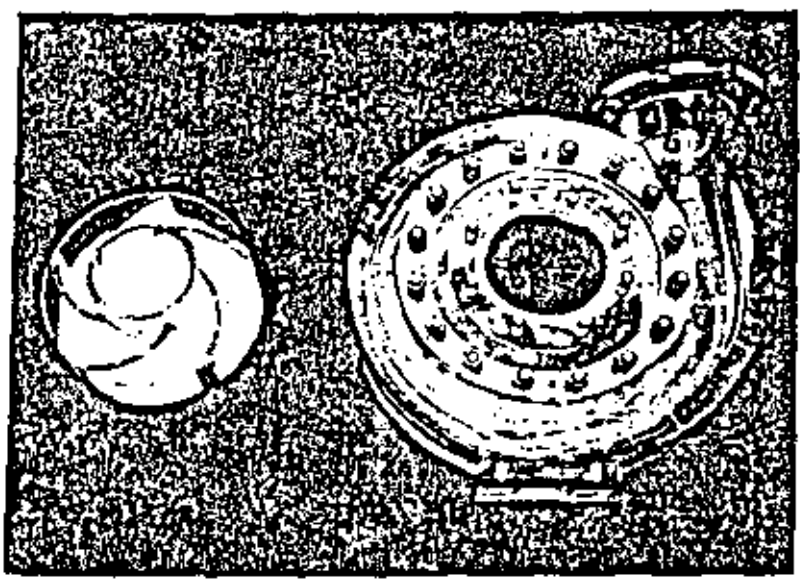


Figura 7-1
Impulsor y Carcasa de
PLEXI GLASS

Un análisis de la ecuación hidráulica básica $h = V^2/2g$ demuestra que h 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 Área del flujo y por lo tanto la producción varía a razón del área de succión.

$$h = 14.72 \text{ lb/m}$$

pero se aprovechan 5/6 de la presión atmosférica

$$h = 12.3 \text{ lb/pulg}^2 = 12.3 \times 2.31' = 28.3 \text{ pies de carga}$$

$$\therefore h = \frac{V^2}{2g}$$

$$V = \sqrt{h \cdot 2g} = 28.3 \times 64.4 = 42. \text{ pies/seg.}$$

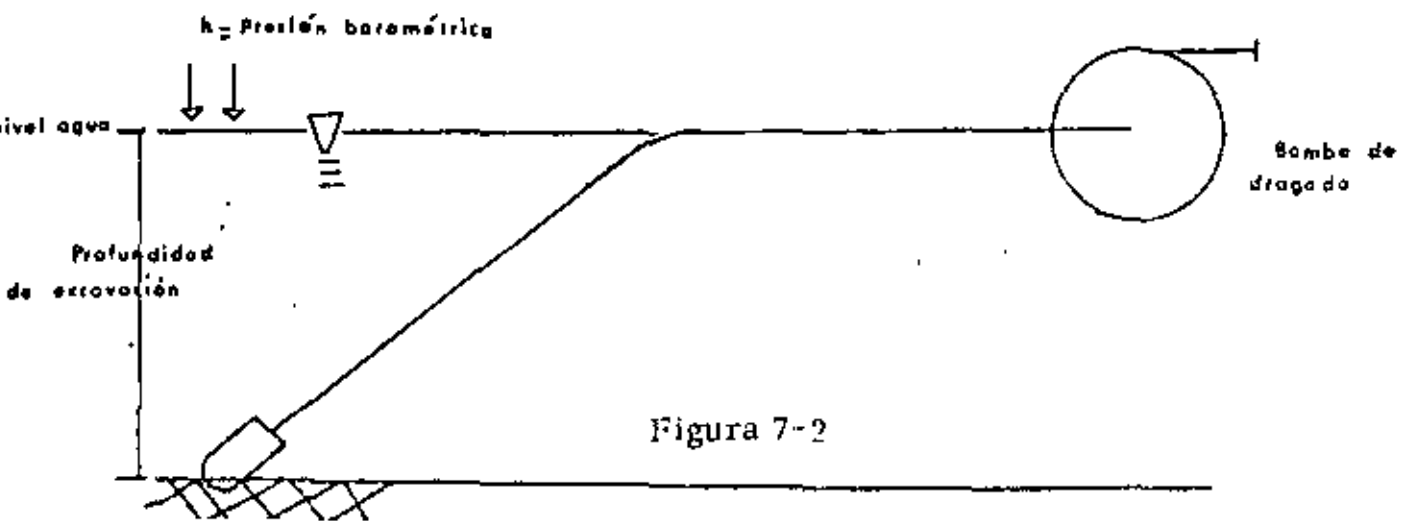


Figura 7-2

$$h = \frac{V^2}{2g}$$

eliminando la constante $2g$

$$h \propto V^2 \text{ o } V$$

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

140

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 da
das, 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 gas
to:

$$HP = \frac{GPM \times SG \times H}{3960 \times Ef}$$

Eliminando todas las constantes e ignorando las pérdidas por suc-
ción 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. des carga	carga succión	carga vel. d	carga bomba
16 000	2 D"	18.5	17.71	17.85	194

Menos $H_s + H_v + H$	Carga H_2O	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 da 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

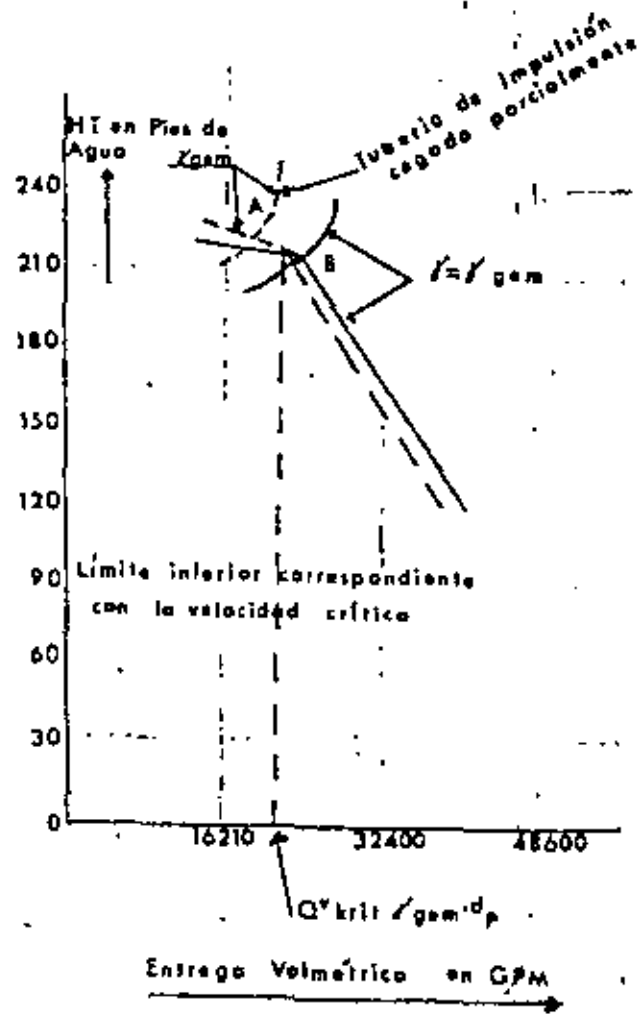


Figura 7-1

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 III 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 plazo total del trabajo, la producción total por la tubería excesiva, la longitud de la tubería más allá del límite y la producción mayor con interve-

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 reimpulsión (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.

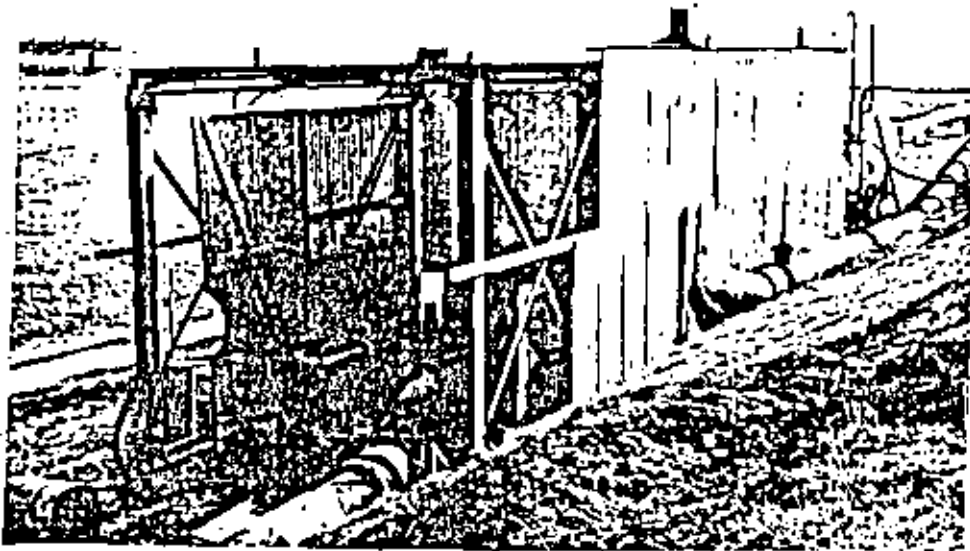


Figura 7-2
GRUPO
DE
REIMPULSION

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 da 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 auxiliar 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 dragado 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

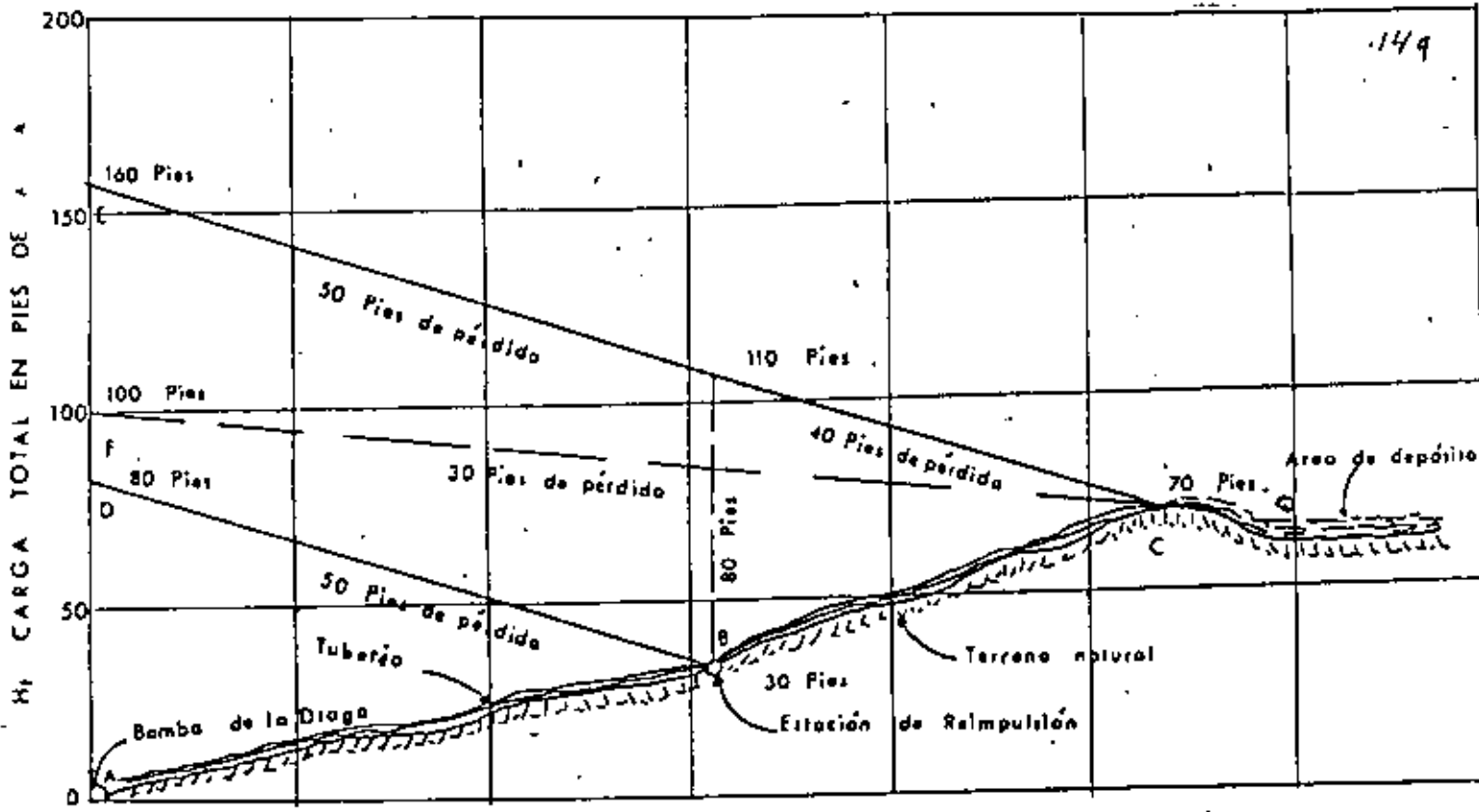
asumido que ambas bombas tienen características iguales.

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.

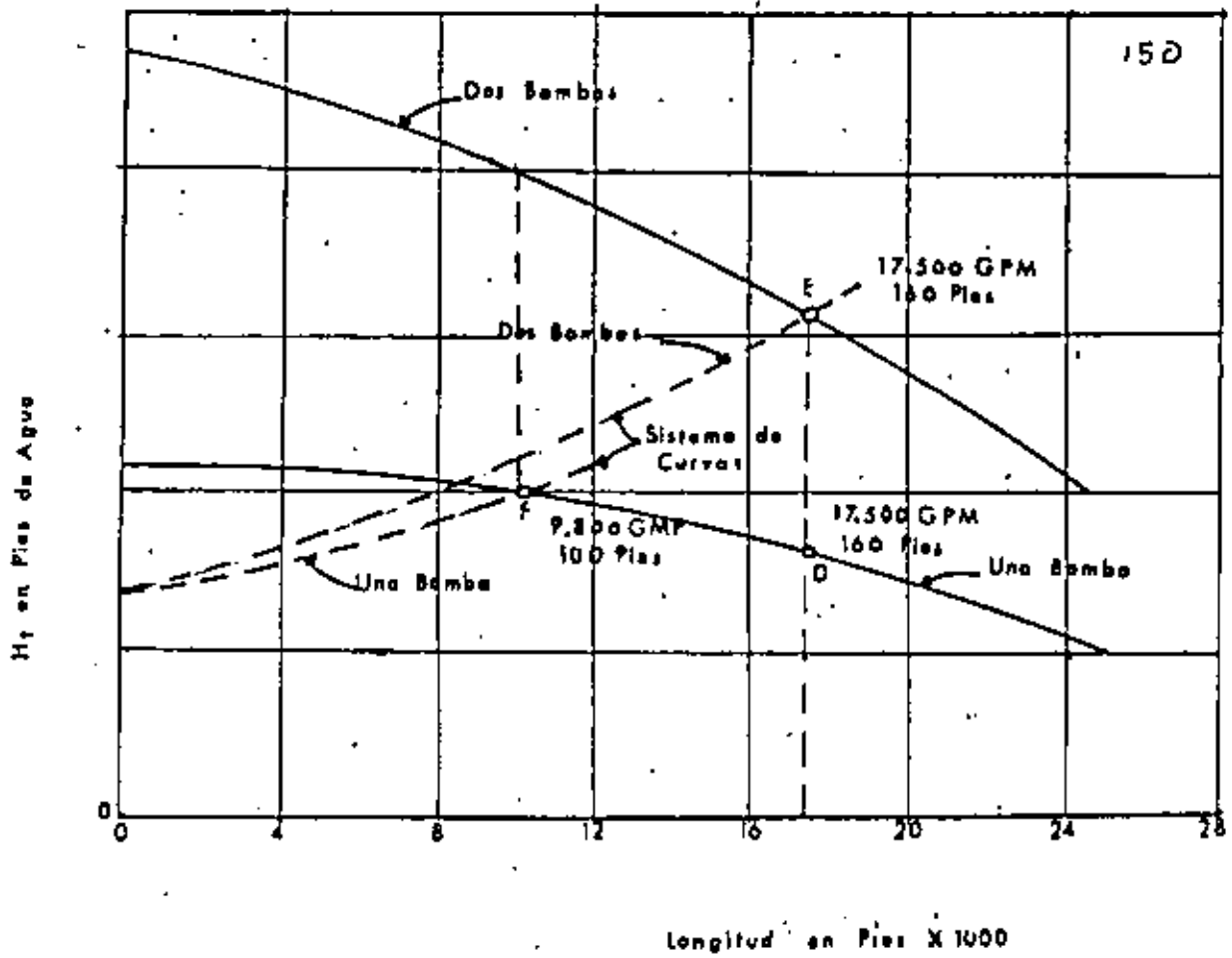
Sin el grupo de reimpulsión la bomba de la draga producirá 9 000 GPM a una carga de 100 pies (punto F), pero cuando se le añade un booster el gasto se incrementa a 17 500 GPM a 160 pies carga punto (E), con 2 bombas en línea, el gasto total de 17 500 GPM va a través de las dos bombas. Consecuentemente 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 -



LONGITUD EQUIVALENTE DE LA LINEA



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.

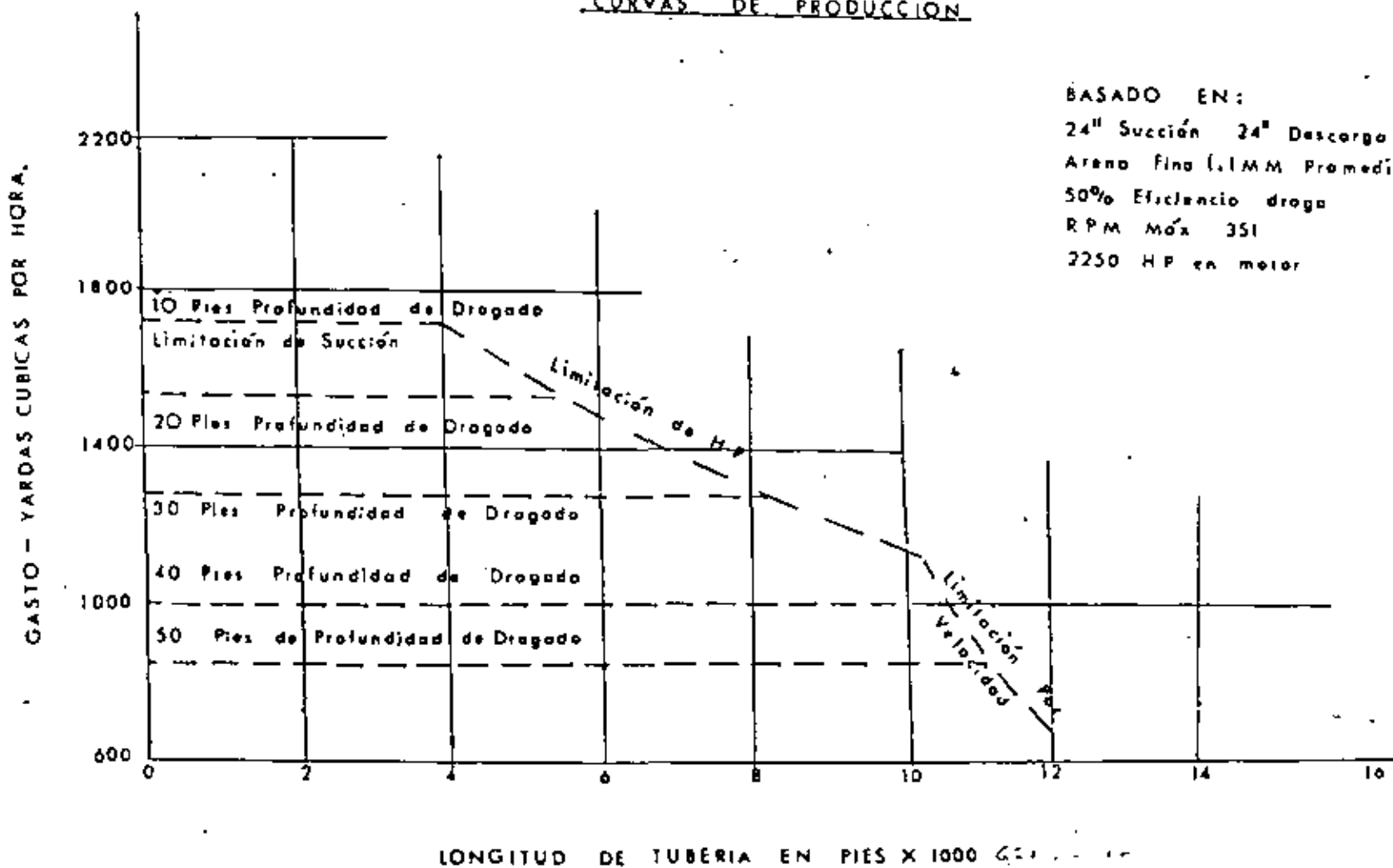
Cuando se usan bombas de distintas características la práctica más adecuada es la de distribuir la carga en forma proporcional de acuerdo a sus características.

Concluyendo, la producción estará limitada por:

- 1) Condiciones de succión (carga barométrica)
- 2) Potencia disponible en la bomba

- VII. Producción es limitada Por:
- 1- Condiciones de Succión
 - 2- HP disponibles en la bomba
 - 3- VS Velocidad de Succión

CURVAS DE PRODUCCION

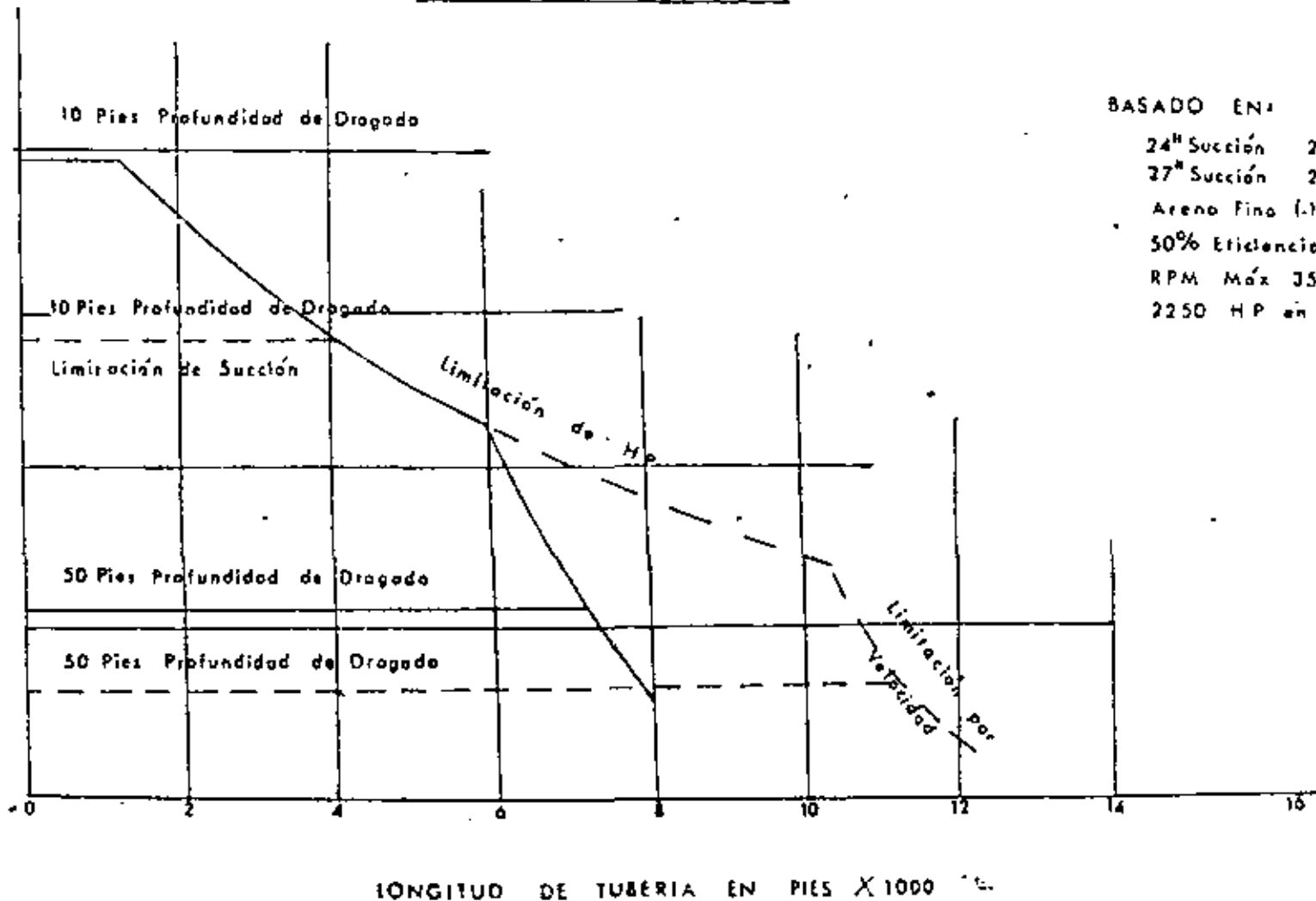


Gráfica 7-A

PRODUCCION ES LIMITADA POR:

- (1) Condiciones de Succión
- (2) HP disponibles en la bomba
- (3) VS Velocidad de Succión

CURVAS DE PRODUCCION



BASADO EN:

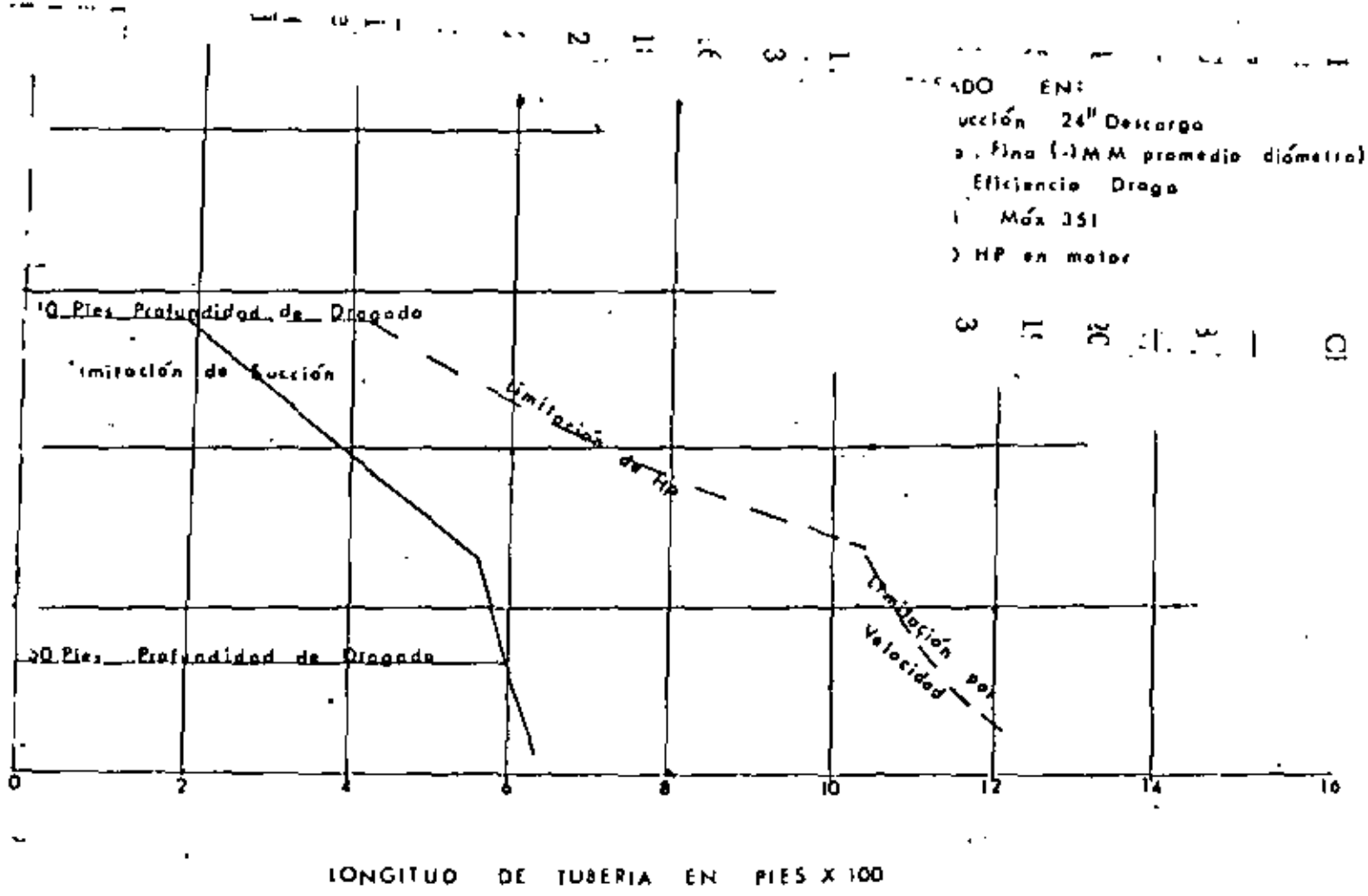
- 24" Succión 24" Descarga
- 27" Succión 24" Descarga
- Arena Fina (1MM Promedio Diámetro)
- 50% Eficiencia Draga
- RPM Máx 351
- 2250 HP en Motor

Gráfica 7-B

PRODUCCION ES LIMITADA POR:

- (1) Condiciones de Succión
- (2) HP disponibles en la bomba
- (3) VS Velocidad de Succión

CURVAS DE PRODUCCION

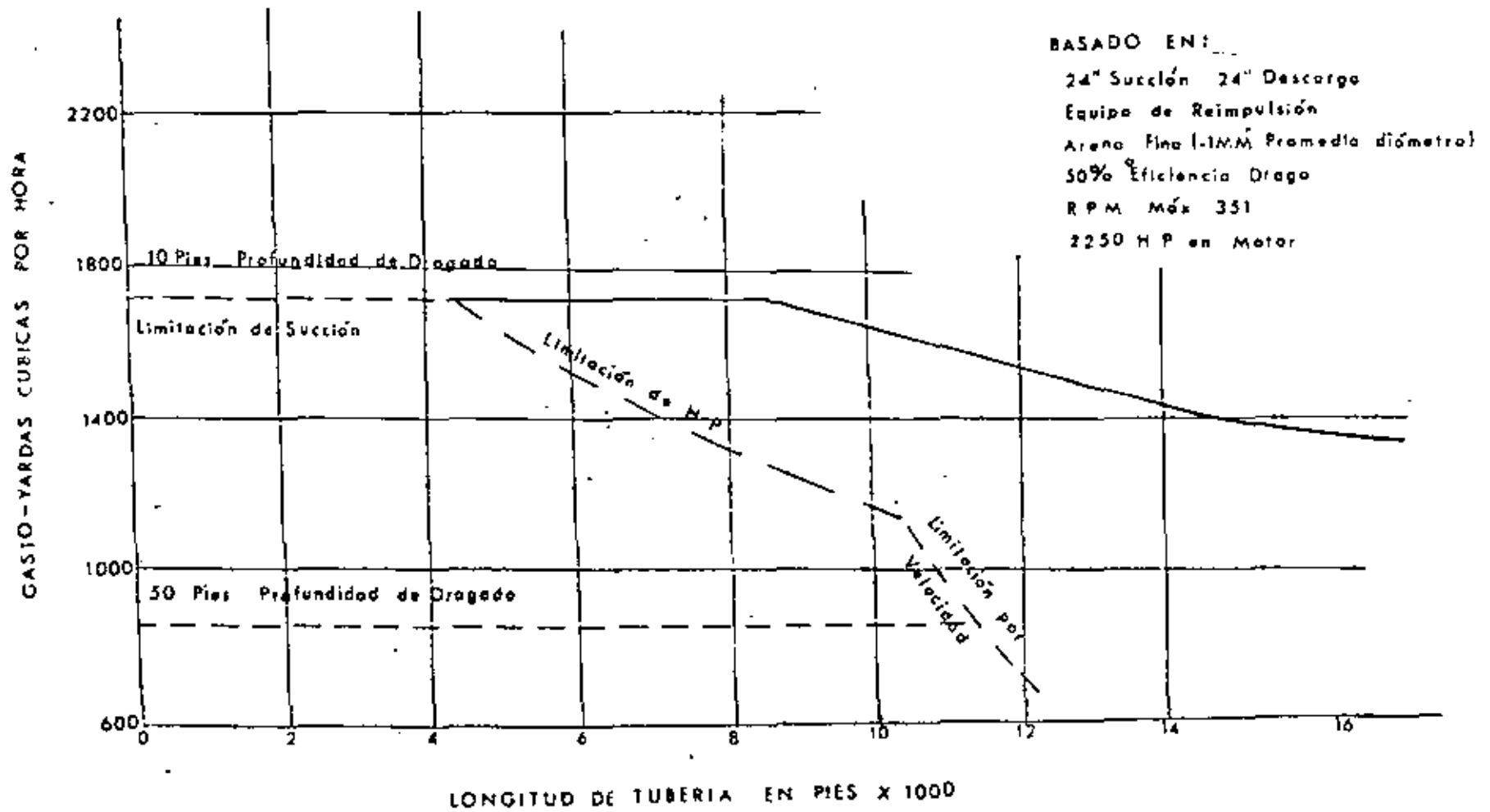


Gráfica 7-C

VII PRODUCCION ES LIMITADA POR:

- (1) Condiciones de Succión
- (2) H P disponibles en la bomba
- (3) V S Velocidad de Succión

CURVAS DE PRODUCCION

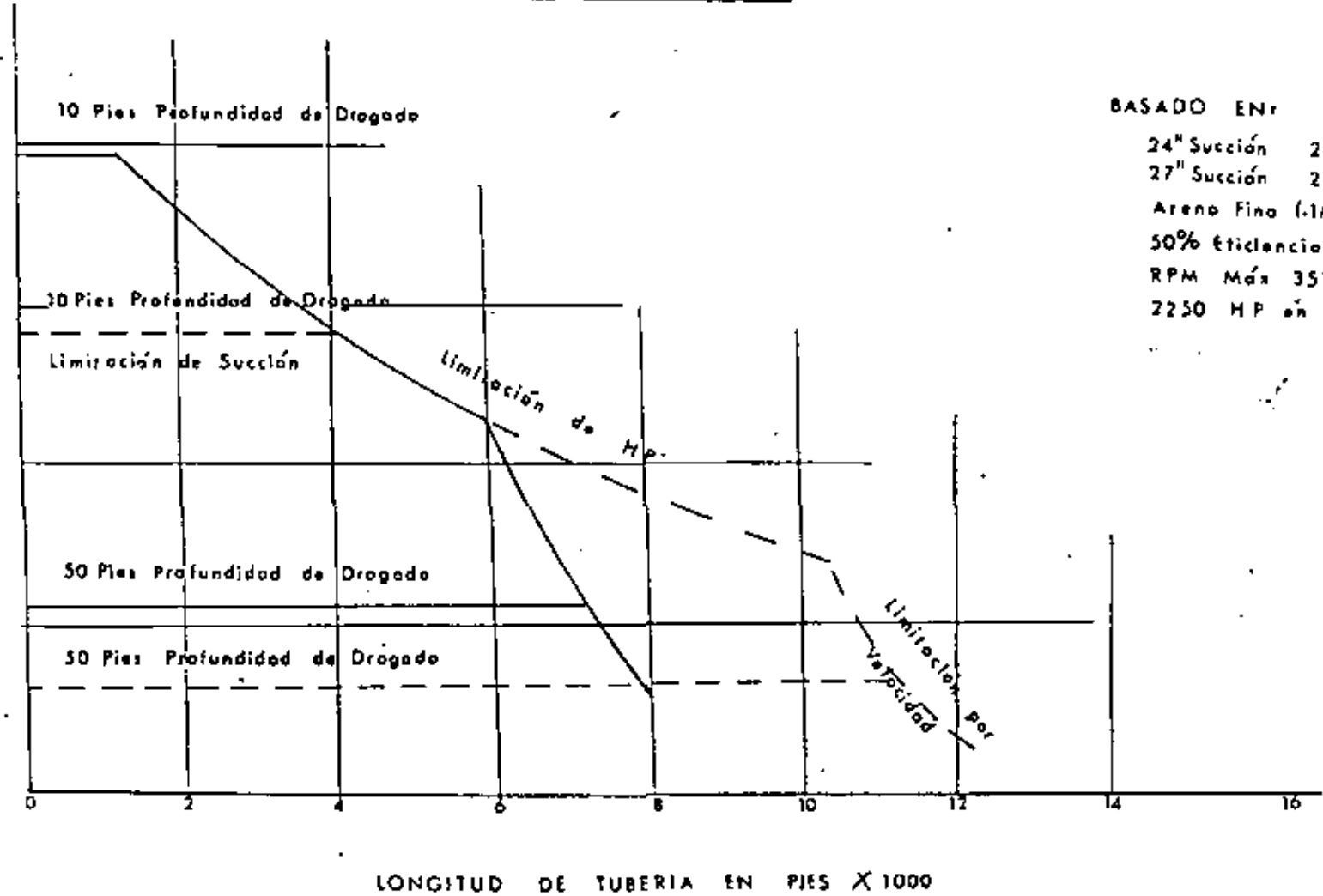


Gráfica 7-D

PRODUCCION ES LIMITADA POR:

- (1) Condiciones de Succión
- (2) HP disponibles en la bomba
- (3) VS Velocidad de Succión

CURVAS DE PRODUCCION



BASADO EN:
 24" Succión 24" Descarga
 27" Succión 24" Descarga
 Arena Fino (1MM Promedio Diámet)
 50% Eficiencia Drag
 RPM Máx 351
 2250 HP en Motor

LONGITUD DE TUBERIA EN PIES X 1000

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" ϕ en lugar de 24". La producción máxima es la misma, pero desde que hf pérdidas por fricción varía de acuerdo a dd^4 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 esencialmente 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 cuadruplicaría 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 subacuático. 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 ADQUISICIÓN 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 determinar si 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 efectúan 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 han probado su dificultad para mantenimiento bajo las condiciones reales de operación en el campo. Los técnicos especializados requeridos para reparación no se encuentran inmediatamente a disposición lo que ocasiona costosos paros.

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 Dls. y "B" cuesta 450,000.00 Dls.

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 Dls. mas cada año que la draga "B" trabajando un turno, 120,000.00 Dls. mas por año en dos turnos, y 180,000.00 Dls. mas al año en tres turnos. (Basados en 250 días por año).

Por lo que se justifica la adquisición de la draga más cara.

- 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 indice del diámetro que debe tener es que sea la mitad del diámetro de la tubería de descarga. Así entre un perno de 6" \emptyset y 4" \emptyset 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.

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 diferencia 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 ocasionan que los medidores baratos no den las lecturas correctamente por lo que la información recibida es inexacta. Las mismas vibraciones van en detrimento de la vida de los medidores, necesitando reponerlos frecuentemente ocasionando 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 adyacentes 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 cavítara.

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 mejora en el trabajo, por el contrario puede resultar contraproducente ya que 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 están 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 es -- triba 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 VENEDORES 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 máxíma de tiro 1500 m.

f) Elevación sobre el nivel del agua de la zona de descarga + 4 m.

5° El material a dragarse en el proyecto constituye una mezcla de los siguientes materiales.

Limo 20%

Arena fina 70%

Conchuela 10%

6° Condiciones que prevalecerán durante la operación normal de la draga.

Mar calmado

Olas hasta 1 m. de altura

7° Condiciones de la draga -?

tripulación con experiencia

sín experiencia

Solución.

$$\text{Rendimiento requerido por mes} = \frac{2'000,000}{10} = 200,000 \text{ m}^3$$

$$\text{Rendimiento por día por mes} = \frac{200,000}{25} = 8,000 \text{ m}^3$$

$$\text{Rendimiento por hr. efectiva} = \frac{8,000}{20} = 400 \text{ m}^3$$

$$\text{Rendimiento por hr. bombeo} = \frac{8,000}{16} = 500 \text{ m}^3$$

Consideramos una concentración promedio del % de pico del .18%

$$\text{Se requiera un } Q/\text{hr} = \frac{500}{0.18} = \frac{2,777.78}{.5} = 5,555 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

Consideremos una velocidad de descarga para este tipo de materiales de 6m/seg.

$$Q = V \times A$$

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{5555 \text{ m}^3/\text{hr}}{6\text{m/hr} \times 3600} = .26 \text{ m}^2.$$

$$A = \frac{11 d^2}{4}$$

158 L

$$d = \frac{A \times 4}{11} = \frac{.26}{3.14} = 57 \text{ cm. } 24'' \text{ } \emptyset$$

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	2.78		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

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
U.S. 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
HP 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	m ³ de sólido Producción neta	RCL 22	
B	y ³ de sólido Producción neta	RCL 24	363.68
C	Velocidad de descarga	RCL 25	475.39
D	Velocidad de succión	RCL 26	14.18
E	Carga dinámica total disponible	RCL 27	14.18
A'	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
	M ³ de sólidos producción bruta	RCL 21	1.27
	Y ³ de sólidos producción bruta	RCL 23	727.36
	V _{2/2c} de succión	RCL 28	950.79
	V _{2/2c} 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

NOTA: Factores de Materiales.

Para: lomo 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 boleó	" 1.18

8.92

B	FECHA	C	158M	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
116.70		15.75		15.39
1.3		1.27		1.3
818.28		727.36		800.10
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. Sólida 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:

$$24 \text{ hrs.} \times 0.55 \times 25 \times 364 = 120,120 \text{ m}^3/\text{mes}$$

Draga B.

$$24 \times 0.65 \times 25 \times 400 = 156,000 \text{ m}^3/\text{mes.}$$

Draga C.

$$24 \times 0.65 \times 25 \times 495 = 193,000 \text{ m}^3/\text{mes.}$$

Renta mensual.

$$\text{Draga A.} = 1'600,000 \times 23.2 \times 0.07 = 2'598,400.00$$

$$\text{Draga B.} = 2'166,000 \times 23.2 \times 0.07 = 3'517,584.00$$

$$\text{Draga C.} = 2'300,000 \times 23.2 \times 0.07 = 3'735,200.00$$

P.U. (No se están considerando accesorios ni operación) ni adeudos y utilidad.

$$\text{Draga A.} = \frac{2'598,400}{120,420} = 21.58$$

$$\text{Draga B.} = \frac{3'517,584}{156,006} = 22.55$$

$$\text{Draga C.} = \frac{3'735,200}{193,000} = 19.35$$

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 dragas, 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 puertos para 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 alternar 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.

$$a) \text{ Depreciación} = \frac{\text{Valor de adquisición}}{16\ 200 \text{ hrs. efec.}}$$

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" de carga. 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 $250 \text{ m}^3/\text{hr}$. si es arena con limo o arcilla.

3.- Flotadores.- Tienen una vida de 10 800 hr. efectivas de dragado.

4.- Conexiones de bola (balljoints).- Tienen una duración de 12 000 hrs. efectivas si el material es arena fina con limo o arcilla.

Operación.

a) Consumo de: Diesel $0.18 \times \text{hp} \times 1 - 1 \times \text{Precio D}$

grasas, aceites, etc. 12% del valor del combustible misceláneas, 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. (ver anexo B) (ver anexo B)

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.



20/8/80
centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam



PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS Y PORTUARIAS

CONSTRUCCION DE ROMPEOLAS DE ENROCAMIENTO

ING. FRANCISCO MENDOZA von BORSTEL

AGOSTO, 1980

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that this is essential for ensuring transparency and accountability in the organization's operations.

2. The second part of the document outlines the various methods and tools used to collect and analyze data. It highlights the need for consistent and reliable data collection processes to support effective decision-making.

3. The third part of the document focuses on the role of technology in data management and analysis. It discusses how modern software solutions can streamline data collection, storage, and reporting, thereby improving efficiency and accuracy.

4. The fourth part of the document addresses the challenges associated with data management, such as data quality, security, and privacy. It provides strategies to mitigate these risks and ensure that data is used responsibly and ethically.

5. The fifth part of the document concludes by summarizing the key findings and recommendations. It stresses the importance of ongoing monitoring and evaluation to ensure that data management practices remain effective and aligned with the organization's goals.

6. The sixth part of the document provides a detailed overview of the data management framework, including the roles and responsibilities of various stakeholders. It also outlines the key performance indicators (KPIs) used to measure the success of the framework.

7. The seventh part of the document discusses the future directions of data management, including the integration of artificial intelligence and machine learning. It explores how these technologies can further enhance data analysis and decision-making capabilities.

8. The eighth part of the document provides a comprehensive list of references and resources used in the research. It also includes a list of appendices that provide additional details and supporting information for the various sections of the document.

9. The final part of the document is a conclusion that reiterates the main points and offers final thoughts on the importance of data management in the modern business environment. It encourages continued research and innovation in this field.

CURSO SOBRE CONSTRUCCION DE
ROMPEOLAS DE ENROCAMIENTO

POR: ING. FRANCISCO MENDOZA von BÖRSTEL

GENERALIDADES

DIAGRAMA LOGICO PARA DISEÑO DE UN ROMPEOLAS A TALUD

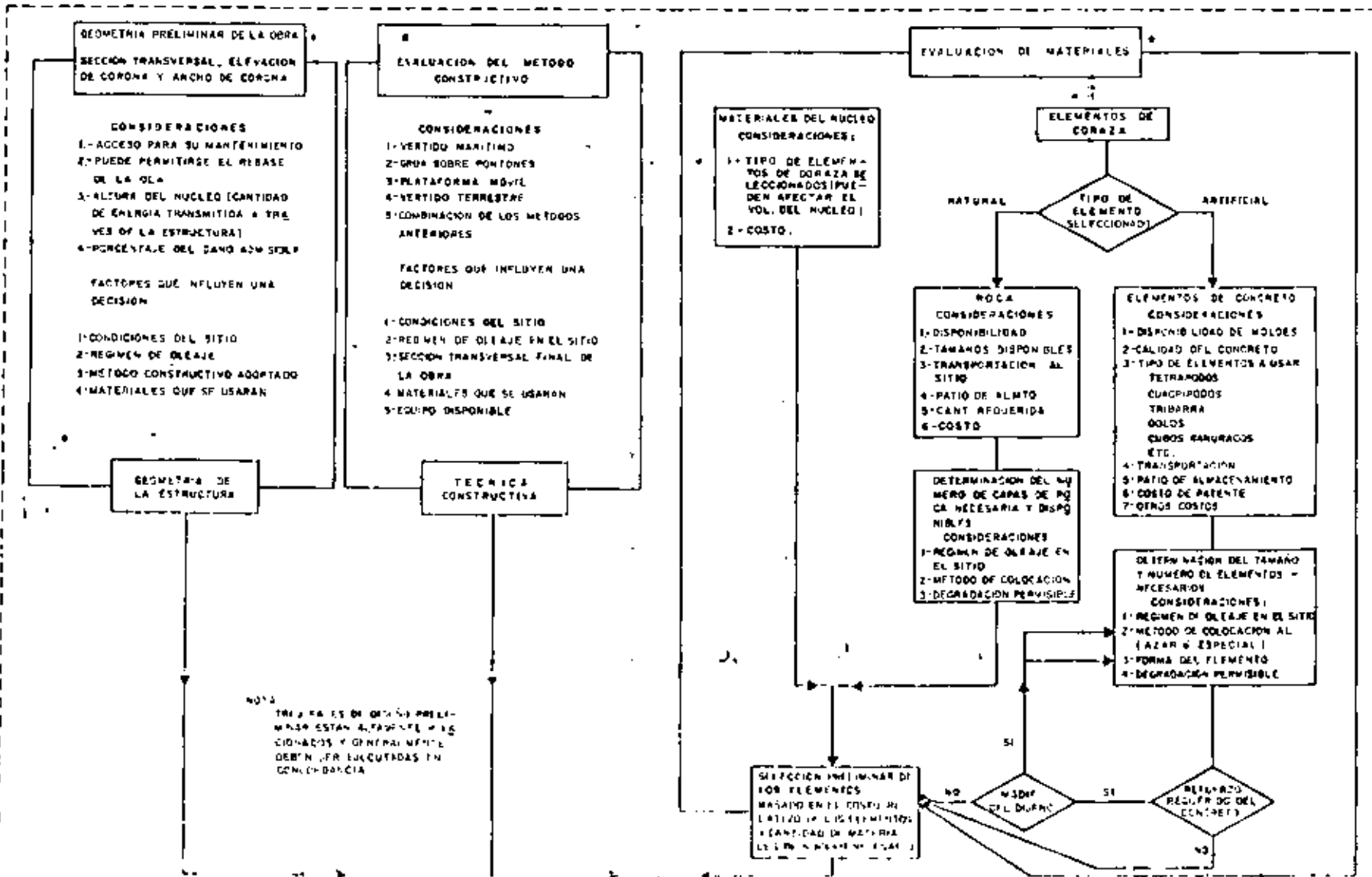
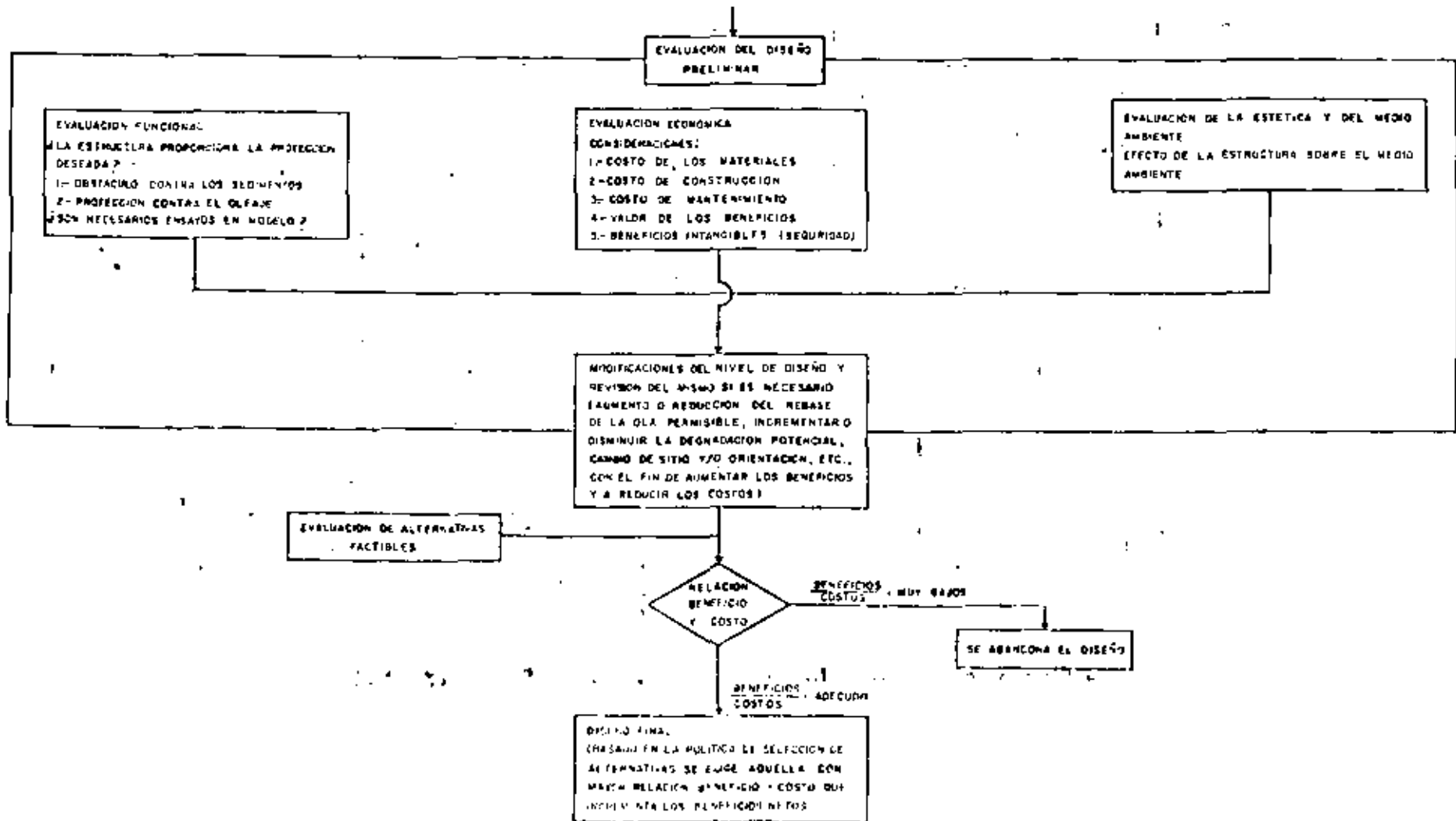


DIAGRAMA LOGICO PARA DISEÑO DE UN ROMPEOLAS A TALUD



OLA DE CALCULO: 8 METROS

PROFUNDIDAD: 10 METROS

TIPO DE ELEMENTOS

	ROCA	TETRAPODOS	DOLOS	CUBOS	CUBO MODIFICADO
Kd	4.0	8.3	25	7	7.8
ton/m ³	2.6	2.3	2.3	2.3	2.3
COT OC	2	2	2	2	2
Peso Individual	46	37	13.0	33.	39
	L =2.6 m.	CS.3. -;L-1.1	CS=2.6T;L=1.0	CS=2.6T; L=1.0	
M ³ de concreto por 100 m ²		257	136	306	305
		592 ton	312 ton.	704 ton.	
		84%	44%	100%	100%
No.Piezas en 100m ²	21	16	24	16	18
		100%	150%	100%	112%

COT α = 2 TALUD 2:1

OLA DE CALCULO: 7 METROS

PROFUNDIDAD: 8 METROS

TIPO DE ELEMENTO

	ROCA	TETRAPODOS	DOLOS	CUBOS
Kd	4.0	8.3	25	7.0
γ ton/m ³ .	2.6	2.3	2.3	2.3
COT OC	2	2	2	2
Peso Individual	31 (L=2.3m)	25 CS: 2.5; L= 1m.	8.5 CS: 1.7; L=0.8	29 CS=3T; L=1.05
M3. de concreto en 100 m ² .		87 230	43 115	100 265
No. de piezas en 100 m ² .	28	100 21	147 31	100 21

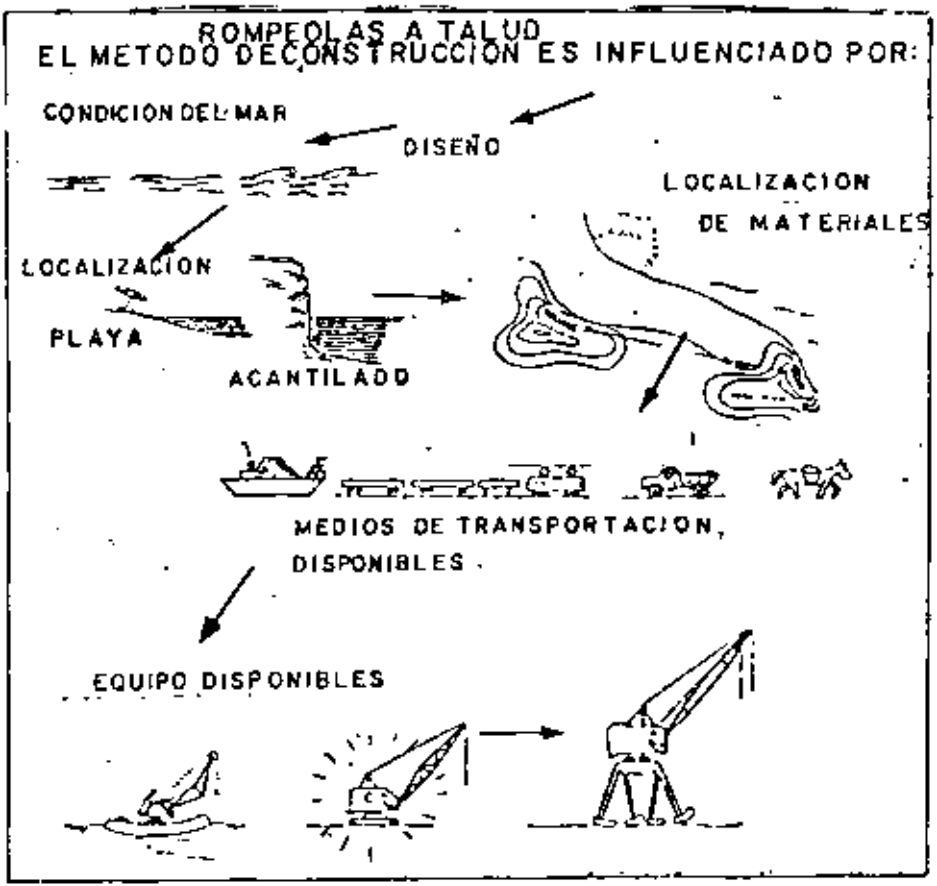
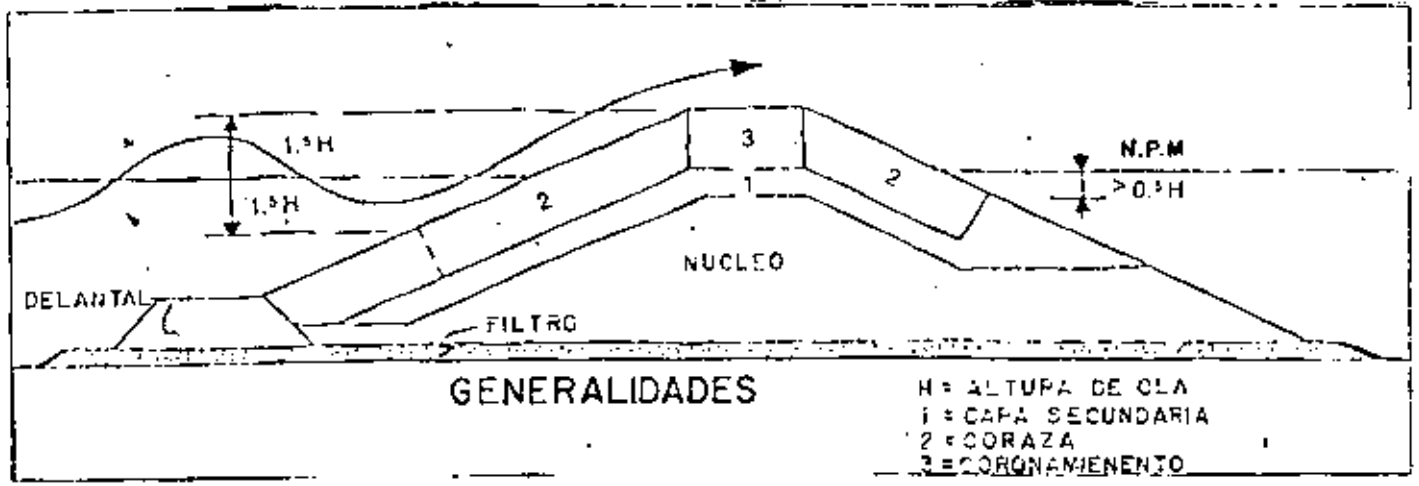
$$S = \frac{\gamma}{\gamma_a}$$

$$W = \frac{H^3 \gamma}{(S-1)^2 \cot \alpha \cdot Kd}$$

Suggested K_D Values for Use in Determining Armor Unit Weight

No-Damage Criteria and Minor Overtopping							
Armor Units	n *	Placement	Structure Trunk		Structure Head		Slope cot θ
			K_D §		K_D		
			Breaking wave	Nonbreaking wave	Breaking wave	Nonbreaking wave	
Quarystone	2 >3 1	random	2.1	2.4	1.7	1.9	1.5 to 3.0
Smooth rounded		random	2.8	3.2	2.1	2.3	
Smooth rounded		random †	†	2.9	†	2.3	
Rough angular	2	random	3.5	4.0	2.9 2.5	3.2 2.8	1.5 2.0
Rough angular	>3	random	3.9	4.5	3.7	4.2	
Rough angular		special ‡	4.8	5.5	3.5	4.5	
Tetrapod and Quadripod	2	random	7.2	8.3	5.9	6.6	1.5
					4.0	4.4	2.0
Tribar	2	random	9.0	10.4	8.3	9.0	1.5
					7.8	8.5	2.0
					7.0	7.7	3.0
Dolos	2	random	22.0	25.0	15.0	16.5	2.0 ¶
					13.5	15.0	3.0
Modified Cube	2	random	6.8	7.8	---	5.0	
Hexapod	2	random	8.2	9.5	5.0	7.0	
Tribar	1	uniform	12.0	15.0	7.5	9.5	
Quarystone (K_{RR}) Graded angular	-	random	2.2	2.5			

- * n is the number of units comprising the thickness of the armor layer.
- † The use of single layer of quarystone armor units subject to breaking waves is not recommended, and only under special conditions for nonbreaking waves. When it is used, the stone should be carefully placed.
- ‡ Special placement with long axis of stone placed perpendicular to structure face.
- § Applicable to slopes ranging from 1 on 1.5 to 1 on 5.
- || Until more information is available on the variation of K_D value with slope, the use of K_D should be limited to slopes ranging from 1 on 1.5 to 1 on 3. Some armor units tested on a structure head indicate a K_D -slope dependence.
- ¶ Stability of dolosse on slopes steeper than 1 on 2 should be substantiated by site specific model tests.



CONTENIDO

- I. ROMPEOLAS IMPORTANTES EN EL MUNDO
- II. TIPOS DE ELEMENTOS DE CORAZA
USO DE FAJINAS EN EL DESPLANTE DEL ROMPEOLAS
- III. EQUIPOS EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCION DE ROMPEOLAS
- IV. SECUENCIA EN LA CONSTRUCCION DE ROMPEOLAS
- V. BIBLIOGRAFIA

I. ROMPEOLAS IMPORTANTES EN EL MUNDO

ALGUNOS ROMPEOLAS IMPORTANTES EN EL MUNDO

ROMPEOLAS DEL PUERTO DE ANTIFER, FRANCIA

ROMPEOLAS DEL PUERTO DE BILBAO, ESPAÑA

ROMPEOLAS DEL PUERTO DE DOS BOCAS, MEXICO

ROMPEOLAS DEL PUERTO DE DUNKERQUE, FRANCIA

ROMPEOLAS DEL PUERTO DE EUROPORT, HOLANDA

ROMPEOLAS DEL PUERTO DE JORF LASFAR, MARRUECOS

ROMPEOLAS DEL PUERTO DE KASHIMA, JAPON

ROMPEOLAS DEL PUERTO DE KUANTAN, MALISIA

ROMPEOLAS DEL PUERTO DE MARSELLA-FOS, FRANCIA

ROMPEOLAS DEL PUERTO DE SINES, PORTUGAL

PUERTO DE ANTIFER FRANCIA

Las perspectivas de saturación próximo a las instalaciones petroleras del Puerto de Havre en su sitio actual, por una parte, y las perspectivas en la economía francesa, al querer recibir buques petroleros mayores de 250,000 TPM; el Gobierno de Francia, tomó la decisión en 1969 de construir el Puerto de Antifer en las proximidades de la desembocadura del río Sena.

Las instalaciones portuarias consisten en un muelle en espigón, con dos posiciones de atraque, una para recibir buques petroleros hasta 150,000 TPM y el otro para recibir buques petroleros hasta de 500,000 TPM.

Las obras de protección la constituye un rompeolas a talud.



**Beccamp
Yport**

Etretat

Cap d'Antifer



Bolbec

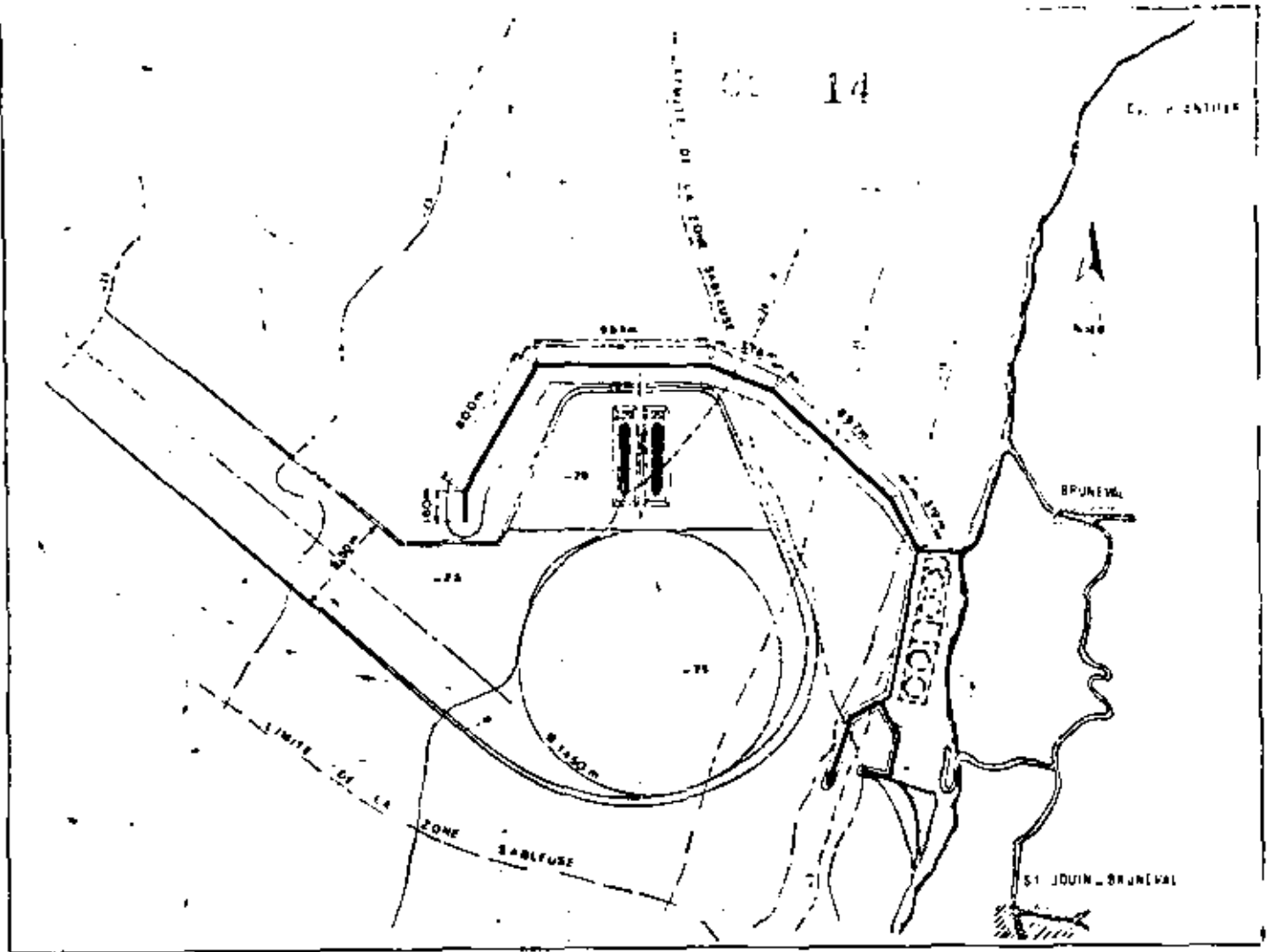
Cap de la Heve
LE HAVRE

Monfleur

Trouville Deauville

0 10km

Antifer



Plan général du Terminal Pétrolier.

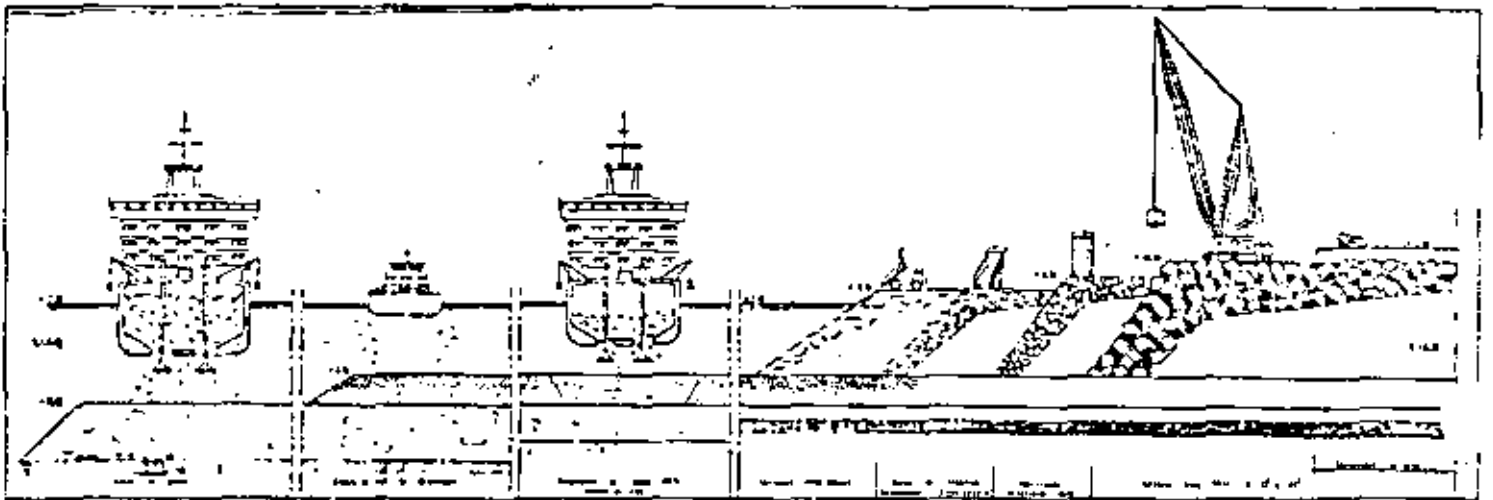


Fig. 4. - Système montrant les méthodes de construction des différentes parties d'ouvrage.

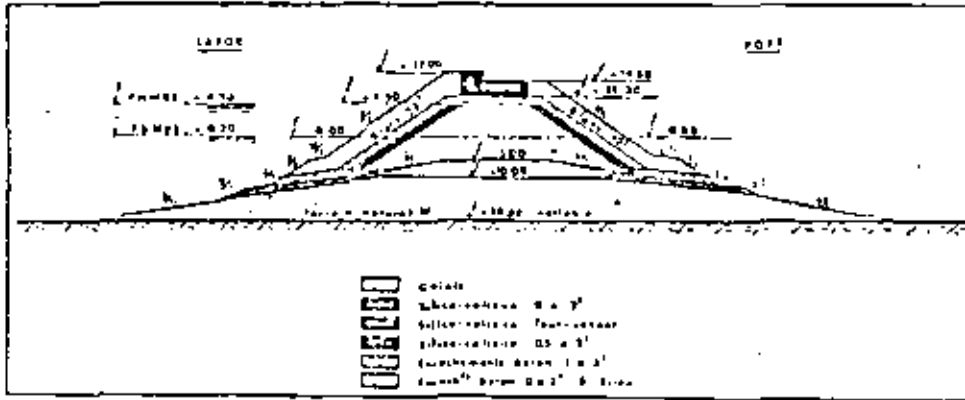


Fig. 5 - Coupe transversale de la digue

SUPERPUERTO DE BILBAO

El Superpuerto de Bilbao se localiza en el Océano Atlántico al Norte de España en la Bahía de Bilbao.

Actualmente cuenta con dos atraques para petroleros de crudos adosados al rompeolas de Punta Lucero.

Sus características son las siguientes:

Atraques para buques de hasta 150,000 TPM, calado máximo 19 metros con línea de atraque de 96 metros.

Atraque para buques de hasta 500,000 TPM, calado máximo 32 metros con línea de atraque de 142 metros.

Ambos muelles están formados por cajones rectangulares de concreto reticulado en celdas rellenas de material granular y concreto sólo en aquellos que dan a la línea de atraque.

Se cuenta con cuatro atraques para productos petroquímicos, para buques de hasta 40,000 TPM, 20,000 TPM, (dos atraques) y 5,000 TPM.

El atraque para buques de 40,000 TPM, está adosado al rompeola de Punta Lucero; los dos atraques para buques de 20,000 TPM, y el de 5,000 TPM, están situados en un muelle tipo espigón.

La zona portuaria comercial de Bilbao se localiza propiamente sobre las márgenes de la Ría.

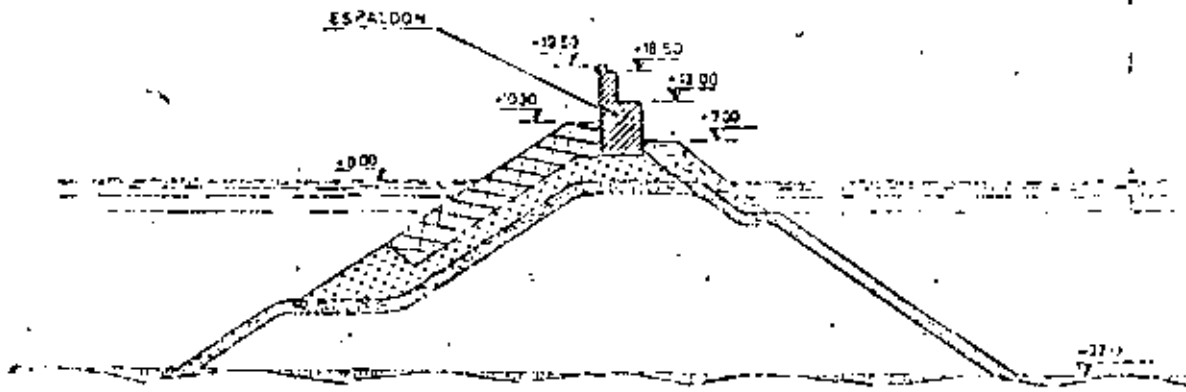
DIQUE DE ABRIGO DEL ABRA

LEYENDA

- [] ESCOLLERA SIN CLASIFICAR
- [] ESCOLLERA > 200 KGS
- [] ESCOLLERA > 350 KGS
- [] ESCOLLERA > 2 TM.
- [] ESCOLLERA > 4 TM.
- [] MANTO DE BLOQUES DE HORMIGON

SECCION TIPO

ESCALA - 1:1000

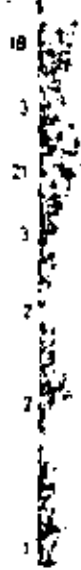
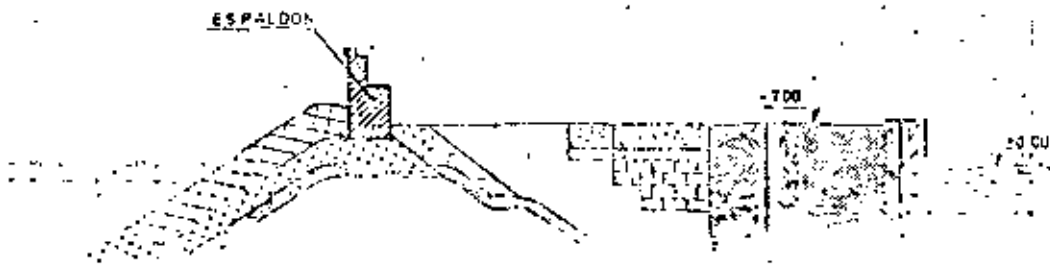


ATRAQUE GRANDES PETROLEROS

SECCION TIPO DIQUE Y MUELLE

ATRAQUE - 350 000 T.P.M.

ESCALA 1:1000



CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS:

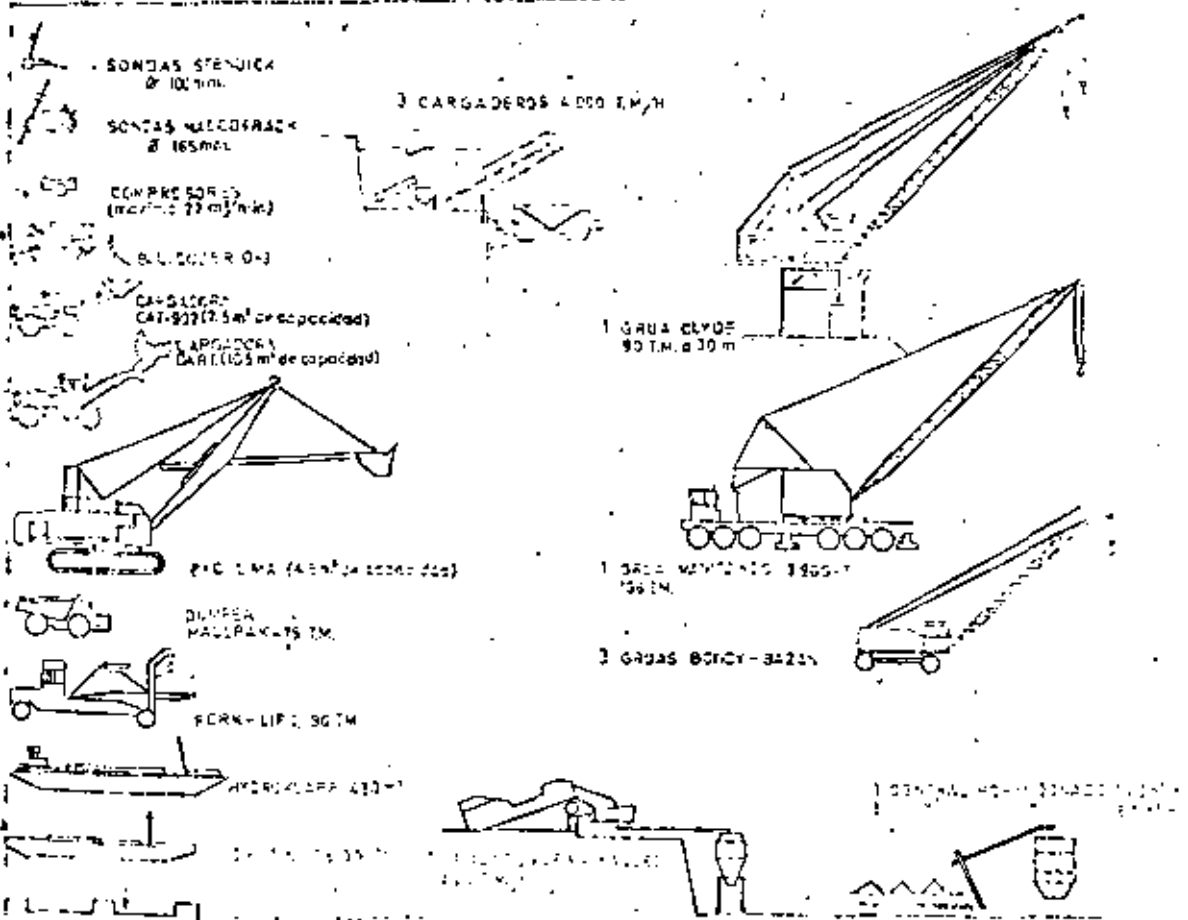
DIQUE DE ABRIGO DEL ABRA

LONGITUD	2450 MTS	19
ACERCO	9 000 000 TM.	
ESCALERAS	3 000 000 TM.	
HORMIGÓN BLOQUES MANTO	361 000 M ³ - 12 500 UDS.	
HORMIGÓN ESPALDO	194 000 M ³ - 3 300 UDS.	
PAVIMENTO	20 000 M ²	
ACERCO	3 UDS DE CAJONES DE 3751x2500x3100	
HORMIGÓN	51 500 M ³	
ENCOFRADO	100 000 M ²	
ACERO	2500 TM.	

ATRAQUES GRANDES PETROLEROS

HORMIGÓN	40 000 M ³	
ENCOFRADO	200 000 M ²	
ACERO	2 000 TM.	
CAJONES	10 UDS.	
EXARSE	10 000 M ²	A LAS COTAS -15 Y -32
DRAGADO	30 000 M ³	
RELLENOS	400 000 TM.	

MAGUINARIA PRINCIPAL EMPLEADA EN LAS OBRAS



"TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS"

PONENCIA PRESENTADA EN EL XI CONGRESO
DE INGENIERIA CIVIL ORGANIZADO POR EL
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE MEXICO
EN NOVIEMBRE DE 1979.

C O N T E N I D O

1. RESUMEN
2. LOCALIZACION
3. OBJETIVOS DEL PROYECTO
4. DESARROLLO DEL PROYECTO
5. DISEÑO DE OBRAS E INSTALACIONES
 - 5.1 DIAGRAMA LOGICO
 - 5.2 ESTUDIOS DE INGENIERIA MARITIMA
 - 5.3 MODELO HIDRAULICO
 - 5.4 RESULTADOS DE SIMULACION DEL PUERTO
6. EVALUACION DE ALTERNATIVAS
7. IMPORTANCIA DE LA INGENIERIA CIVIL EN EL PROYECTO.

1.) RESUMEN

EN BASE A LOS PROGRAMAS DE PRODUCCIÓN DE ACEITE EN EL ÁREA MESOZOICA CHIAPAS-TABASCO Y GOLFO DE CAMPECHE Y FRENTE A LA CRECIENTE DEMANDA DE EXPORTACIÓN, PETROLEOS MEXICANOS DECIDIÓ DESARROLLAR EN LAS COSTAS DEL ESTADO DE TABASCO UNA TERMINAL MARÍTIMA QUE PROPORCIONE LOS SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO PARA EL APOYO DE LAS OPERACIONES DE EXPLORACIÓN, PERFORACIÓN Y EXPLOTACIÓN EN LOS CAMPOS MARINOS Y QUE ADEMÁS DISPONGA DE LAS INSTALACIONES ADECUADAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO Y EXPORTACIÓN DE CRUDO Y DIVERSOS PRODUCTOS PETROQUÍMICOS.

LA TERMINAL MARÍTIMA CONTARÁ PARA ELLO CON LAS SIGUIENTES INSTALACIONES: PUERTO DE ABASTECIMIENTO, TERMINAL DE EMBARQUE DE CRUDO Y TERMINAL DE EMBARQUE DE PRODUCTOS PETROQUÍMICOS.

DADA LA IMPORTANCIA Y MAGNITUD DEL PROYECTO, HA SIDO NECESARIO REALIZAR UNA SERIE DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS TANTO DE CAMPO COMO DE LABORATORIO Y GABINETE. LOS ESTUDIOS DE CAMPO CUBREN DESDE LOS ASPECTOS OCENOGRÁFICOS Y METEOROLÓGICOS HASTA LOS SÍSMICOS, GEOTÉCNICOS Y AMBIENTALES.

ENTRE LOS ESTUDIOS DE LABORATORIO Y GABINETE DESTACAN POR SU IMPORTANCIA LOS ESTUDIOS DE MANIOBRABILIDAD EN MODELO HIDRÁULICO Y LOS DE SIMULACIÓN DE NAVEGACIÓN DENTRO DEL PUERTO. ASIMISMO, Y CON OBJETO DE OPTIMIZAR LAS INSTALACIONES, SE SIMULA MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO LA OPERACIÓN DEL PUERTO DE DOS BOCAS, CONJUNTAMENTE CON EL PUERTO DE PAJARITOS Y LA MONOBOYA DE RABÓN GRANDE.

CON BASE EN LOS RESULTADOS DE DICHS ESTUDIOS, SE EVALUARON DIVERSAS OPCIONES DE ARREGLOS GENERALES DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS; SE CONSIDERARON ASIMISMO, DIVERSOS TIPOS DE ESTRUCTURAS PARA LOS ROMPEOLAS QUE, DADA LA ESCASEZ DE MATERIAL PÉTREO EN LA REGIÓN, INCLUYERON ESTRUCTURAS A BASE DE CAJONES DE CONCRETO RELLENOS DE ARE-

NA. DEBIDO A LOS GRANDES VOLÚMENES DE MATERIAL NECESARIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN, COMO PARTE DEL PROYECTO SE ESTUDIÓ LA FACTIBILIDAD DE CONSTRUIR A CORTO PLAZO UNA LÍNEA FERROVIARIA QUE CONECTE AL SITIO DE DOS BOCAS CON EL FF.CC. DEL SURESTE.

2.) LOCALIZACION

PARA LA ÓPTIMA LOCALIZACIÓN DE LA TERMINAL MARÍTIMA, FUÉ MENESTER EL ANÁLISIS EXHAUSTIVO DE DIVERSOS SITIOS HASTA SELECCIONAR EL QUE REUNIERA LAS MEJORES CONDICIONES NATURALES; EVALUANDO ADEMÁS, LOS FACTORES ECONÓMICOS DETERMINANTES PARA SU CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

EL SITIO SELECCIONADO FUÉ EL DENOMINADO "DOS BOCAS" LOCALIZADO EN EL ESTADO DE TABASCO Y DEFINIDO POR LOS SIGUIENTES LÍMITES GEOGRÁFICOS: AL NORTE, EL LITORAL DEL GOLFO DE MÉXICO; AL SUR, EL CAUCE DEL RÍO SECO, EL CUAL DESEMBOCA A LA LAGUNA DE MECOACAN QUE CONSTITUYE EL LÍMITE ORIENTE Y AL PONIENTE EL POBLADO DEL LIMÓN, COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA NO. 1.

LOS PRINCIPALES ASPECTOS QUE CONDUJERON A SELECCIONAR "DOS BOCAS" CON RELACIÓN A OTROS SITIOS ANALIZADOS, FUERON LOS SIGUIENTES:

- . ÁREA DE INFLUENCIA DE LOS CAMPOS MARINOS Y TERRESTRES
- . CONDICIONES BATIMÉTRICAS Y CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS
- . INFRAESTRUCTURA ACTUAL Y POTENCIAL DE VÍAS DE COMUNICACIÓN
- . DISPONIBILIDAD DE ÁREA SUFICIENTE Y FACTIBILIDAD DE AMPLIACIONES FUTURAS
- . ASPECTOS ECOLÓGICOS Y DE ASENTAMIENTOS HUMANOS

3.) OBJETIVOS DEL PROYECTO

UNA VEZ SELECCIONADO EL SITIO, SE PROCEDIÓ A DESARROLLAR LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA REQUERIDOS PARA EL DISEÑO DEFINITIVO DE LA TERMINAL MARÍTIMA, CONTEMPLANDO TODAS LAS INSTALACIONES Y SERVICIOS NECESARIOS.

SARIOS A FIN DE QUE EL PROYECTO INTEGRAL CUMPLIERA CON LOS SIGUIENTES OBJETIVOS FUNDAMENTALES:

- ABASTECIMIENTO PARA EL APOYO DE LAS OPERACIONES DE EXPLORACIÓN DE LOS CAMPOS MARINOS DEL GOLFO DE CAMPECHE..
- ALMACENAMIENTO, ESTABILIZACIÓN Y EMBARQUE DE CRUDO MARINO Y TERRESTRE.
- ALMACENAMIENTO Y EMBARQUE DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y OTROS PRODUCTOS DERIVADOS DE LA INDUSTRIA.

4.) DESARROLLO DEL PROYECTO

PARA ASEGURAR EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS SEÑALADOS SE INTEGRÓ UN PLAN MAESTRO, CUYA EJECUCIÓN SE HA PROGRAMADO EN TRES ETAPAS DADA LA MAGNITUD E IMPORTANCIA DE LAS OBRAS POR REALIZAR.

EL DESARROLLO COMPLETO DE LA TERMINAL MARÍTIMA DE DOS BOCAS, COMPRENDE LAS SIGUIENTES INSTALACIONES Y SERVICIOS GENERALES:

4.1) PRIMERA ETAPA (EN PROYECTO Y CONSTRUCCION)

PUERTO DE ABASTECIMIENTO

EL PUERTO ESTÁ FORMADO POR UNA DÁRSENA ARTIFICIAL DE 500 M. DE ANCHO POR 950 M. DE LONGITUD, EL CANAL DE ACCESO CON 150 M. DE ANCHO DE PLANTILLA, AMBOS CON 7 M. DE PROFUNDIDAD, Y DOS ESCOLLERAS DEL TIPO DE ENROCAMIENTO QUE SIRVEN FUNDAMENTALMENTE PARA PROTEGER EL ACCESO CONTRA LOS AZOLVES Y DEL OLEAJE INCIDENTE AL PUERTO.

EN EL PUERTO SE DISPONDRÁ DE INSTALACIONES PARA ALMACENAMIENTO Y EMBARQUE DE MATERIALES DE CONSUMO DE LAS OPERACIONES DE PERFORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE ALTA MAR, Y SE INCLUIRÁN TAMBIÉN TALLERES Y ÁREAS DE PRUEBAS.

ASIMISMO, EN EL PUERTO DE ABASTECIMIENTO, SE LOCALIZARÁN OFICINAS ADMINISTRATIVAS DE PEMEX Y OTROS SERVICIOS COMPLEMENTARIOS.

ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE CRUDO

EL CRUDO TERRESTRE DESTINADO A LA EXPORTACIÓN SE ALMACENARÁ EN OCHO TANQUES DE TECHO FLOTANTE DE 500,000 BBL CADA UNO; EN TANTO QUE PARA EL CRUDO MARINO SE UTILIZARÁN SEIS TANQUES DE TECHO FLOTANTE DE 200,000 BBL CADA UNO.

SE PROYECTA QUE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO PUEDA INCREMENTARSE EN UN FUTURO PRÓXIMO, INCORPORANDO TRES TANQUES ADICIONALES DE 500,000 BBL CADA UNO.

SE CONTARÁ CON UNA ESTACIÓN DE BOMBEO DE CRUDO PARA CARGA DE BUQUETANQUES POR BOYA Y OTRA PARA EL ENVÍO A CÁRDENAS, TABASCO.

PROCESAMIENTO DE CRUDO

LAS CONDICIONES EN QUE SE RECIBIRÁ EL CRUDO MARINO EN LA TERMINAL DOS BOCAS, OBLIGAN A UN PROCESAMIENTO DE DESHIDRATACIÓN, DESALADO Y ESTABILIZACIÓN DEL MISMO.

LA CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO ESTÁ PROVISTA PARA UN TOTAL DE 1,100,000 BBL POR DÍA, MISMA QUE SE IMPLANTARÁ MEDIANTE TRES ETAPAS DE DESARROLLO.

MONOBOYAS Y LÍNEAS SUBMARINAS

PARA LA CARGA DE CRUDO A BUQUETANQUES SE INSTALARÁ UNA MONOBOYA DISEÑADA PARA RECIBIR BARCOS DE HASTA 250,000 TPM, SITUADA A UNA DISTANCIA DE 20 KM. DE LA COSTA Y CON PROFUNDIDAD DE 28 M.

SERVICIOS AUXILIARES

LA TERMINAL CONTARÁ CON UN ÁREA DE SERVICIOS GENERALES, ENTRE LOS CUALES SE CUENTAN TRES TURBOGENERADORES DUALES, COMPRESORES, ETC. INCLUYENDO ADEMÁS, CUARTOS DE CONTROL, SUBESTACIONES ELÉCTRICAS Y DIVERSOS SISTEMAS DE MEDICIÓN DE CRUDO.

PARA QUE LOS DESECHOS LIQUIDOS ORIGINADOS EN LA TERMINAL NO CONSTITUYAN UNA FUENTE DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL, SE CONSTRUIRÁ UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. DICHA PLANTA RECIBIRÁ TANTO LAS AGUAS ACEITOSAS COMO PLUVIAL ACEITOSAS, MISMAS QUE SE SOMETERÁN A LOS PROCESOS DE SEPARACIÓN Y FLOTACIÓN DE ACEITE ASÍ COMO A LA REMOCIÓN DE OTROS CONTAMINANTES PRESENTES. EL AGUA TRATADA SE DISPONDRÁ A TRAVÉS DE UN EMISOR SUBMARINO CUYO DISEÑO ESTÁ ACORDE CON LAS CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS DEL LUGAR, ASÍ COMO CON LOS GASTOS Y CALIDAD DE LAS AGUAS A MANEJAR.

EL SISTEMA PROPUESTO PERMITIRÁ DESCARGAR UNA AGUA CUYA CALIDAD ESTARÁ DENTRO DE LOS LÍMITES PERMISIBLES POR LOS REGLAMENTOS VIGENTES.

EN RESUMEN, DURANTE LA PRIMERA ETAPA DEL PROYECTO SE COMPLEMENTARÁN Y PONDRÁN EN SERVICIO LAS INSTALACIONES MENCIONADAS, TAL Y COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA No.2.

4.2) SEGUNDA ETAPA (EN PROYECTO)

PUERTO PETROQUÍMICO-PETROLERO

EL PUERTO ESTARÁ CONSTITUIDO POR UNA DÁRSENA ARTIFICIAL PROTEGIDA POR DOS ROMPEOLAS, CON LAS DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS APROPIADAS PARA ALOJAR EN SU INTERIOR SEIS POSICIONES PARA EL ATRAQUE DE BARCOS PETROQUÍMICOS CON PORTES DE HASTA 60,000 TPK. Y UNA POSICIÓN PARA EL EMBARQUE DE CRUDO EN BUQUES-TANQUE DE HASTA 100,000 TPK. LA INFRAESTRUCTURA PORTUARIA (ROMPEOLAS, CANAL DE ACCESO Y DÁRSENA) ADMITE LA AMPLIACIÓN PARA RECIBIR BUQUES-TANQUE DE HASTA 250,000 TPK.

EL ROMPEOLAS ORIENTE DE 2745 M. DE LONGITUD ES DEL TIPO DE ENROCAMIENTO Y TERMINA EN LA BATIMÉTRICA -13 M. ESTE ROMPEOLAS ES UNA PROLONGACIÓN DE LA ESCOLLERA ORIENTE DEL PUERTO DE ABASTECIMIENTO.

EL ROMPEOLAS PONIENTE DE 1640 M. DE LONGITUD, ES TAMBIÉN DEL TIPO ENROCAMIENTO Y TERMINA EN LA BATIMÉTRICA -9 M. SIRVIENDO DE PROTECCIÓN A LOS MUELLES PARA EL EMBARQUE DE LOS PRODUCTOS PETROQUÍMICOS,

CANAL DE ACCESO DE 360 M. DE ANCHO, 3250 M. DE LONGITUD Y 18.5 M. DE PROFUNDIDAD HASTA LA ENTRADA AL PUERTO. EN LA ZONA PROTEGIDA AL CANZA 1000 M. DE LONGITUD CON 280 M. DE ANCHO Y PROFUNDIDAD VARIABLE DE 18.5 A 17.0 M. EN SU INTERCONEXIÓN CON LA DÁRSENA DE CIABOGA.

DÁRSENA DE CIABOGA DE 750 M. DE DIÁMETRO Y PROFUNDIDAD DE 15.50 M.

MUELLES PARA BARCOS PETROQUÍMICOS DE 60,000 TPM. SE DISPONDRÁ DE SEIS POSICIONES DE ATRAQUE CON TRES MUELLES EN ESPIGÓN DE 330 M. DE LONGITUD CADA UNO, SITUADOS AL PONIENTE DEL VASO PORTUARIO, CON UNA PROFUNDIDAD DE OPERACIÓN DE 14 M.

MUELLE PARA BARCOS PETROLEROS DE 100,000 TPM. PARALELAMENTE AL ROMPEOLAS ORIENTE SE CONSTRUIRÁ UN MUELLE TIPO "T", DE 465 M. DE LONGITUD, CON PROFUNDIDAD DE OPERACIÓN DE 17.0 M.

INSTALACIONES TERRESTRES. LAS NECESARIAS PARA EL MANEJO Y EXPORTACIÓN DE CRUDO Y DIVERSOS PRODUCTOS PETROQUÍMICOS, TALES COMO:

- . DOS TANQUES PARA PROPANO DE 200,000 BBL.
- . DOS TANQUES PARA BUTANO DE 200,000 BBL.
- . TRENES DE ENFRIAMIENTO PARA PETROQUÍMICOS.
- . EDIFICIO DE COMPRESORAS DE REFRIGERACIÓN.
- . CASETA DE MEDICIÓN Y LLENADERAS.

4.3) TERCERA ETAPA (EN ESTUDIO)

LA INFRAESTRUCTURA DE ROMPEOLAS Y MUELLES DEL PUERTO INTEGRADA HASTA LA SEGUNDA ETAPA SE PODRÁ UTILIZAR PARA RECIBIR BARCOS PETROLEROS DE 250,000 TPM, MEDIANTE LAS SIGUIENTES OBRAS COMPLEMENTARIAS:

DRAGADO DEL CANAL DE ACCESO PARA PROFUNDIZARLO HASTA 25.50 M. AUMENTANDO SU LONGITUD A 10,340 M.

DRAGADO EN EL CANAL INTERIOR DEL PUERTO PARA AMPLIAR SU ANCHO DE PLANTILLA HASTA 360 M. EN TODA SU LONGITUD Y PROFUNDIZARLO A 23.50 M.

DRAGADO EN LA DÁRSENA DE CIABOGA PARA AMPLIARLA A 1000 M. DE DIÁMETRO Y 17,50 M. DE PROFUNDIDAD.

CONSTRUCCIÓN DE 3 MUELLES EN ESPIGÓN PARA BARCOS PETROQUÍMICOS DE 60,000 TPM DE 330 M. DE LONGITUD, PARA LOGRAR 6 POSICIONES DE ATRAQUE ADICIONALES.

CONSTRUCCIÓN DE DOS MUELLES TIPO "T", DE 455 M. DE LONGITUD Y ADAPTACIÓN DEL MUELLE DE 100,000 TPM PARA BUQUES-TANQUE DE HASTA 250,000 TPM, CON PROFUNDIDAD DE 23.50 M. VER FIGURA No.3.

5.) DISEÑO DE OBRAS E INSTALACIONES

PARA EL DISEÑO DE LAS OBRAS E INSTALACIONES SE REALIZARON DIVERSOS ESTUDIOS QUE PERMITIRÁN DERIVAR INFORMACIÓN SUFICIENTE Y CONFIABLE PARA DEFINIR LOS PARÁMETROS DE DISEÑO PREVALECIENTES EN EL SITIO SELECCIONADO. ENTRE LOS ESTUDIOS REALIZADOS Y EN PROCESO, PODEMOS DESTACAR:

- . ESTUDIOS SOBRE DISPONIBILIDAD DE MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS APLICABLES.
- . ESTUDIOS DE INGENIERÍA MARÍTIMA.
- . ESTUDIOS GEOTÉCNICOS.
- . ANÁLISIS ESTRUCTURALES.
- . ESTUDIOS AMBIENTALES.
- . CRITERIOS DE DISEÑO Y ESPECIFICACIONES.

5.1) DIAGRAMA LÓGICO

DEBIDO A LA COMPLEJIDAD DE LAS CONSIDERACIONES Y ANÁLISIS NECESARIOS PARA LOGRAR UN ÓPTIMO DISEÑO DE LAS OBRAS E INSTALACIONES QUE CONFORMAN LA TERMINAL MARÍTIMA, SE ESTABLECIÓ UN DIAGRAMA DE LÓGICA PARA INGENIERÍA BÁSICA, QUE CONFORME A LAS TÉCNICAS DE PLANEACIÓN MÁS AVANZADAS PERMITIERA SISTEMATIZAR LAS ACTIVIDADES. DE ESTA MANERA, EL DISEÑO DEFINITIVO DEL ARREGLO PORTUARIO, DE MUELLES Y ELEMENTOS DE AMARRE, DE OBRAS DE PROTECCIÓN, EL DRAGADO Y LAS ESPECIFI

CACIONES Y NORMAS DE CONSTRUCCIÓN EN GENERAL, ESTÁ SOMETIDO NECESARIAMENTE AL SIGUIENTE PROCESO LÓGICO:

. CRITERIOS DE DISEÑO. DETERMINADOS POR LOS FACTORES FÍSICOS, EXPERIENCIA MUNDIAL, NORMAS Y ESPECIFICACIONES Y FACTORES OPERACIONALES.

. SELECCIÓN DE OPCIÓN DE ARREGLO. DE ACUERDO A LOS CRITERIOS DE DISEÑO ESTABLECIDOS SE IDENTIFICAN LAS OPCIONES DE ARREGLOS GENERALES, REALIZANDO LOS PROYECTOS PRELIMINARES DE DRAGADO, ROMPEOLAS Y MUELLES E INSTALACIONES PORTUARIAS, EFECTUANDO SU EVALUACIÓN ECONÓMICA CORRESPONDIENTE HASTA SELECCIONAR LA OPCIÓN DE ARREGLO MÁS CONVENIENTE.

. APROBACIÓN. ACEPTACIÓN, O EN SU CASO MODIFICACIONES, DE LA OPCIÓN SELECCIONADA Y PROYECTOS PRELIMINARES.

. VERIFICACIÓN EN MODELO HIDRÁULICO. SE ANALIZA LA AGITACIÓN EN EL VASO PORTUARIO, EL MOVIMIENTO DE BARCOS, LA MANIOBRABILIDAD EN EL RECINTO PORTUARIO, LA ESTABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS Y LAS FUERZAS EN LOS ELEMENTOS DE AMARRE.

. DISEÑO DEFINITIVO. SE EFECTÚAN LAS MODIFICACIONES QUE DE ACUERDO A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN MODELOS SEAN CONVENIENTES Y SE PROCEDE A LA ELABORACIÓN DEL DISEÑO DEFINITIVO DE LAS OBRAS E INSTALACIONES, ENTRENAMIENTO DE PILOTOS Y ESPECIFICACIONES Y NORMAS DE CONSTRUCCIÓN CORRESPONDIENTES.

5.2) ESTUDIOS DE INGENIERÍA MARÍTIMA

LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA MARÍTIMA CONSISTIERON DE TRES TIPOS, ESTUDIOS DE CAMPO, DE LABORATORIO Y DE GABINETE. PARA SU EJECUCIÓN SE EMPLEARON LAS TÉCNICAS Y EQUIPOS MÁS AVANZADOS DE LA INGENIERÍA TANTO DE NUESTRO PAÍS COMO DEL EXTRANJERO.

ES CONVENIENTE SEÑALAR QUE PARA LA REALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE CAMPO SE INSTALARON ESTACIONES CONVENIENTEMENTE EQUIPADAS PARA LA

MEDICIÓN DE OLEAJE, MAREAS, CORRIENTES Y PARÁMETROS METEOROLÓGICOS, Y SE HAN EFECTUADO ADEMÁS CAMPAÑAS SISTEMÁTICAS PARA LA OBTENCIÓN DE MUESTRAS SEDIMENTOLÓGICAS, TRAYECTORIAS DE CORRIENTES Y LEVANTAMIENTOS BATIMÉTRICOS. PARA LOS ESTUDIOS DE LABORATORIO SE CONSTRUYERON MODELOS HIDRÁULICOS PARA EFECTUAR LAS DISTINTAS PRUEBAS PROGRAMADAS. EN EL CASO DE ESTUDIOS DE GABINETE DESTACA POR SU IMPORTANCIA LA UTILIZACIÓN DE DIVERSAS TÉCNICAS DE SIMULACIÓN BASADAS EN EL DESARROLLO DE MODELOS MATEMÁTICOS RESUELTOS CON SISTEMAS COMPUTARIZADOS.

5.3) MODELOS HIDRÁULICOS

CON LA FINALIDAD DE VERIFICAR EL ARREGLO Y DIMENSIONAMIENTO DE LAS OBRAS E INSTALACIONES DE LA OPCIÓN PRELIMINAR SELECCIONADA, SE REALIZAN ESTUDIOS EN MODELO HIDRÁULICO DE FONDO FIJO, CONSIDERADOS DE CAPITAL IMPORTANCIA PARA EL DISEÑO DEFINITIVO DE LAS OBRAS.

ENTRE LOS ESTUDIOS CONSIDERADOS Y ASPECTOS CUBIERTOS EN CADA UNO DE ELLOS, DESTACAN LOS SIGUIENTES:

1. PRUEBAS SOBRE PENETRACIÓN DE OLEAJE Y MOVIMIENTO DE BUQUES.
 - . OPTIMIZACIÓN DEL ARREGLO DEL PUERTO
 - . MEDICIÓN DE OLEAJE EN LOS ELEMENTOS DE ATRAQUE PARA CONDICIONES DE OPERATIVIDAD Y SUPERVIVENCIA.
 - . FUERZAS EN LOS ELEMENTOS DE AMARRE Y DEFENSAS PARA CONDICIONES DE OPERATIVIDAD Y SUPERVIVENCIA.
2. ESTUDIOS DE MANIOBRABILIDAD DE LAS EMBARCACIONES.
 - . EN EL CANAL DE NAVEGACIÓN
 - . EN LA ENTRADA AL PUERTO
 - . EN LA DÁRSENA DE MANIOBRAS
3. ESTABILIDAD DE LOS ROMPEOLAS.
 - . ELEVACIÓN DEL PARAPETO PARA ROMPEOLAS CON CAJONES DE CONCRETO.

- FUERZAS DE OLEAJE SOBRE ROMPEOLAS CON CAJONES DE CONCRETO
- ESTABILIDAD DEL ROMPEOLAS DE ENROCAMIENTO

EL ESTUDIO PRELIMINAR DE AGITACIÓN EN MODELO HIDRÁULICO CORRESPONDIENTE A LA PRIMERA ETAPA, SE REALIZÓ EN LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA HIDRÁULICA DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL Y DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS MARÍTIMAS DE LA SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

5.4) RESULTADOS DE SIMULACIÓN DEL PUERTO

DE LA SERIE DE ENSAYOS QUE SE HAN REALIZADO SE HA DEFINIDO UN ARREGLO OPTIMIZADO QUE CUMPLE CON LAS CONDICIONES PERMISIBLES DE AGITACIÓN Y MANIOBRABILIDAD DE LOS BUQUES PETROQUÍMICOS Y PETROLEROS. DICHO ARREGLO SE AJUSTA A LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

- ROMPEOLAS ORIENTE Y PONIENTE DE ENROCAMIENTO.
- EN EL INTERIOR DEL PUERTO DRAGADOS CON TALUDES 5:1
- FUERA DE LA ZONA DE MORROS EN EL CANAL DE ACCESO TALUDES 15:1.
- ANCHO DE PLANTILLA EN CANAL DE ACCESO DE 350 M.

6.) EVALUACION DE ALTERNATIVAS

LAS DISTINTAS OPCIONES DE ARREGLO DESARROLLADAS PARA LA TERMINAL MARÍTIMA EN BASE A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS Y RESPETANDO EL CRITERIO DE INTEGRAR EL PROYECTO EN LAS ETAPAS DESCRITAS CON ANTERIORIDAD, FUERON SOMETIDAS A EVALUACIONES TÉCNICAS Y ECONÓMICAS MINUCIOSAS, A FIN DE SELECCIONAR LA OPCIÓN QUE REUNIERA LAS MEJORES CARACTERÍSTICAS.

PARA ELLO SE IMPLIMENTARON METODOLOGÍAS DE JERARQUIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE OPCIONES QUE, TRATANDO DE EVITAR SUBJETIVIDADES, PONDERARÁN LOS ASPECTOS TÉCNICOS FUNDAMENTALES, TALES COMO ACCESO, SALIDA Y TRÁNSITO A TRAVÉS DEL CANAL DE NAVEGACIÓN, MANIOBRABILIDAD Y OPERATIVIDAD DEL PUERTO, ETC.; Y POR OTRO LADO, PARÁMETROS Y CONDICIONES DE CRITERIOS BÁSICOS QUE PUDIERAN CONDUCIR AL RECHAZO O ---

ACEPTACIÓN DE ALGUNA OPCIÓN EN PARTICULAR.

EN CUANTO A LAS CONSIDERACIONES ECONÓMICAS, SE ESTIMARON LAS CANTIDADES DE PROYECTO Y COSTOS DE LOS CONCEPTOS MÁS RELEVANTES TALES COMO DRAGADO, ROMPEOLAS DE CAJONES DE CONCRETO Y ENROCAMIENTO, MUELLES E INSTALACIONES TERRESTRES.

ADICIONALMENTE, UN ASPECTO DETERMINANTE DE LA EVALUACIÓN REALIZADA FUÉ LA FACTIBILIDAD DE AMPLIAR LAS INSTALACIONES DE LA SEGUNDA ÉTAPA, EN LA QUE SE TIENE CAPACIDAD PARA BARCOS PETROQUÍMICOS DE HASTA 60,000 TPM Y PARA BUQUES-TANQUE DE HASTA 100,000 TPM, A LAS REQUERIDAS EN LA TERCERA ÉTAPA, CON EL MÍNIMO DE MODIFICACIONES POSIBLES.

DE LAS SIETE OPCIONES ANALIZADAS, LA QUE SATISFACE EL MAYOR NÚMERO DE CONDICIONES ES LA IDENTIFICADA CON EL NÚMERO SEIS, MISMA QUE SE ESTÁ VERIFICANDO EN MODELO HIDRÁULICO, PARA PROCEDER A SU DISEÑO FINAL.

EN EL CASO DE LAS OBRAS DE PROTECCIÓN, SE EVALUARON DISTINTOS TIPOS DE ROMPEOLAS, TALES COMO: CAJONES DE CONCRETO, ENROCAMIENTO, CON ELEMENTOS PRECOLADOS Y DE TABLESTACA METÁLICA Y MIXTOS, RESULTANDO QUE LA SECCIÓN MÁS ADECUADA ES LA CONSTITUIDA POR ESCOLLERAS DE ENROCAMIENTO CON NÚCLEO DE ROCA Y ARENA Y ELEMENTOS PRECOLADOS DE CONCRETO.

PARA COMPLEMENTAR LA INFRAESTRUCTURA NECESARIA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA TERMINAL MARÍTIMA, ASÍ COMO PARA CUBRIR LOS REQUERIMIENTOS DE MOVILIZACIÓN DE LOS GRANDES VOLÚMENES DE MATERIALES INDISPENSABLES PARA SU CONSTRUCCIÓN, SE PROYECTA LA CONEXIÓN FERROVIARIA CON EL FF.CC. DEL SURESTE.

7.) IMPORTANCIA DE LA INGENIERIA CIVIL EN EL PROYECTO

ES CONVENIENTE SEÑALAR LA RELEVANTE PARTICIPACIÓN DE LOS INGENIEROS CIVILES EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO MULTIDISCIPLINARIO DE LA TERMINAL MARÍTIMA; TANTO EN SU FASE CONSTRUCTIVA, POR TRATARSE DE UNA OBRA PREPONDERANTEMENTE CIVIL, COMO EN LA FASE DE INGENIERÍA DE PROYECTO EN LA QUE SE TIENE UNA INTERVENCIÓN DEL 43% DE LAS HORAS-HOMBRE ESTIMADAS, CONTRA UN 52% GLOBAL DE LAS DISCIPLINAS RESTANTES, COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA No.4.

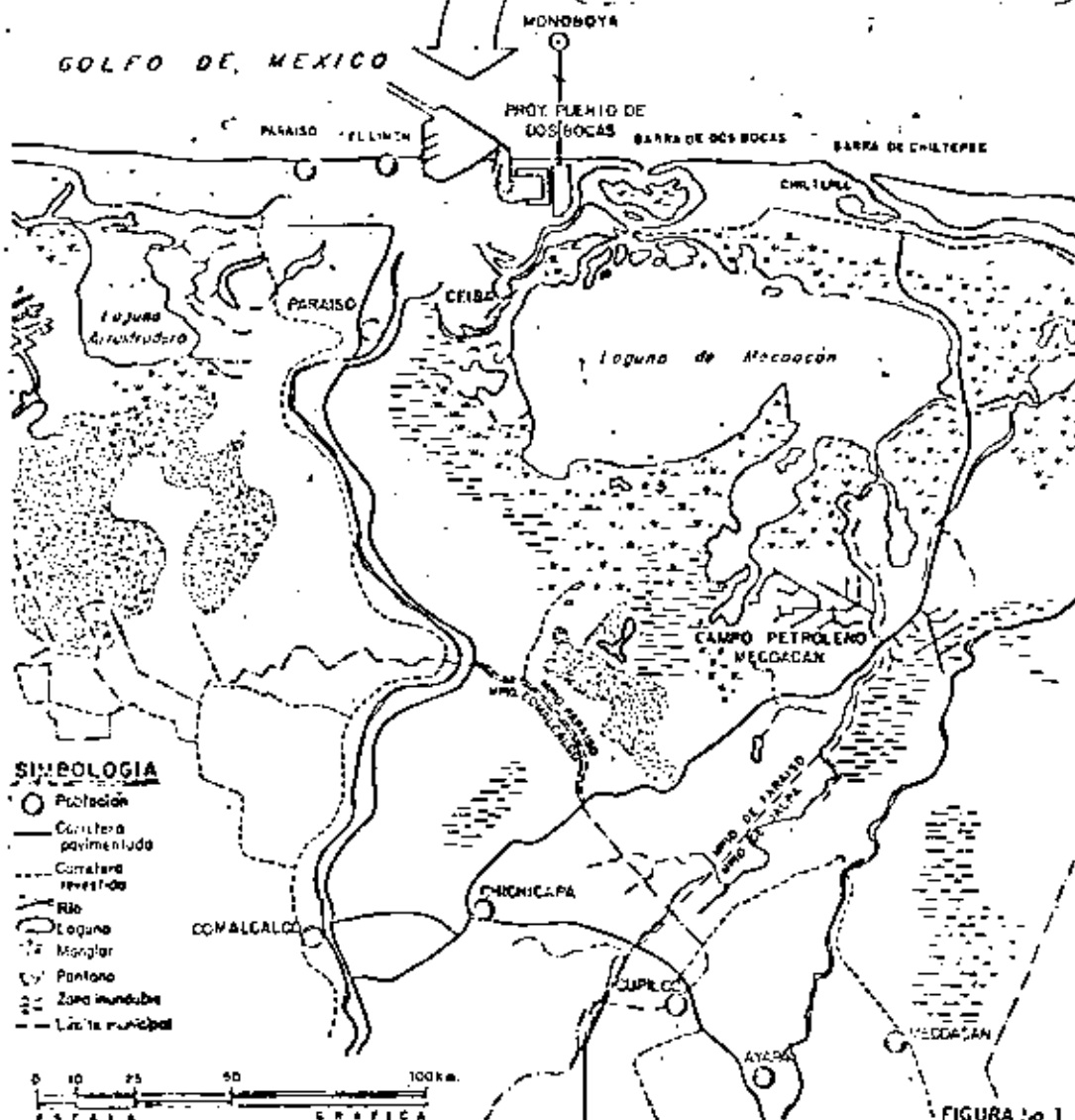
POR OTRO LADO, ES NECESARIO MENCIONAR QUE APARTE DE LOS BENEFICIOS SOCIALES Y ECONÓMICOS QUE SE LOGRAN AL DOTAR AL PAÍS DE LA INFRAESTRUCTURA BÁSICA PARA LA EXPORTACIÓN DE CRUDO Y PRODUCTOS DERIVADOS, SOBRESALE EL AVANCE TÉCNICO OBTENIDO EN LAS DIVERSAS RAMAS DE LA INGENIERÍA QUE PARTICIPAN EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO, LO QUE PERMITIRÁ EN EL FUTURO INMEDIATO SU APROVECHAMIENTO INTERNO EN LOS PROYECTOS NACIONALES Y EL POTENCIAL DE EXPORTACIÓN DE TECNOLOGÍA MEXICANA ALTAMENTE CAPACITADA.

**TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS
LOCALIZACION GENERAL**

34



GOLFO DE MEXICO



- SIMBOLOGIA**
- Población
 - Carretera pavimentada
 - - - Carretera no pavimentada
 - ~ Río
 - Laguna
 - Manglar
 - Pantano
 - ▨ Zona inundable
 - - - Límite municipal

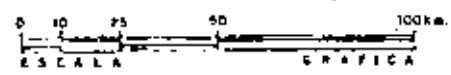
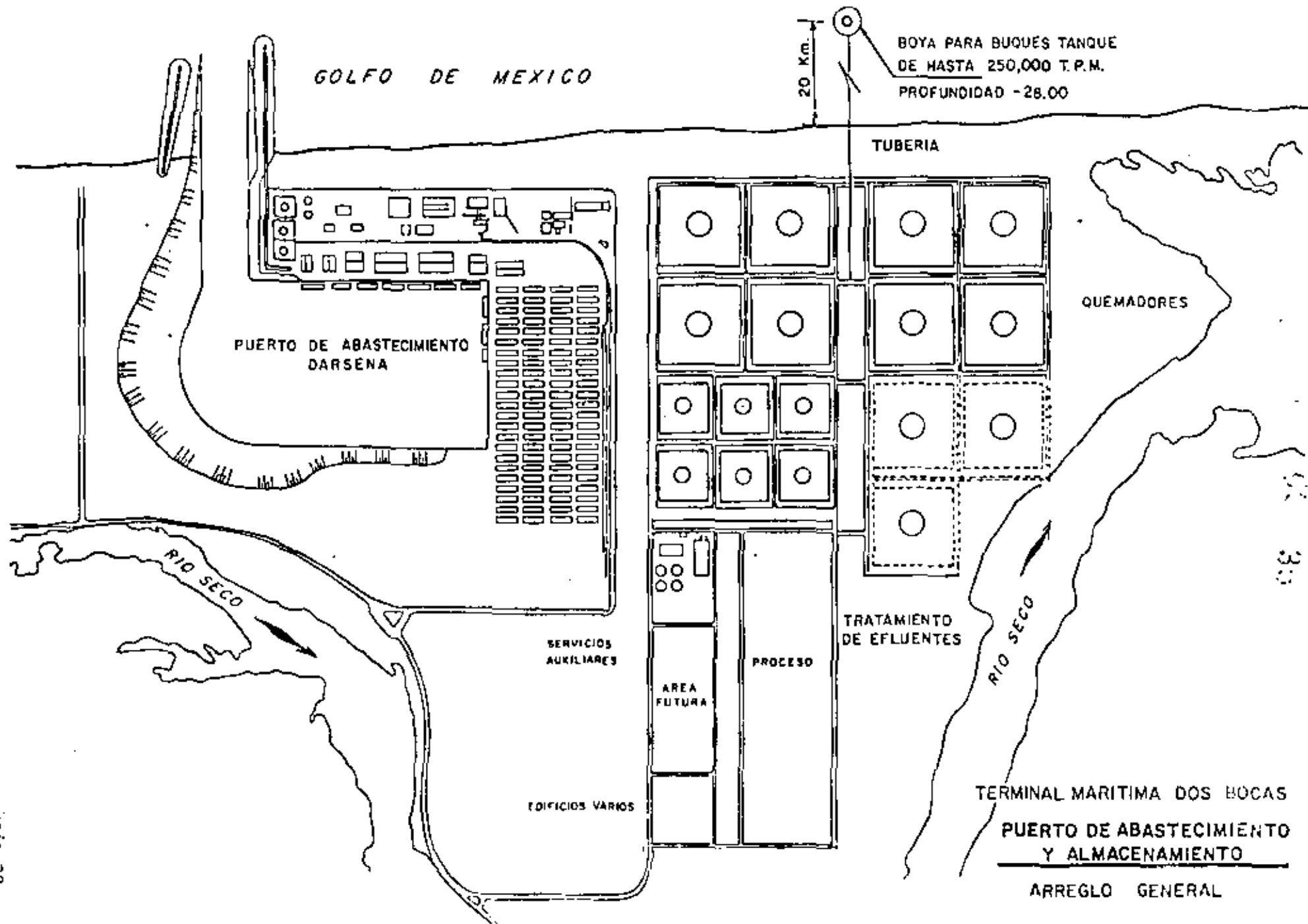


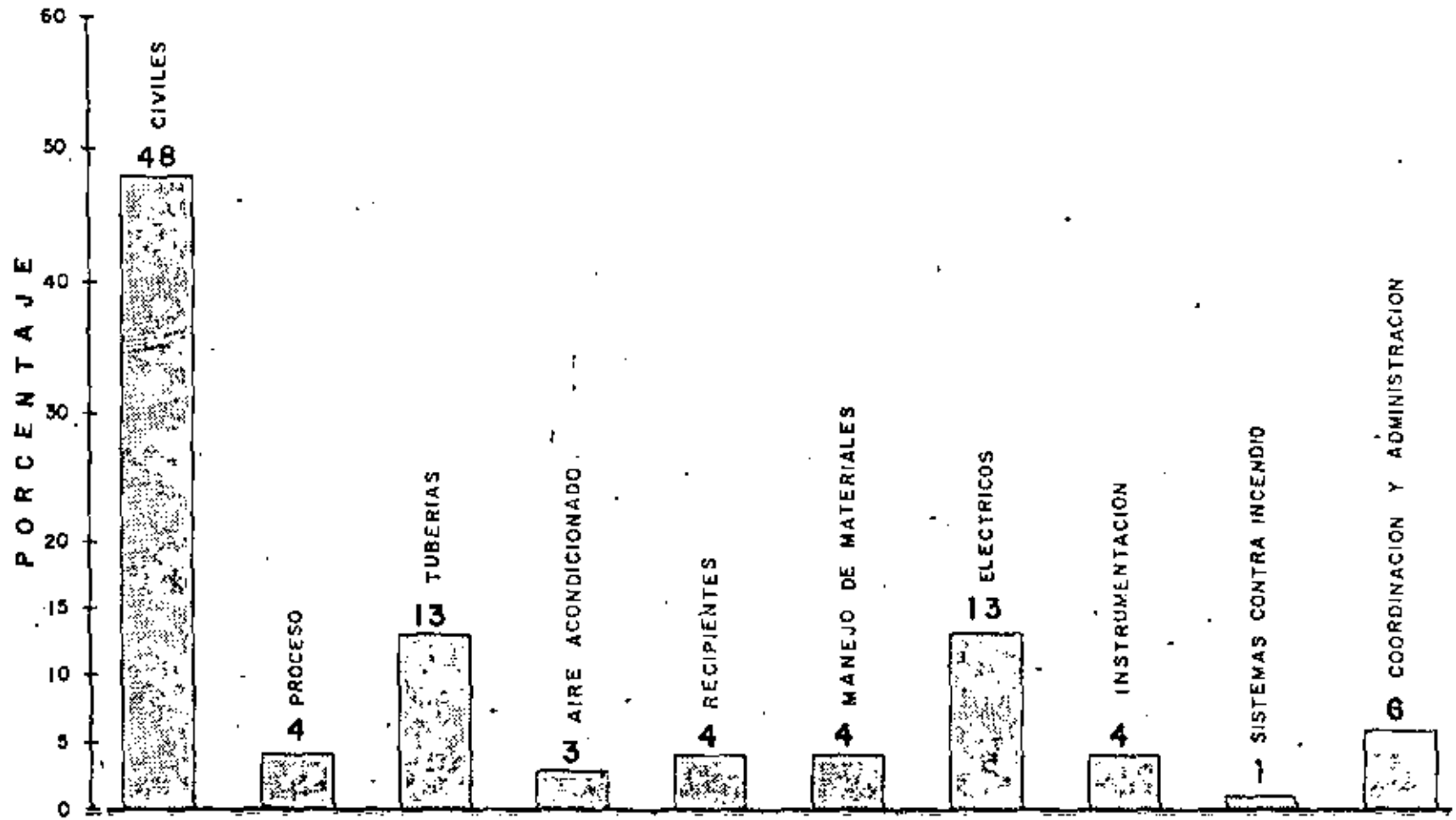
FIGURA No. 1
hoja 31.



TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS
 PUERTO DE ABASTECIMIENTO
 Y ALMACENAMIENTO
 ARREGLO GENERAL

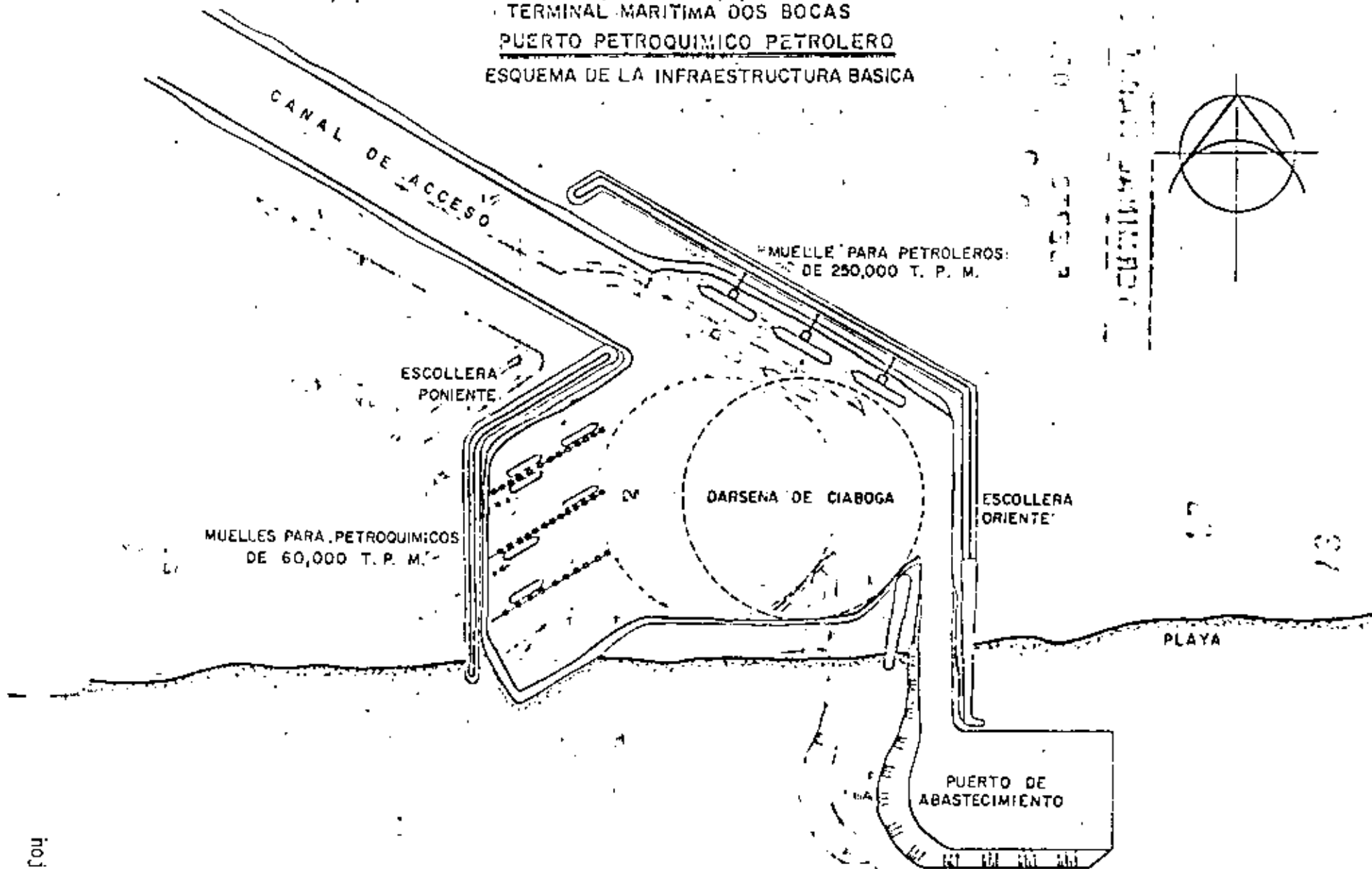
FIGURA No 2

PORCENTAJES ESTIMADOS DE H. H. PARA INGENIERIA DE DETALLE



TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS.

TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS
PUERTO PETROQUIMICO PETROLERO
ESQUEMA DE LA INFRAESTRUCTURA BASICA



0 500 1000 M.
ESCALA GRAFICA

FIGURA No. 3



TERMINAL MARITIMA D

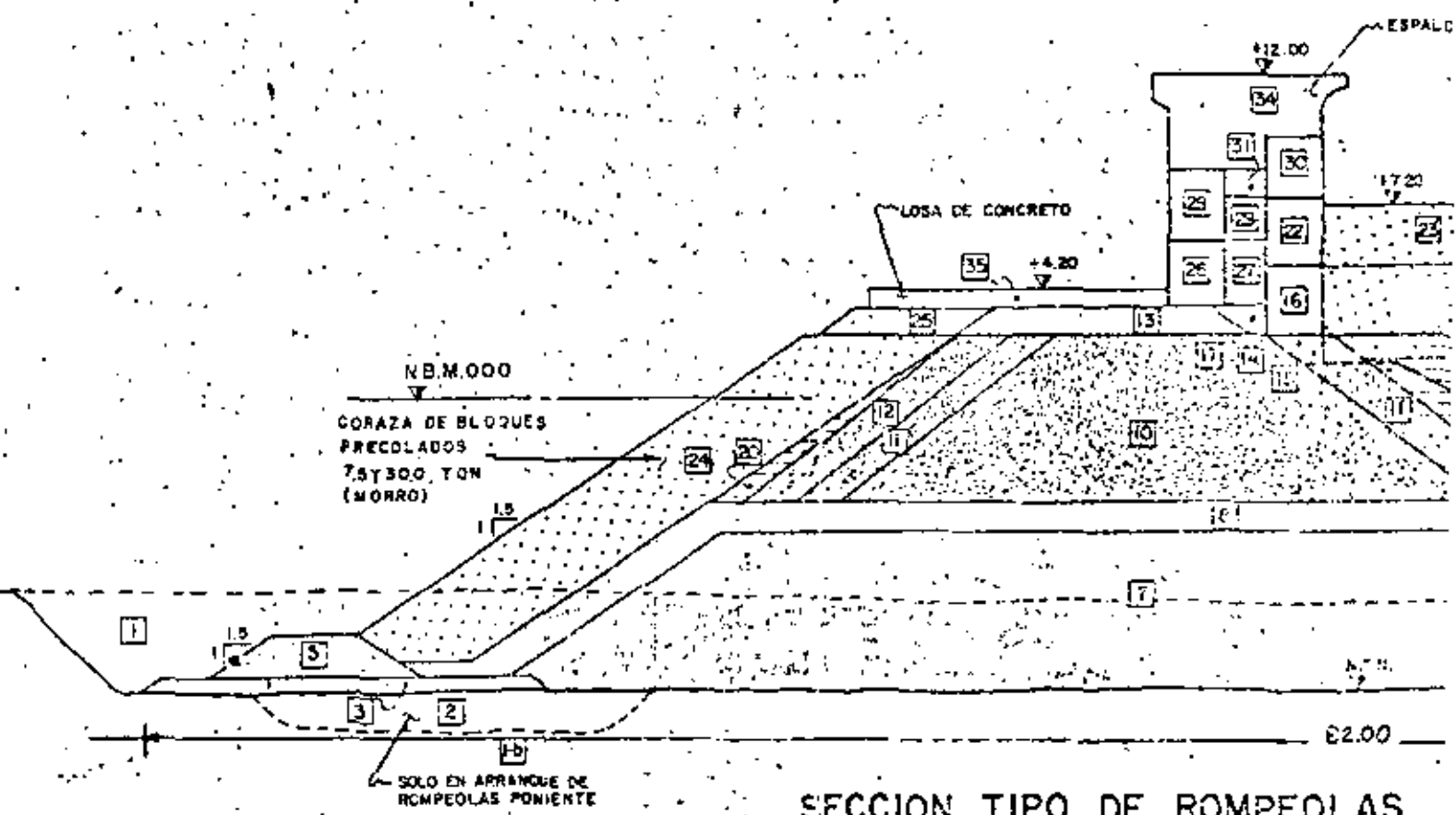
PUERTO PETROQUIMICO R O M P E O I

PERIMETRO
ESTADO DE

PROYECTO
ESTADO

AV. J. G.

208



SECCION TIPO DE ROMPEOLAS

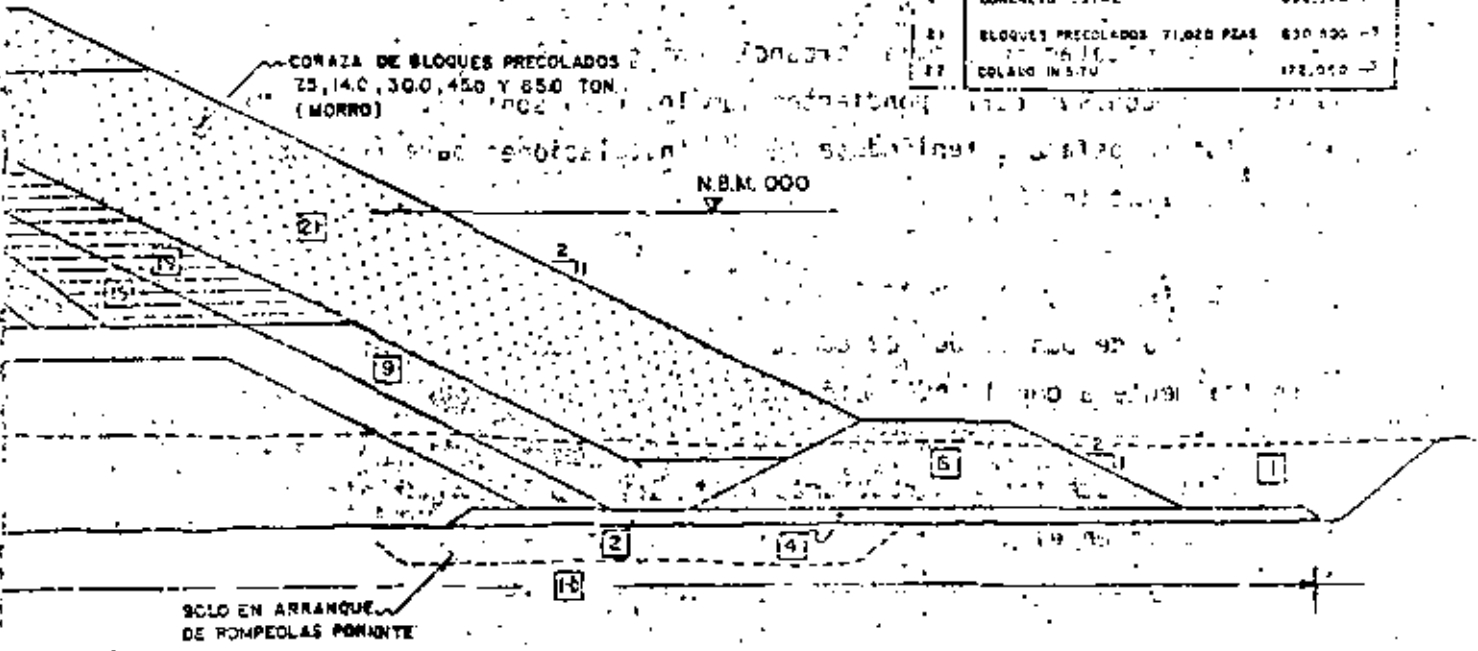
FASES DE CONSTRUCCION

ESC. 1/100

DOS BOCAS
PETROLERO
A S

El Puerto de Dunkerque se localiza en la Costa Francesa de Norte y actualmente por su magnitud se distinguen dos Puertos. El Puerto Este, que es propiamente el antiguo Puerto de Dunkerque y el Puerto Oeste, que es el nuevo Puerto de Dunkerque para grandes

CANTIDADES DE OBRA		
1	POZA TOTAL	1,000,000 m ³
11	VERTIDO MARINO	3,870,000 m ³
12	VERTIDO TERRESTRE	1,120,000 m ³
13	COLADOS DE Y-CANAL	311,000 m ³
2	CONCRETO TOTAL	802,500 m ³
21	BLOQUES PRECOLADOS 71,000 PZAS	630,000 m ³
22	COLADO IN-SITU	172,500 m ³



PUERTO DE DUNKERQUE, FRANCIA

El Puerto de Dunkerque se localiza en la Costa Francesa del Mar del Norte y actualmente por su magnitud se distinguen dos Puertos:

- El puerto Este, que es propiamente el antiguo Puerto de Dunkerque, y el Puerto Oeste, que es el nuevo Puerto de Dunkerque para grandes petroleros.

Puerto Este

Es un Puerto artificial en las cuales sus obras exteriores consisten básicamente en dos rompeolas convergentes, estando sus dársenas mantenidas con nivel de pleamar con el auxilio de tres esclusas.

Se tienen instalaciones para mercancías en general, así como zonas industriales con sus correspondientes muelles como son: Petroleros, Mineraleros y Fosfatos, teniéndose además instalaciones para reparaciones y construcciones navales.

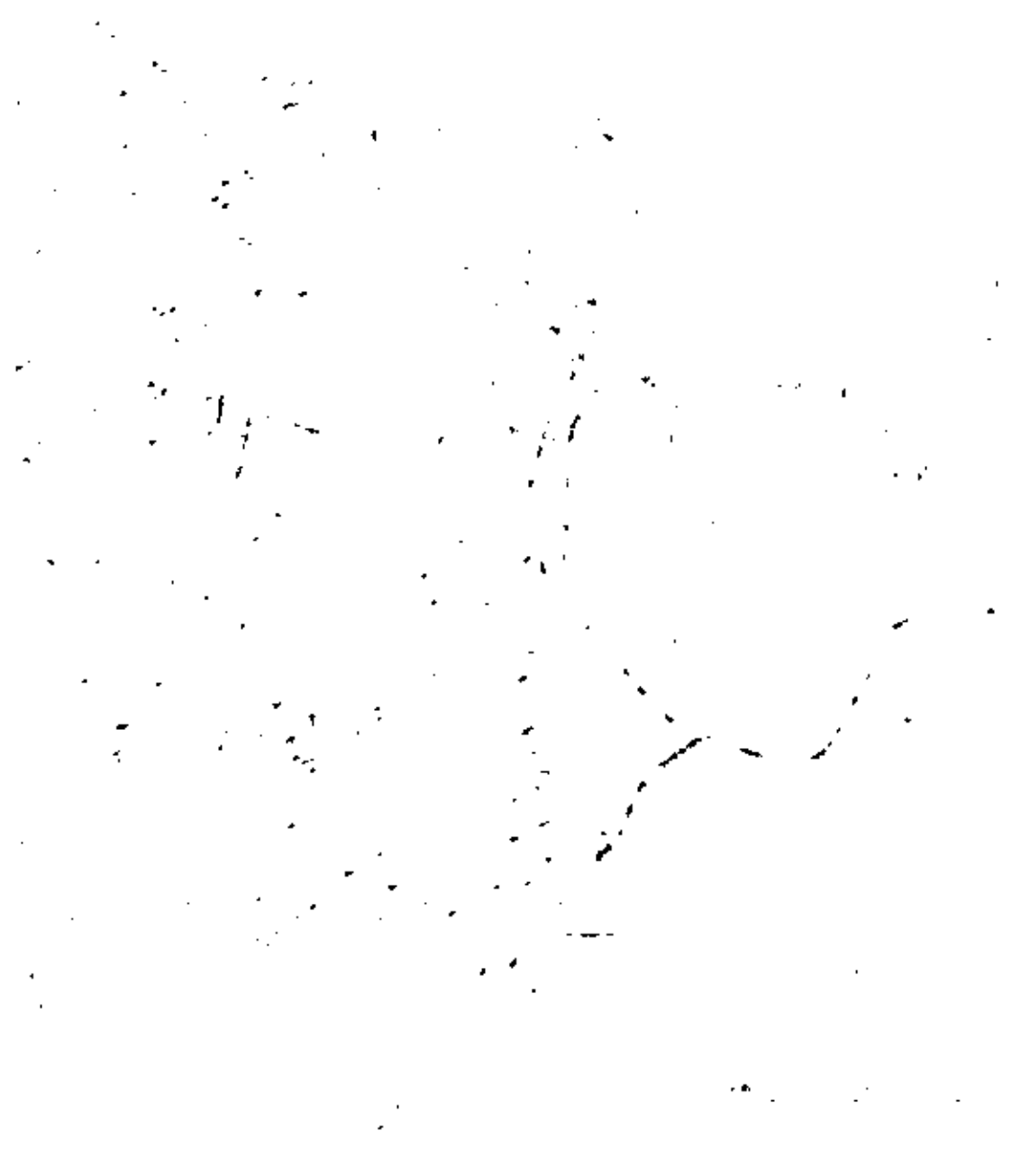
Puerto Oeste

Nuevo Puerto de Dunkerque. La construcción del Puerto Oeste se debió principalmente a que la evolución del tráfico portuario a superado los límites de posibilidades del Puerto Este, por un parte, las esclusas marítimas aceptan embarcaciones hasta 100,000 TPM y por otra parte el aumento en el volumen de carga que se está teniendo, y además la necesidad de implantar nuevas industrias en la zona.

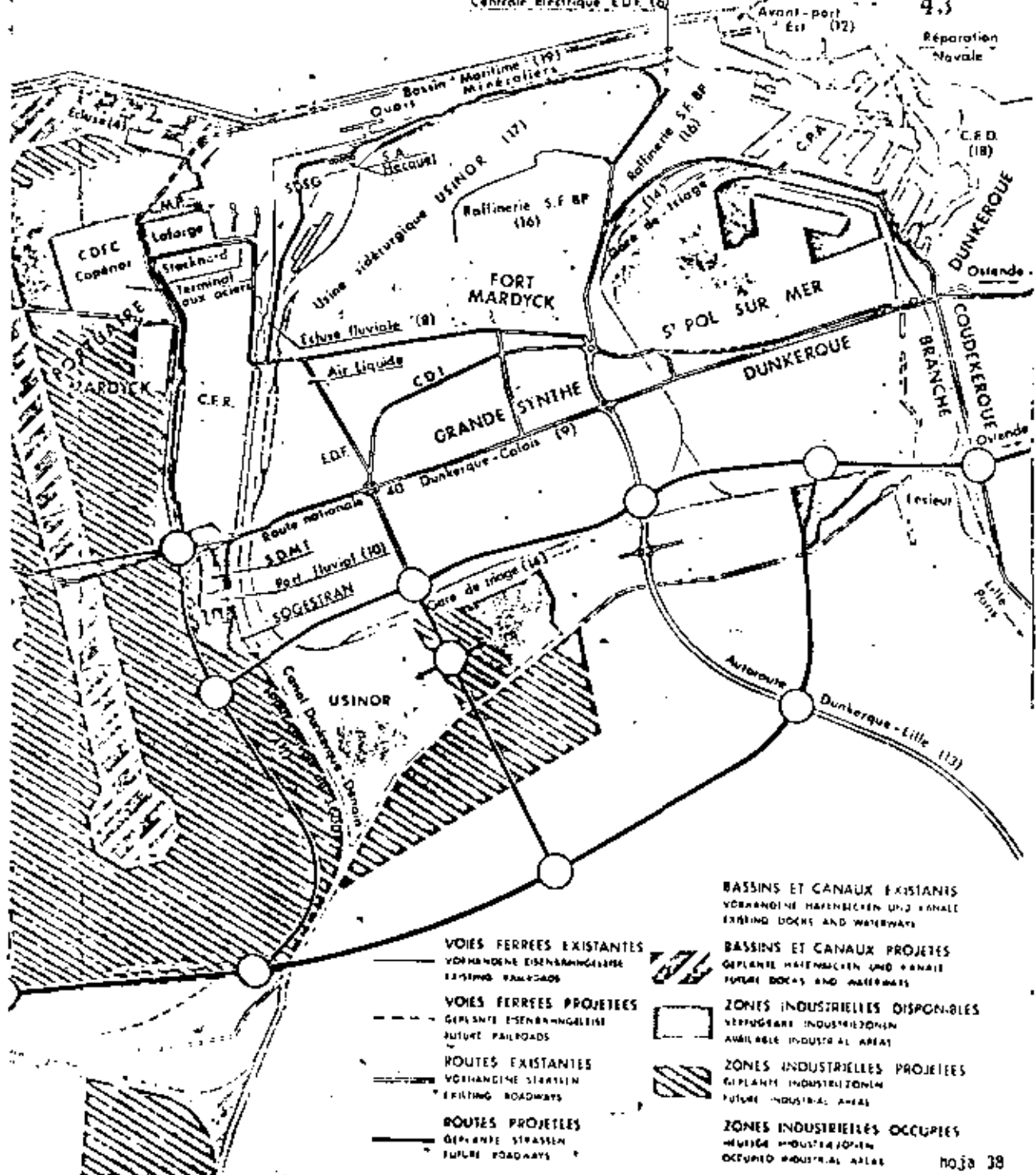
El nuevo Puerto Oeste comprende esencialmente:

- Un antepuerto de 560 Ha. protegido por dos rompeolas a talud, constituye simultáneamente la entrada al Puerto Oeste y el puerto petrolero que puede recibir embarcaciones de 100,000 TPM a 300,000 TPM.

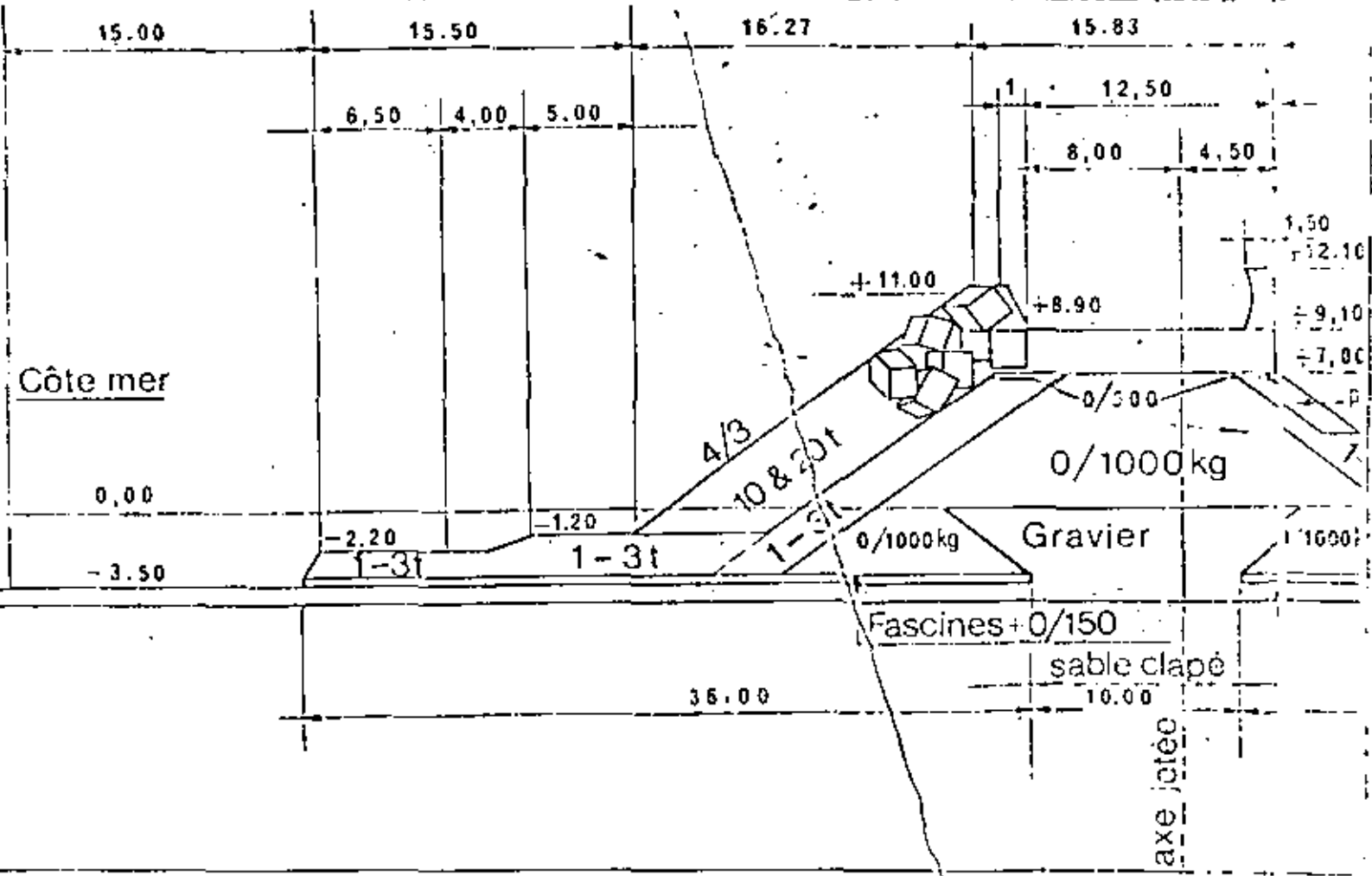
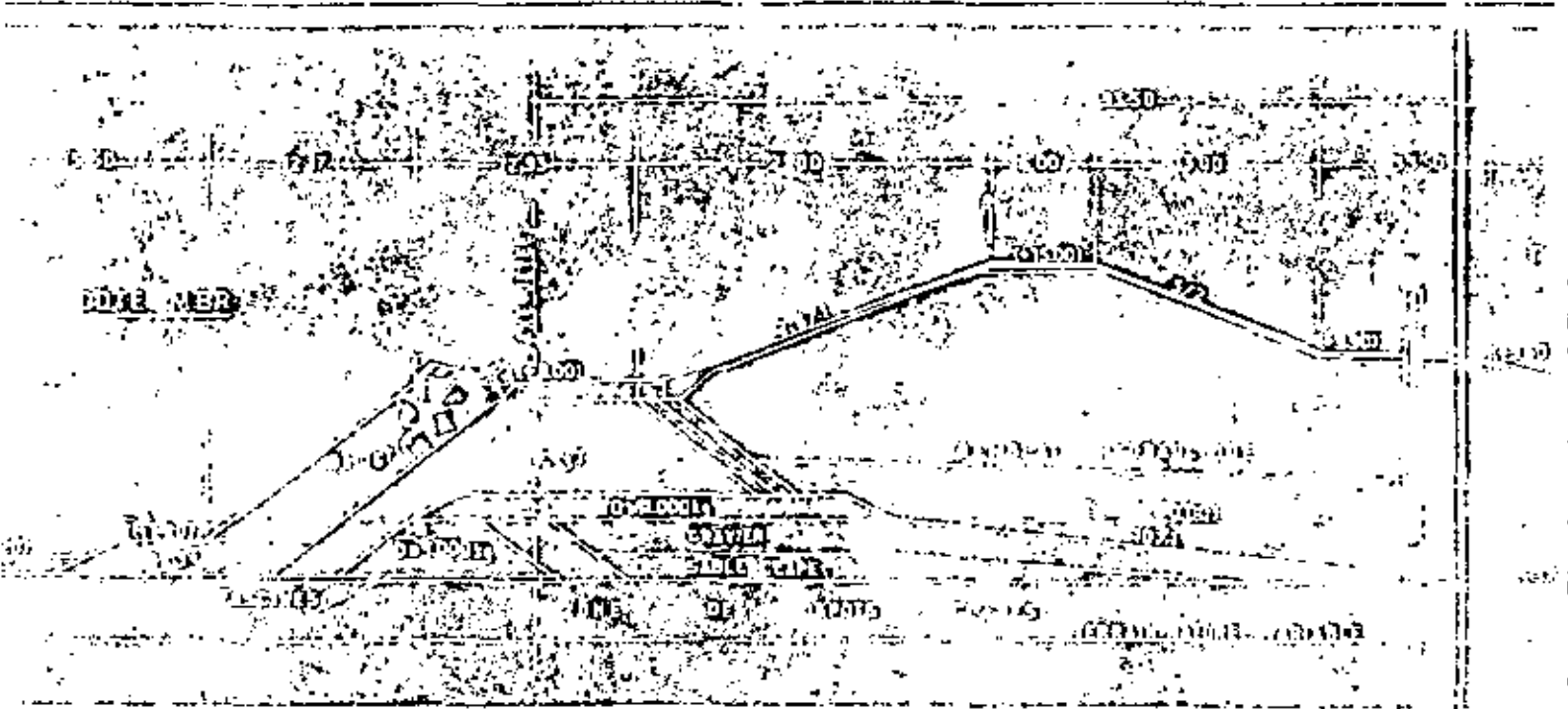
- Zonas para Puerto Industrial
- Zonas para Puerto de Mercancía en General, especialmente contenedores.

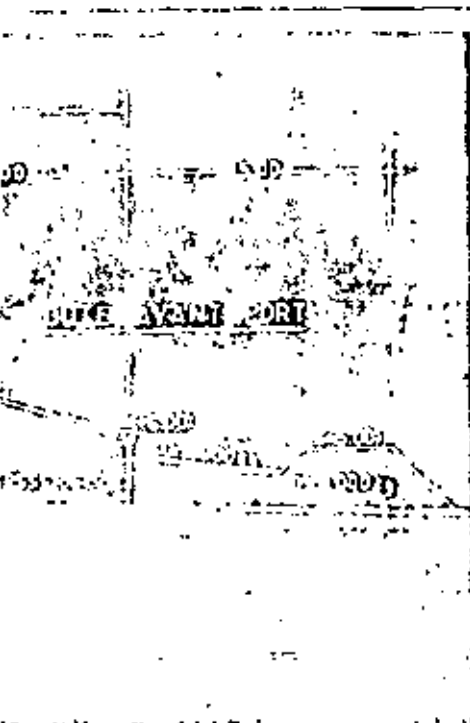


DU NORD



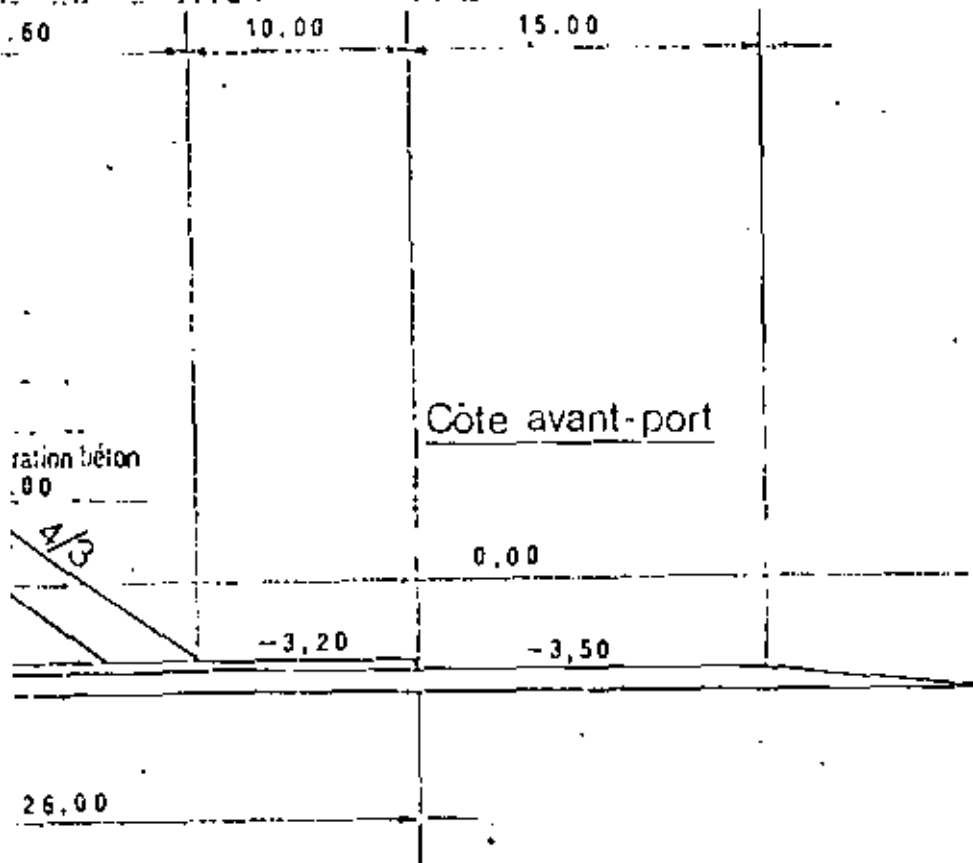
43





Profil Ouest Profil type retenu

Profil Nord et Est Profil type retenu



MUSOIR NORD - Vue en plan

Risberme

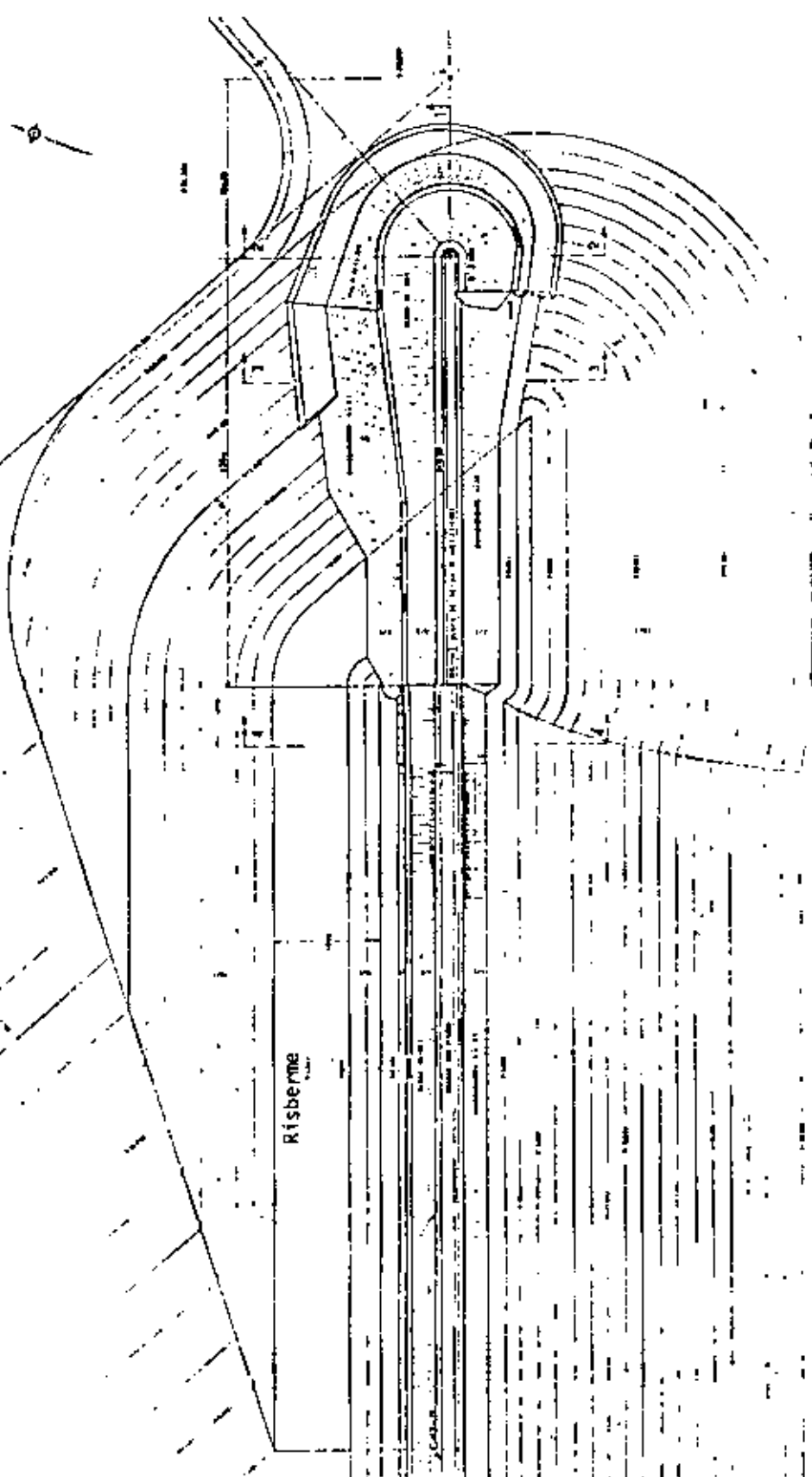
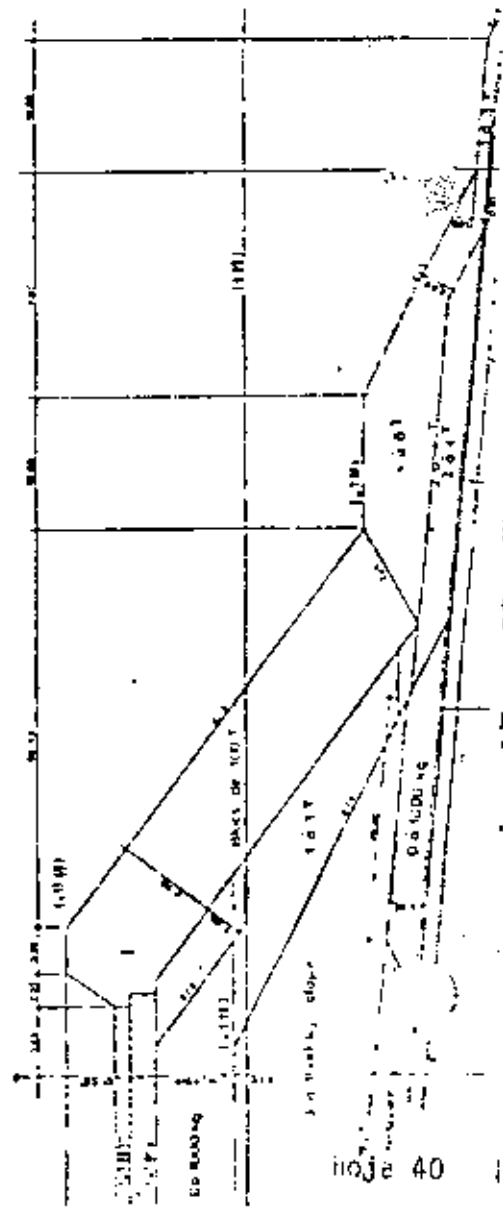


Fig. 10 - (Nord) - s. a. s. - Vue en plan

Fig. 12 - Musoir Nord - Coupe en long de l'axe principal



PUERTO DE JORF LASFAR, MARRUECOS

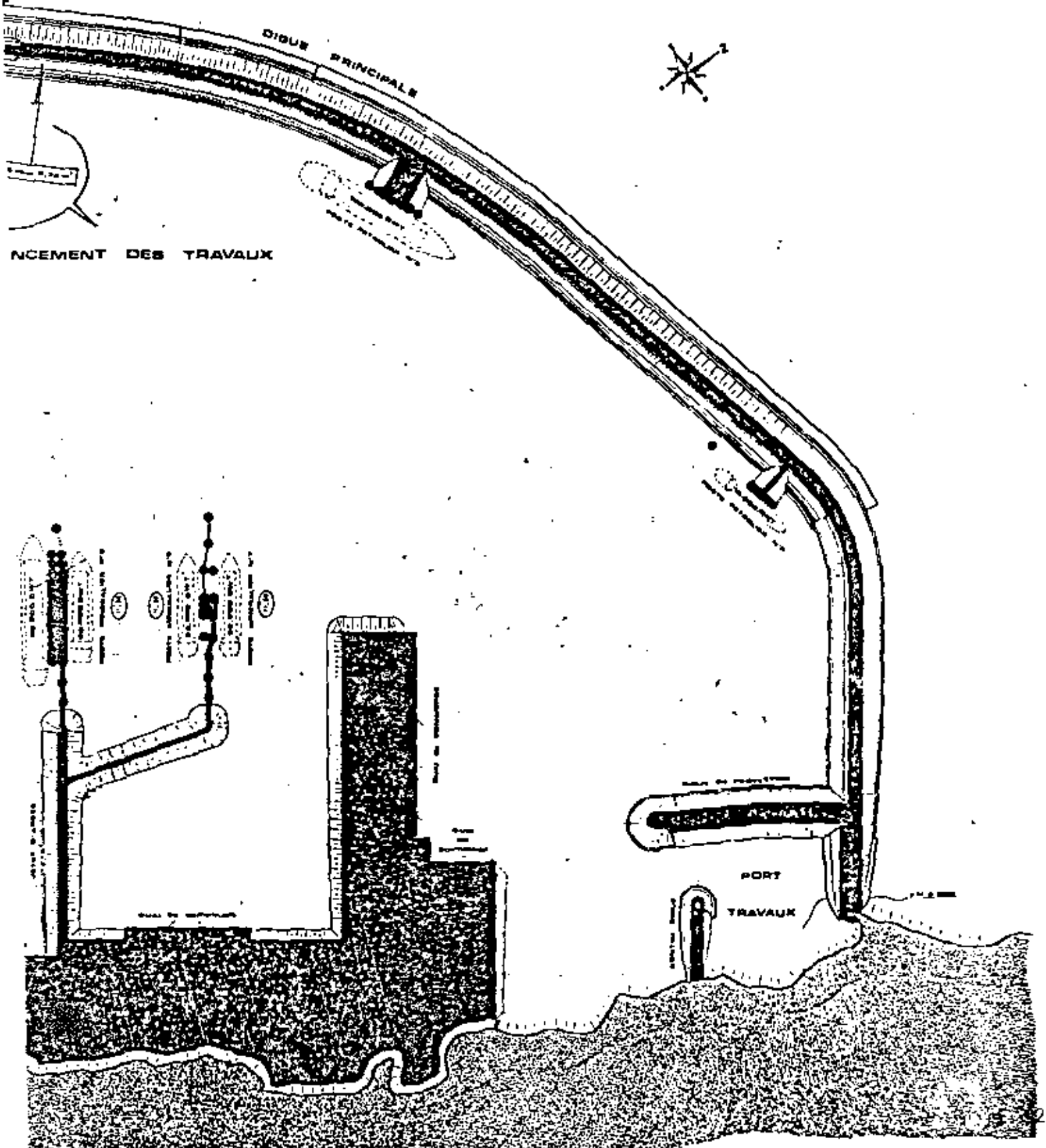
Marruecos cuenta con las dos terceras partes de reservas de fosfatos del mundo y originalmente las exportaciones se han realizado únicamente a través de los Puertos de Casa Blanca y Safi.

Dado el incremento en las exportaciones de fosfato estos dos Puertos no fuerón suficientes, por lo que se construyó el Puerto de Jorf Lasfar que además contará con un complejo químico para la transformación del fosfato.

El Puerto de Jorf Lasfar puede recibir buques petroleros hasta de 100,000 TPM. y minerales hasta de 100,000 TPM.

PORT DE JORF LASFAR

1. Digue principale
 2. Digue
 3. Bassin de manœuvre



ANCEMENT DES TRAVAUX

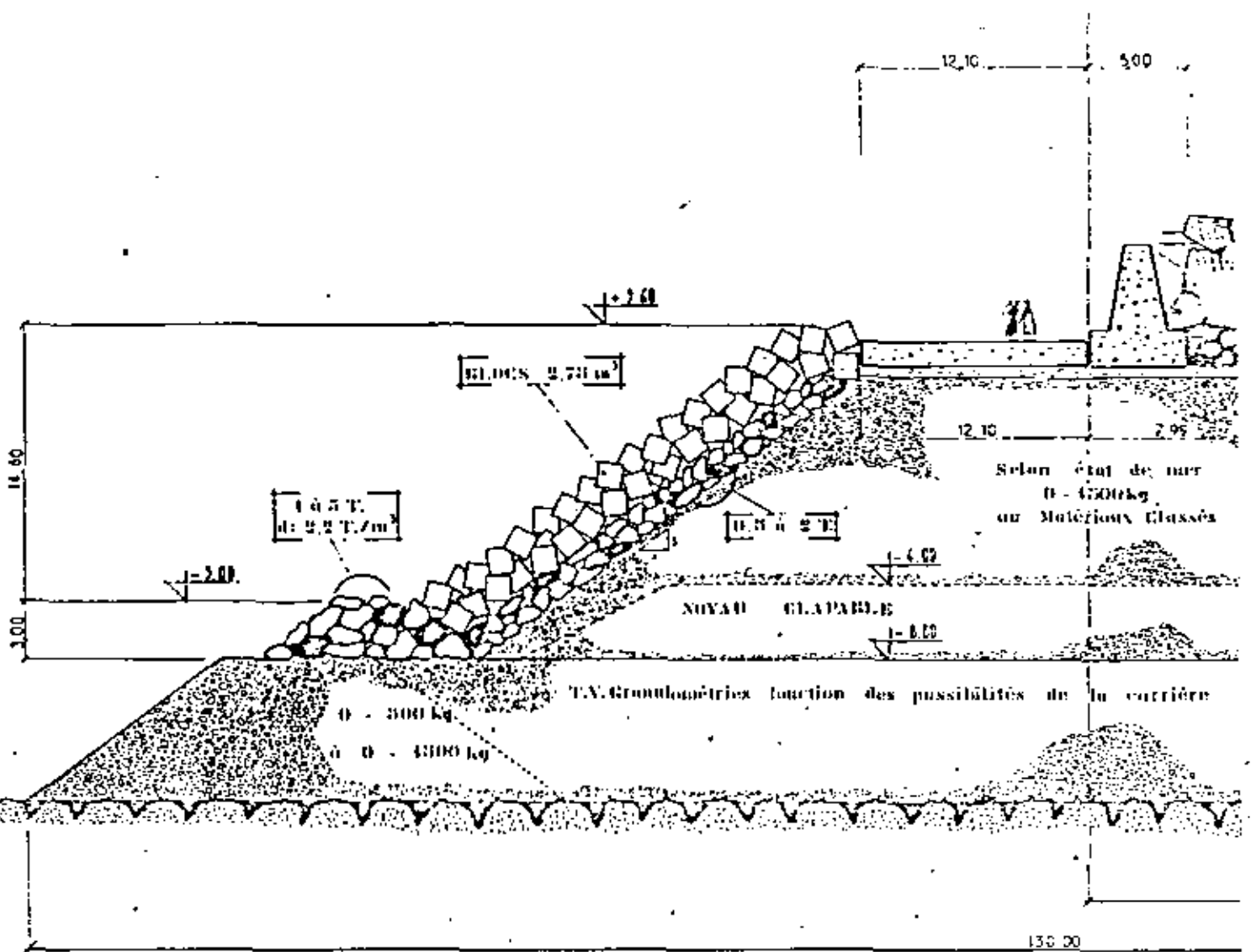
PORT TRAVAUX

1. Digue principale

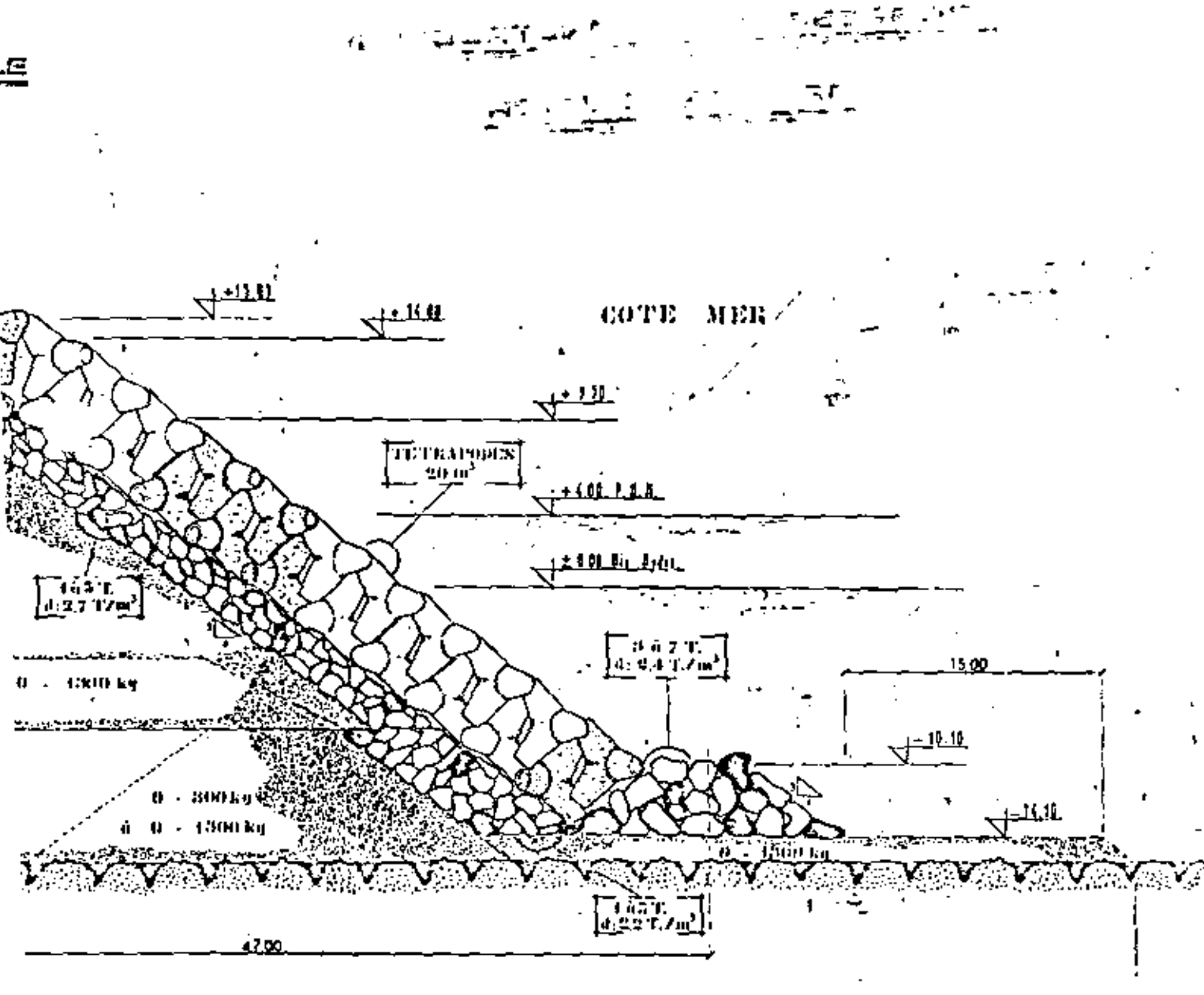
2. Digue

Bassin de manœuvre

COUPE DIGUE PRINCIPALE

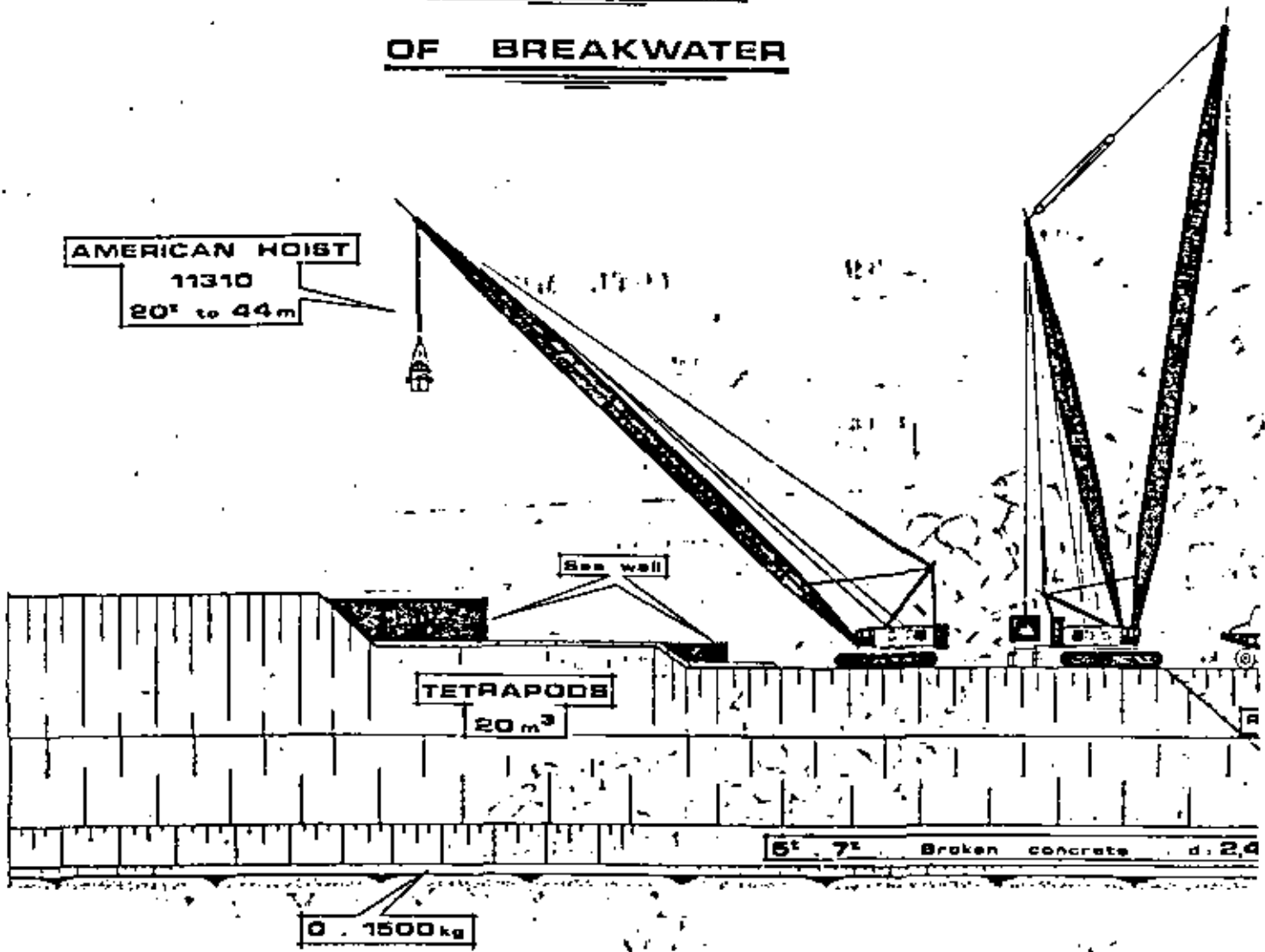


PORT DE JORF LASFAR



PROGRESSING CONSTRUCTION

OF BREAKWATER

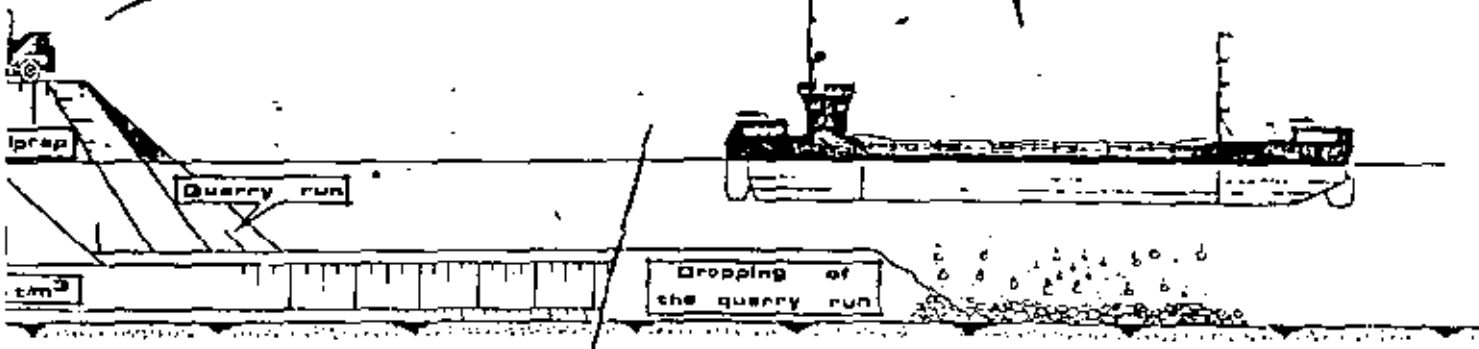


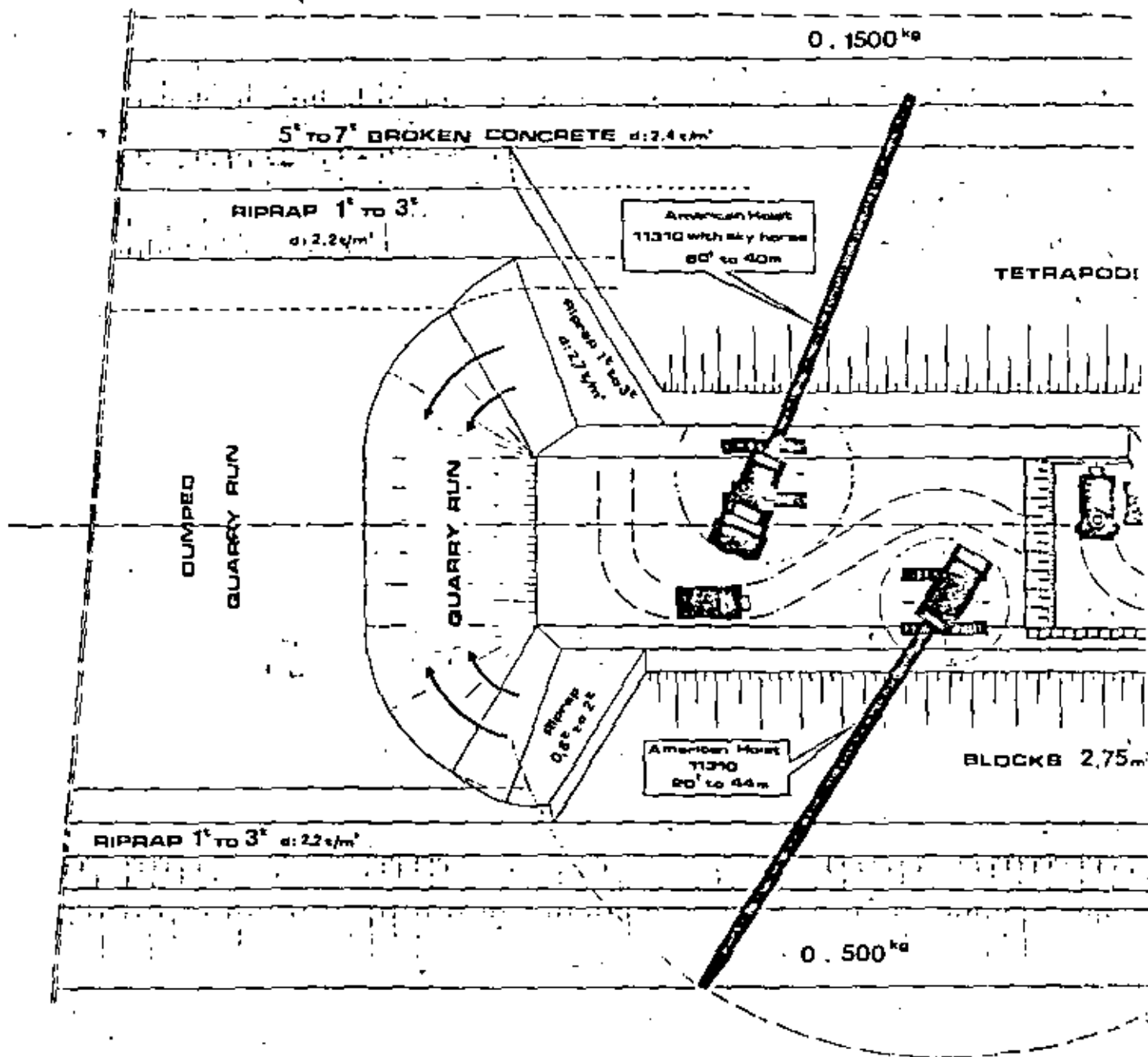
JORF LASFAR HARBOUR

AMERICAN HOIST
11310 with sky horse
60' to 40m

DUMPER WABCO 50
Load 45t

HYDROCLAPP
D.W.T. : 1100t

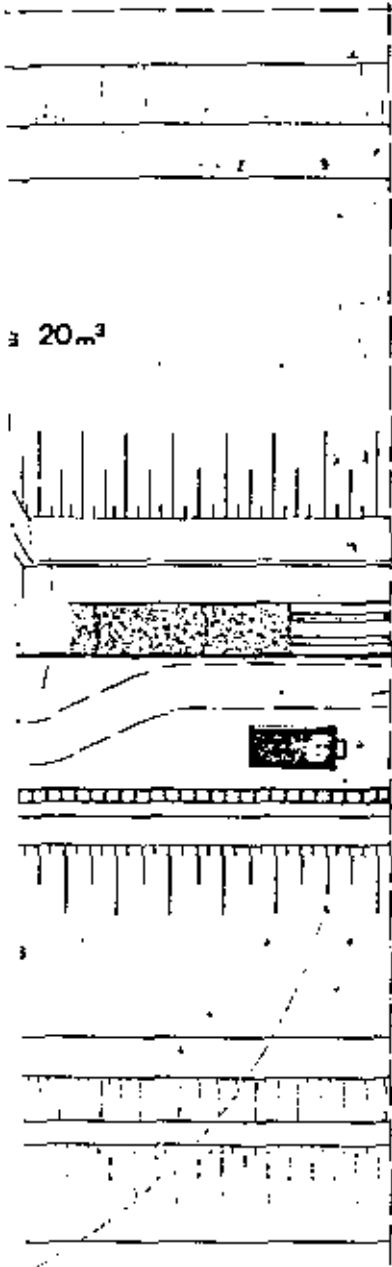




JORF LASFAR HARBOUR

PROGRESSING CONSTRUCTION

OF BREAKWATER



IMPROVED
QUARRY RUN

BLOCK
2.75 m³

Final ReportConstruction of the new harbour entrance near Hook of Holland

The ambitious westward expansion of the Port of Rotterdam, called the Europoort Project, became necessary for two reasons:

Firstly, the rapid development of shipping to Rotterdam and the industrialization of the "Rijnmond" (Rhine Mouth) area made it seem likely that the region would soon have to be greatly extended as the existing port facilities were approaching the limits of their capacity.

Secondly, the endeavour to economize by using larger ships led to the building of huge tankers, to accommodate which made it necessary for Rotterdam to make one or more new harbour basins at short notice. These had to be as close as possible to the sea, because too long a stretch of the Rotterdam Waterway would otherwise have had to be deepened - a measure which would increase the salinization of the river, causing great difficulties in water control in a low-lying country like the Netherlands.

With a view to devising a sound development scheme for the industrial and port region of "Rijnmond", a working party of technical experts was formed in 1956, whose terms of reference were to work out the basis for such a scheme. This working party drew up the main outlines of a port development scheme for the 12½ mile long Island of Rozenburg to the west of Rotterdam including the "Maasvlakte" (Meuse-Shelf) seaward of Rozenburg, an area now known as the Europoort agglomeration. The scheme was approved by the Government and part of it has already been carried out. Some industrial concerns are already established there; others are now building their plants or hope to begin building shortly.

Access to Europoort

For navigational reasons it was considered advisable to give the projected marine harbour basins on the Island of Rozenburg direct access from the sea, rather than to link them up with the Waterway leading to the harbours of Rotterdam from the sea, it was felt that further increase in the number of basins connected with the Rotterdam Waterway might seriously impede the growing volume of existing traffic on this river and eventually constitute a danger.

It might seem that the construction of one entrance from the Waterway to the entire Europoort complex would have largely overcome this difficulty; but the possibility of tidal currents in such an entry creating dangerous cross-currents on the river, was regarded as an overriding objection to the scheme. Moreover, the harbours of Europoort and Maasvlakte are expected to attract so much traffic that for safety reasons a single harbour entrance could not provide a permanent solution. Consequently, the present entrance to Europoort, which came into use in 1960, must be regarded as purely temporary and be replaced as soon as possible by a permanent entrance nearer the sea.

Outline plans for the new harbour entrance

The execution of the new harbour entrance started in 1967 after a period of extensive research into the navigational and hydraulic problems involved, including investigations by means of model tests. One of the accompanying plans giving the main outlines of the new harbour entrance shows that it is proposed to construct a combined entrance for traffic to Rotterdam and Europoort. Originally, the idea was to keep the two entrances entirely separate, but no acceptable scheme could be devised.

The combined entrance has the advantage that only one access channel in the approach from the sea has to be made and maintained; moreover, the approach channel which has meanwhile been deepened outside the existing mouth of the Rotterdam Waterway is permanently included in the total complex. The new entrance will have to be wide enough to handle all the shipping for Europoort and the Waterway for years to come. Already, some 35,000 ocean-going ships a year enter Rotterdam and the nearby ports (including Dordrecht), and this figure is expected steadily to increase. Moreover, while the Europoort and Maasvlakte Harbours more and more come into service, a large number of ships will be added to the present total, so that the project has had to provide for a much heavier volume of traffic in the future than at present.

So in designing the new entrance, allowance has been made for very heavy traffic. The plans also take into account the present trend towards building larger ships. In the last few years new tankers and bulk carriers have been built of increasing dimensions; tankers in particular, now exceed 225,000 tons deadweight.

The shape, dimensions and depth of the various parts of the new harbour entrance are governed largely by the dimensions and manoeuvrability of the large tankers. The entrance and stop manoeuvres of ships are particularly important, because a long distance is needed for such large vessels to slow down and come to a standstill.

Construction of the new harbour entrance

The new harbour entrance works consists of the following parts:

The Northern Breakwater, an extension of the existing one by about 2 miles.

The Southern Breakwater, to be built in three parts:-

a 2½ mile long sand dam, a rubble dam, almost 3 miles long and an artificial beach of just over 1½ miles along the outer harbour.

The dividing dam, which will separate the Europoort entrance from the Rotterdam Waterway. As soon as the Europoort entrance is opened, the existing temporary entrance will be closed.

The dredging of the entrance channels and the outer harbour.

The breakwaters are designed in such a way that the current patterns that will be formed will be acceptable for navigation. For this reason the Southern Breakwater has a somewhat strange shape, although at the same time this shape made it possible for the Rotterdam Municipality to build harbours and sites in the enclosed area.

A spacious outer harbour is arising between the new breakwaters in which coming and leaving vessels can respectively split up and join each other. The length of the breakwaters has been determined by the way the big tankers, coming in at a 10 knots speed to be maintained on their course can be safely stopped.

The breakwaters have to be extended from the coast simultaneously in order to avoid cross currents. In this operation the sequence is first:

- the construction of the sand dam, and then
- the construction of the rubble mound dams.

The 2½ mile sand dam has to be built in shallow waters, in which work vessels cannot be navigated. In this area sand is the most inexpensive construction material, and is readily dredged out of the former "Erielsche Gat", the mouth of the "Erielsche Maas" River, which was closed in 1951. So it is possible to pump a continuous stream of sand into the dam.

The stone dams are fully constructed with special working vessels in water 26 - 62 feet deep. In the deepest parts of the dams trailing dredgers start by dumping fine sea gravel and rough sand to heighten the bottom and the filling materials are covered by a gravel filter and a layer of lumps of rock, weighing upto one ton each. On this basis three dams of big stones (a - 6 tons) are dumped, and finally two layers of 43 ton concrete blocks are placed by special vessels.

The construction principle of this type of breakwater is a filter system; each layer contains " grains", which cannot be taken away by the waves through the following layer of bigger grains.

Specially built vessels are dumping the following materials:

Fine gravel and sand (about 6.000.000 cubic yards is directly dumped by trailing dredgers.

5.000.000 tons of rockstone and 1.000.000 tons of gravel are being dumped by two special vessels. Each of these can load 1,500 tons, the stones being pushed into the water by big bulldozers.

55.000 concrete blocks (30.000.000 cuft) have to be placed by two block-ships.

An position-fixing at sea is not possible by a visual system, the electronic Decca Hi - Fix system has been installed by the Rijkswaterstaat.

This system enables high accuracy fixing of position in all weather conditions.

To ensure the safety of navigation and the working vessels, a radio - radar station was also installed.

Material transport and working - yard.

A working yard for the transportation and stocking of the building materials was established in Europoort, with full facilities for the rough river-gravel, rockstone, and concrete materials. A big concrete factory was built, from which the concrete will be taken to the block-making site.

About 2.000.000 tons of rockstone is being brought by train from Belgium, while 3.000.000 tons of Swedish stones shall arrive in seagoing vessels. To provide all the necessary facilities, the yard has 9 miles of railway, 6 miles of roads, a quay of just over 3.000 feet along the Beerkanaal and of 1,300 ft along the Dintelhaven.

The dredging of the entrance channel

Already big tankers of 225.000 Dwt are arriving in Europoort (draught on the moment 57'-17,4m) , and in February 1967 the Government promised the Rotterdam Municipality and the Oil Companies to make the Europoort entrance navigable for 225,000 tons tankers of 62 ft draught.

These 62' tankers need 72 feet of water and for the realisation of this depth, trailing-dredgers are working upto 12 miles from the coast.

The end with, here is an interesting statistical summary:

The Northern Breakwater is almost 2 miles long.

The Southern Breakwater consists of a rubble mound dam nearby 3 miles in length and a sand dam about 2½ miles long.

The project will require:

55.000 concrete blocks of 2.300.000 tons total weight;

5.000.000 tons of rockstone;

1.000.000 tons of gravel;

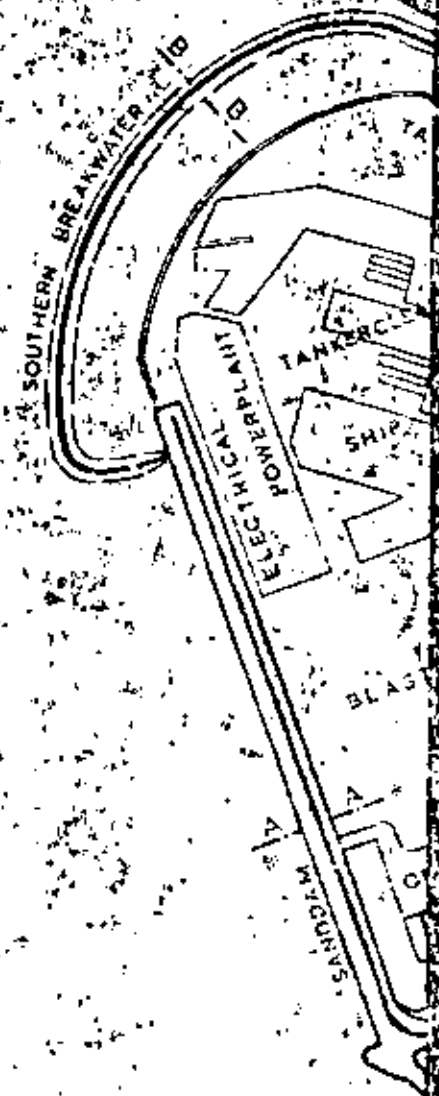
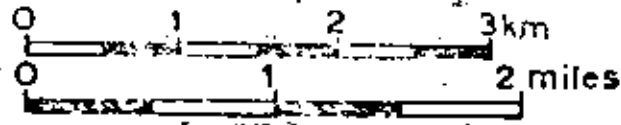
6.000.000 cubic yards of filling materials.

The working yard has 9 miles of railway, 6 miles of roads and quays of a total length of 4.600 feet.

In 1970 fully-draughted 62' tankers of 225.000 Dwt are expected to be received.

The breakwaters will be finished in 1973 and the whole project in 1974.

ENTRANCE CHANNEL - 23 m.s.l.



NEW HARBOUR ENTRANCE HOOK OF HOLLAND

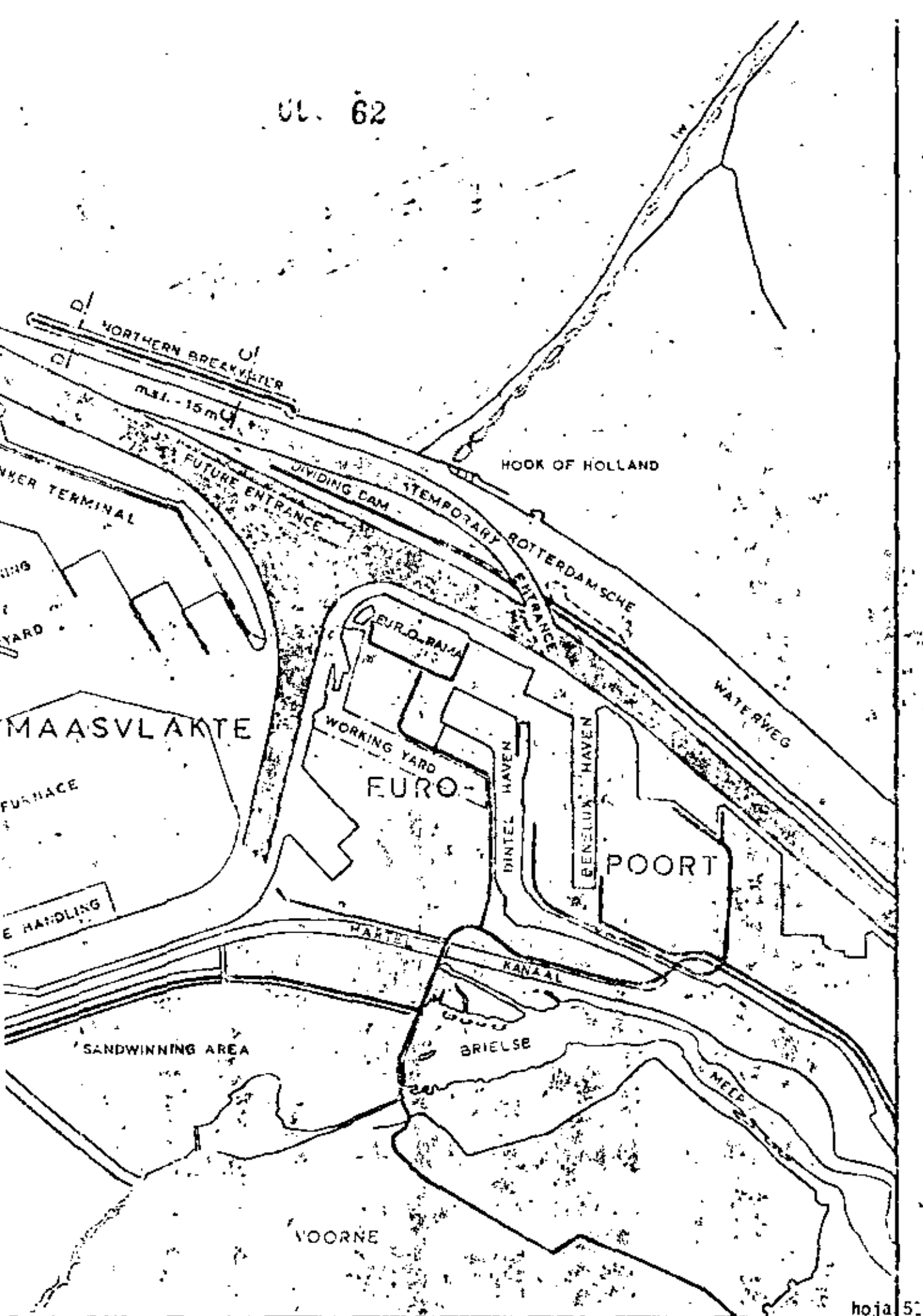
SCALE 1:50 000

m.s.l. mean sea level



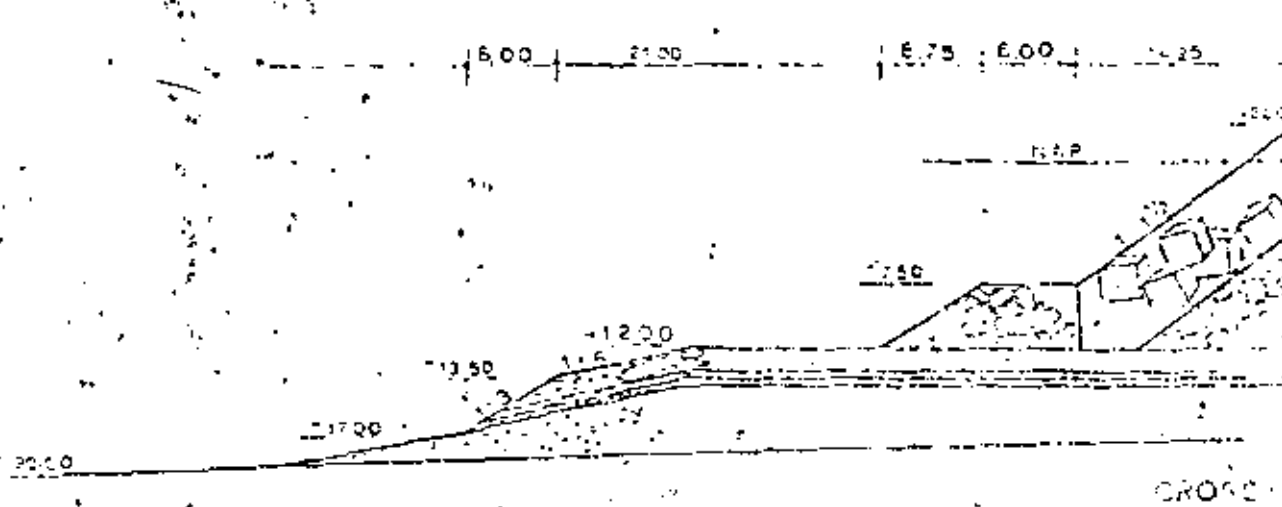
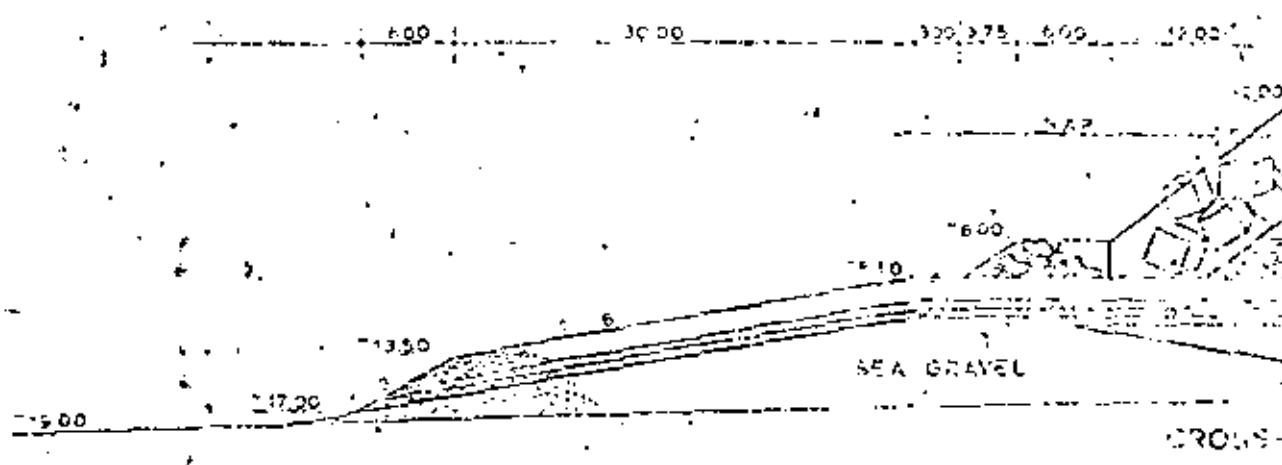
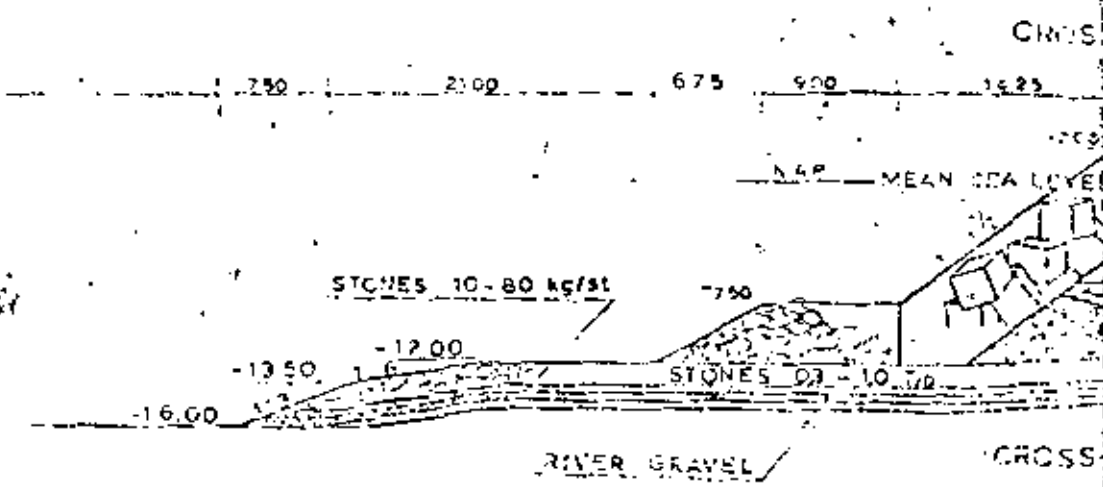
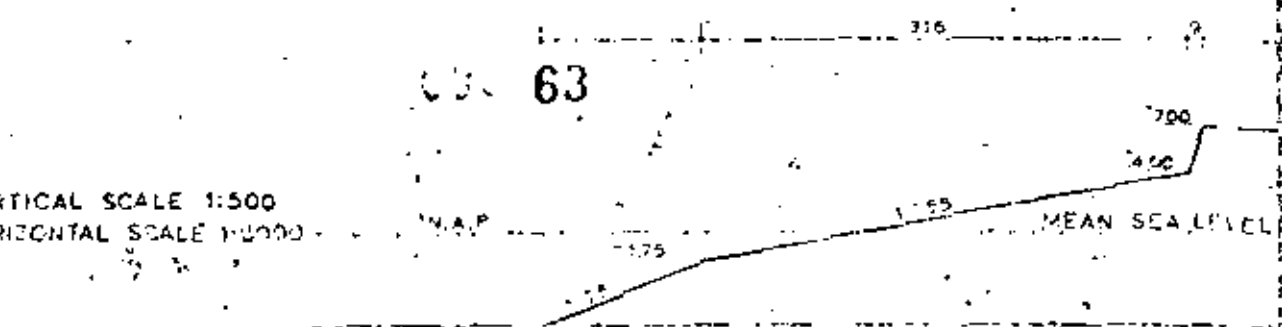
CHANNEL WITH TEMPORARY ENTRANCE IN WORKING TILL IN THE MIDDLE OF 1971

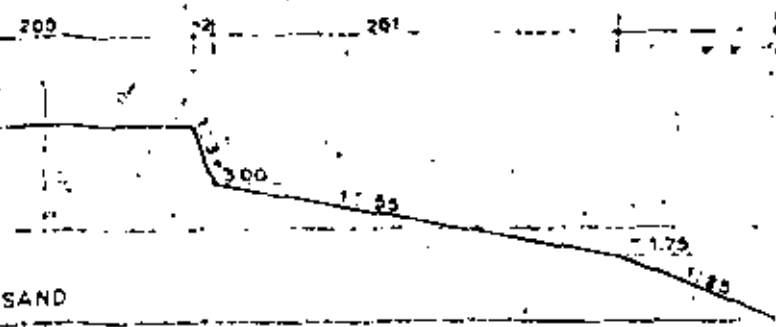
OL. 62



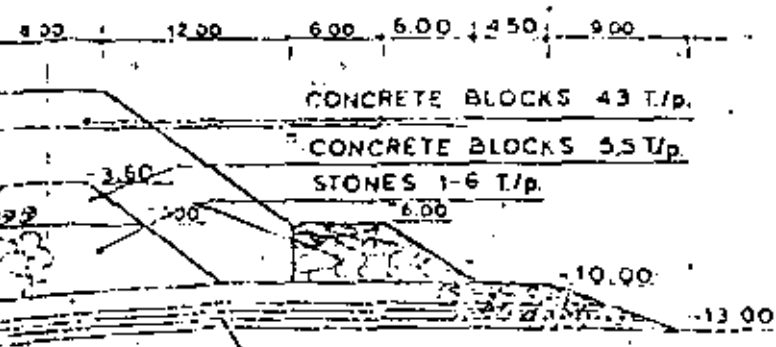
63

VERTICAL SCALE 1:500
HORIZONTAL SCALE 1:2000

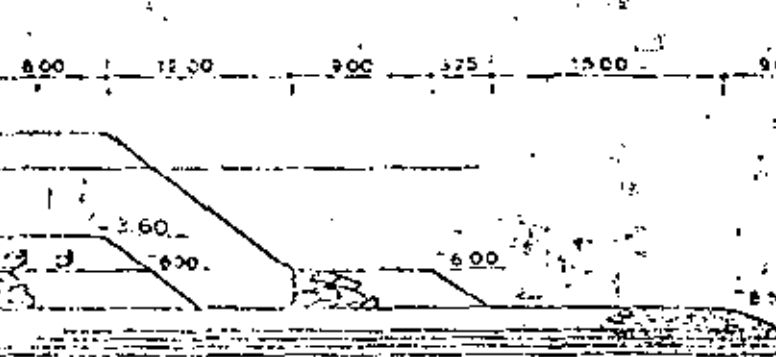




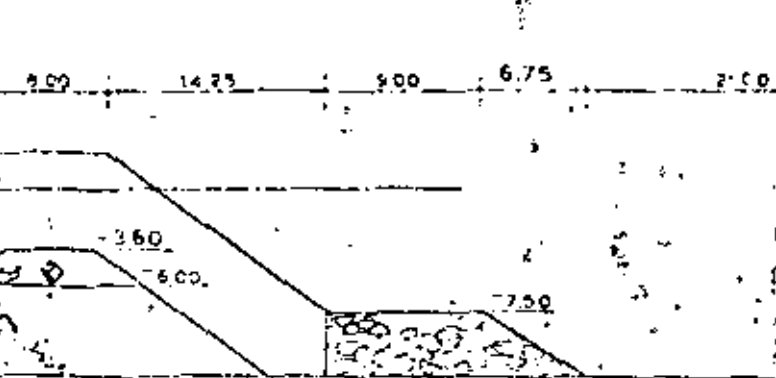
SECTION A-A



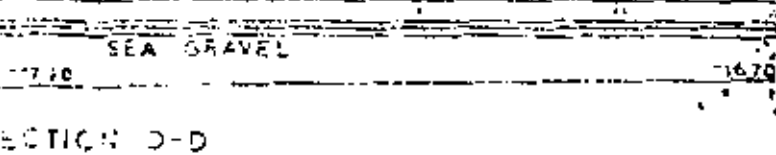
SECTION B-B



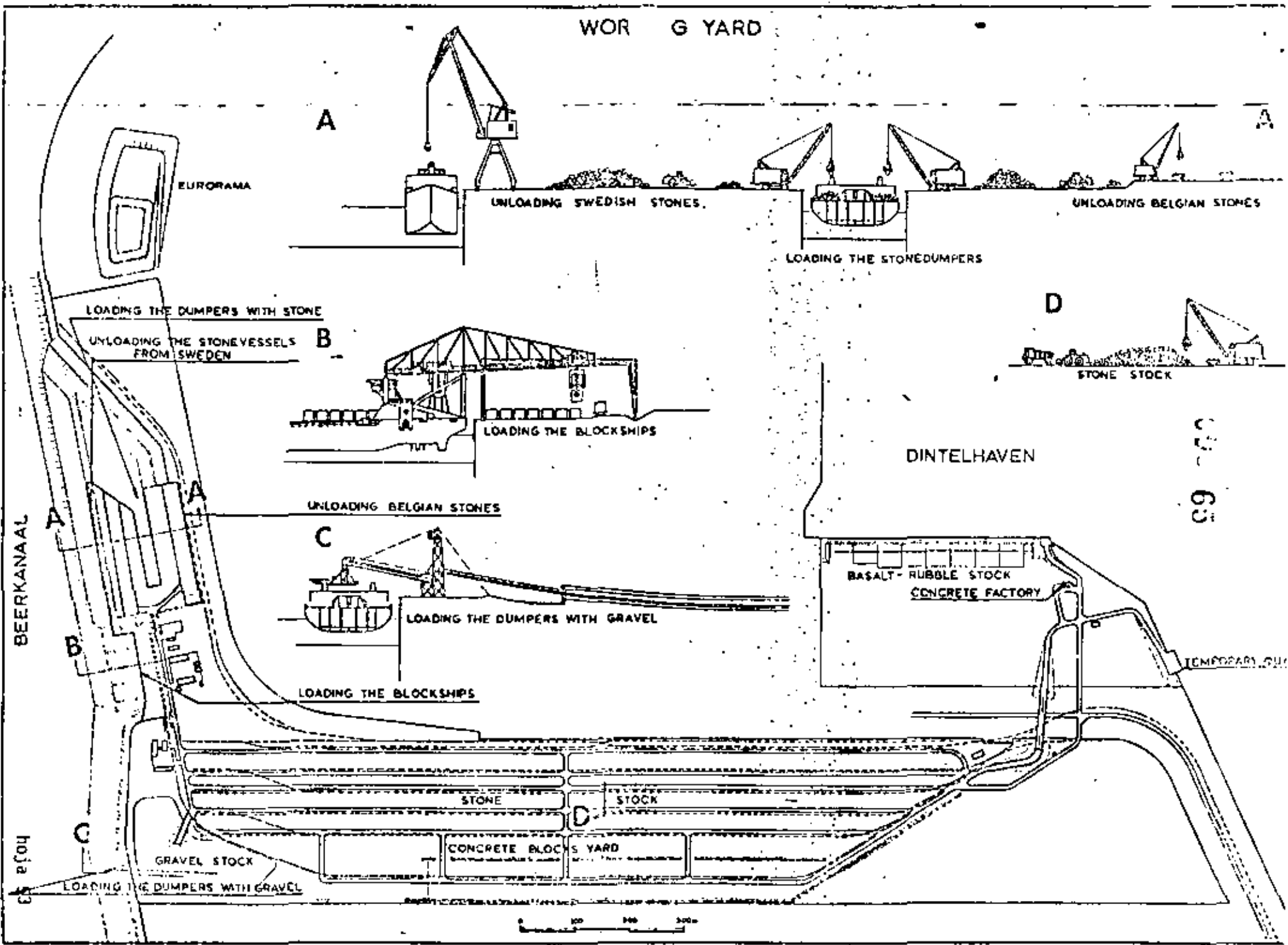
SECTION C-C



SECTION D-D



WORK YARD



EUROGRAMA

A

UNLOADING SWEDISH STONES

UNLOADING BELGIAN STONES

LOADING THE STONEDUMPERS

LOADING THE DUMPERS WITH STONE

UNLOADING THE STONEVESSELS FROM SWEDEN

B

LOADING THE BLOCKSHIPS

D

STONE STOCK

DINTELHAVEN

BASALT-RUBBLE STOCK
CONCRETE FACTORY

UNLOADING BELGIAN STONES

C

LOADING THE DUMPERS WITH GRAVEL

LOADING THE BLOCKSHIPS

TEMPORARY QUAY

STONE

STOCK

GRAVEL STOCK

CONCRETE BLOCKS YARD

D

LOADING THE DUMPERS WITH GRAVEL

BEERKANAAL

refon



63
63

PHASES OF BUILDING UP ZUIDERDAM

A GROOVE BREEDING

66



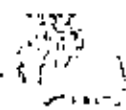
TRAILING DREDGER
(HOPPER)

FINE GRAVEL DUMPING



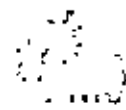
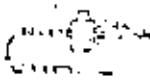
TRAILING DREDGER
(HOPPER)

COARSE GRAVEL AND RUBBLE
DUMPING 10-80 KG/ST



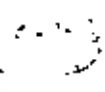
BARGE WITH SIDE HOPPER
(HOPPER)

RUBBLE DUMPING
10-80 T/ST



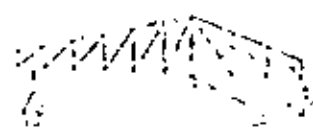
BARGE WITH SIDE HOPPER
(HOPPER)

RUBBLE DUMPING 10-80 T/ST
FLOW AND PARTS OF PILES



BARGE WITH SIDE HOPPER
(HOPPER)

BLOCKS OF CONCRETE PLACING
33 AND 44 T/ST



BARGE WITH SIDE HOPPER
(HOPPER)

THE PILES COMPLETING
RUBBLE DUMPING 10-80 T/ST



BARGE WITH SIDE HOPPER
(HOPPER)

PHASES OF BUILDING UP NOORDERDAM

THE NATURAL BOTTOM RAISING PHASE 1 AND 2
FINE GRAVEL AND COARSE SAND

67

TRAILING SHOVELS
(SAILING)



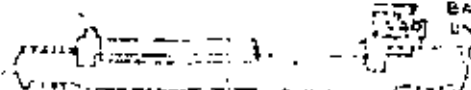
THE NATURAL BOTTOM RAISING PHASE 3
FINE GRAVEL AND COARSE SAND

TRAILING DREDGER
(SAILING)



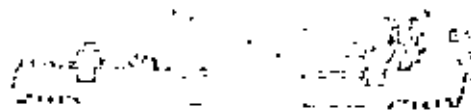
COARSE GRAVEL AND RIBBLE
DUMPING 10-80 LIGHT

BARGE WITH SIDE-
UNLOADING
(CROSS SAILING)



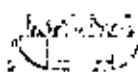
COARSE DUMPING
23-10 T/D

BARGE WITH SIDE-
UNLOADING
(CROSS SAILING)



TO THE IMPROVED 10 T/D
DUMPING 23-10 T/D

BARGE WITH SIDE-
UNLOADING (LONG SIDE)



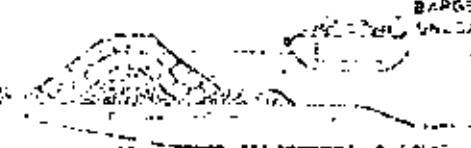
BLOCKS OF CONCRETE PLACING
23 AND 43 T/D

BLOCKS CARRIER
(LOCKED)



THE DAMS COMPLETING
DUMPING 1-6 T/D

BARGE WITH SIDE-
UNLOADING (LONG SIDE)



PUERTO DE KASHIMA, JAPON

El Puerto de Kashima es uno de los más grandes puertos del mundo, construïdos en tierra. Sus dársenas y canales están comunicados con el océano Pacífico, teniendo una protección contra los oleajes formada -- para dos rompeolas constituïdos por cajones de concreto en su mayor parte.

De las diferentes industrias que se encuentran en el área portuaria -- destacan la del acero y un complejo petroquímico.

El Puerto actualmente cuenta 80 posiciones de atraque con una longitud total de muelle de 8,800 metros. Los buques de mayor tonelaje que se pueden recibir son petroleros de hasta 200,000 TPM y mineraleros de - hasta 150,000 TPM.

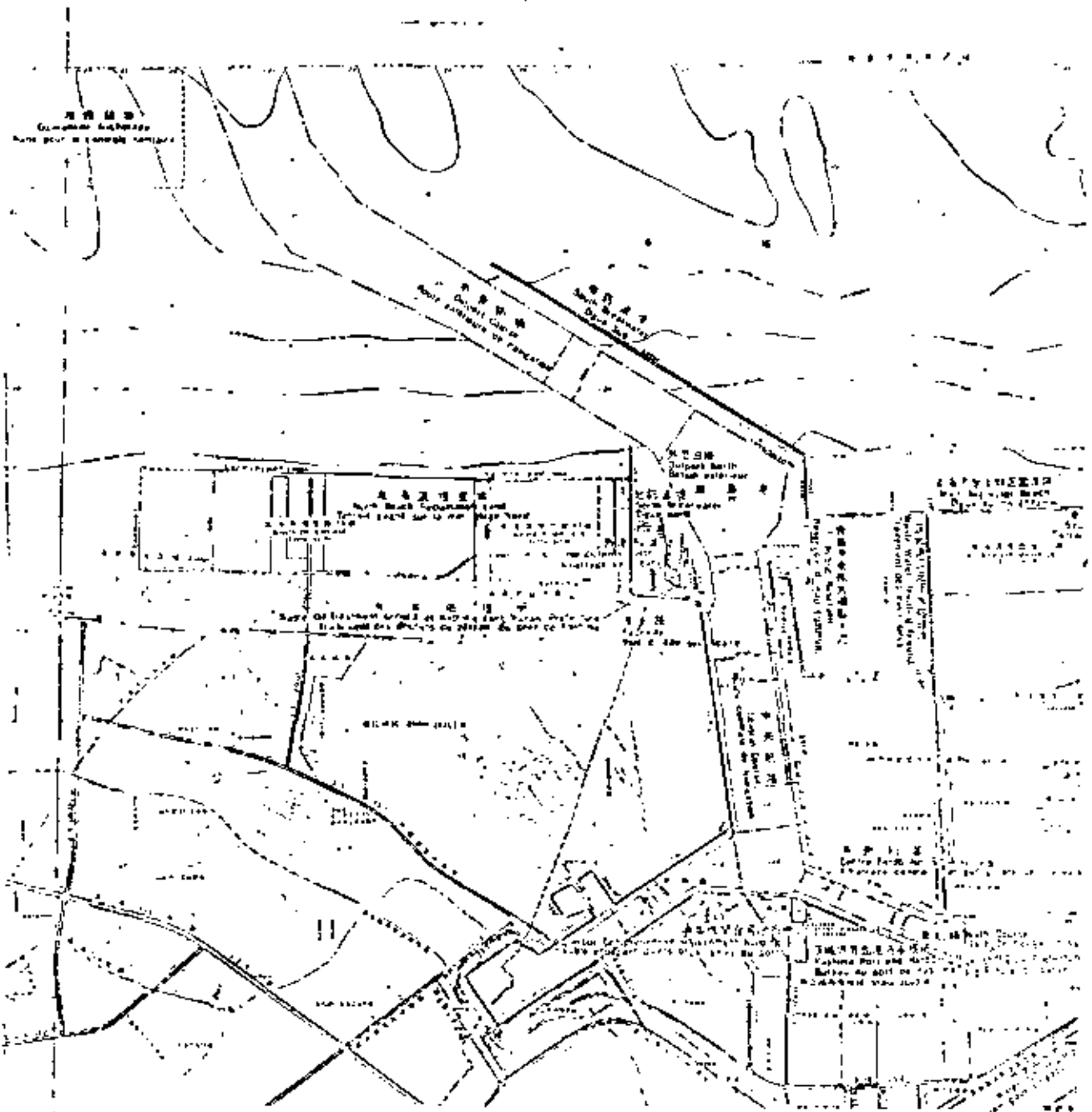
Cuenta con 2,400 ha. de terreno destinados a la industria.

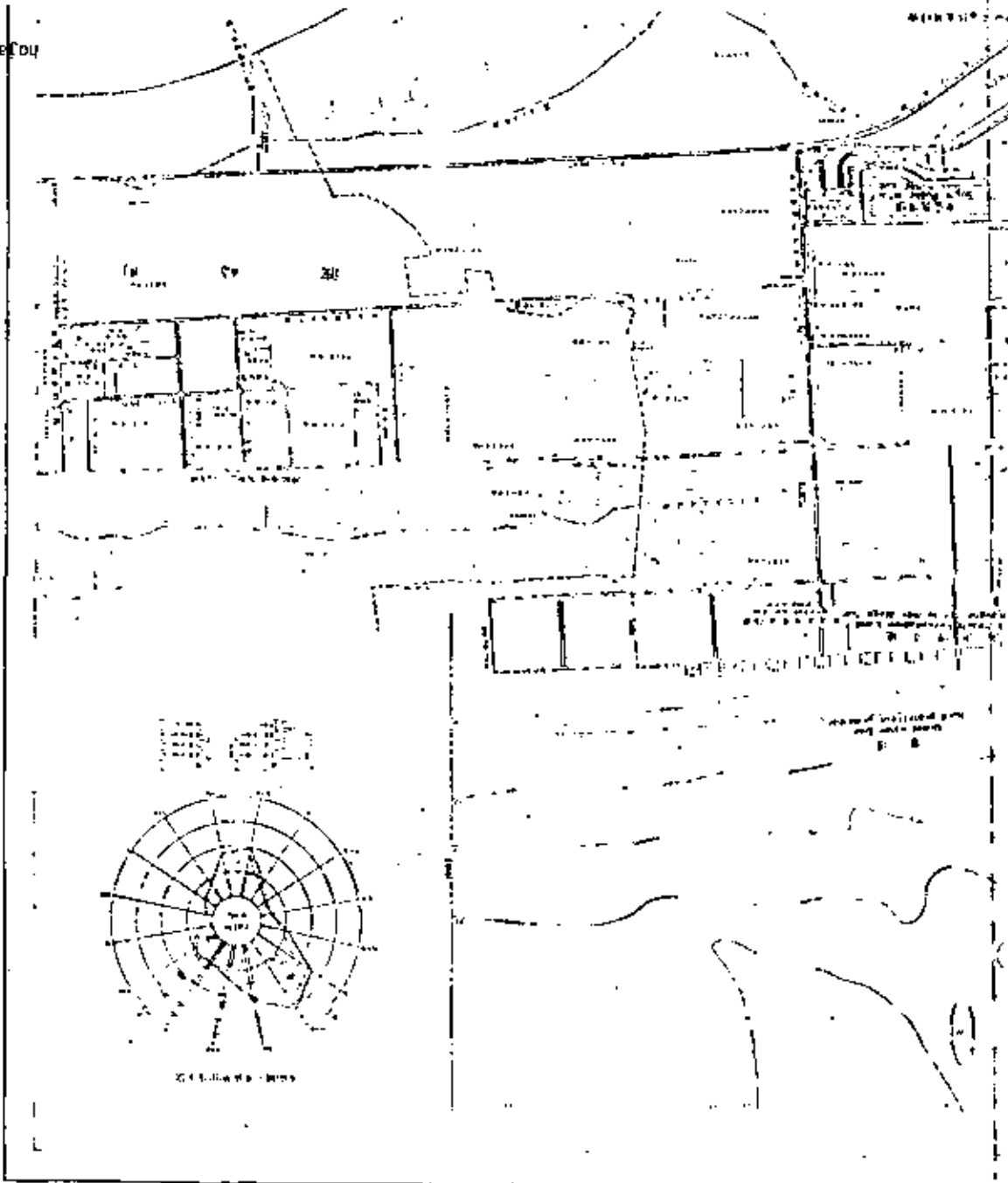
鹿島港計画平面

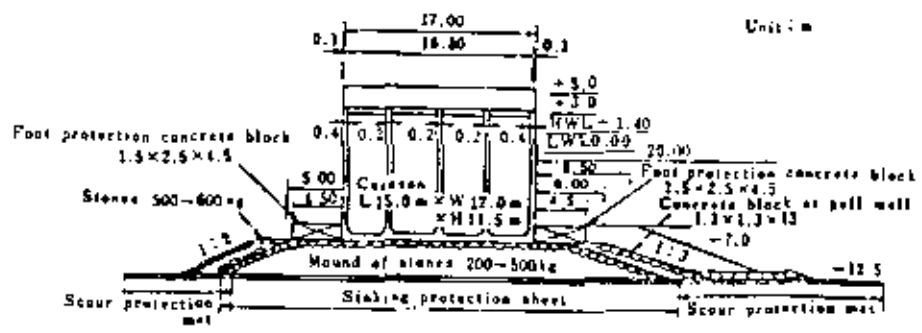
Plane of the Port of Kashima pl:

Plans du Port de Kashima

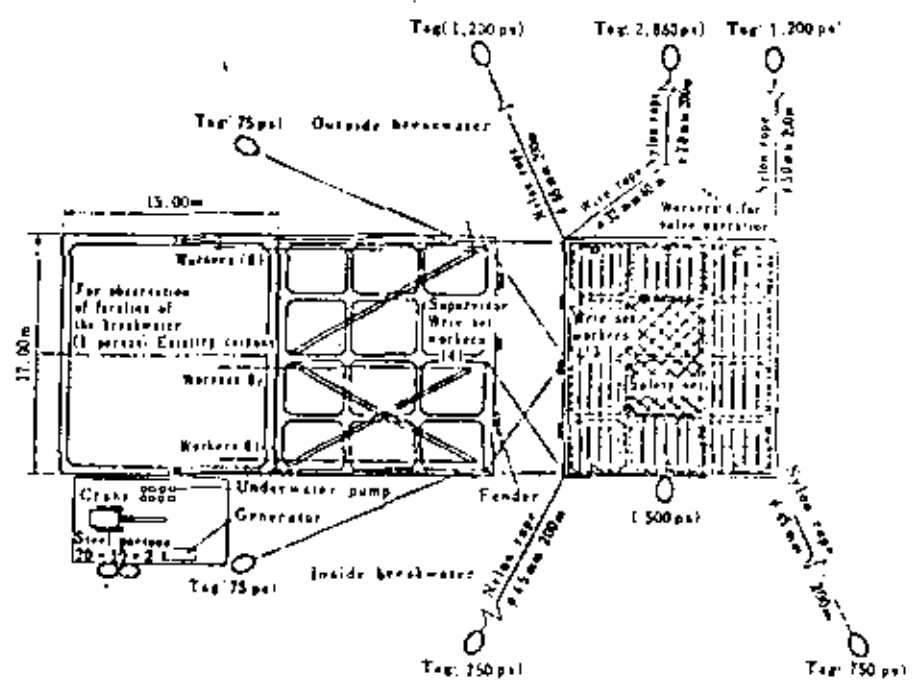
69







One of Typical Sections of the South Breakwater



Caisson Settlement Method

PUERTO DE KUANTAN, MALASIA

El Puerto de Kuantan es un puerto artificial que se localiza al sur de la costa Este de Malasia Peninsular en el Mar de China.

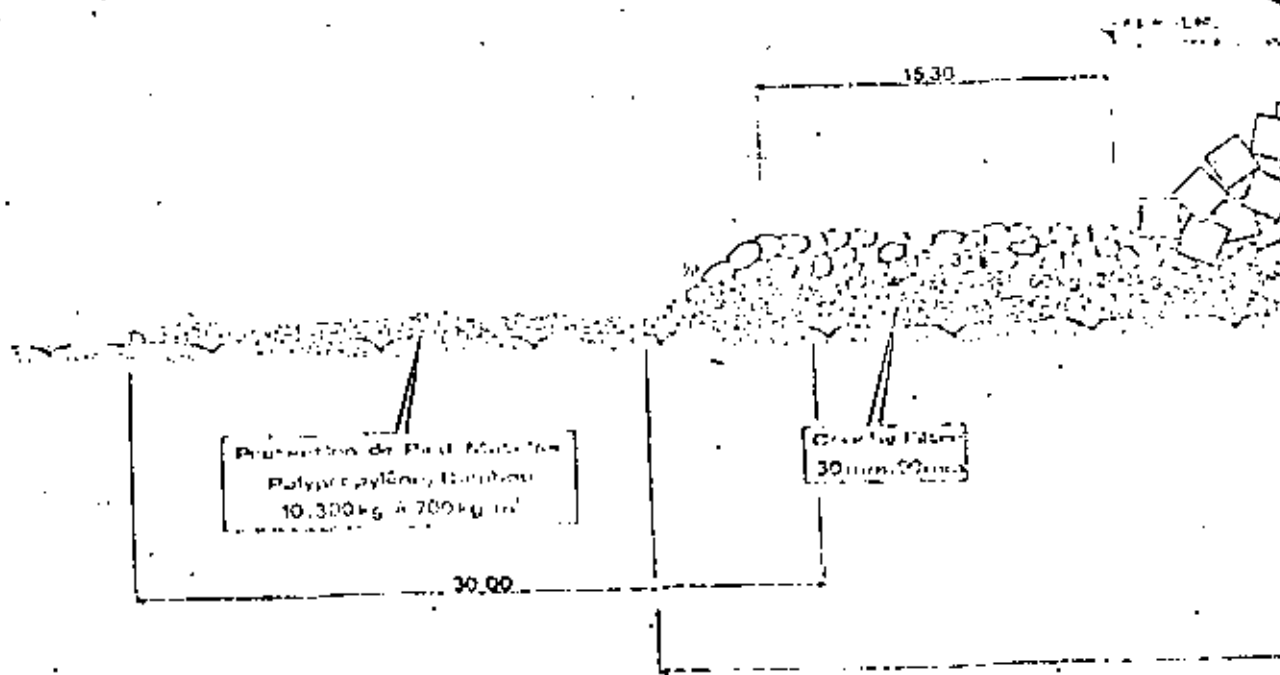
El principal objetivo de este puerto es la exportación de aceites vegetales y madera.

La protección contra los oleajes la llevan a cabo dos rompeolas a ta lud, de 1,806 y de 242 metros de longitud.

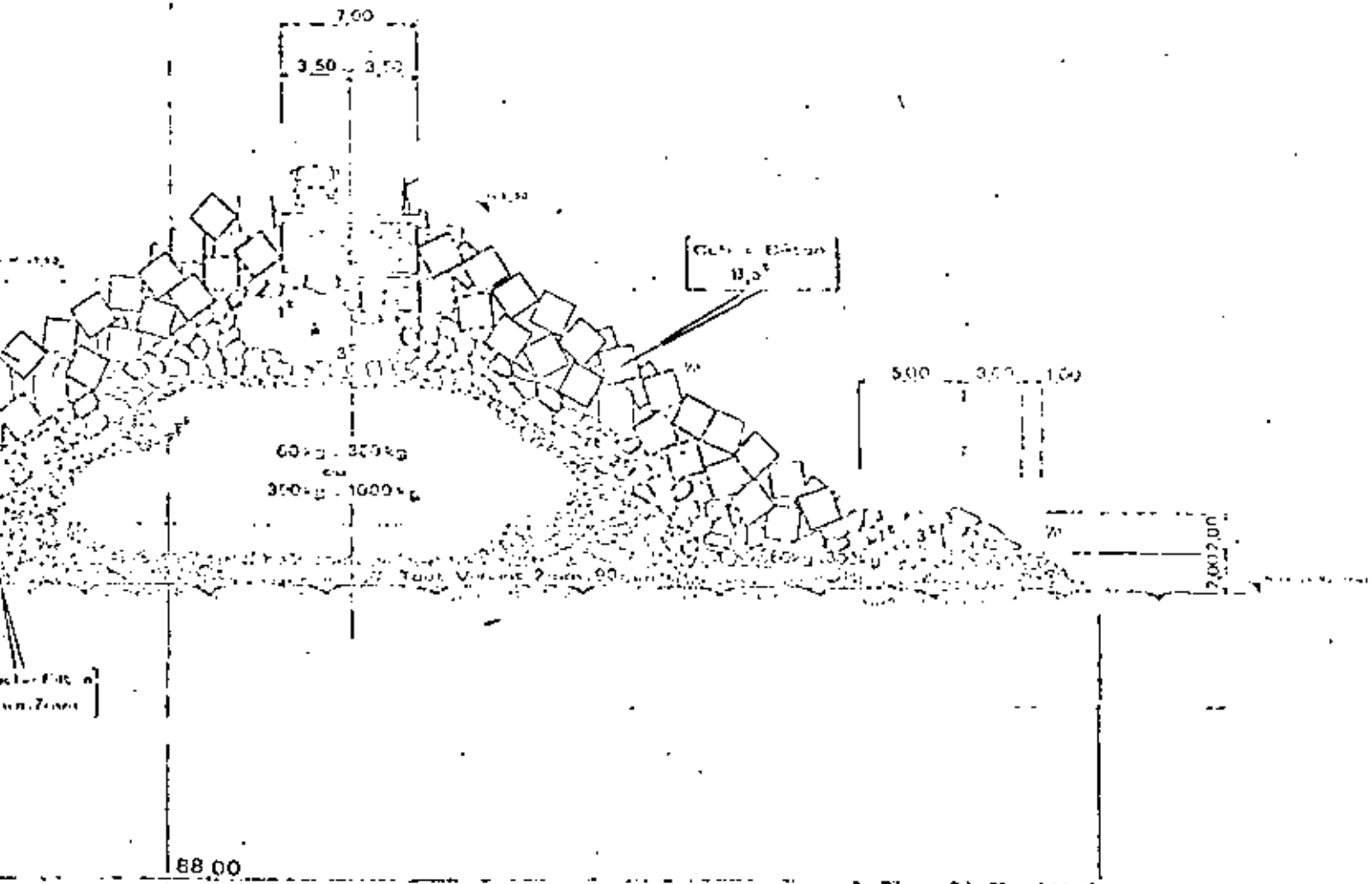
000 73

0000 M231

0000 M231
13,5°



POHIT DE KUJANTAINI



PUERTO DE MARSELLA-FOS

El Puerto de Marsella-Fos se localiza al Norte de Francia en el mar del Mediterráneo y actualmente es el principal Puerto de Francia, en lo que se refiere al volumen de carga que se mueve, y a las instalaciones con que cuenta.

Dentro del conjunto portuario Marsella-Fos, se pueden considerar dos zonas:

- El Puerto de Marsella propiamente en la ciudad del mismo nombre donde se ubica la parte más vieja del Puerto que fué fundado en el año 600 A.D.C.
- El Puerto de Fos, en el Golfo de Fos, considerado la zona portuaria de Marsella-Fos, en su última fase de expansión que corresponde a la Era de la Gran Industria.

El área portuaria de Marsella cuenta con instalaciones públicas y privadas, reservadas a las operaciones comerciales, así como para reparaciones navales, la pesca, recreo y movimiento de hidrocarburos.

En esta área se cuenta con 138 posiciones de atraque en operación teniendo una longitud total de muelle de 18 134 metros de los cuales 3,388 metros están destinados para reparaciones navales.

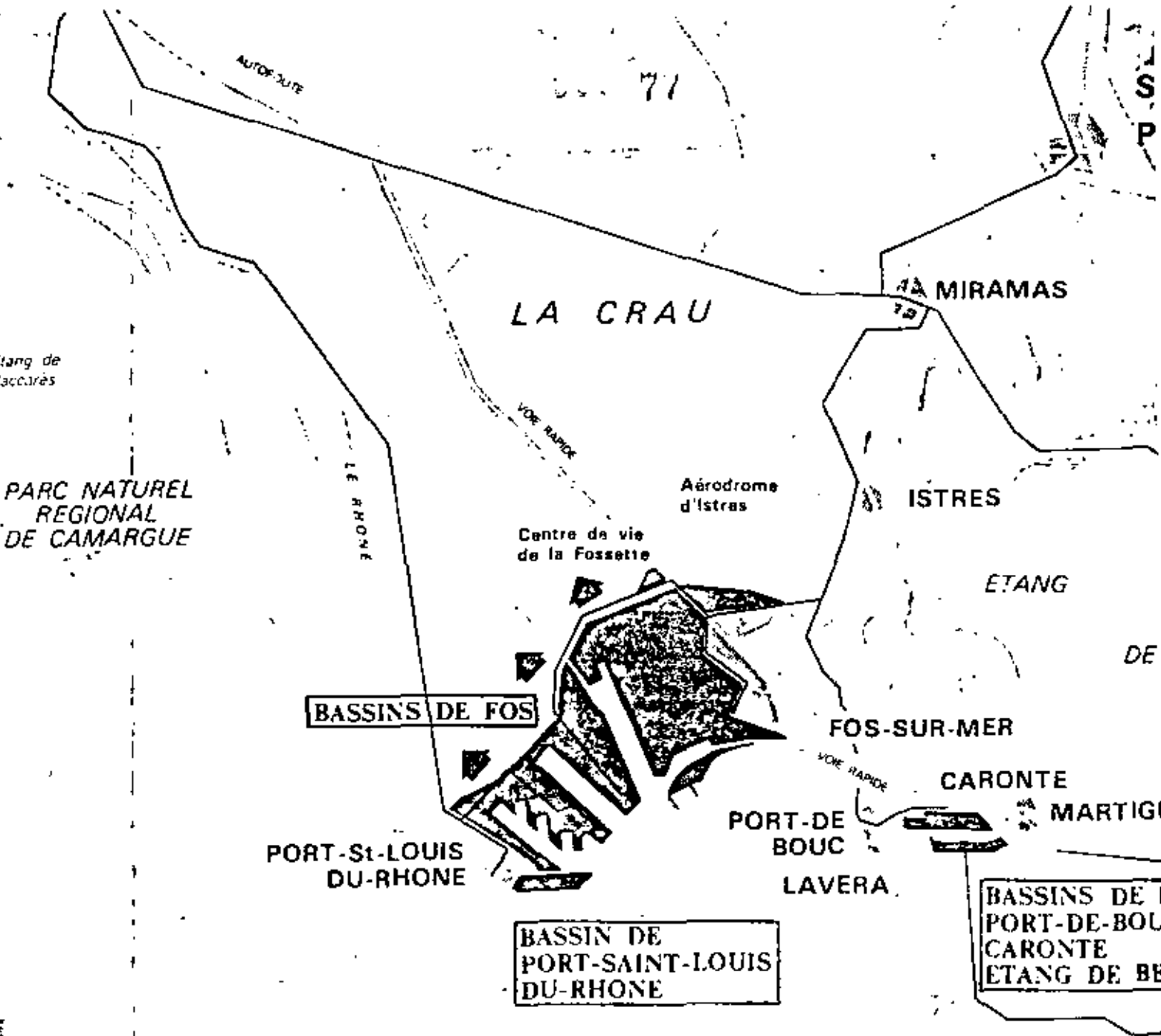
Area portuaria de Fos

Dado que el área portuaria de Marsella no permite una expansión del Puerto para cumplir con los nuevos requerimientos planteados en esta zona, por lo que se construyó la zona Industrial y Portuaria de Fos que tiene por objeto crear un polo de desarrollo en el Mediterráneo Frances lo suficientemente grande.

Las instalaciones portuarias en Fos, son principalmente para --satisfacer tres tipos de carga: Petróleo, Minerales y Contenedores .

La longitud total de muelle con que se cuenta, es de 4 612 metros, con profundidades mayores de 10 metros en un 95% de los muelles, siendo factible recibir buques petroleros hasta de 400,000 TPM.

Por las condiciones físicas favorables del Golfo de Fos, practicamente no se requieren de rompeolas para dar protección al interior al Puerto, sólo los muelles que se ubican propiamente en la parte exterior del puerto, requieren de este tipo de protección.



LES BASSINS DU PORT AUTONOME DE MARSEILLE THE DOCKS OF THE PORT OF MARSEILLES AUTHORITY

- autoroute
- motorway

- route
- road



- zone industrielle et portuaire
- existing port area and maritime industrial area

- voie rapide
- express road

- voie ferrée
- railway



- extension de la zone industrielle
- extension of Fos industrial area

ON-DE
VENCE

78

48

AIX-EN
PROVENCE

BERRE-
L'ETANG

IRE

Aéroport de
Marseille-Marignane

A 55

ERA

E

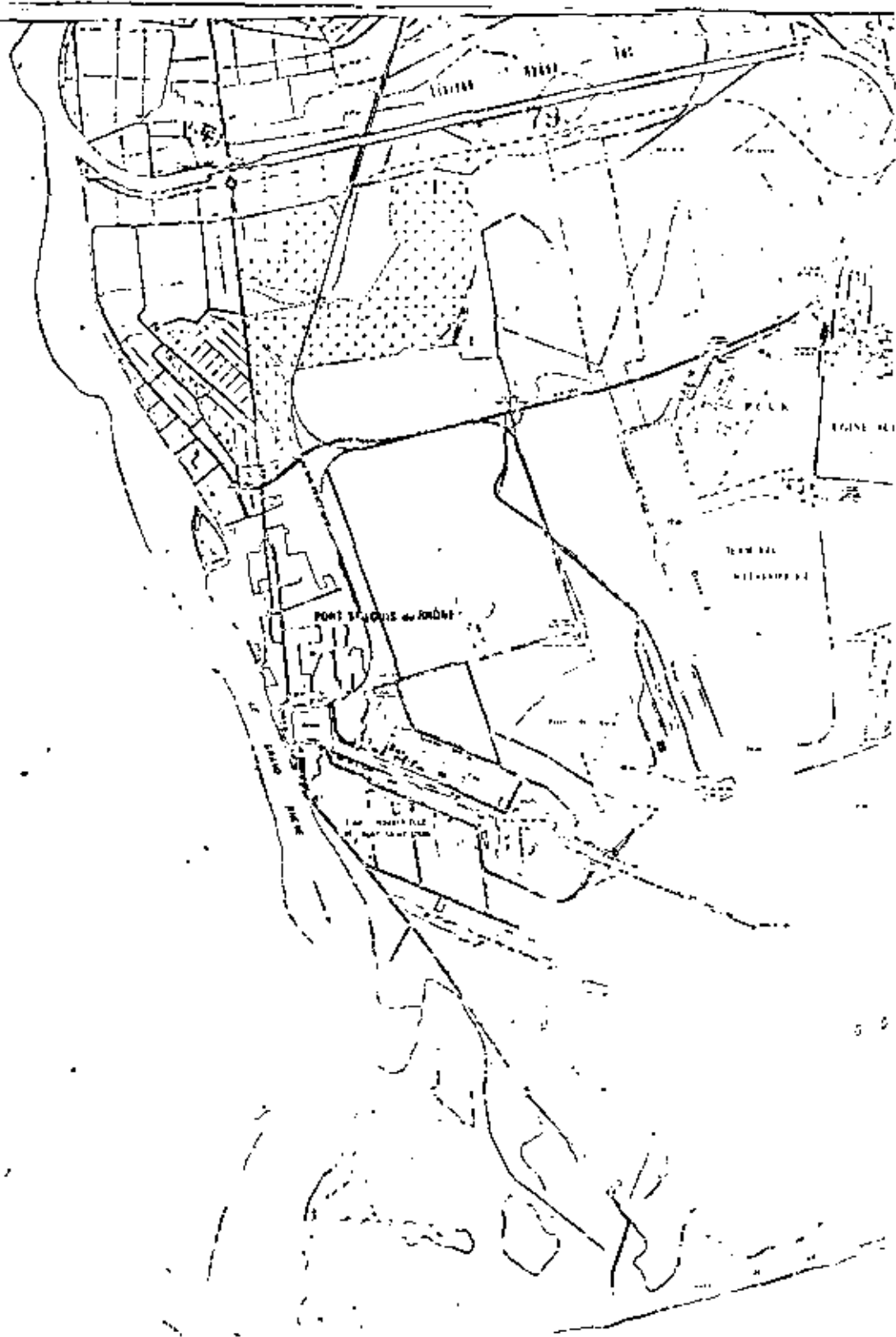
MARSEILLE

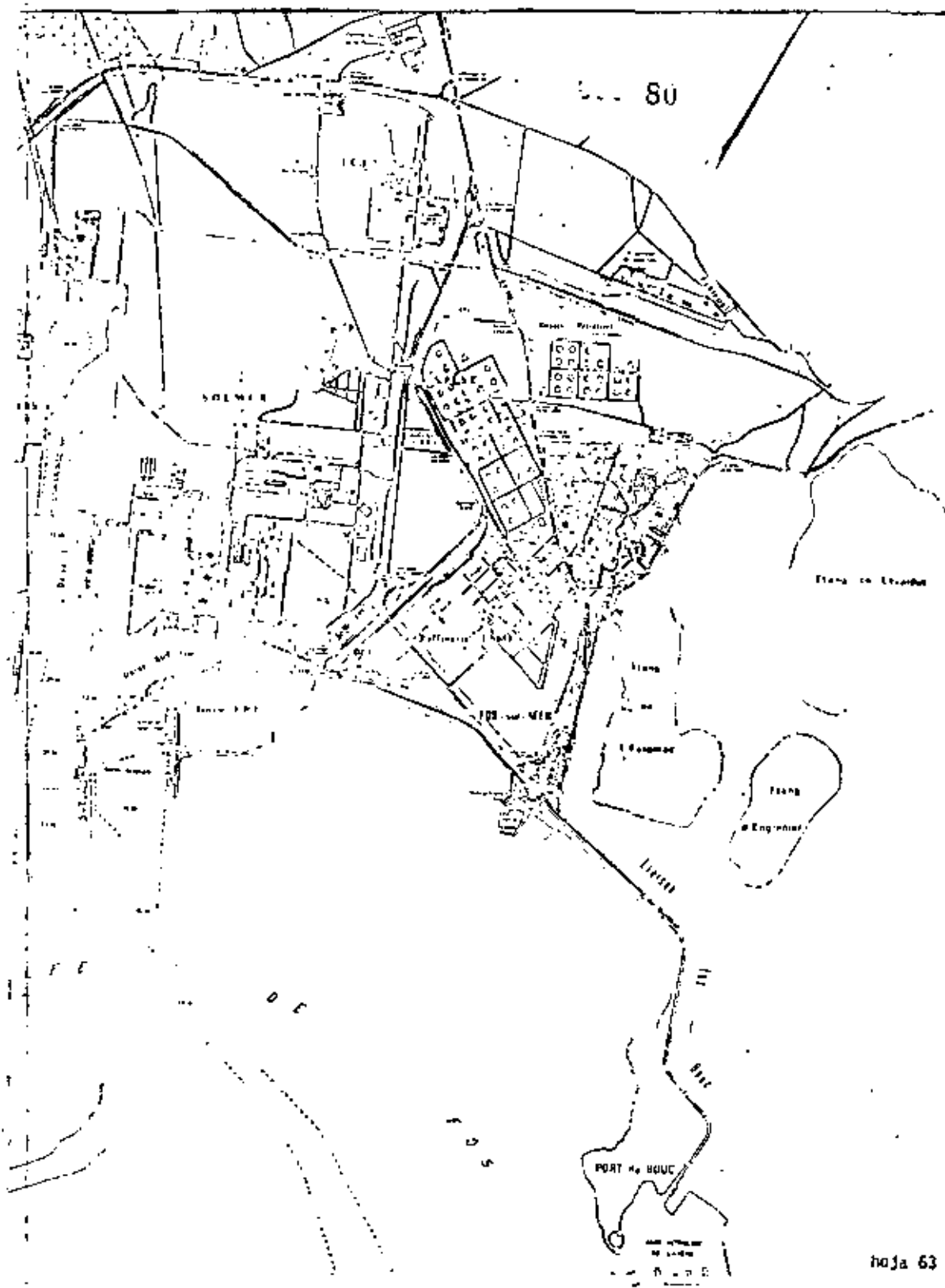
BASSINS DE MARSEILLE

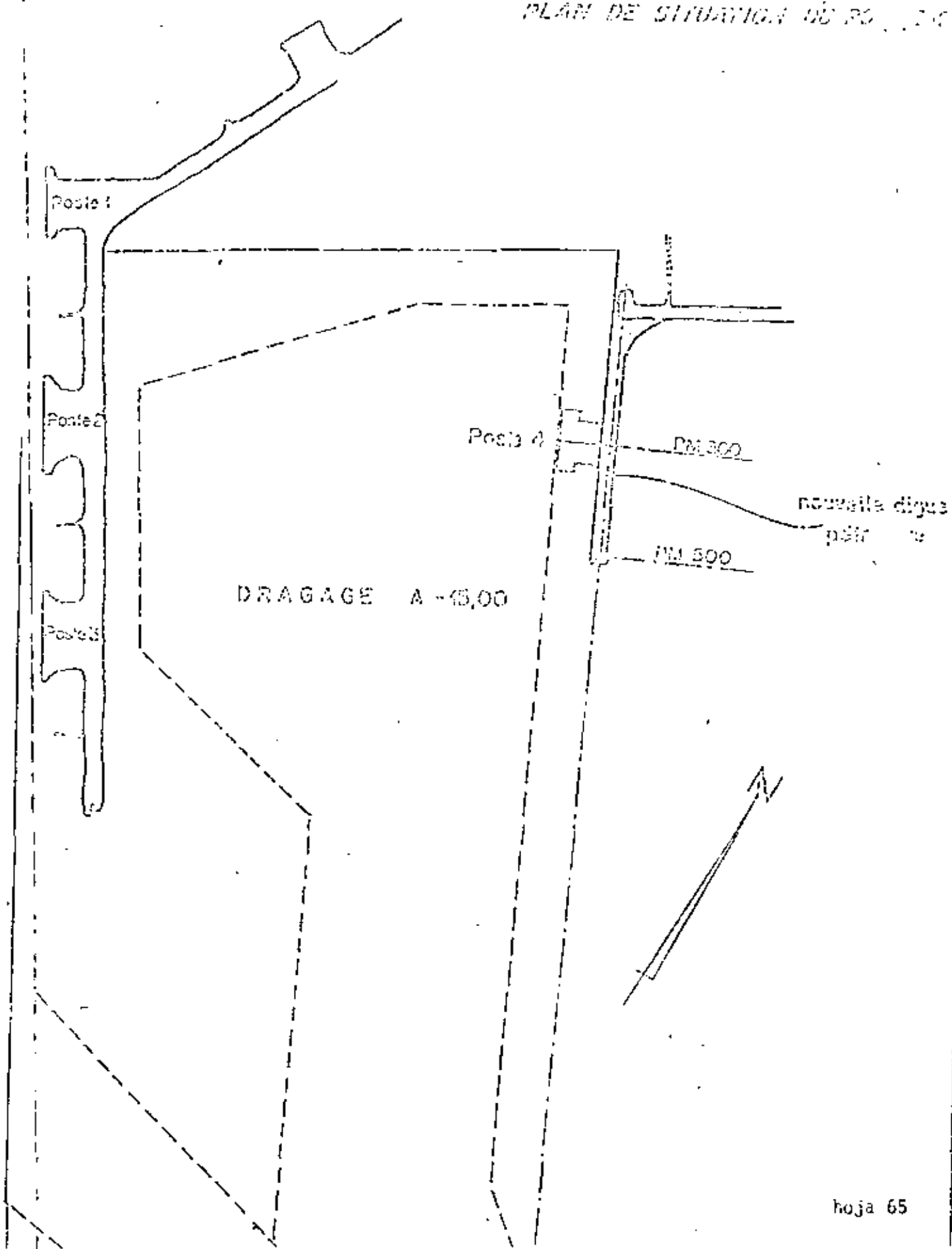
AUBAGN

CASSIS

LA CIOTAT







DESIGN OF MAIN BREAKWATER AT SINES HARBOUR

John Dorrington Meltum *

In March 1972 the author's firm in association with two Portuguese firms, Consulmar and Lusotecnica, were appointed by the Portuguese Government agency Gabinete da Area de Sines to prepare designs for the construction of a new harbour at Sines on the west coast of Portugal. The location is shown in Fig. 1. Sines had been selected as the most suitable site on the Portuguese coast for developing an industrial complex, the first phase of which was to include a new refinery served by tankers up to 500,000 DWT with later development for tankers up to 1,000,000 DWT and a wide range of other berths.

The project programme required that a study be first made of a wide range of alternative general layouts. After the client had decided on the layout to be adopted, documents were to be prepared to enable tenders to be invited for construction in January 1973. This allowed little time for development of the design for the main breakwater and for the required programme of hydraulic model tests even though a start was made on this at an early stage.

The layout of the harbour, which is exposed to the North Atlantic, is shown in Fig. 2. Most of the main breakwater is in depths of between 30 and 50 m. Analysis of wave records lead to the conclusion that the structure should be designed for a significant wave height of 11 m, which means, in these great depths of water, that the breakwater can be subject to individual waves in excess of 20 m. The model tests were reported by Morais in a paper presented to the 14th International Coastal Engineering Conference in 1974, being completed only in August of that year when construction of the root of the main breakwater was already well advanced. The final design is based upon flume tests with irregular waves but the design shown in the tender documents had to be based on tests in a wave flume which could only produce regular waves. Dolos units form the main armour (see Fig. 3).

Considerable changes were also made in the breakwater cross-section due to acceptance by the client of a proposal by the contractor (Societa Italiana per Condotte d'Acqua S.p.A.) to widen the breakwater crest. The purpose of this is two-fold; the extra width simplifies the structural arrangements for supporting the oil pipe-lines which serve the three oil berths and it also gives more space for constructional equipment. Further changes arose from the

* Partner in the firm of Bertlin and Partners, Consulting Engineers of Redhill, Surrey, U.K.

irregular wave flume tests. The three main stages of the development of the design may be compared in Figs. 4, 5 and 6 which show respectively the tender design, the contractor's alternative cross-section and the final design.

The two zones which had to be modified as a result of the irregular wave tests were the crest and the toe of the armour slope. The main Dolos armouring of 40 tonne nominal weight (actually 42 tonne) units placed at a slope of 1:1.5 determined in the later stages of testing with regular waves was not subsequently changed. However, as might be expected, the irregular wave tests showed that overtopping was more severe than had been shown by the regular wave tests and the forces on the wave wall were also increased. At the toe of the armour an additional zone of heavy rock of 15-20 tonnes weight had to be introduced and the profile altered.

The design of the Dolos units is shown in Fig. 3. They have a waist ratio of 0.35 and fillets are provided to reduce stresses and development of cracks at the junction between the trunk and the leg. They are not reinforced. Concrete has a 28 day cube strength of 400 kg f/sq. cm. and is made with a pozzolanic, low heat, cement.

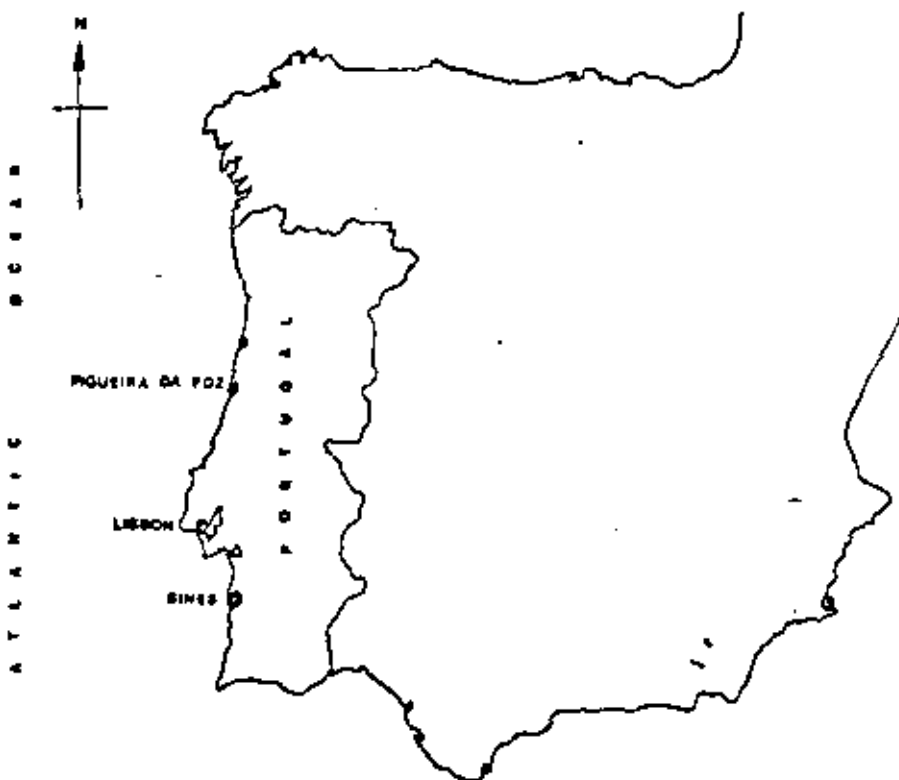


FIG. 1

II. TIPOS DE ELEMENTOS DE CORAZA.

- USO DE FAJINAS EN EL DESPLANTE DEL ROMPEOLAS



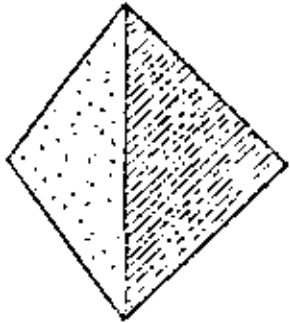
CUBE



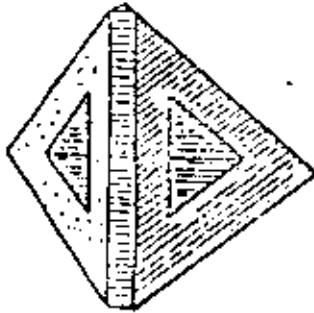
CUBE A RAINURES



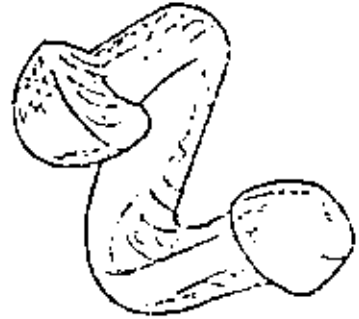
CUBE MODIFIE



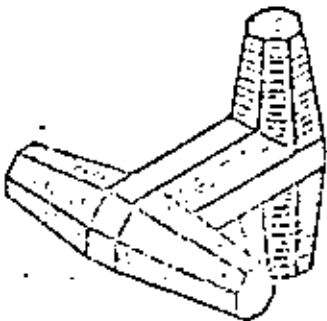
TETRAEDRE



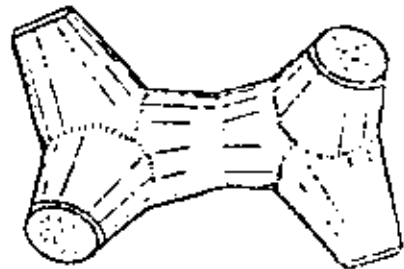
TETRAEDRE CREUX



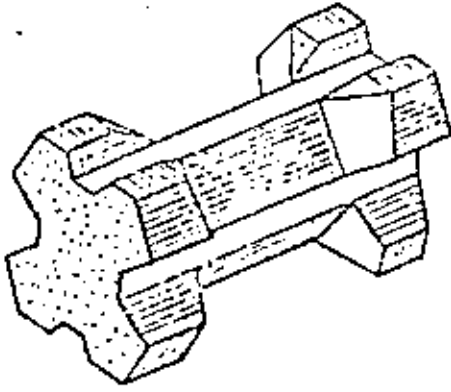
DINOSAURE



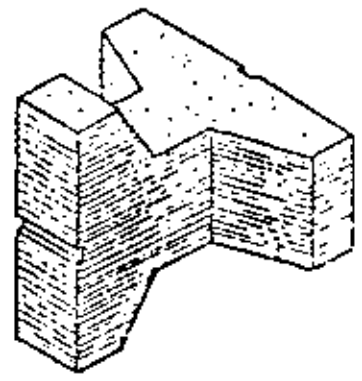
DILOS



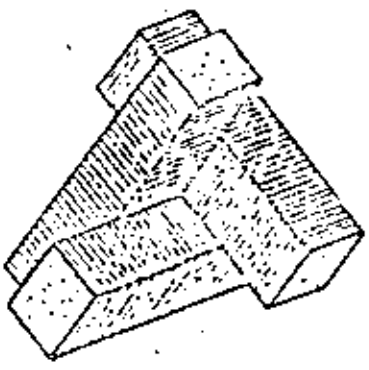
MEXAPODE



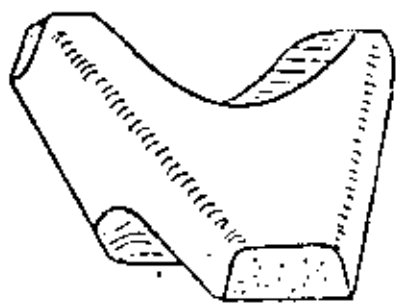
BLOC A ENCASTREMENT



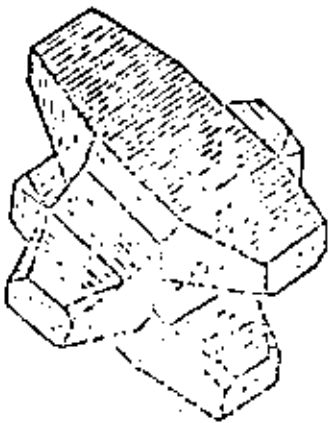
AKMON



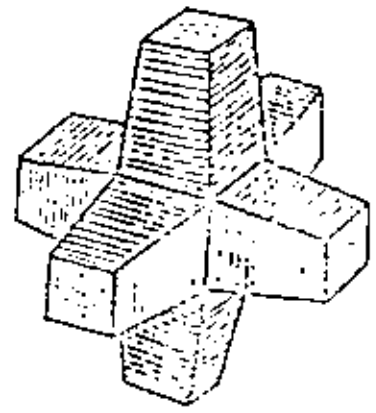
TRIPODE (Japon)



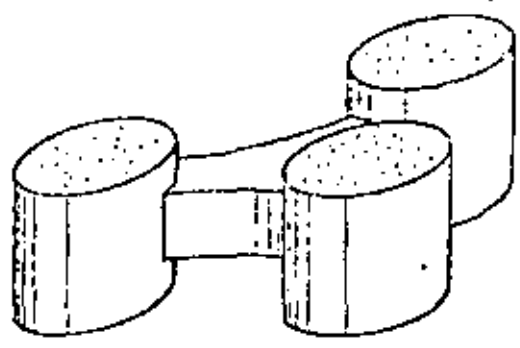
STABIT



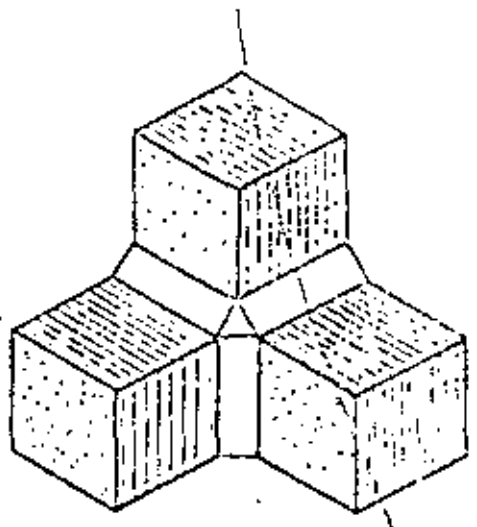
ACCROPODE



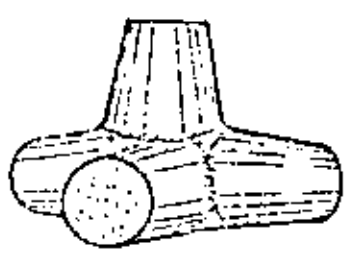
HEXAPODE



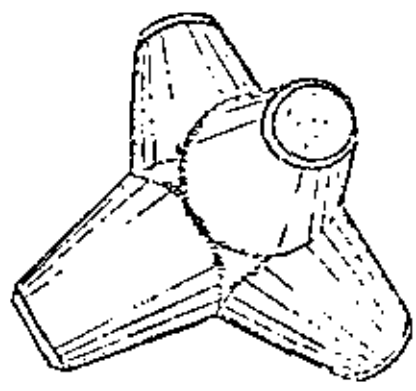
TRIBAR



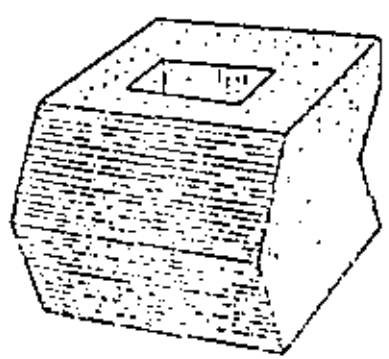
TRIPODE



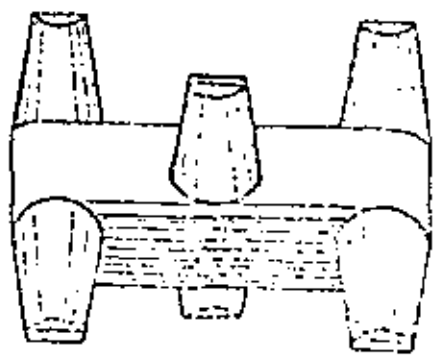
QUADRIPODE



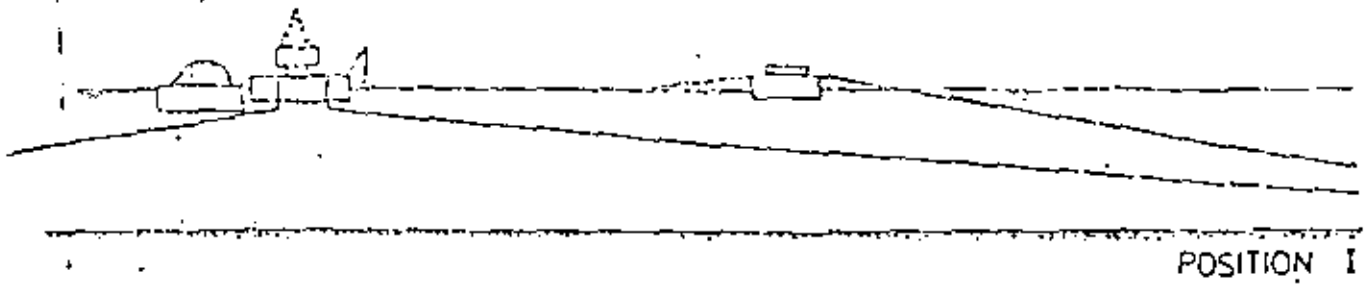
TETRAPODE



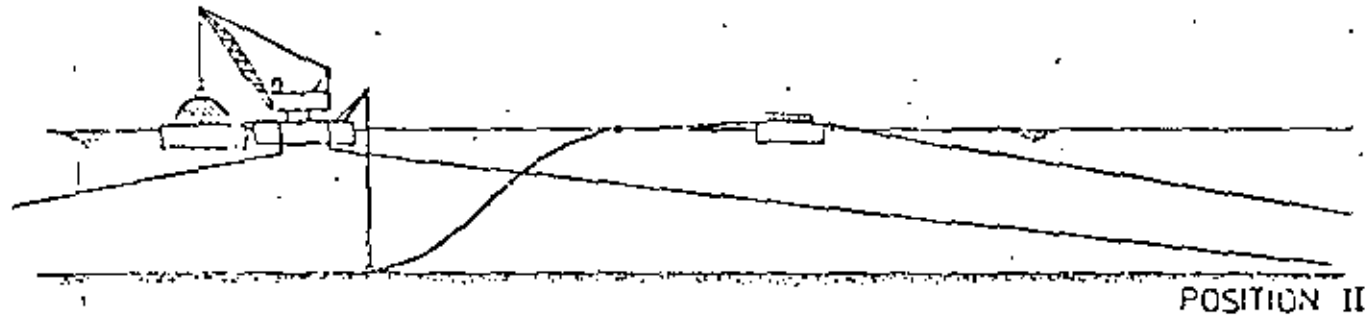
SVEE BLOCK



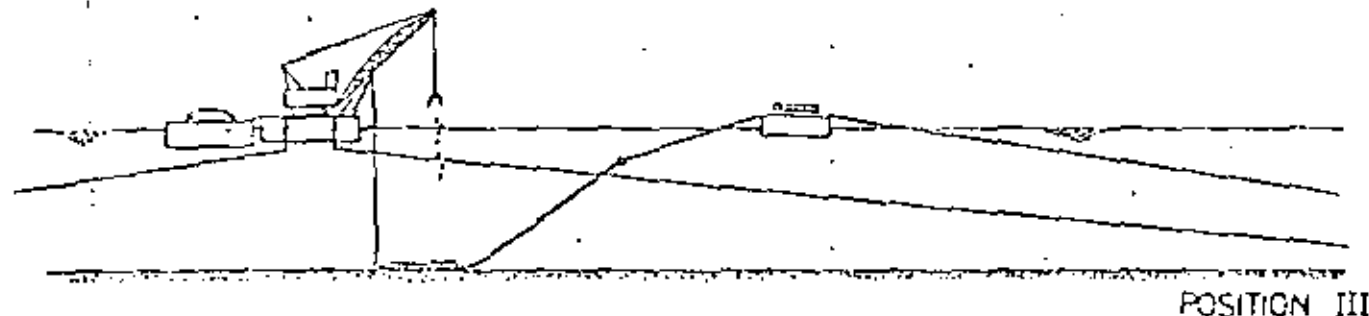
BLOC A 6 BRANCHES



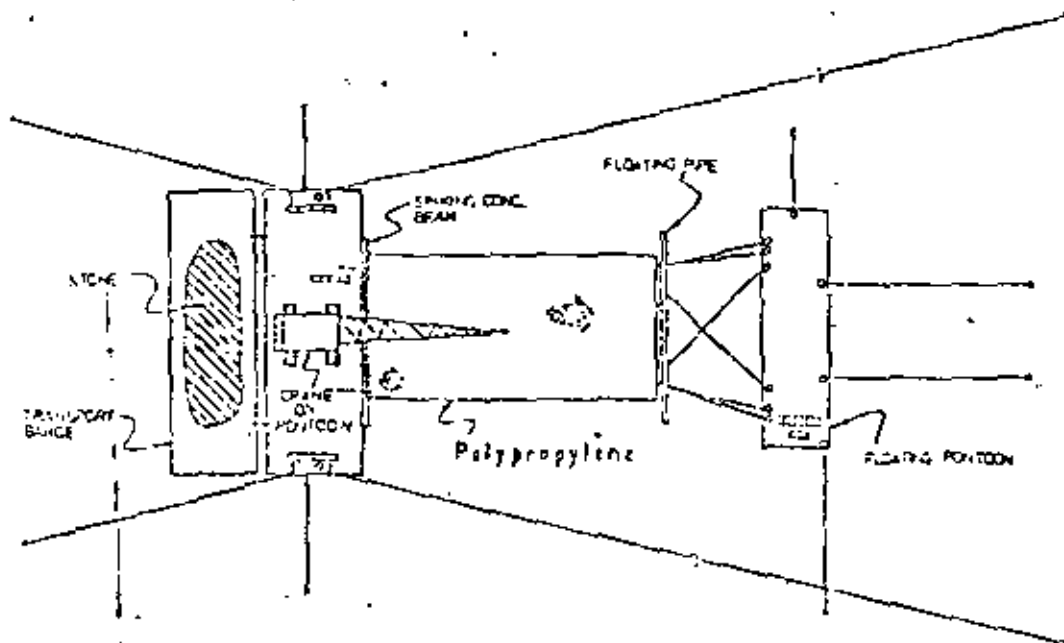
POSITION I



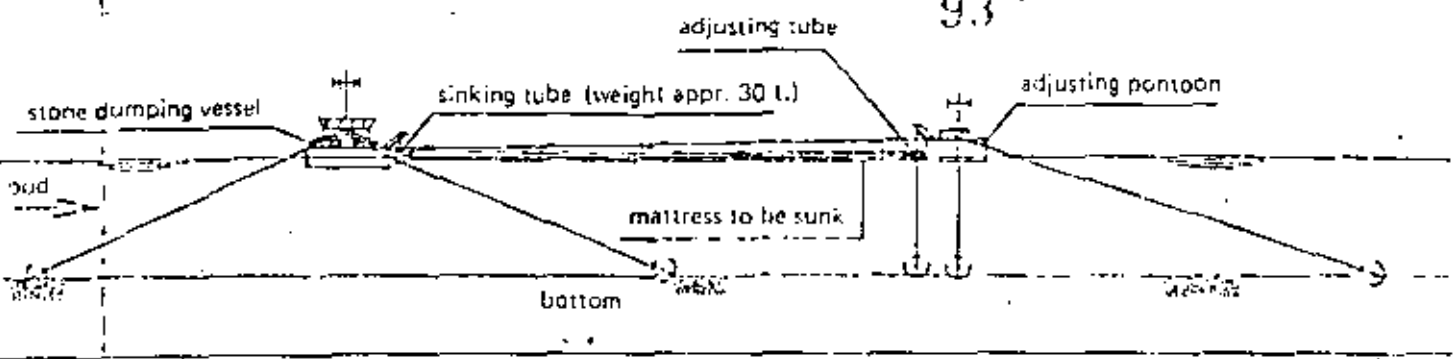
POSITION II



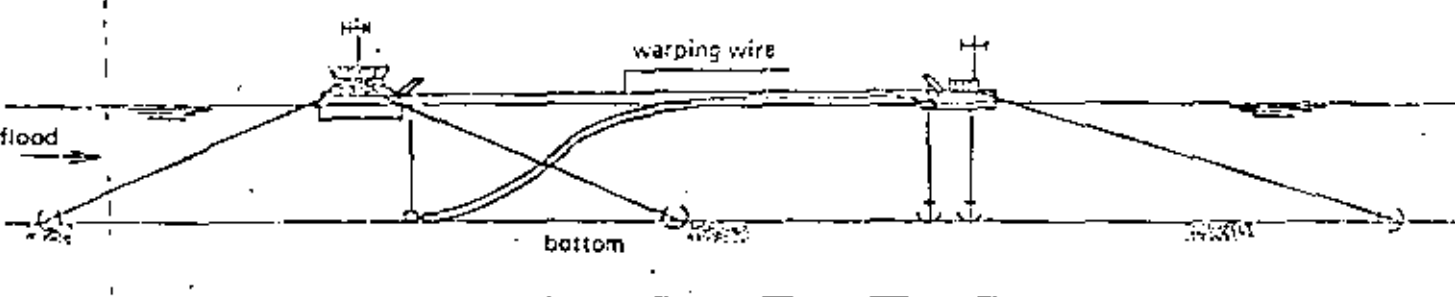
POSITION III



TAPIS ANTIAFFOUILLEMENTS - MISE EN PLACE

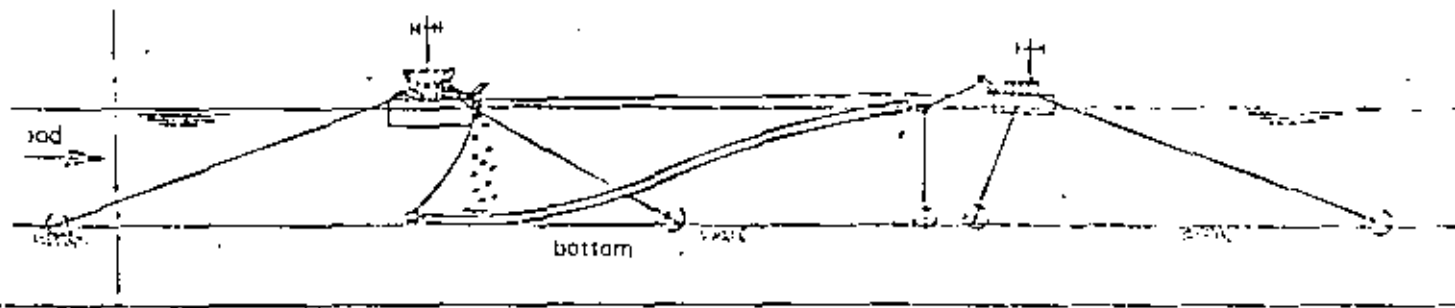


PHASE 2 sinking of the sinking-tube



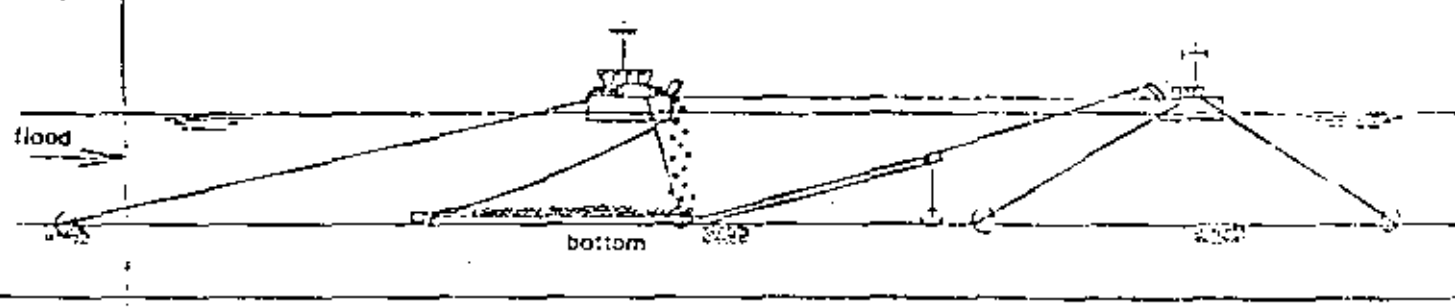
PHASE 3 shifting and start of stone-dumping

shifting of the adjusting-pontoon

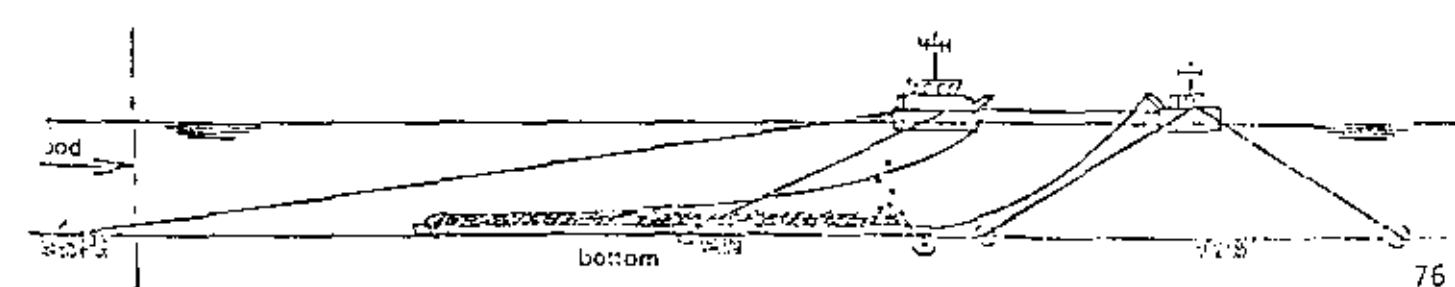


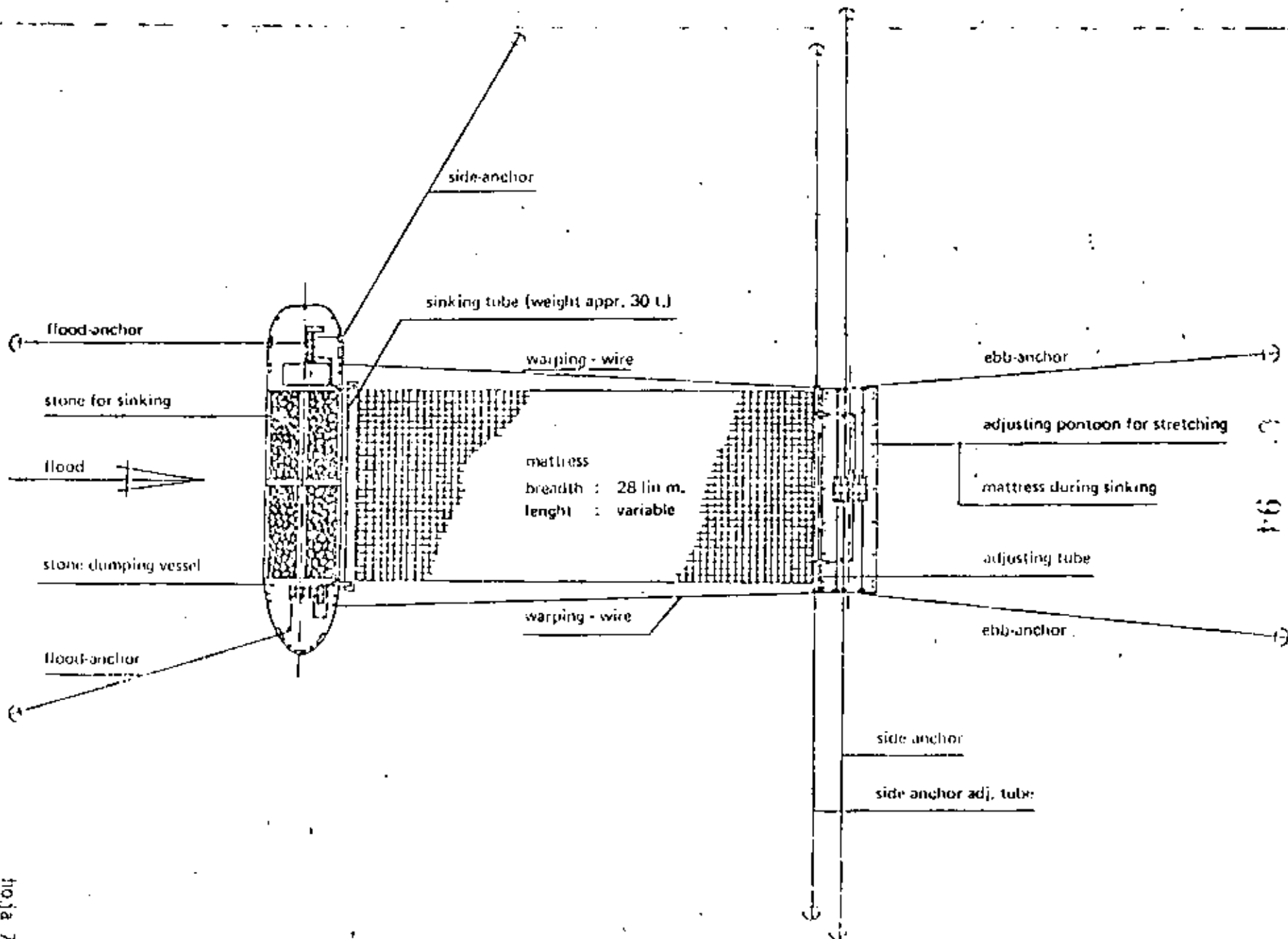
PHASE 4 stone-dumping continued

sinking of adj. tube adj. pontoon in position to stretch the mattress

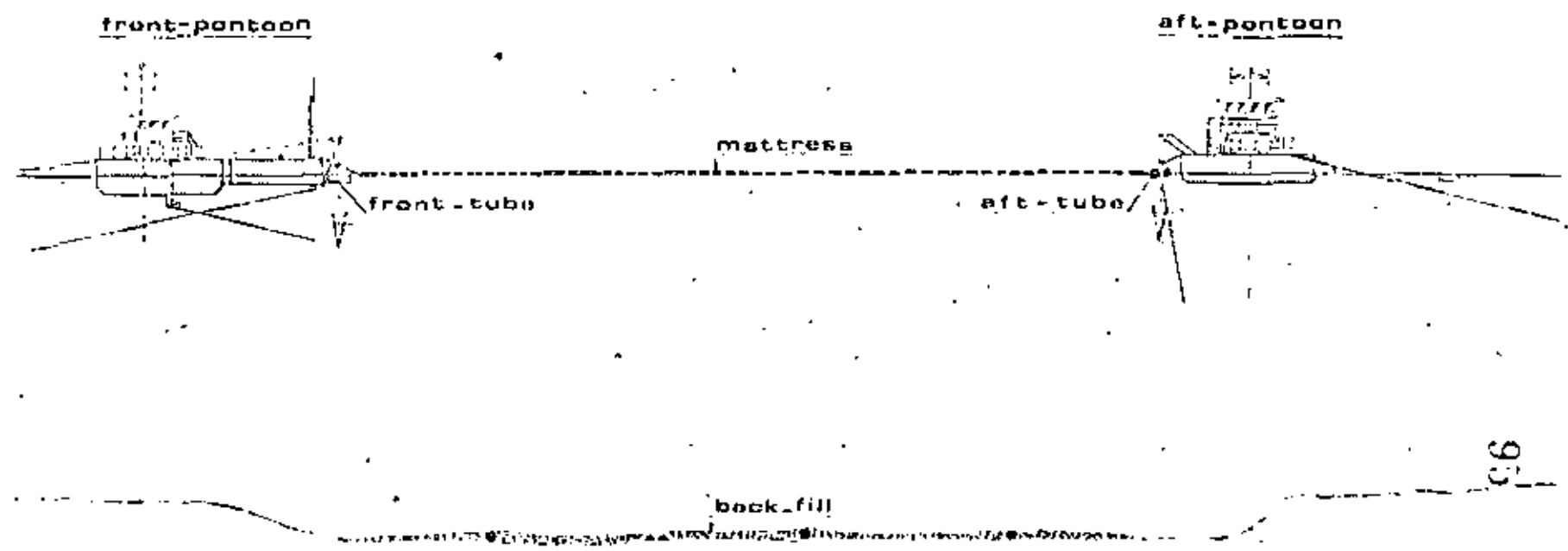


PHASE 5 sinking of mattress completed

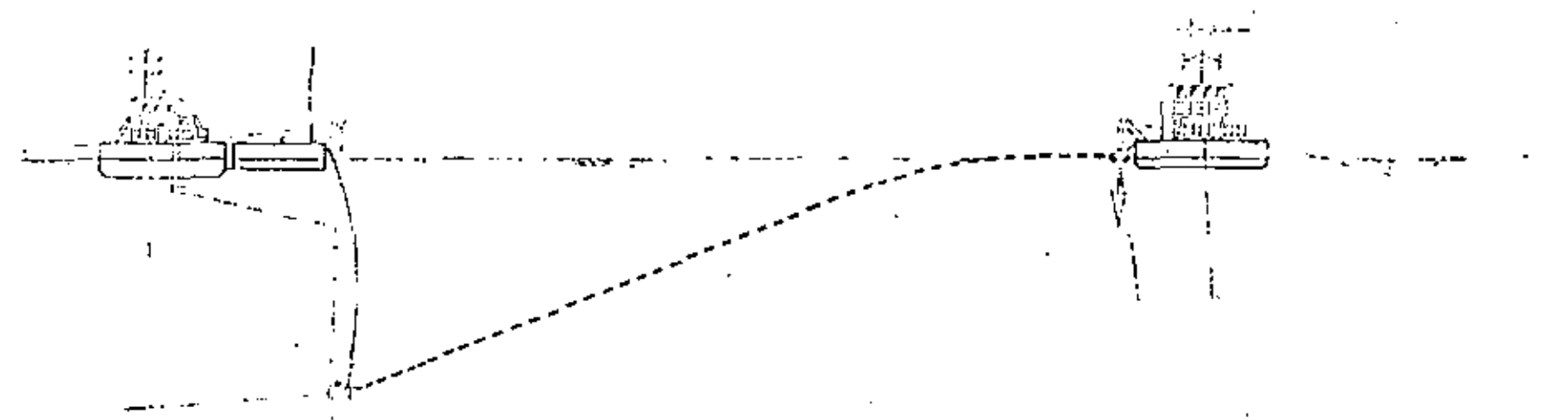




PHASE



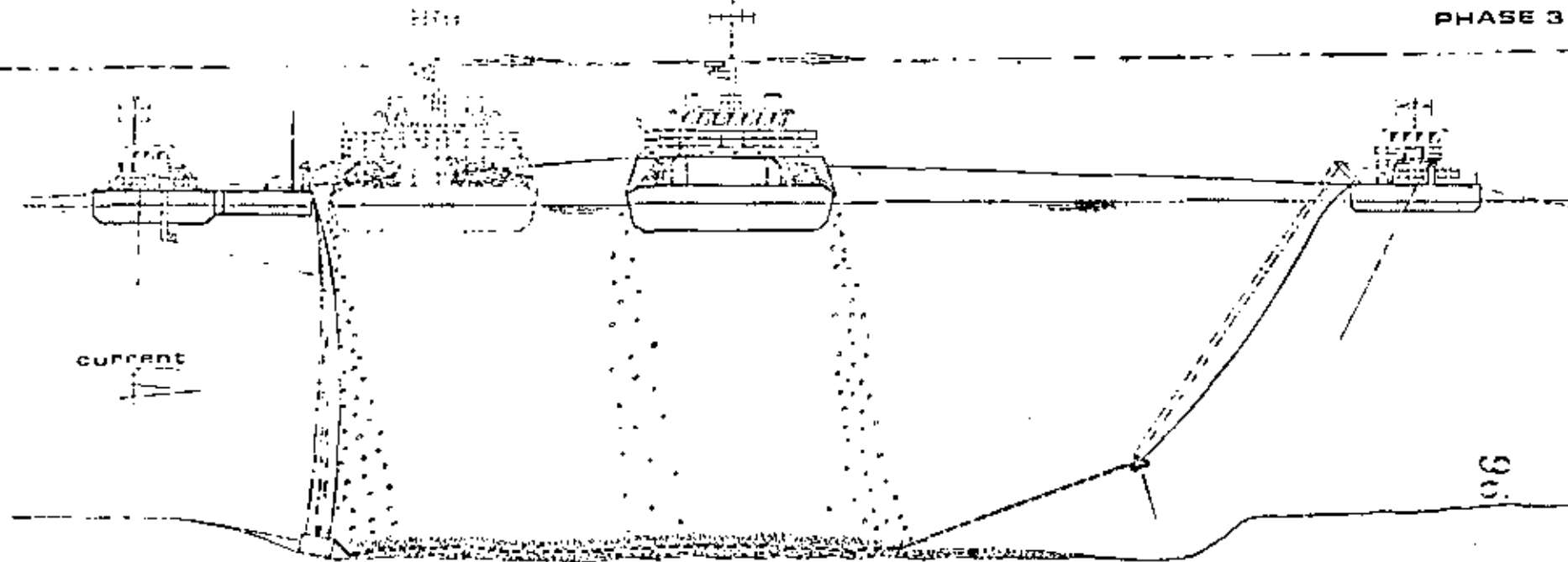
PHASE 2



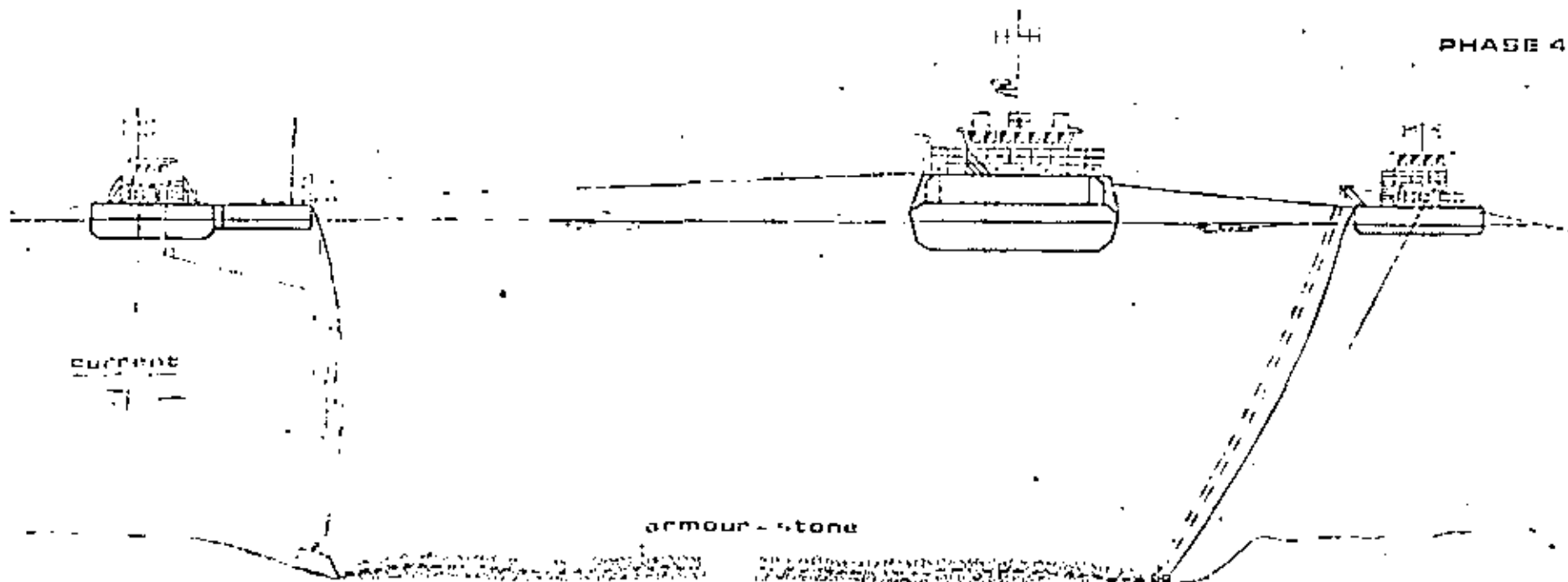
SECUENCIA DE COLOCACION DE FAJINA CON DOS PONTONES

stone-dumping-vessel

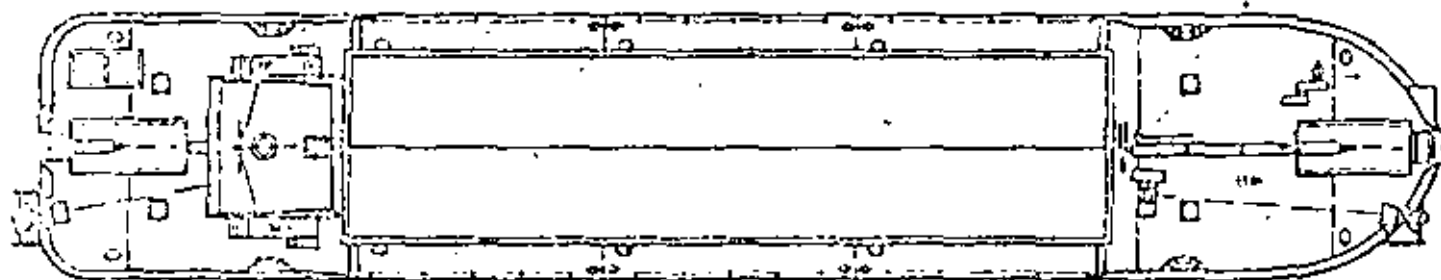
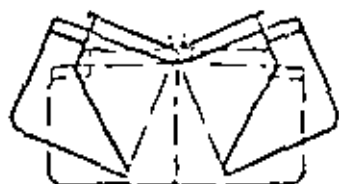
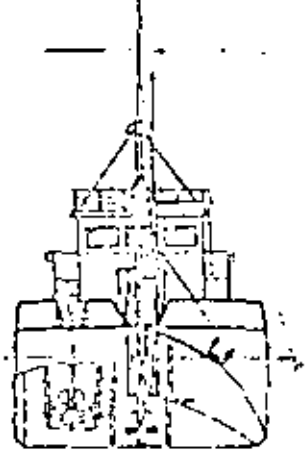
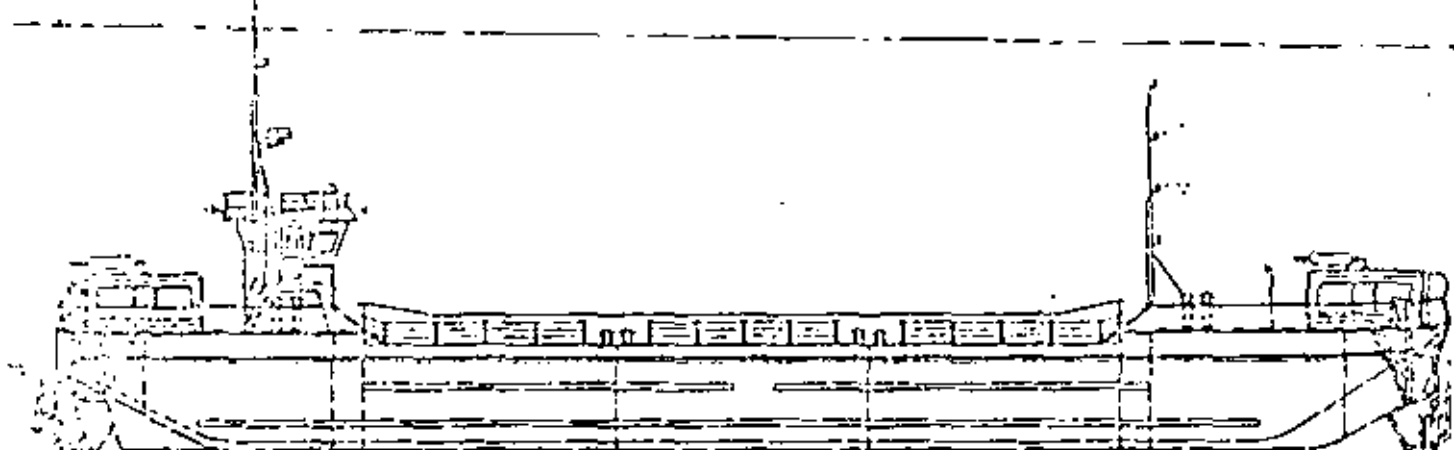
PHASE 3



PHASE 4



III. EQUIPOS EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCION DE ROMPEOLAS



HYDROCLAPPE

93

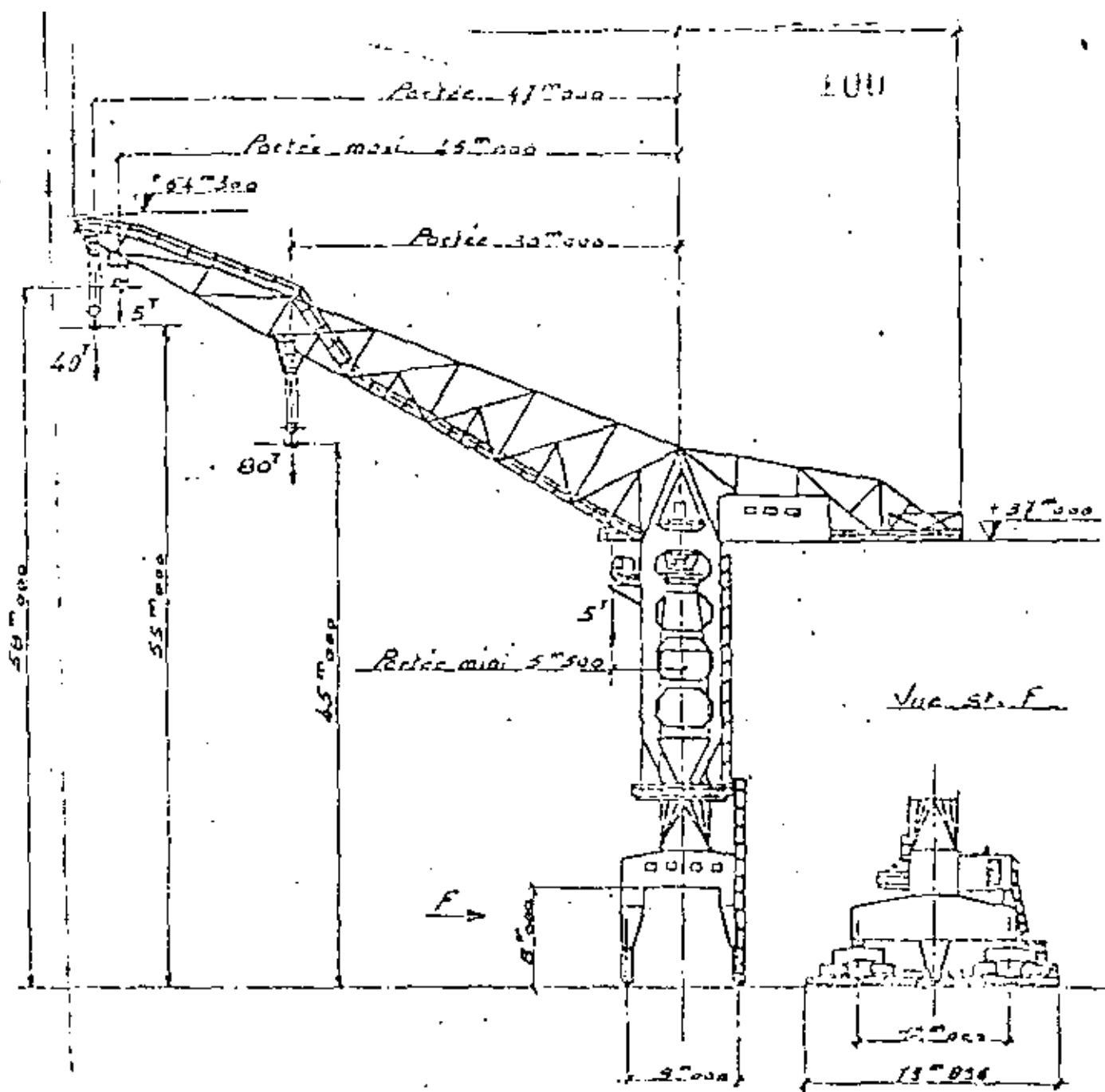
PRINCIPAL DATA

Length over all	35.00 m
Length in hull	31.00 m
Beam	4.00 m
Depth	4.00 m
Displacement surfaced	1,000 t
Displacement submerged	1,000 t

PROPULSION

1 SCHIFFEL VERBODEN LUCHT
 1000 HP 1000 CV
 1000 CV 1000 CV
 1000 CV 1000 CV
 1000 CV 1000 CV
 1000 CV 1000 CV
 1000 CV 1000 CV

1 SCHIFFEL HYDROPROPULSION
 1000 HP 1000 CV
 1000 CV 1000 CV



Vitesse de Levage 40T. 8"/mn.

80T. 4"/mn.

Vitesse de Translation 15,6"/mn.

Vitesse de Rotation 0,3"/mn.

Alimentation courant continu. 240 volts par groupe électrogène.

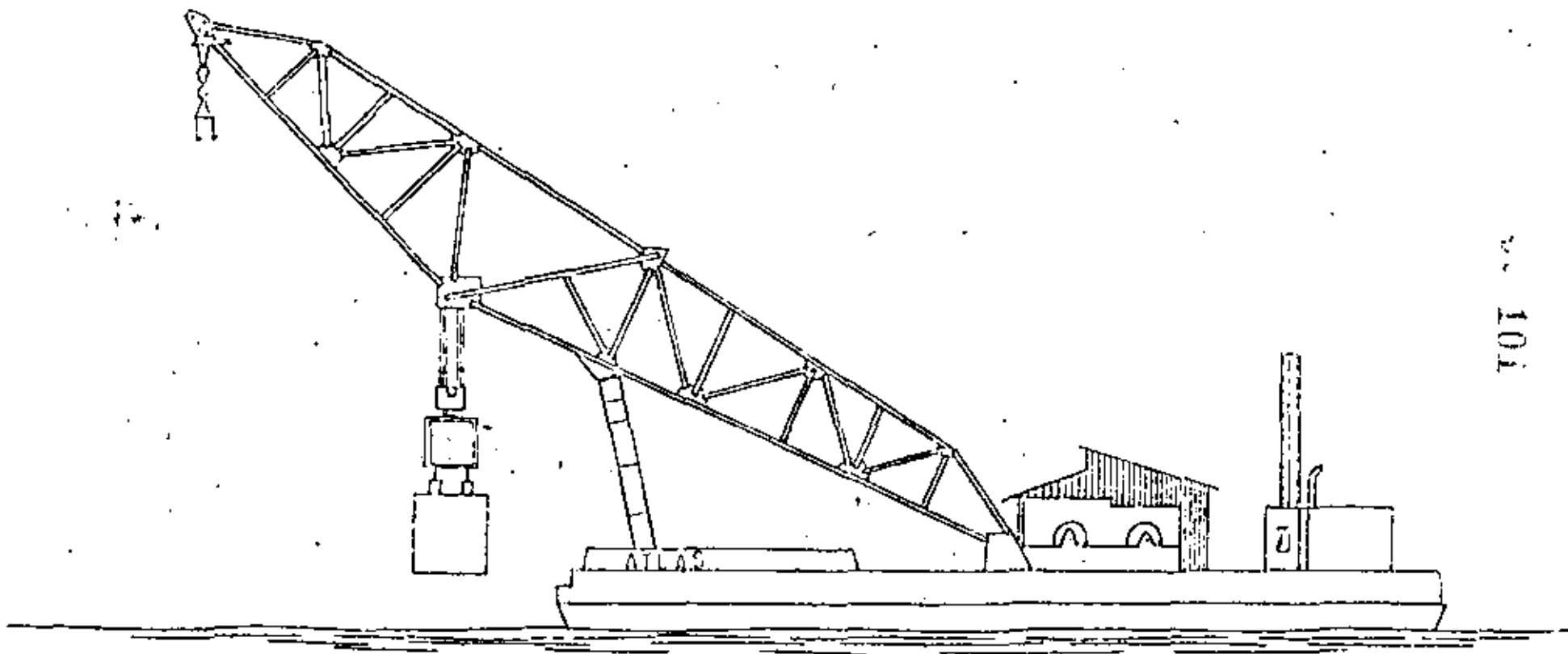
Chariot auxiliaire de 5T

Vitesse de levage 15"/mn.

Vitesse de direction 30"/mn.

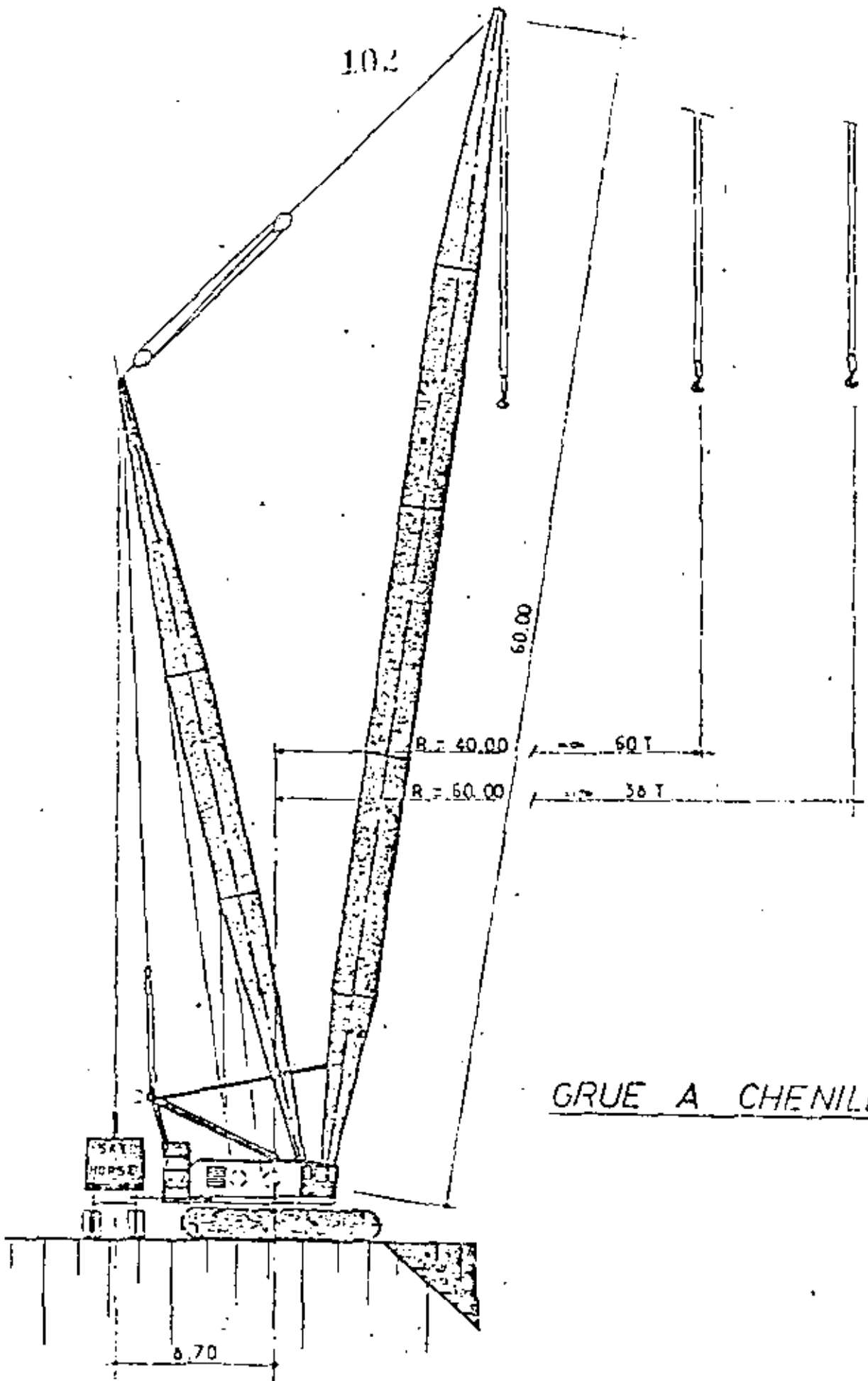
GRUE DE 80t. 40t. 5t. SUR RAILS

PONTON A MATURE de 450 T



no 101

10.2



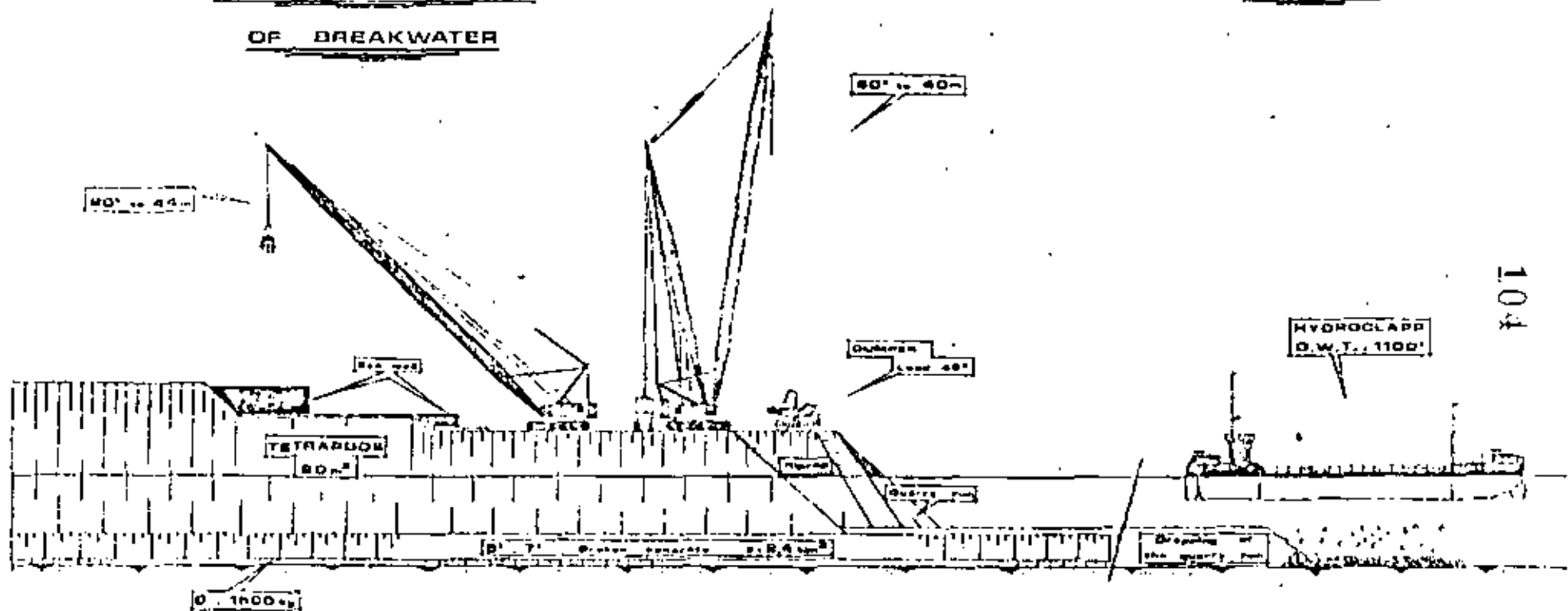
GRUE A CHENILLES

IV. SECUENCIA EN LA CONSTRUCCION DE ROMPEOLAS

PROGRESSING CONSTRUCTION

OF BREAKWATER

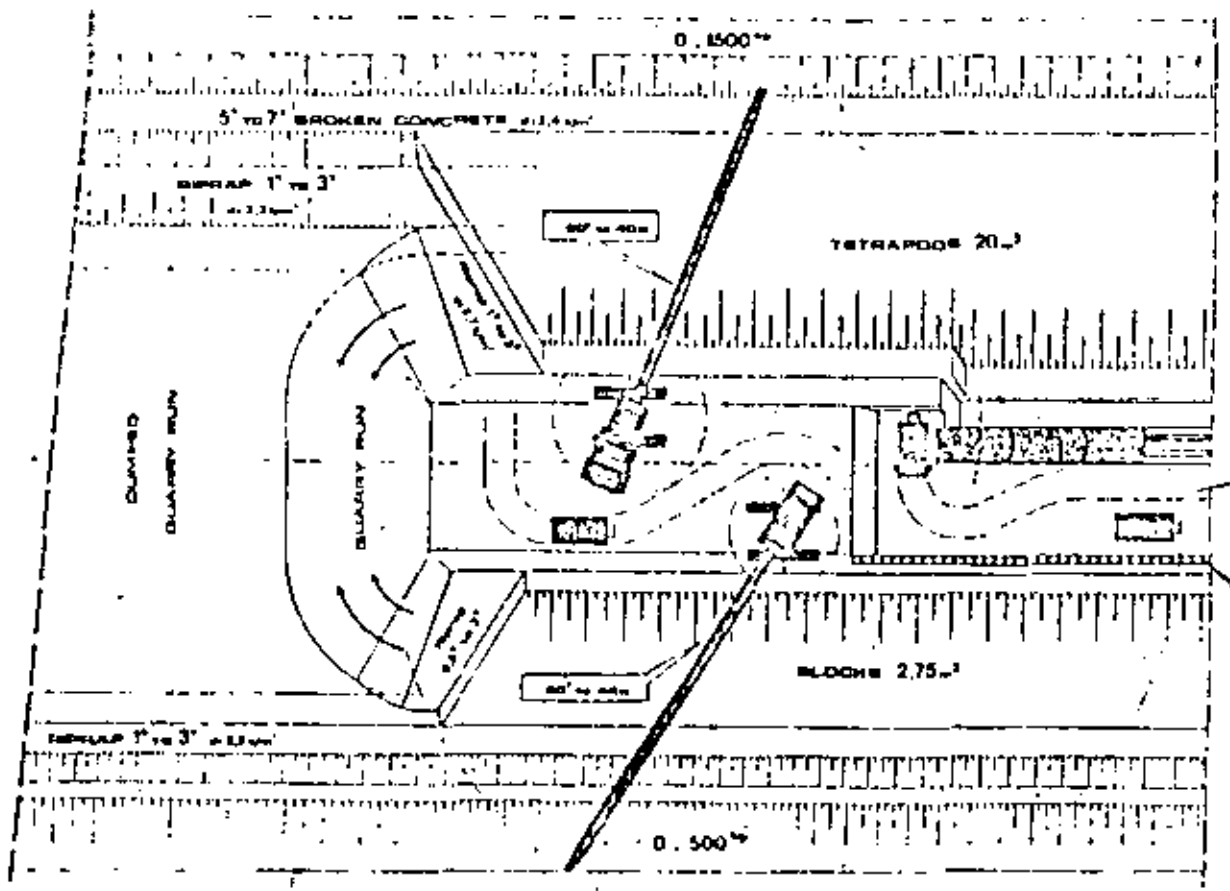
JORF LASFAR HARBOUR



104

JORF LASFAR HARBOUR

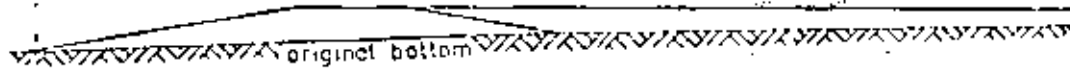
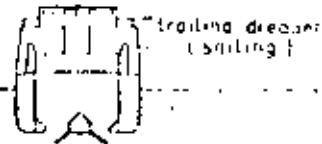
PROGRESSING CONSTRUCTION OF BREAKWATER



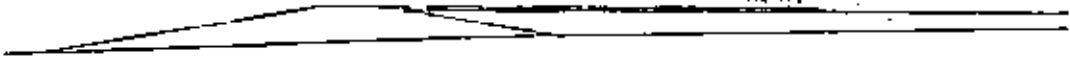
IMPROVED
QUARRY RUN

BLOCK
2.75m³

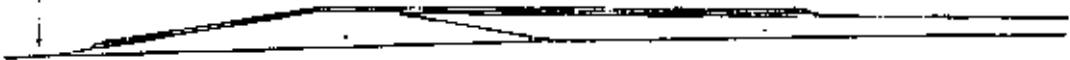
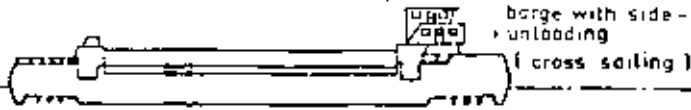
the natural bottom raising phase 1 and 2
fine gravel and coarse sand



the natural bottom raising phase 3
fine gravel and coarse sand



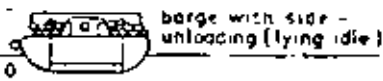
coarse gravel and rubble
dumping 30-60 kg



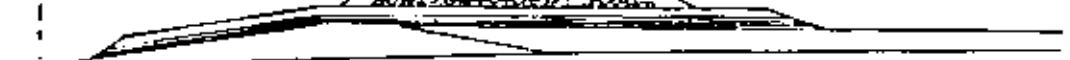
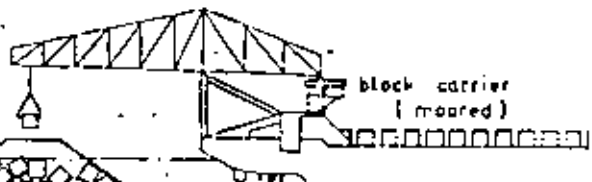
rubble dumping
0.3-1.0T



rubble dumping 1-6T
core and parts of berms



placing concrete cubes
5.3 and 43T



completing berms
rubble dumping 1-6T

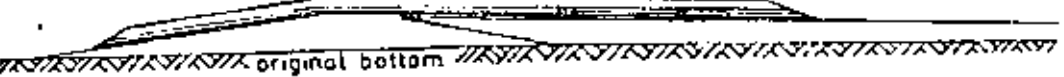
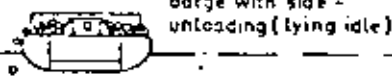


Figure 20.5
(CONSTRUCTION) PHASES OF NORTH BREAKWATER

BIBLIOGRAFIA

1. Coastal Engineering, Volume III
 - Breakwater Design
 - W.W. Massie, P.E.
 - Delft University of Technology, The Netherlands, 1976.
2. Concrete Armor Units for Protection Against Wave Attack Hudson, R.Y: U.S. Army Corps of Engineers, Waterways Experiment Station, Misc. Paper H-74-2, January 1974.
3. Design and Construction of Ports and Marine Structures
 - Alonzo DeF. Quinn
 - Mc Graw-Hill Book Company, 1972.
4. Informe sobre rompeolas
R. Iribarren Cavaniles y C. Nogales y Olano
XVIII Congreso Internacional de Navegación, Roma. 1953.
5. Memorias de los Congresos Nacionales de Hidráulica
-Cada dos años - Asociación Mexicana de Hidráulica
6. Proceedings of Coastal Engineering Conferences, ASCE.
- Congresos cada dos años -
7. Port Engineering - Per Bruun
- Gulf Publishing Company - 1976.
8. Shore Protection Manual: U.S. Army Coastal Engineering Research Center: U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.

9. Travaux Maritimes,
- J. Chapon
- Eyrolles, 1973.



centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam



PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS

CONSTRUCCION DE MUELLES

INC. ARTURO G. RUILORA DE LEON

AGOSTO, 1980



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. RULLOBA DE LEON.

PROGRAMA: PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE 7 MUELLES
EN LA LAGUNA DE PLIARITOS, 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 Estudiante 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 Benevolentas y se Enjuicien con Criterio, del que está expuesto a contribuir dentro de lo Humilde de sus conocimientos, 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 Barú, 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 Sillimar 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 ".

Karls 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 margen de todos estos acontecimientos.

A partir del año de 1901, en el que se encontró la primera producción comercial. Durante el período de 1915 a 1924, fué considerado entre los países productores más importantes del mundo, gracias a las grandes producciones del Petróleo en el Distrito Eban - 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).- Orientar la atención exploratoria hacia la búsqueda de ---

yacimientos en nuevas áreas con posibilidades petrolíferas localizadas en la mayor parte del territorio Nacional, exploración que con anterioridad - se había concentrado, casi en su totalidad a lo largo de la Planicie Costera del Golfo.

b).- Cambiar la imagen de que la Exploración se mide en función de los trabajos de campo, que si bien representan la información básica, - ésta 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 Marinas 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; 10% 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 trascendental 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 Conduacán, 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 prometedoras esperanzas de desarrollo de 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 sísmológica 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 Calcareas 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 Domo 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 descubrir 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 intentar 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 Vizcaíno y Purisima - Irag.

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, gaseoductos 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 Azcapozalco, 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 pe- troleros 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 importan- cia en la Industria Petrolera.

Recientemente se ha iniciado la perforación de pozos petrole- ros en el mar, por lo cual un nuevo aspecto de las Obras Marítimas va - adquiriendo especial importancia. Debido al éxito de estas perforacio- nes la construcción de Plataformas en el mar, líneas de conducción sub- marinas; se ha llevado a cabo en forma sorprendente.

FLOTA PETROLERA DE MEXICO

Actualmente la Flota petrolera está constituida por 29 Buques Tanque, 28 Remolcadores, 44 Lanchas y 117 Chalanes. La flota de buques- tanques representa 535,601 T.P.M. y la flota menor de 50,732 T.P.M. con un valor total de \$380'000,000.00.

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 transporte 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 al de los buques rentados y en la medida que se adquirieran 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 há 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.

REFINADOS

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, Gasóleo de Vacfo.

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 Diluido, Residuo Primario, -- Asfalto Base, Pánuco Diluido, Asfalto Rebajado FR-3.

Petroquímicos: Etileno, Amoníaco Anhidro, Propano, Butano, Butileno, Tolueno Xileno 5 Grados, Benceno, Ortóxileno, Meta - Paraxileno, Tetramero, Dodecílbenzeno, Etilbenzeno, Metiletílketona, 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 atracque; 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 ", después 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 98% 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 $18^{\circ}09' 30''$ Norte y Longitud $94^{\circ}24' 30''$ Oeste.

En la parte inferior del Estado de Veracruz, el área se localiza en la Zona Tropical de la Zona del Golfo de México.

DATOS DEL LUGAR Y CLIMATOLÓGICOa). - 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 .

Máximo: 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 Margén Sur de la 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 Cangrejera, 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 2,132 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 há 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	266.32 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 Incendio	
Luces de Situación.	

Sistema de Defensa	Muelle 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 incidencia se forma entre el alineamiento del Paramento del Muelle, con el longitudinal de simetría de la embarcación, misma que no exederá 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"φ.
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.

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.....	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 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. conte-
 nedores de 40 Tons. Carga
 con Grúa Viajera.
 Sentido de Flujo..... De Tierra a Barco.
 Servicios Auxiliares..... Agua, Deslastre, Corriente
 Eléctrica, Alumbrado, Te-
 léfono. Bodega y Patio de
 Maniobras para Estaciona-
 miento de Contenedores.

Sistema Contra Incendio.....	Tornes 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 PRELIMINARES

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: Limo 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 éste 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 si--

siguientes materiales: Limo arenoso Siendo hasta una profundidad de - - -
-17.00 Mts. Arena arcillosa medianamente compactada a una profundidad de
-23.50 Mts.

Siendo éste el nivel de desplante de pilotes ó sea a una profun-
didad de 23.50 Mts. después 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 dis-
tancia de la trasa teórica agua tierra de 236.00 Mts. encontrándose los-
siguientes materiales: Azolve hasta una profundidad de - 12.00 Mts. Are-
na 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 pro-
fundidad 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 Consisten-
cia, 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 cohesi-
vos, se laboraron especímenes para realizar pruebas de compresión tria-
xial, Axial y consolidación unidimensional.

Desde las bases de diseño y de acuerdo con los resultados obte-
nidos del estudio de la Geotecnia, se determinó que el tipo de subestruc-

tura más 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 situ.

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 349.55 Mts. que es de la Coordenada S- 4965.78 hasta la Sur 4615.73 - 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. . . 0.722 M.

Amplitud en valor absoluto . . 1.585 M.

Dichos valores están 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 lleven 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 3.30 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.

PROFUNDIDAD DE DRAGADO

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 CONSTITUYENEL 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 constituidos 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 Amarra 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 de 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 soportería 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 el 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 andador 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 perpendi-

cular al paramento de atraque del muelle cuando aquel se aproxime a ésta.

En la tabla siguiente, se mencionan los valores promedio:

Tonelaje de <u>Peso Muerto</u>	Velocidad Promedio <u>En M/ Seg.</u>
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 mar, con una longitud igual a la eslora del barco y un diámetro equivalente al calado de la embarcación a plena carga. Debiendo-

absorber la mitad de la energía, la estructura del muelle, las defensas, el colchón formado por el agua, etc. y la otra mitad el 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 55,000 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 soportera para las tuberías se calculó considerando que está totalmente --

ocupado (dentro de especificaciones) por tubería de 0.50 mts. (20") de ϕ 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 desvío de 33° y una carga total de 390 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 desvío 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 desvío 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 ataque.
- 2).- De Borneo.

Las de ataque de tipo fijo fueron colocados horizontal y verticalmente en número suficiente para absorber 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 ataque en sentido vertical.

Plataforma de operación se colocaron cuatro defensas por paramento de ataque 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 al-ba del norte(4, 5 y 6) se colocaron hidratantes de contra incendio una --pieza en cada uno de ellos.

LUCES DE SITUACION

En cada extremo del muelle se dejaron instaladas luces de situa-ción que limitan 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 vi-sibilidad 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 urbaniza-

ción correspondiente y sus servicios auxiliares.

Los inicia Petroleos 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 no 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 obra falsa y trabajos diversos.
Máquinas de Soldar Eléctricas.	2	Soldado de varillas para piloté obra falsa y trabajos diversos.
Dosificadoras Marca STETTER. 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 Hidráulica 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 transportados.

DESCRIPCION	CANTIDAD	EMPLEO
Chalan con cap. de 30 Tons.	3	Transporte de pilotes, manobras y transporte de estiba.
Chalan con Cap. de 100 Tons.	1	Para Equipo de Piloteo.
Martinete doble acción DELMAG. Mod. 30, Cap. 7500 Kg/Ml.	1	Para Hincado de Pilotes.
Torre de Piloteo de 27 Mts. de altura con accesorios.	1	Para Hincado de Pilotes.
Grúa. Cap. 50 Tons.	1	Para Hincado de Pilotes.
Winches 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 Piloteador.
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 Ydz.3.	1	Para Rellenos Limpieza de áreas y Trabajos Diversos.
Gato Hidráulico con Cap.		Para Postensado de Trabes.
Herramienta menor.	Lote	Trabajos diversos.
Máquinas de soldar de Combustión Int. Cap. 380 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 continuos 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 Enderesado 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, Tomaduría 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 esos trabajos se procedió a la construcción de Obras Provisionales y las áreas para precolados de pilotes, trabes, al macenamiento, 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 28.50 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 - 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 después de 12 horas de colado, para posteriormente por medio de vapor por un tiempo de 6 horas se curaban hasta alcanzar una resistencia de 60% mientras se 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 adaptaron 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 chañan.

- 3.- El Pilote antes de su colado deberá tener colocados los Gan-
chos 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 Pi-
lote.
- 5.- El Concreto tendrá una Resistencia mínima a la Compresión a
los 28 días de $f_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$. se usará como cimentante --
una mezcla de cemento PORTLAND Tipo II y Pusolana en propor-
ción 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 $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$.

TRANSPORTE DE PILOTES

Para poder abastecer de Pilotes a la máquina encargada del hin-
cado se utilizaron dos grúas, una de las cuales era la encargada de despe-
gar de la Mesa de Colados los pilotes en los tres puntos de izaje transpor-
tando a lugar de estiba. La otra grúa era la encargada de izar y transpor-
tar 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 margen 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 exhaustivamente 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 Gufa de 27 Mts. de alto.
- 5.- Winches manuales.
- 5.- Boyarines.
- 5.- Anclas.
- 375 Mts. de Cable de Acero de 1" ϕ .
- 1.- Lote de Herramientas Menor.
- 2.- Chalanes Cabria de 100 Tons. c/uno.

- 1.- Chalán de 30 Tons. adaptado para el acarreo marino de pilotos.
- 1.- Remolcador Marino de 175 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 chalán 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 maniobra manuales e indicando mediante boyarines las posiciones de las anclas en el agua. Llegando el chalán con pilotos se colocan en la Proa del chalán piloteador se procedía a estrobar el pilote para ser izado y colocarse en la guía piloteadora, teniéndose cuidado de que la sufridera del martillo quedara centrada, una vez hecho esto se retira el chalán de acarreo y sin que el pilote roce 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 encantillón, 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 checa 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 chalán piloteador para que entre el chalán proveedor é 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 chalán 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 esto, 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 alambón 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, troqueles, 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 Operación 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 construidas a expreso 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, disparos de varillas para los muros interiores, anclajes, pasos de ductos eléctricos, etc. Concluida esta verificación se procede a colocar la cimbra de concreto lateral (costados),

cuidando de contraventear 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 colarlo 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 tomar 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.

ARMANDO, 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, troquelados, 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 ladrillo recodido 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 hidratantes.

Protegiendo los tubos de acero al carbón mediante una protección mecánica, que consiste en lo siguiente: Limpieza a base de rasqueteo y cepillo, pintura primario a base de alquitrán de hulla, una capa de esmalte a base de alquitrán de hulla, se colocó en embebido una maya de vidrio flex, 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 que 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, hidratantes, el montaje de torres contra incendio, defensas, cable para tierra, registros eléctricos, tanques metálicos de recepción 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

por medio 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, decimbrado 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 1.30 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 Cimbres 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 Tríplay

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 verificando 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 techo de tubería, esta placa irá con sus correspondientes anclajes, una vez verificado todo esto, se procede a cimbrar, con los tableros previamente-prefabricados, haciéndose su troquelado y su embraizado, 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 sirva para colocar unas escuadras de varillas- para soportar la cimbra del viaducto de vehiculos y andadores; se verifican separaciones sus chaflanes, nivel, placas para columnas, etc.; dándose se la orden de colado.

La resistencia a la compresión fué de $F' C = 350 \text{ Kg./cms.}^2$, llevando control de Laboratorio. Una vez alcanzando 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 $F_r = 12.500 \text{ Kg/cm}^2$, debiendo no exceder los siguientes valores:

Esfuerzo Temporal máximo al tensar. 0.85 F_r .

Esfuerzo máximo al anclar. 0.75 F_r .

Esfuerzo máximo en operación después de descontar las pérdidas. 0.60 F_r .

El diámetro de los hilos fué 6.4 mm. (1/4") y una $A_c = 0.32 \text{ Cm}^2$.

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 Torone 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 tejos en ambos extremos de las Trabes estando listos para la aplicación del Preesfuerzo mediante un Gato Hidráulico con accesorios para el tensado.

Alcanzada 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; esto 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 al acero.

c).- El Mortero después de fraguado debe presentar una Resistencia por lo menos igual a $f'c = 200 \text{ Kg/cm.}^2$.

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 19 litros para ser una mezcla pastosa (Pintura Espesa).

COLOCACION Y MONTAJE DE TRABES POSTENSADAS

Al concluir las fases anteriormente descritas se procede a la verificación de los Apoyos en Caballetes, Duques de Alba, Plataforma de

Atraque y Plataforma de Operación, colocándose placas de neopleno de dureza shore No. 50 sobre ésta se coloca una lámina No. 14, después otra placa de neopleno; éstas serán los apoyos móviles, en cuanto a los apoyos Fijos se colocará única y exclusivamente una placa de neopleno, 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 iza 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 lleva Precolados y colocados los Diafragmas; ó sea que se precoló todo el Marco, haciendo esta colocación con un Igualador en cuatro puntos de iza. En igual forma fueron Precoladas las Trabes para Peatones, 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 ahí ser -

colocadas 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. Verificándose éste 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 orden de colado con los lineamientos que se explicaron anteriormente, para la colocación y bombeo de concreto.

Dándose la orden de decimbrado hasta obtener cuando menos en 70% de Resistencia a la Compresión que en este caso será de un $F'c=250$ Kg/cm.2. Al terminar esta fase de precede al Armado, Cimbrado y Colado de los Barandales, siguiendo los lineamientos que se describieron con anterioridad con todas sus fases de verificaciones, dando por concluida 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 este Muelle así como ustedes recordarán también que al estar haciendo los Co-

lados de los Muros Perimetrales se dejaran ahogadas 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 irán 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 soportes 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, concluida esta Prueba se desfogará 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 concluido 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 ó 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 debe 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 ensamble.

Los ajustes finales de los Contrapesos y Cables se harán al final colocándose las válvulas rompedora de varfos 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 predominantes y las Especificaciones (Véanse Planos y Especificaciones del Fabricante).

COLOCACION 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 incendio, 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 sustancias puedan existir debido a operaciones de Reparación o 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 Eter-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 entienda 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 Canaliza-- ciones 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 o 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 Impermeables por los Gases y Vapores y no deben quedar expuestas a daño mecánico.

AISLAMIENTO DE CONDUCTORES

El Aislamiento de los Conductores que se usan deben ser Resistentes a la acción de los Gases o Vapores a que puedan 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 Alumbra-
do de un Muelle se lleva a cabo por medio de Reflectores de Vapor de Mer-
curio de 400 Watts. a 220 Volts. y colocados por medio de Postes a una Al-
tura 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 Lumí-
noso 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 Rojo en
la Banda izquierda y una Luz Verde en la Banda Derecha; el Tipo de Lámpa-
ra que se monta es Transistorizada con un Cambiador Automático de 4 Focos
y Fococelda Solar, el calcance de la Lámpara es de 5 Millas en condiciones
de Visibilidad Normal y su Alimentación es a través de una Banco de Bate-
rías 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 disminu-
ción en la Carga de la Bateria.

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 Pe-
tróleos Mexicanos en todas sus Instalaciones, el Servicio que proporcio-
nan estas Unidades es de vital importancia ya que establece la Comunica-
ción entre el Personal encargado de operar la Conexión y Apertura de Vál-
vulas 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 ADEMÁS CON SERVICIOS AUXILIARES COMO SON:

El Cable de Tierra para Conexión a Bordo del Buque para Descarcarlo 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 acompaña 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 inoperantes 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 Abración, 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, & 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 Incendio.	Color Rojo.
Postes de Alumbrado	Color Verde Claro desde el Nivel de Piso hasta 2 Mts. de Altura e' Resto color Blanco.
Defensas.	Color Negro.
Escaleras.	Color Negro.
Tuberías	Color Blanco con franjas de 20 -- cms. de Ancho a cada 10 Mts. Dis- tintivos del Producto que Manejan.

COLORES DISTINTIVOS DE LOS DIFERENTES PRODUCTOS.

Gasolina Super.	Color Amarillo.
Gasolina Nova.	Color Crema.
Diesel.	Color Café.
Lastre.	Color Gris Oscuro.

Agua Potable.	Color Azul Oscuro.
Kerosina.	Color Verde Claro.
Aire.	Color Amarillo Claro.
Vapor	Sin color van Aisladas.
Combustibleo	Sin color van Aisladas.

