

49

2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DESCRIPCION DE LA PLANEACION
Y OPERACION DE PROYECTOS
DE DRAGADO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

ARTURO FRUTOS CRUZ



TESIS CON
VALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1991



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	PAG.
1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. GENERALIDADES DEL DRAGADO.....	15
2.1) DATOS HISTÓRICOS.....	16
2.1.1) Historia General.....	16
2.1.2) En la ciudad de México.....	19
2.1.3) En el puerto de Tampico.....	19
2.1.4) En el puerto de Veracruz.....	20
2.2) DESCRIPCIÓN DEL DRAGADO.....	21
2.2.1) Dragado de construcción.....	22
2.2.2) Dragado de conservación o mantenimiento.....	22
3. CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS DRAGAS.....	24
3.1) CLASIFICACIÓN DE LAS DRAGAS.....	25
3.1.1) Dragas mecánicas.....	25
3.1.2) Dragas hidráulicas.....	25
3.2) DESCRIPCIÓN DE LAS DRAGAS.....	27
3.2.1) Draga de pala o cucharón.....	27
3.2.2) Dragas de grúa.....	29
3.2.2.1) Draga de bote de arrastre.....	29
3.2.2.2) Draga de almeja.....	30
3.2.2.3) Draga de granada o gajos.....	32
3.2.2.4) Draga de garfio.....	32
3.2.3) Draga de cangilones o rosario.....	33
3.2.4) Dragas estacionarias.....	35
3.2.4.1) Draga de succión simple.....	35
3.2.4.2) Draga de succión con cortador.....	37
3.2.5) Dragas autopropulsadas.....	43
3.2.5.1) Draga autopropulsada de succión simple.....	48
3.2.5.2) Draga autopropulsada de succión doble.....	48
3.2.6) Draga mixta.....	50
3.2.7) Dragas para grandes profundidades.....	50

3.3)	CARACTERÍSTICAS DE LAS DRAGAS QUE SE CONTROLAN EN LA VOCALÍA DE DRAGADO (GERENCIA REGIONAL DEL GOLFO).	53
3.3.1)	Draga Chijol.	53
3.3.2)	Dragas Colima, Sonora y Sinaloa.	53
3.3.3)	Draga Tamaulipas II.	54
3.3.4)	Draga Puerto de Altamira.	54
3.3.5)	Draga Guadalupe Victoria.	54
3.3.6)	Dragas Puebla y Presidente Juárez.	55
3.3.7)	Draga Morelos II.	55

4.	TRABAJOS Y ESTUDIOS REQUERIDOS PARA LA OPERACIÓN DEL DRAGADO.	57
4.1)	PROFUNDIDAD A QUE DEBEN DRAGARSE LOS PUERTOS.	58
4.1.1)	Cálculo de la profundidad de dragado.	59
4.2)	MAREAS Y CORRIENTES MARINAS.	62
4.3)	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.	64
4.4)	LEVANTAMIENTO TOPOHIDROGRÁFICO.	66
4.4.1)	Sondar.	66
4.4.2)	Posicionamiento de la embarcación.	70
4.4.2.1)	Por seccionamiento longitudinal.	70
4.4.2.2)	Método de intersección de ángulos.	71
4.4.2.3)	Con el sistema "MINI-RANGER III".	75
4.4.2.4)	Otros sistemas de posicionamiento.	80
4.5)	EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO.	82
4.5.1)	En el dragado de mantenimiento.	83
4.5.2)	En el dragado de construcción.	83
4.6)	DISPOSICIÓN DEL MATERIAL DRAGADO.	85
4.6.1)	Cuando no tiene utilidad (tiro al mar).	85
4.6.2)	Cuando no tiene utilidad (tiro en tierra).	85
4.6.3)	En el mismo río.	86
4.6.4)	Para construcción.	87
4.6.5)	Para relleno.	87
4.6.6)	Con valor comercial.	90
4.7)	SELECCIÓN DEL TIPO DE DRAGA.	90
4.7.1)	Condiciones del sitio.	91

4.7.2)	Cantidad a extraer.	91
4.7.3)	Programa.	92
4.7.4)	Disposición del material.	92
4.7.4.1)	Descarga en el mar.	92
4.7.4.2)	Descarga en tierra.	93
4.7.4.3)	Descarga en el mismo río.	93
4.7.4.4)	Descarga en sitios cercanos.	94
4.7.4.5)	Descarga a cierta elevación.	94
4.7.4.6)	Extraer material con valor comercial.	94
4.7.5)	Tipo de material.	95
4.7.6)	Selección de una draga de succión con cortador.	95
5.	PROGRAMACIÓN Y AVANCE DE OBRA.	105
5.1)	PROGRAMACIÓN DE OBRA.	106
5.1.1)	Dragas disponibles.	106
5.1.2)	Cantidad de dragados.	109
5.1.3)	Prioridad.	111
5.1.4)	Distribución de las dragas en los puertos.	111
5.2)	AVANCE DE OBRA.	113
5.2.1)	Cálculo del volumen de material dragado o a dragar.	116
5.2.1.1)	En base a planos de levantamientos topohidrográficos.	116
5.2.1.2)	En dragas autopropulsadas.	122
5.2.1.3)	En dragas estacionarias.	124
5.2.2)	Representación del avance de obra.	126
6.	EVALUACIÓN DEL TRABAJO REALIZADO.	132
6.1)	EVALUACIÓN DEL VOLUMEN EXTRAÍDO.	133
6.2)	EVALUACIÓN DE LA PROFUNDIDAD ESTABLECIDA.	134
6.3)	EVALUACIÓN DE LA ZONA ESTABLECIDA.	134
7.	PERSPECTIVAS DEL DRAGADO EN MEXICO.	140
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	149
	BIBLIGRAFÍA.	153

INDICE DE FIGURAS

PAG.

FIG. 1	Draga de pértiga.	16
FIG. 2	Antigua draga de cucharón.	17
FIG. 3	Antigua draga de almeja.	18
FIG. 4	Draga de pala o cucharón.	28
FIG. 5	Draga de bote de arrastre.	30
FIG. 6	Draga de almeja.	31
FIG. 7	Almeja simple.	31
FIG. 8	Almeja dentada.	31
FIG. 9	Draga de granada.	33
FIG. 10	Draga de garfio.	33
FIG. 11	Draga de cangilones o rosario.	34
FIG. 12	Draga de succión simple.	36
FIG. 13	Draga estacionaria de succión con cortador.	38
FIG. 14	Cortador de cuchilla.	39
FIG. 15	Cortador de corona.	39
FIG. 16	Cortador dentado.	40
FIG. 17	Rueda cortante.	40
FIG. 18	Draga realizando el abaniquo.	41
FIG. 19	Pontones y tubería.	42
FIG. 20	Draga autopropulsada.	44
FIG. 21	Gráficas de velocidad de las dragas autopropulsadas en operación.	46
FIG. 22	Tiempo económico de dragado.	47
FIG. 23	Tubo y cabezal de succión.	48
FIG. 24	Draga autopropulsada de succión simple.	49
FIG. 25	Draga autopropulsada de succión doble.	49
FIG. 26	Draga mixta.	51
FIG. 27	Sistema de dragado con aire (air lift).	52
FIG. 28	Localización del parque activo de la Gerencia Regional del Golfo.	56
FIG. 29	Profundidad de dragado.	59
FIG. 30	Hundimiento del navío bajo efecto de la velocidad "squat".	61
FIG. 31	Equipo de ecosonda.	67

FIG. 32	Corrección por marea.	68
FIG. 33	Método de seccionamiento longitudinal.	71
FIG. 34	Método de intersección de ángulos.	72
FIG. 35	Incógnitas en la intersección de ángulos.	74
FIG. 36	Configuración de curvas de nivel.	76
FIG. 37	Posicionamiento con "mini-ranger III".	77
FIG. 38	Levantamiento topohidrográfico con "mini-ranger III".	81
FIG. 39	Tiro a cañón.	86
FIG. 40.I	Etapas de dragado del Puerto Industrial de Altamira Tmps.	88
FIG. 40.II	Etapas de la zona de tiro para la ampliación de la Terminal de usos Múltiples del Pto. Ind. de Altamira.	89
FIG. 41.I	Corte de los sondéos geológicos del Pto. Ind. de Altamira.	96
FIG. 41.II	Perfil estratigráfico del corte.	97
FIG. 42	Tabla de tipo de draga Vs. tipo de material (para elegir la draga mas adecuada).	98
FIG. 43	Características generales de las dragas estacionarias.	99
FIG. 44	Gráficas de rendimiento de las dragas estacionarias en función del tipo de material.	101, 102, 103 y 104
FIG. 45	Programa de la draga Puerto de Altamira (1990).	107
FIG. 46	Desglose de tiempos de las actividades de la draga Puerto de Altamira (abril de 1990).	108
FIG. 47	Programa de obra por draga (1990).	110
FIG. 48	Programa de obra por puerto (1990).	112
FIG. 49	Programa general de obras de dragado (1990).	114
FIG. 50	Volumen programado para la flota de dragado de la Gerencia Regional del Golfo.	115
FIG. 51	Areas unitarias del canal de navegación.	117
FIG. 52	Alturas de los prismas de dragado.	118
FIG. 53	Plantilla de cálculo de volumen en un (L.T.H.).	119
FIG. 54	Talud a dragar.	121
FIG. 55	Medición de la altura del material en la tolva.	123

FIG. 56	Tabla de volúmenes en la tolva de la draga Puebla.	123
FIG. 57	Regla para medir la velocidad del material de descarga.	125
FIG. 58	Medición de la velocidad de descarga en una reducción.	125
FIG. 59	Control mensual de las operaciones de dragado por unidad (mayo 1990).	127
FIG. 60	Zona de trabajo Pto. Ind. de Altamira (mayo 1990).	128
FIG. 61	Producción de la flota de dragado de la Gerencia Regional del Golfo (1990).	130
FIG. 62	Volumen realizado por la flota de dragado de la Gerencia Regional del Golfo.	131
FIG. 63	Evaluación del volumen extraído por draga (hasta mayo de 1990).	136
FIG. 64	Evaluación del volumen extraído por puerto (hasta mayo de 1990).	137
FIG. 65	Evaluación del volumen realizado por la flota de dragado de la Gerencia Regional del golfo.	138
FIG. 66.I	Volumen dragado en los puertos del golfo (1980-1989).	145
FIG. 66.II	Volumen dragado en los puertos del pacífico y el total (1980-1989).	146
FIG. 67	Producción de la flota de dragado (1980-1989).	148

CAPITULO I

INTRODUCCION

No escribo para la fama, ni para el prestigio,
ni para los premios. Escribo para decir, para
conferirme con mi amigo desconocido, para tender
un puente de hombre a hombre.

JOSÉ SARDRES.

El dragado es un tema no muy conocido por los profesionistas y estudiantes de Ingeniería Civil; siendo simplemente el objetivo fundamental de éste, el de extraer un cierto volumen de material del fondo del agua. Realizando esta operación con un equipo que puede ir desde un bote arrastrado por un malacate por lo regular utilizado en el dragado de canales de aguas negras; hasta una draga, la cual se asemeja a un barco, extrayendo un volumen que puede ser de alrededor de 13 000 m³/día. (utilizada en el dragado de canales de navegación).

La bibliografía acerca de este tema es muy escasa y la existente es muy difícil de consultar debido a que se encuentra en manos de bibliotecas especializadas gubernamentales y personas muy dispersas. Además muchos de estos libros se encuentran escritos en varios idiomas y se enfocan en unos o en un punto en específico de los tantos que componen al dragado. Y aunque el concepto de dragado no deja de ser el mismo, es considerable la evolución que han tenido las dragas y equipos auxiliares, mientras algunos de estos libros no muestran el equipo que es utilizado actualmente en los países más desarrollados.

Además México se encuentra en una etapa donde se está desarrollando a grandes pasos el transporte marítimo, por tal motivo se requiere de más y mejores instalaciones portuarias, donde es de vital importancia el dragado de construcción y mantenimiento de éstas.

Por todo esto, se realiza en esta tesis una descripción general de lo que es el dragado, tratando de abarcar todos los puntos que lo componen, explicando e ilustrando cada uno de estos. Con el principal objetivo de que conozcan y tengan un amplio panorama, alumnos, ingenieros y personas interesadas en la ingeniería portuaria que quieran iniciar o complementar sus conocimientos sobre este tema.

Para poder hacer una descripción general de la planeación y operación del dragado, se profundizó sólo en los puntos con más importancia y en otros no tanto, tratando de no excluirlos del tema, pero los cuales se pueden consultar con más detalle por separado por ser especialidades completas de la Ingeniería Civil.

En el contenido se explica desde la historia general del dragado, para saber como fue surgiendo la necesidad de efectuar este trabajo y como fueron evolucionando las dragas (*capítulo II*).

Se describe la clasificación y descripción del tipo de dragas, con el fin de mostrar la amplia gama que existen de estas en la actualidad y conocer sus características principales, para que en base a esto saber cual es la más adecuada para efectuar determinado trabajo (*capítulo III*).

También se exponen los estudios requeridos para poder efectuar el dragado, describiendo los fundamentales; conociendo con esto las condiciones físicas a las que nos vamos a enfrentar, como son tipo de material, profundidad y topografía del suelo submarino. Así como conocer la profundidad a la que se va a dragar y zona de tiro más adecuada (*capítulo IV*).

Otro de los puntos es la descripción de los factores más importantes que influyen en la programación de un dragado, su representación por medio de diagramas de barras y como se cuantifica y representa el avance de obra, para esta fin se hace una descripción del cálculo de volumen de material extraído (*capítulo V*).

Otro capítulo es la evaluación del trabajo realizado; esta evaluación se efectúa haciendo una comparación de los resultados del volumen de material dragado con el volumen de material programado, para poder obtener un parámetro que nos indique la eficiencia del trabajo realizado (*capítulo VI*).

Hasta llegar a mencionar la perspectiva que tiene el dragado en nuestro país. Con el fin de demostrar que el dragado es una materia de mucha importancia para la construcción y desarrollo de los puertos de México (capítulo VII).

Un puerto que tenga el calado requerido por los buques y no cuente con todas las instalaciones y equipos necesarios para poder realizar las diversas maniobras, puede operar; pero un puerto que no tenga suficiente profundidad no puede operar, aún cuando cuente con todas las instalaciones y equipos necesarios para poder realizar sus maniobras.

CAPITULO II

GENERALIDADES DEL DRAGADO

Los científicos exploran lo que existe y los
ingenieros crean lo que nunca ha existido.

TRABAJOS CON MÓDULO.

2.1) DATOS HISTORICOS.

2.1.1) HISTORIA GENERAL.

Se sabe por referencia que los chinos y los pueblos que vivían en las márgenes de los ríos Tigris y Eúfrates ya practicaban el dragado hace cientos de años, no sólo para profundizar sino también para fertilizar las tierras alledañas en época de sequía.

Quizá uno de los primeros aparatos para dragar, fuera la *..pértiga con saco o cuchara..*, utilizada por los romanos. Consistente en una pieza larga de madera que en su extremo tenía un recipiente con el que extraía el material del fondo, para después girar la vara depositando el material en el lugar deseado, (*figura 1*).

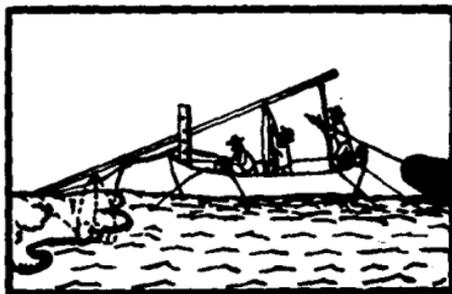


FIG. 1 DRAGA DE PERTIGA.

Otra antigua draga fue la de *..cucharón..*, que estaba equipada por dos palancas que llevaban en su parte inferior unas palas o cucharas que se arriban para remover el fondo (*figura 2*).

Se usó en Holanda alrededor del año de 1435 con un dispositivo muy práctico llamado "Mole", una draga que se desplazaba mediante la acción del viento, y al arriarse la rastra de que iba provista,

removía el fango que era arrastrado por el reflujo y llevado mar afuera.

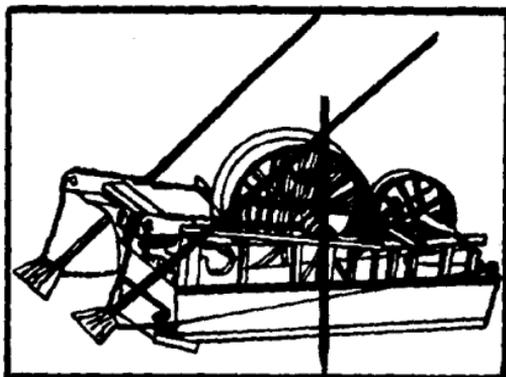


FIG. 2 ANTIGUA DRAGA DE CUCHARON.

En Italia, *Leonardo Da Vinci* alrededor del año de 1550 construyó una draga, que consistía de una rueda de cuatro brazos con un cubo en cada extremo, el eje de giro apoyaba en unos soportes montados en dos pontones.

La draga de "almeja" fue diseñada por *Varantius* en Venecia alrededor del año de 1590, y resultó muy práctica para realizar trabajos de mantenimiento. Aunque los holandeses mencionan haber construido una en el año de 1562 (figura 3).

La draga de "cangilones o rosario" tuvo su antecesor en la famosa "Amsterdam Mud Mill" en el año de 1600, en la cual todas las piezas que la constituían eran de madera y accionadas por fuerza humana.

La parte mas importante que constituyen a las dragas hidráulicas, es la bomba hidráulica, que tuvo su origen en los inventos de *M. Le Demour* en el año de 1732 (aunque no se llevó a

cabo). Y ya en el año de 1833 la bomba hidráulica se había establecido en América. En el año de 1855 se efectuó el primer dragado hidráulico con una draga autopropulsada de tolva, y fue la "General Moultrie" en el puerto de Charleston E.U. Esta draga tenía una bomba centrífuga de 6 ft. (1.83 m.) de diámetro la cual giraba en un eje vertical. La manguera de succión de la bomba medía 19 in. (48.3 cm.) de diámetro, y uno de sus extremos tenía forma acampanada para cuando al irla arrastrando por el fondo del canal la succión del material fuese mas eficiente. Para después depositar el material en la tolva y trasladarlo hasta la zona de tiro abriendo las compuertas del fondo de esta.

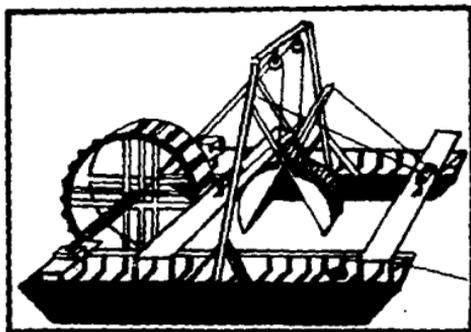


FIG. 3 ANTIGUA DRAGA DE ALMEJA (1617).

Otro de los primeros dragados hidráulicos lo efectuó el francés *Henry Emule Bazin* en el año de 1867, para abrir el canal de Suez, que en su primer corte se extrajeron no menos de 30 X 10⁶ ton.

Sin embargo los cambios trascendentales se efectuaron alrededor del año de 1860, cuando se instalaron las máquinas de vapor y se aplicó el acero en la construcción naval. De aquí que surgiera el cortador utilizado en las dragas estacionarias, inventado por *Atkinson* en el año de 1862. Y la conexión esférica que fue desarrollada por *Robinson* en el año de 1900.

Dentro de los primeros dragados que se han realizado en México, hay tres de suma importancia, de los cuales a continuación se hace una breve descripción de cada uno de estos.

2.1.2) EN LA CIUDAD DE MEXICO.

En diciembre de 1889 la Junta de Gobierno celebró un contrato con S. Pearson Son para dragar el "Gran Canal" en la ciudad de México. El trabajo se inició con dos dragas, donde una de estas naufragó en el canal y no costaba repararla, en cuanto a la otra estaba tan deteriorada que se optó por utilizar la maquinaria en otras instalaciones.

En el año de 1890 se adquirieron cinco dragas de cangilones a la Simons Lobnitz de Renfrew Escocia, para continuar el dragado del "Gran Canal". El casco de estas dragas era de hierro y medían 120 ft. (36.58 m.) de eslora y 40 ft. (12.9 m.) de manga. Descargaban el material a una distancia de 50 a 56 m., mediante canales de acero de 3 ft. (91 cm.) de diámetro conectados con la tolva de distribución, en la cual descargaban los cangilones. La cantidad promedio extraído en terreno blando fue de 180 m³/hr., y de material duro se podía extraer 69 m³/hr.

2.1.3) EN EL PUERTO DE TAMPICO.

El puerto de Tampico está situado en la margen izquierda del Río Pánuco, en Tampico estado de Tamaulipas. Debido a la barra formada por el Río Pánuco fue un serio obstáculo para el tráfico marítimo y por esta causa se vio la necesidad de dragarla. La profundidad de la barra antes de iniciarse las obras de las escolleras, era de 3 m. y al terminarse en el año de 1892, la barra tenía una profundidad de 5 m. (esto es antes de efectuar el primer dragado).

A mediados del año de 1893 estuvo trabajando una draga con rendimiento de $500 \text{ m}^3/\text{hr.}$, dejando una profundidad que variaba de 6 a 8 m. En el año de 1917 se firmó un contrato con la United Dredging Co., dragando el Río Pánuco con tres unidades estacionarias y una autopropulsada. Extrayendo de febrero a mayo de este mismo año $10\,502,257 \text{ m}^3$.

En el año de 1924 el contrato para dragar el canal, se hizo para hacer a 100 m. el ancho del canal con una profundidad de 9.15 m. y así se dragó hasta el km. 13, y de éste hasta el km. 19 sólo se efectuó a 8 m. de profundidad. Y ya en el año de 1931 se comenzó el dragado de este puerto por administración.

2.1.4) EN EL PUERTO DE VERACRUZ.

En el año de 1895 la Secretaría de Obras Públicas celebró un contrato con S. Pearson Son LTD para determinar las obras interiores y exteriores del puerto de Veracruz.

El canal medía 150 m. de ancho y 10 m. de profundidad, que limitaban la parte de la bahía. Los malecones tenían 3 m de profundidad y aumentaban hasta 8.5 m. Mientras los muelles principales estaban contruidos a 10 m. de profundidad.

Las obras se inauguraron el 6 de marzo de 1902 con asistencia del Presidente de la República Gral. Porfirio Díaz. Posteriormente trabajaron dos dragas, la Tampico y la Don José. A partir del año de 1930 se fueron adquiriendo dragas autopropulsadas y estacionarias, que con el transcurrir de los años se han estado substituyendo por unidades modernas.

Al ver los diseños y modelos de esas viejas dragas, y aún cuando existen lugares donde se realizan trabajos de dragado como en épocas remotas. Nos debemos llenar de admiración al contemplar

las sofisticadas dragas modernas. Pero admitimos que han servido como base para llegar al punto de desarrollo que las dragas actuales han alcanzado.

2.2) DESCRIPCION DEL DRAGADO.

Dragado, es una palabra derivada del inglés antiguo "draw", que significa extraer material (fango, arena, grava, etc.) de bajo del espejo del agua, ya sea en puertos, ríos, canales, lagunas, esteros ó el mar, bien por medios manuales o mecánicos. Las operaciones del dragado deben cumplir con dos funciones primordiales que son:

- Extraer el material.
- Llevar el material hasta la zona deseada.

Podemos preguntarnos, para qué?, pues bien, se pueden resumir cuatro objetivos principales del dragado que a continuación se explican brevemente:

- 1) Es construir, aumentar o mantener la profundidad de ríos, lagunas, canales, puertos ó dársenas. Para que (principalmente) haya libre acceso y facilidad en la navegacion y maniobras de las embarcaciones en los puertos, brindando mayores calados para su tránsito.
- 2) Es construir diques y otras obras que se pueden realizar por debajo del agua, como obras de control de corrientes y obras de línea de costa.
- 3) Es utilizar el material dragado para elevar el nivel de áreas bajas del terreno, para asiento de instalaciones industriales y de urbanización, para ampliación del mismo puerto, para sanear terrenos pantanosos, y aún más, se puede utilizar como relleno de áreas grandes de mar, que sin ser necesariamente bajas se requieren para determinado fin.

- 4) Es explotar depósitos subacuáticos con valor comercial tales como minerales, plantas para productos alimenticios, coral, esponjas, grava, arena y fertilizantes. Este objetivo ya se ha empezado a aplicar en países desarrollados.

Todos estos objetivos se realizan con las "dragas", en las cuales varían sus diseños dependiendo del tipo de material que se va a extraer, las condiciones físicas de la zona en que se va a trabajar y del tipo o tipos de dragados que se van a efectuar (construcción o mantenimiento).

2.2.1) DRAGADO DE CONSTRUCCION.

El dragado de construcción es extraer el material de áreas o de profundidades en las cuales generalmente no se han tocado anteriormente (zona virgen). Este tipo de dragado se efectúa para abrir canales artificiales ó dársenas nunca existentes (nuevos), para que a través de estos naveguen las embarcaciones sin tener ningún problema con la profundidad de estos. El material extraído se puede utilizar como relleno de zonas que requerimos con más elevación. También se puede efectuar para sanear zonas contaminadas, cubriendo con el material dragado éstas y obteniendo con esto una nuevos terrenos que se pueden utilizar para construir obras o simplemente para crear nuevas zonas verdes.

2.2.2) DRAGADO DE CONSERVACION O MANTENIMIENTO.

Es el que se realiza principalmente en los canales de navegación, barra de los ríos, puertos, etc. ya existentes y en los cuales los depósitos de los sedimentos son de tal consideración, que es necesario que continuamente sean retirados, con el fin de mantener la profundidad requerida por las embarcaciones que operan en este puerto.

Estas causas son: (por nombrar algunas) El depósito de sedimentos en el fondo debido a que la velocidad de la corriente disminuye. En algunos ríos, como en el Pánuco, descargan en él las aguas negras de las alcantarillas, también residuos de petróleo y basura. En algunas zonas debido a la tala de árboles y falta de vegetación, en tiempo de lluvias, es arrastrada la tierra hasta el río.

Debido a estas causas mencionadas el dragado de conservación o mantenimiento debe programarse, basándose en sondeos batimétricos frecuentes y principalmente a la experiencia que se han tenido en años anteriores.

Estos no son los únicos tipos de dragado que podemos realizar, y también no es la única utilidad que le podemos dar a los materiales extraídos, nada mas es cuestión de tener un poco mas de imaginación y dedicar mas estudio a esta rama de la ingeniería. Así es que el dragado de puertos ya no es la única opción para un futuro.

CAPITULO III

CLASIFICACION Y DESCRIPCION DE LAS DRAGAS

**Escribir lo sado, mas que nada, explicando a
si mismo las cosas que no entiendo.**

RODARIO CASTELLANO.

3.1) CLASIFICACION DE LAS DRAGAS.

Una draga se puede definir como una maquinaria que está instalada en conjunto con una embarcación ó también en tierra, especialmente dispuesta y equipada con los medios necesarios para limpiar o extraer el material del fondo de los puertos, dársenas, ríos, canales, etc. con el fin de aumentar su profundidad, para que las embarcaciones no tengan problemas en cuanto a su calado, y disponer de los materiales extraídos de la manera que mas nos convenga. Las dragas se clasifican en dos grandes grupos, mecánicas e hidráulicas, que a continuación se describen brevemente.

3.1.1) DRAGAS MECANICAS.

Las dragas mecánicas debido a su construcción, relativamente sencilla, y de la dificultad de suministrarle potencia para su funcionamiento, fueron las primeras que se usaron. Y en la actualidad en ciertos tipos de obras son insustituibles, a pesar de que su alcance de descarga es muy limitado, por lo que se impone el uso de "gánguiles" o chalanes-tolva y remolcadores para tirar el material en las zonas de depósito.

3.1.2) DRAGAS HIDRAULICAS.

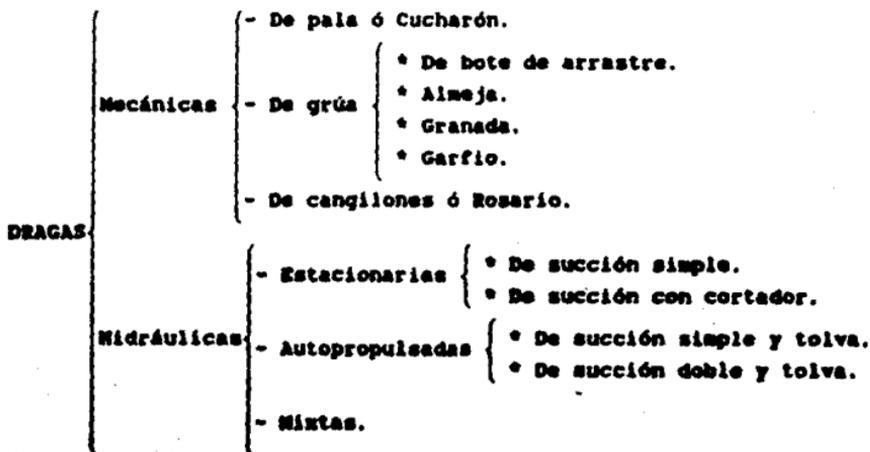
Las dragas hidráulicas realizan dos operaciones por medio de una sola unidad integral. Una de estas operaciones es extraer el material mezclado con agua como si fuera fluido, y la otra es transportar el material hasta la zona de tiro. Debido a esto, este grupo de dragas son los mas versátiles, económicas y eficientes. Las dragas hidráulicas a su vez se dividen en tres grupos básicos:

-El primer grupo corresponde a las dragas estacionarias de succión simple y estacionarias de succión con cortador.

-El segundo grupo corresponde a las dragas autopropulsadas de succión con tolva.

-El tercer grupo corresponde a las dragas mixtas, que pueden comportarse como estacionarias ó autopropulsadas.

A continuación se muestra esquemáticamente un resumen de la clasificación de las dragas.



Aún cuando estos son los equipos básicos, se han desarrollado una gran variedad de cada uno de estos y combinaciones entre sí, con el fin de aumentar la eficiencia y aumentar sus posibilidades de trabajar en distintas condiciones. También se han ideado una gran variedad de cortadores, discos, rastras con o sin escrapas, chorros de agua y aire, etc.

Sin embargo la producción de las dragas está gobernada por la profundidad de dragado, tipo de material, distancia y altura de descarga, habilidad del operador, porcentaje de sólidos de la mezcla y las condiciones meteorológicas del lugar.

Así es que, de la selección del tipo de draga, depende el éxito técnico y económico que tengamos.

3.2) DESCRIPCIÓN DE LAS DRAGAS.

3.2.1) DRAGA DE PALA O CUCHARÓN.

Este tipo de draga fundamentalmente se compone de un cucharón que va montado en el extremo del brazo de ataque ó aguilón, que está constituido por una estructura metálica de sección rectangular diseñado para deslizarse por el plano central de una pluma, con el cual se consigue una absoluta regulación de los movimientos del cucharón. Esta pluma está montada en un chalán (embarcación de líneas rectas, de mucha manga y poco calado).

La draga de cucharón va provista de tes o dos zancos para sujetar el casco con el fin de formar una plataforma estable de trabajo; y levantando uno para que el otro sirva de punto de giro para colocar a la draga en posición adecuada para efectuar el trabajo, (figura 4).

Al bajar el brazo, ataca al material hacia adelante con el cucharón el cual en la parte frontal está provisto de dientes. Una vez que el material ha entrado en el cucharón, el brazo es izado, para que después la grúa gire hacia cualquiera de las dos bandas, donde se abre la parte inferior del cucharón y el material es depositado ya sea en tierra o puede ser también en un chalán-tolva para transportarlo hasta la zona de tiro.

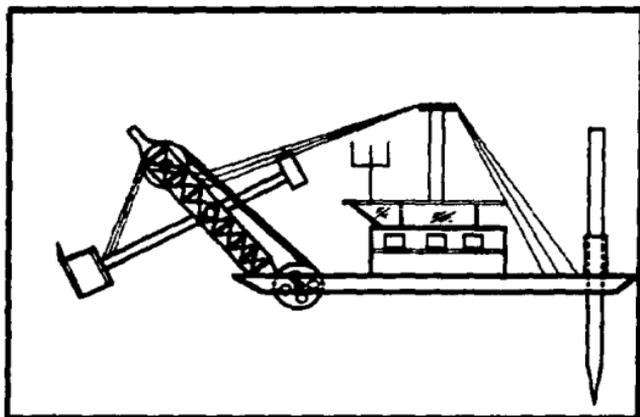


FIG. 4 DRAGA DE PALA O CUCHARON.

Las maniobras de bajar, subir, abrir y cerrar el cucharón, así como de izar la pluma y los zancos, se realiza mediante un sistema de poleas y cables que son controlados por medio de un sistema de malacates. Esta draga es ideal para realizar trabajos en lugares angostos tales como canales, ya que el ancho necesario para su operación es prácticamente el de su manga, pues para dragar, el casco no realiza ningún giro.

Su eficiencia no es muy grande, debido a la poca capacidad del cucharón y del tiempo en que tarda en hacer su ciclo. Y disminuirá todavía mas si la profundidad de dragado y la dureza del material aumentan.

Su limitación principal para dragados a profundidades mayores a los 15 m. se debe a lo corto del brazo que opera al cucharón. Sin embargo existen equipos que alcanzan profundidades de 18.5 m. con una capacidad en el cucharón de 6 m³, 50 ton. de fuerza de excavación, radio de descarga de 18 m. y extrayendo conglomerados o rocas de hasta 36 ton. Además este tipo de draga permite hacer un buen perfil del fondo del lugar dode se está trabajando.

3.2.2) DRAGAS DE GRUA.

Este tipo de dragas consta fundamentalmente de un chalán (o casco) suficientemente ancho tanto en eslora como en manga y de poco calado, estas características son para garantizar su estabilidad y para poder tener acceso en lugares no muy hondos. Cuenta (al igual que las dragas de pala) con dos o tres zancos para su posicionamiento. Y puede depositar el material en tierra o en un chalán-tolva.

El casco puede ser autopulsado pudiendo además ser depositado el material en este mismo, teniendo la ventaja de no ocupar chalanes-tolva para complementar la operación, aunque su eficiencia se ve mermada al tener que dejar el área de trabajo para trasladarse a la zona de tiro.

El chalán o casco autopulsado lleva montado una grúa o pluma que oscila de babor a estribor (puede dar giros de 360°) y en el extremo va provista de un bote de arrastre, almeja, granada o garfio, que es suspendido mediante un aparejo guarnido de cables flexibles de alambre.

La ventaja de este tipo de dragas es que pueden intervenir convenientemente en lugares donde otras unidades no pueden penetrar con facilidad, pudiendo dragar en pequeños puertos, dársenas, canales, etc. contaminados con cables, neumáticos, piedras, etc. Este tipo de dragas puede trabajar muy bien a lo largo de muelles, e igualmente se emplea en la construcción de diques y escolleras como en el abastecimiento de rocas y grava.

3.2.2.1) DRAGA DE BOTE DE ARRASTRE.

Uno de los tipos de draga de grúa es la de bote de arrastre. Que consiste (como su nombre lo dice) de un bote rectangular que en su parte posterior tiene una tapa. Este bote está conectado a

la grúa por medio de cables flexibles que permiten lanzarlo a mayor distancia a la que el brazo pudiera llegar, después es soltado hasta que llega al fondo, de ahí la grúa empieza a jalarlo de manera que con su propio peso penetre un poco en la superficie a dragar y con el movimiento horizontal (hacia la draga) el material empieza a depositarse dentro del bote. Ya lleno el bote, es levantado por la grúa y con un giro de la pluma es depositado en la zona de tiro, también se puede depositar el material en chalanes-tolva que transportarán el material hasta la zona de tiro. La eficiencia de las dragas de bote de arrastre es baja (menor que la de pala). La profundidad de excavación no puede ser demasiado grande, y para dragados de lugares donde es pequeña el área de maniobras, (figura 5).

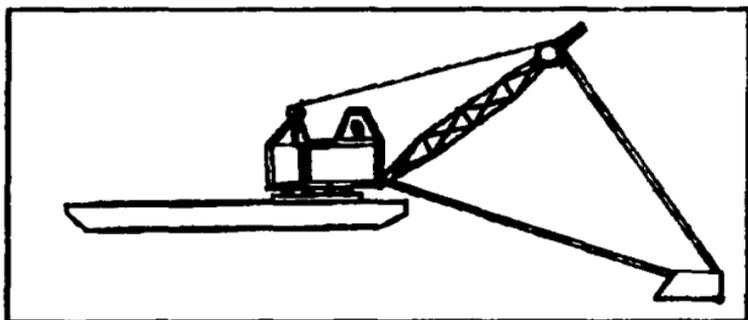


FIG 5 DRAGA DE BOTE DE ARRASTRE.

3.2.2.2) **DRAGA DE ALMEJA.**

Otro tipo de draga de grúa es la draga de almeja, la cual se nombra de esta manera debido a la semejanza que tiene su elemento de ataque con una almeja, la cual está formada por dos partes (valvas) que se abren en un sólo plano. Y toda ésta se conecta a un extremo de la grúa por medio de cables flexibles, (figura 6).

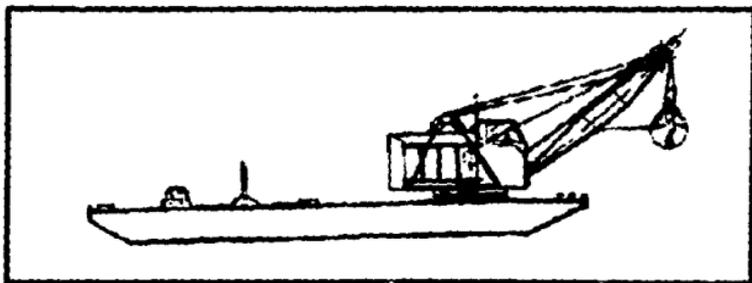


FIG. 6 DRAGA DE ALMEJA.

Las almejas son de acero y de mucho peso, para que al efectuar el dragado se arrie el golpe hasta el fondo y muerda el material subacuático, para después llevarlo por medio de la grúa hasta el exterior depositándolo en su tolva, en gánguiles, chalanes-tolva o a los lados del canal si es necesario. Para extraer material tipo fango, arena o mezclado con grava se utiliza la draga normal, (figura 7). Y para extraer material compactado, se utiliza la almeja con dientes, (figura 8).



FIG. 7 ALMEJA SIMPLE.

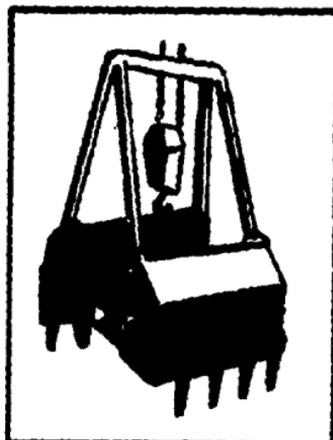


FIG. 8 ALMEJA DENTADA.

Con respecto a su peso, existen tres tipos de almejas: *pesadas, medianas y ligeras*. Las ligeras se utilizan en excavaciones de material duro o compactado, las medianas para usos generales y las ligeras para extraer materiales blandos.

La profundidad a la que pueden extraer el material este tipo de dragas es prácticamente "ilimitada", aunque pierde eficiencia al aumentar la profundidad debido al tiempo que tarda la almeja en ser izada y arriada hasta el lugar donde se deposita el material.

Otros inconvenientes de las dragas de almeja son la mala uniformidad de la excavación y que se enredan los cables debido a que la almeja gira al izarla o bajarla.

3.2.2.3) DRAGA DE GRANADA O GAJOS.

Este tipo de draga es básicamente igual a la draga de almeja, la única diferencia es que el elemento de ataque "granada" está formada por segmentos de una esfera que se separan radialmente, (figura 9).

La característica que la diferencia de las demás dragas de grúa es que es utilizada para extraer rocas ya quebrantadas, de ahí en fuera todo el funcionamiento, ventajas y desventajas son similares que las de la draga de almeja.

3.2.2.4) DRAGA DE GARFIO.

El funcionamiento, ventajas y desventajas son las mismas que las de la draga de almeja; a diferencia del elemento de ataque, está formado (como su nombre lo dice) de un garfio que se abre y cierra radialmente. Los garfios son usados para extraer grandes rocas, pudiendo ser estas hasta de 18 ton., dependiendo de la capacidad de la grúa, (figura 10).

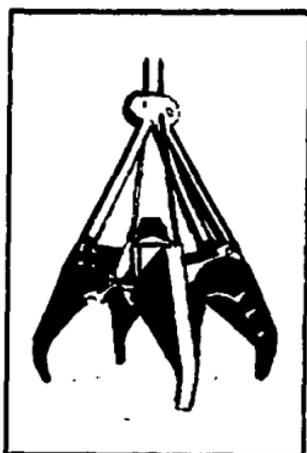


FIG. 9 DRAGA DE GRANADA. FIG. 10 DRAGA DE GARFIO.

3.2.3) DRAGA DE CANGILONES O ROSARIO.

Este tipo de dragas comprende, de un pozo en el plano de cruja del casco, por la cual se arria la escala con un ángulo que puede ajustarse para conseguir distintas alturas de dragado. La escala es una estructura de acero que sirve de apoyo y guía a una cadena sinfin de cangilones, la cual en el lado de la carga descansa sobre una serie de rodillos para facilitar su movimiento. La cadena de cangilones es accionada por una fuerza motriz, situada en una estructura alta o torre, (figura 11).

Los cangilones son cazueltas de acero con el bordo reforzado en el lado de ataque y si el material es muy duro van provistas de dientes. Los cangilones tienen unos barrenos para eliminar el agua que consigo trae el material al ejecutar el trabajo.

Su forma de operar no es solamente en línea recta, sino también en forma radial o de abanico, ya que para posicionarse o avanzar, se auxilia de anclas y cables que le permiten girar un determinado ángulo, a uno y otro lado.

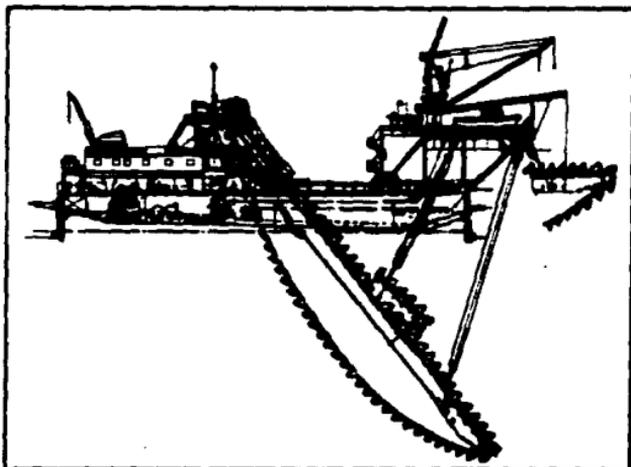


FIG. 11 DRAGA DE CANGILONES O ROSARIO.

Su forma de operar no es solamente en línea recta, sino también en forma radial o de abanico, ya que para posicionarse o avanzar, se auxilia de anclas y cables que le permiten girar un determinado ángulo, a uno y otro lado. Estas dragas por lo regular son estacionarias, pero algunas están dotadas de una instalación de autopropulsión. Las desventajas de esta draga se pueden resumir en los siguientes tres puntos:

- 1) El mantenimiento es mas costoso, debido a los grandes esfuerzos a la que esta sometida y al mayor número de piezas sujetas a desgaste.
- 2) Tiene poca estabilidad debido a su construcción robusta y pesada. Por lo tanto no son adecuadas para navegar.
- 3) Se necesita personal numeroso, y las maniobras de fondeo y emplazamiento son mucho mas laboriosas.

Este tipo de dragas puede dragar generalmente a 16 m. de profundidad, pero hay algunas que llegan hasta 50 m. (estas son aplicadas a la minería). Se destinan principalmente para extraer arcilla dura, grava o roca desquebrajada; haciendo en estos tipos de suelo un buen perfil submarino. Hay tipos de dragas de rosario especiales que se emplean para extraer minerales submarinos tales como estaño, oro, piedras preciosas, etc.

3.2.4) DRAGAS ESTACIONARIAS.

Este tipo de dragas se distinguen por que tienen instalada una bomba centrífuga para elevar y transportar los materiales a extraer por medio de una tubería, hasta depositarlo en la zona de tiro. Por tal motivo estos materiales se extraen en una mezcla de suelo y agua (de aquí el nombre de draga hidráulica). El suelo se desprende por medios diferentes dependiendo de su consistencia y por medio del cortador rotativo, la rueda cortante o el cabezal de succión.

Las dragas hidráulicas estacionarias carecen de un sistema de autopropulsión, y su forma de posicionamiento y avance es por medio de zancos y anclas (de aquí el nombre de estacionarias).

Como este tipo de dragas carecen de una tolva propia, el material succionado por la bomba puede vertirse directamente en unos gánguiles o trasladarlo hasta la zona de tiro por medio de una tubería flotante que después se apoya en terreno firme.

3.2.4.1) DRAGA DE SUCCION SIMPLE.

La draga de succión simple es la mas sencilla de las hidráulicas. Y está constituida por un casco de lámina de acero que puede ser de una sola pieza o seccionada para facilitar su transporte, (figura 12).

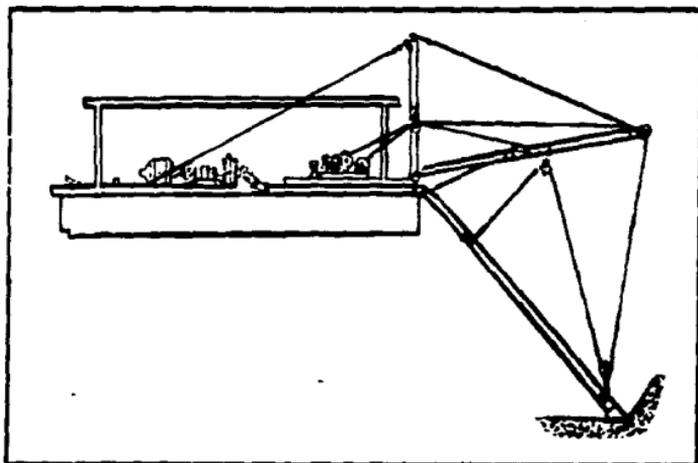


FIG. 12 DRAGA DE SUCCION SIMPLE.

Los componentes principales de esta draga son la bomba centrífuga y el tubo de succión, que aspira a la mezcla por medio de una boquilla colocada en el extremo inferior y a la que a veces se le instala un agitador o chorro de agua para remover el material y así facilitar su aspiración. La boquilla se conecta a la tubería de succión y es fijada por medio de un manguito de hule, permitiendo con esto el libre movimiento del tubo de succión. Las maniobras del tubo de succión se hacen por medio de cables controlados por una grúa.

Estas dragas son utilizadas en aguas tranquilas y para succionar materiales sueltos o de fácil flujo como el fango y arena. Teniendo como desventajas el no poder extraer materiales duros o compactos.

3.2.4.2) DRAGA DE SUCCION CON CORTADOR.

De los equipos hidráulicos, es el que tiene mayor eficiencia debido a que su producción es continua y no requiere de retirarse del lugar de trabajo para descargar, ya que envía el material extraído a través de una tubería hasta la zona de tiro (previamente elegida). Además cuenta con todos los elementos necesarios para cortar y disgregar el material del fondo, que mezclado con el agua es succionado por la bomba centrífuga (de aquí el nombre de draga hidráulica de succión con cortador).

La draga consta de un casco de lámina de acero que se construye de una pieza aunque en dragas medianas y pequeñas pueden estar constituidas por varias secciones para facilitar su transporte hasta el lugar de operación, (figura 13).

Este tipo de dragas tienen una amplia gama de tamaños pudiendo dragar desde los 40 hasta los 2000 m³/hr. de material sólido. Hay dragas que pueden descargar a una distancia máxima de 4000 m. (dependiendo el tipo de material y la altura de descarga); y cuando se requieren mayores distancias de descarga se ponen subestaciones de bombeo distribuidas a lo largo de la línea.

A continuación explicamos el funcionamiento de las partes mas importantes (excepto el aparato hidráulico) que constituyen a una draga estacionaria de succión con cortador.

1) Escala:

Este es un elemento de acero en el cual a través de esta baja el tubo de succión hasta llegar al extremo donde se encuentra el cortador. Su función es la de permitir ajustar la profundidad a la que se desea llegar variándole su inclinación (no debe pasar de los 45°). Su longitud va de 7 a 68 m. pudiendo dragar hasta 48 m. de profundidad. Las maniobras de la escala se efectúan mediante cables de acero (o winches) que van conectados a una pluma y son controlados por unos malacates (o central de winches).

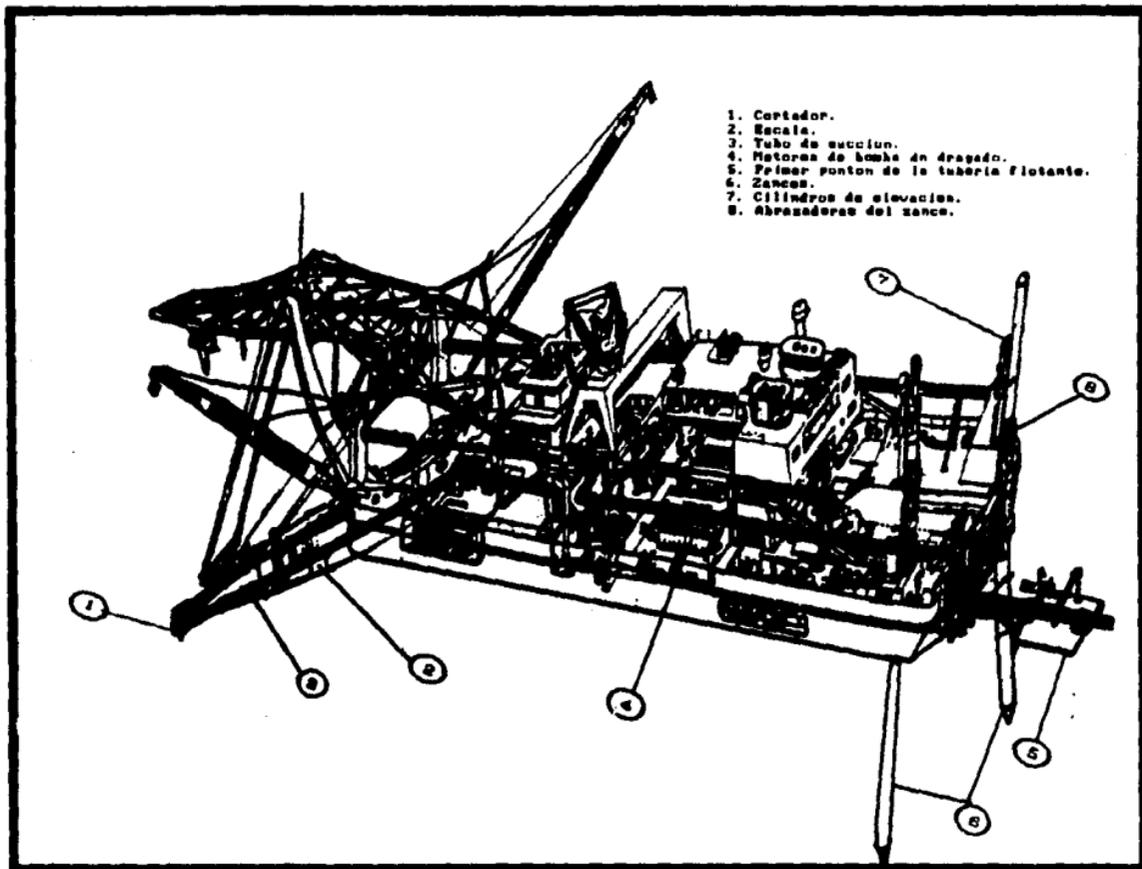


FIG. 13 DRAGA ESTACIONARIA DE SUCCION CON CORTADOR.

2) Cortador:

Es un dispositivo giratorio que sirve (como su nombre lo dice) para cortar, disgregar y remover el material con el fin de que la bomba de dragado pueda succionar la mezcla fácilmente. Esto hace posible el dragado de terrenos duros o compactos, tomando en cuenta ciertos límites para mantener la eficiencia de la draga. Existen varios tipos de cortadores, el uso de alguno de estos depende de la dureza del material que se va a extraer, y se dividen principalmente en dos tipos:

- CORTADOR ROTATIVO:

Se asemeja a un segmento de una esfera donde su plano de giro es perpendicular a la escala, estas pueden ser de los siguientes tipos:

-De cuchillas:

Este se destina para los fondos ligeros (arena, arcilla y limos), donde las cuchillas del cortador son reemplazables y se puede variar entre 5 y 6 el número de cuchillas, (figura 14).

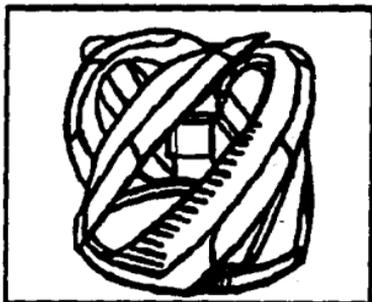


FIG. 14 CORTADOR DE CUCHILLA.

-De corona:

Este se destina para arenas no muy compactas, en la cual las cuchillas tienen en su filo unos dientes de forma rectangular, (figura 15).



FIG. 15 CORTADOR DE CORONA.

-Dentado:

Este es destinado para materiales muy duros y conglomerados. Los dientes de este cortador son sintercambiables y pueden ser de diente de punta, diente de cincel ó diente de espátula (figura 16).



FIG. 16 CORTADOR DENTADO.

- RUEDA CORTANTE:

Como su nombre lo dice, es una rueda que tiene en la periferia unas cazuelas sin fondo que tienen una forma de una pirámide truncada. El plano de giro de la rueda es vertical y colineal a la escala, (figura 17).

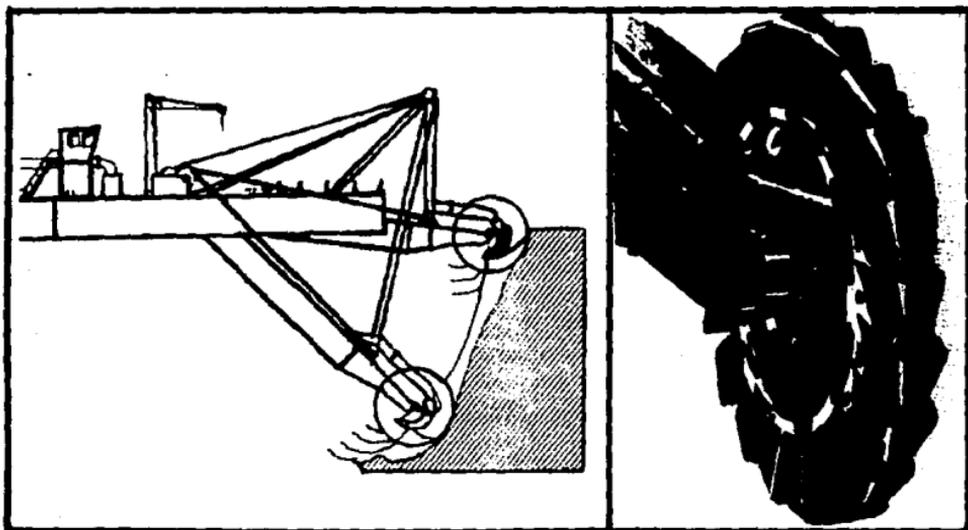


FIG 17

RUEDA CORTANTE

3) Zancos:

Son piezas tubulares de sección circular o cuadrada, de gran longitud con punta en el extremo inferior, para que pueda penetrar en el terreno subacuático. Sirven para posicionar, dar el paso y dar el abaniquéo a la draga cuando se está trabajando. Para poder dar éste, uno de los dos, el llamado zanco de trabajo se utiliza como punto de giro (pivote), para poder abanicar a la draga al estar efectuando el corte y está situado siempre del lado en que se encuentra la tubería de descarga (cuello de ganso), para que éste no tenga mucha amplitud de movimiento. Por lo regular los zancos se encuentran en la popa, pero en algunas ocasiones están ubicados en la proa.

4) Cables para abanicar (TRAVESES):

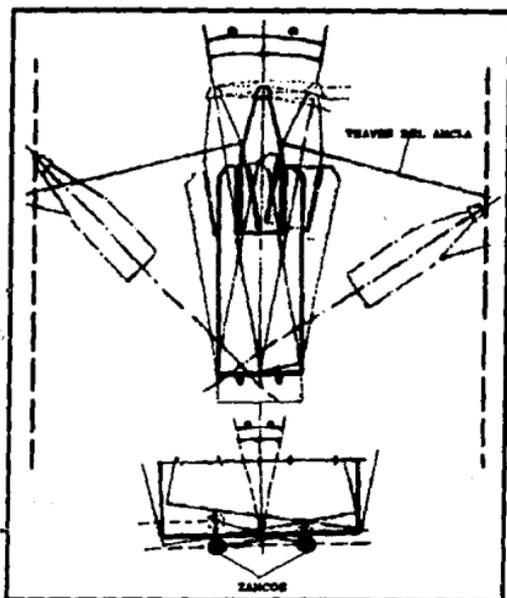


FIG. 18 DRAGA REALIZANDO EL ABANIQUEO.

Estos cables se emplean para bornear y abanicar a la draga al estar efectuando el corte. En un extremo están afirmados a los anclotes, (cada anclote se fondea de cada lado de la draga), pasan después por unas poleas que se encuentran en la escala, cerca del cortador; para terminar en los malacates "central de winches" (figura 18).

5) Tubería flotante de descarga:

Se extiende desde el tubo de descarga de la draga (cuello de ganzo) hasta el pontón cabría, que en sí es el pontón donde se unen la tubería flotante con la de tierra. Esta tubería debe ser suficientemente flexible, en la cual los tramos de tubo son de 6, 12 y hasta 24 m. y están conectados por medio de conexiones esféricas, rótulas o tramos de manguera de hule (manguitos).

Para mantener la línea en flote con el fin de hacer sencilla la maniobra de desconexión, inspección y aumento de tramos de tubería (aunque también puede ser sumergida), ésta descansa sobre pontones o flotadores, que por lo regular están colocados perpendicularmente a la línea (figura 19).

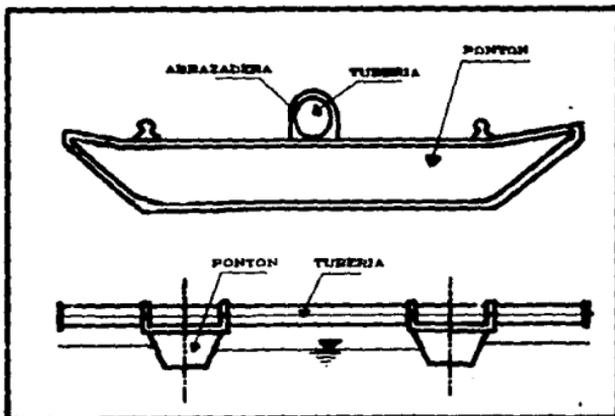


FIG. 19 PONTONES Y TUBERIA.

6) Tubería terrestre de descarga:

Se extiende desde el pontón cabría siguiendo el trayecto más corto hasta llegar a la zona de tiro, procurando que tenga el menor número de curvas y elevaciones para no perder energía. Los tubos se conectan unos con otros de tal forma que se junten, el extremo cónico de uno con el extremo acampanado del otro.

3.2.5) DRAGAS AUTOPROPULSADAS.

El funcionamiento de este tipo de dragas es muy parecido al de las dragas estacionarias, teniendo como diferencia que las dragas autopropulsadas (como su nombre lo dice) tienen un sistema de propulsión, instrumentos y casco con formas finas que le permiten navegar como buque. Además las dragas autopropulsadas van provistas de una tolva dividida en secciones, donde es depositado el material extraído, habiendo tolvas (dependiendo el tamaño de la draga) de una capacidad de almacenaje que van de 500 a 12,000 m³. Para cuando ya está llena la tolva la draga navega hasta la zona de tiro (aproximadamente 4 millas) vaciando el material por medio de las compuertas o válvulas que se encuentran en el fondo de la tolva, o en algunos casos las dragas se pueden abrir longitudinalmente, (figura 20).

El tiempo en que se tarda en hacer un ciclo de dragado depende del tipo de material, de la profundidad a la que se requiere dragar y de la capacidad de la tolva, teniendo una variación de 20 a 60 min.

El tiempo que tarda en el recorrido de ida a la zona de tiro depende de la distancia del trayecto (en México por norma de SEDUE son 4 millas mar adentro) y de la velocidad a que navegue la draga. Esta velocidad va de 10 a 15 nudos (1 nudo = 1 milla/hr.). Cuando la draga va llena tiende a navegar a 10 nudos.

1. Motor para bomba de dragado.
2. Bomba de dragado.
3. Tolva.
4. Motores diesel principales.
5. Caballetes de tubo de succion.
6. Helice.
7. Tubo de succion lateral.
8. Cabezal de succion.
9. Guinchas del cabezal.
10. Cabina de mando.

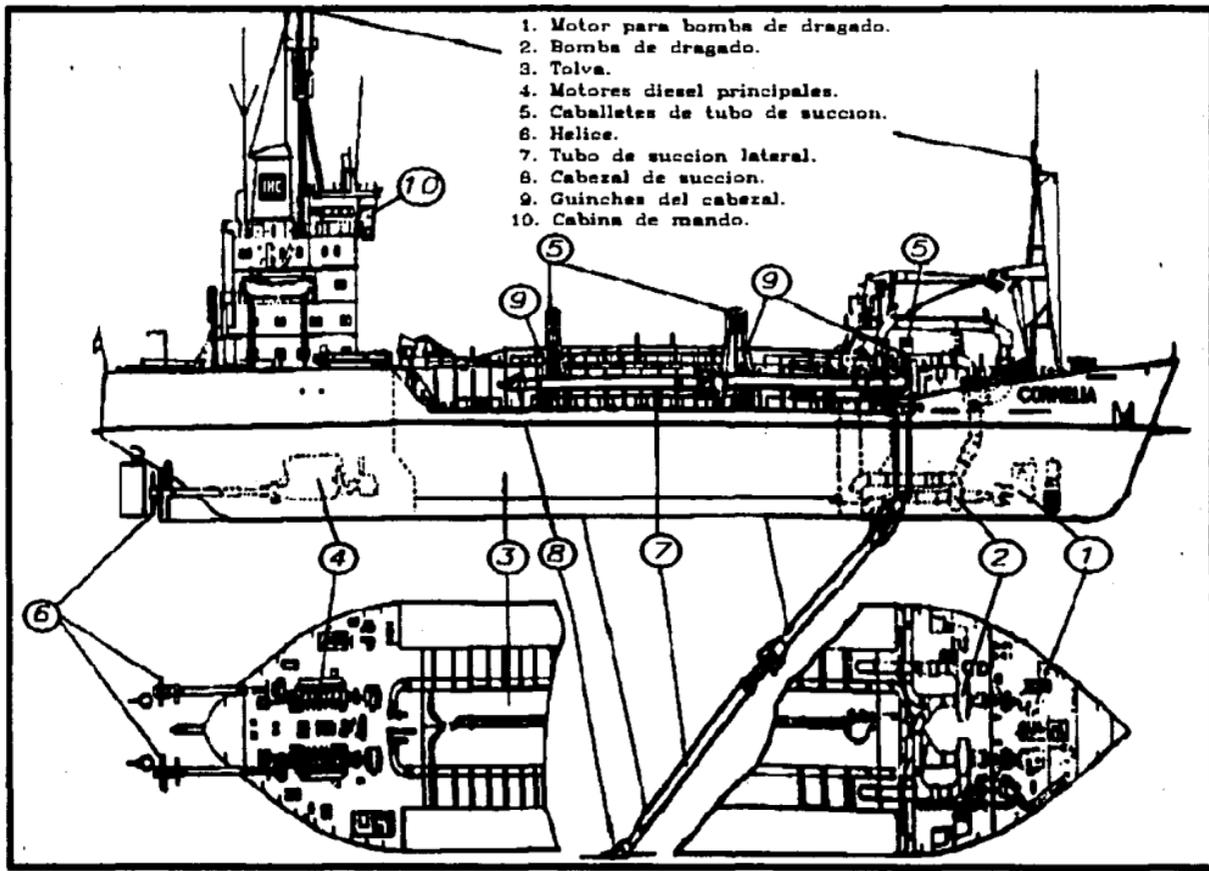


FIG. 28 DRAGA AUTOPROPULSADA.

El tiempo que se tarda en descargar el material en la zona de tiro varía de 10 a 20 min., dependiendo del tipo de material. Para arena limpia tarda 10 min. y para arcilla tarda 20 min. El tiempo de regreso de la zona de tiro depende de las mismas condiciones que de ida. Cuando la draga va vacía tiende a navegar a 15 nudos. La velocidad de la draga al ir succionado, depende del tipo de material.

En la (figura 21) se muestran dos gráficas, en la primera se indica una relación entre la profundidad de corte y la velocidad de la draga; y en la segunda se indica la relación de producción de la cabeza succionadora y la velocidad de la draga.

La razón de los mamparos divisorios es la de aumentar el trayecto del material dentro de la tolva con el fin de disminuir la velocidad del agua provocando con esto la decantación de los sólidos.

Es importante hacer notar que el material dragado es transportado con un alto porcentaje de agua (85 ó 95 %). Se puede decir que la tolva se llena al máximo cuando el material dragado es pesado, pero si éste es ligero, la tolva no completa su capacidad ya que el material no alcanza a decantar totalmente. Cuando el material es decantado, el agua de la superficie de la tolva es derramada por unos vertedores dispuestos por ambas bandas y a toda su longitud de ésta. Si el material no decanta, es regresado nuevamente al canal por los vertedores.

Al estar trabajando la draga, se sondea periódicamente la tolva, y cuando la profundidad que nos indica la sonda no tiene decrementos importantes, se dice entonces que es el tiempo mínimo con que se tiene el mayor depósito de material ligero dentro de la tolva llamado "tiempo económico de dragado", es cuando se suspende el dragado para ir a depositar el material a la zona de tiro (figura 22).

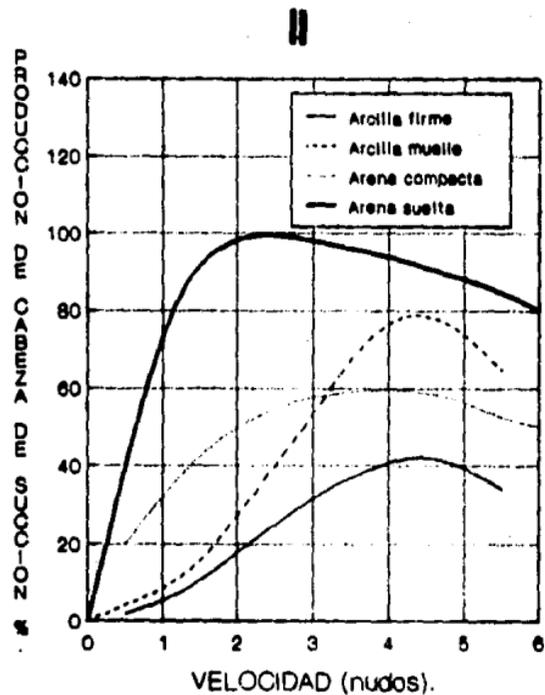
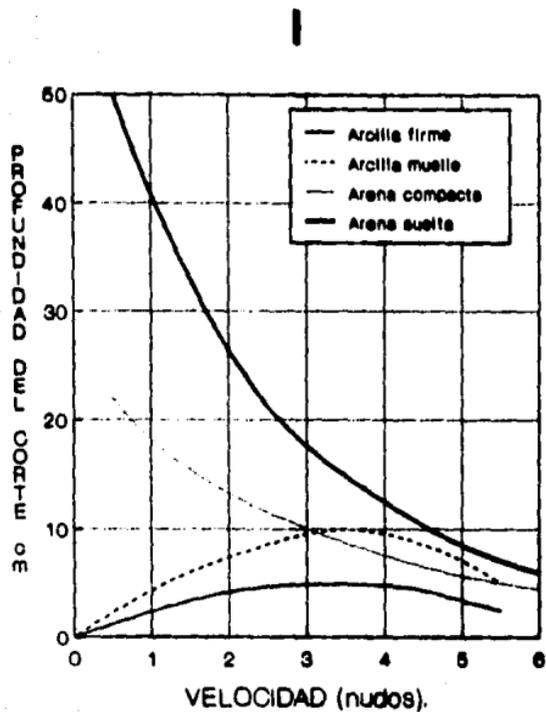


FIG. 21 GRAFICAS DE LAS DRAGAS AUTOPROPULSADAS EN OPERACION.

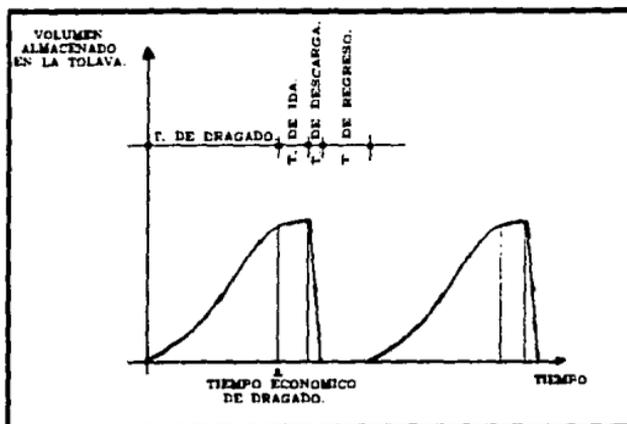


FIG. 22 TIEMPO ECONOMICO DE DRAGADO.

La eficiencia de este tipo de dragas es alto, sin embargo, se ve afectada por la necesidad de suspender el dragado para ir a depositar el material a la zona de tiro. Este tipo de dragas no es adecuada para extraer material duro o muy compacto, pudiendo dragar fango, arena, arcilla y grava.

El o los tubos de succión están dispuestos en babor y/o estribor de la draga; la profundidad a que es sumergido es controlada por medio de unos caballetes o pescantes. Los tubos de succión tienen gran flexibilidad gracias a las conexiones esféricas, que se intercalan con ese fin. También suelen llevar manguitos de hule reforzados en la parte intermedia e inferior asegurados con brazos articulados. Aparte de la bomba de succión, el tubo de succión puede disponer en el centro de este, de una bomba eléctrica sumergible, (figura 23).

La profundidad de dragado puede ser de 5 a 35 m., dependiendo de la logitud del tubo de succión y de la potencia de la o las bombas. El cabezal de succión está conectado en el

extremo inferior del tubo de succión y es la que está en contacto con el suelo submarino, por tal motivo esta expuesta a grandes desgastes y se ve la necesidad de reforzarla con pedazos de rieles de ferrocarril.

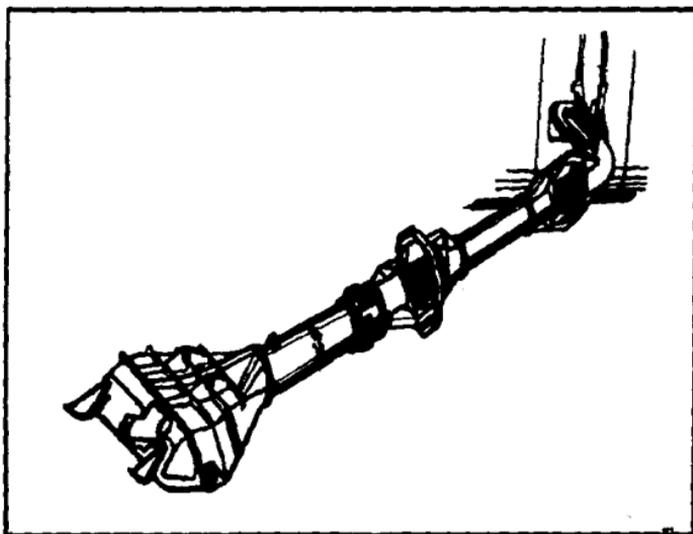


FIG. 23 TUBO Y CABEZA DE SUCCION.

3.2.5.1) DRAGA AUTOPROPULSADA DE SUCCION SIMPLE.

Esta draga es de las mismas características de la draga descrita anteriormente y se le nombra de succión simple por tener nada más un tubo de succión, (figura 24).

3.2.5.2) DRAGA AUTOPROPULSADA DE SUCCION DOBLE.

Es de las mismas características que la de succión simple, con la diferencia de tener dos tubos de succión con sus respectivos cabezales (figura 25).

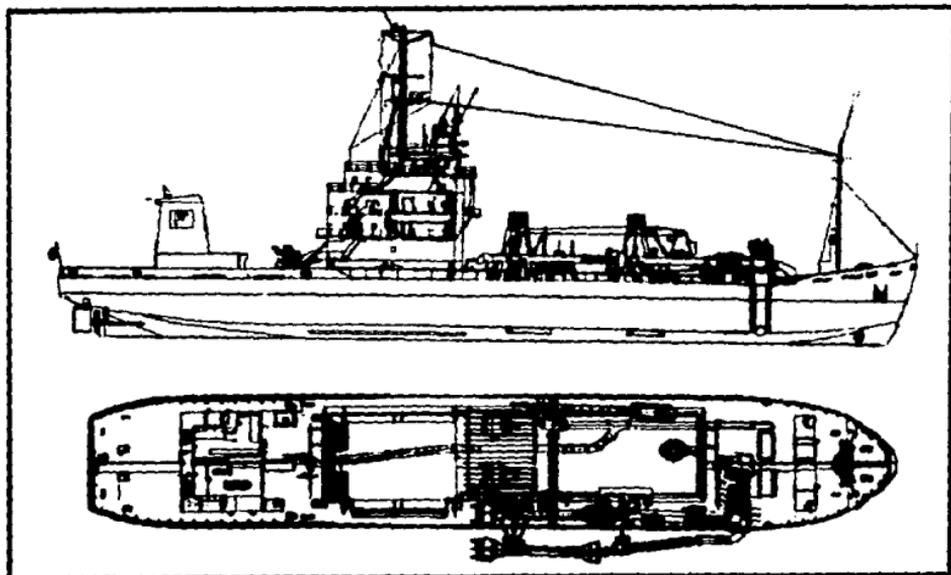


FIG. 24 DRAGA AUTOPROPULSADA DE SUCCION SIMPLE.

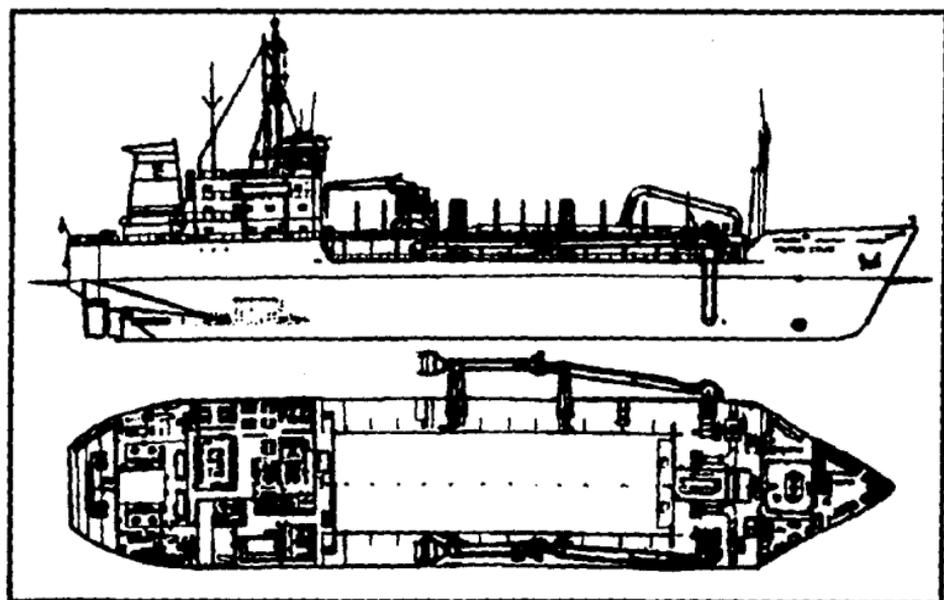


FIG. 25 DRAGA AUTOPROPULSADA DE SUCCION DOBLE.

3.2.6) DRAGA MIXTA.

La característica primordial de la draga mixta es que puede operar (con todas sus funciones) tanto como una draga estacionaria con cortador como una draga autopropulsada. La gran ventaja que ofrece este tipo de draga es que puede depositar el material en una zona de tiro ubicada en tierra o en el mar. Pudiendo también depositar el material en un gángil o un chalán, (figura 26).

3.2.7) DRAGAS PARA GRANDES PROFUNDIDADES.

Basándose en la necesidad de que cada vez se requiere ir a mayores profundidades, y no solo con el fin de hacer la navegación más segura de los buques en los puertos y accesos a estos, sino también de extraer minerales, materiales pétreos para la construcción y hacer obras bajo las aguas; se han empezado a utilizar *equipos de dragado para grandes profundidades* y otros que todavía se encuentran en estudio.

A continuación se mencionan algunos equipos de dragado para grandes profundidades que ya se encuentran en operación en la actualidad.

-Draga inyectora de chorro:

Este tipo de draga tiene un aditamento en el cabezal de succión en el cual lanza un chorro de agua con el fin de levantar la capa de material y succionarlo con mas facilidad, para después ser llevado hasta la superficie y ser descargado en un gánguil ó en la zona de tiro. La profundidad a la que puede dragar es de hasta 100 m.

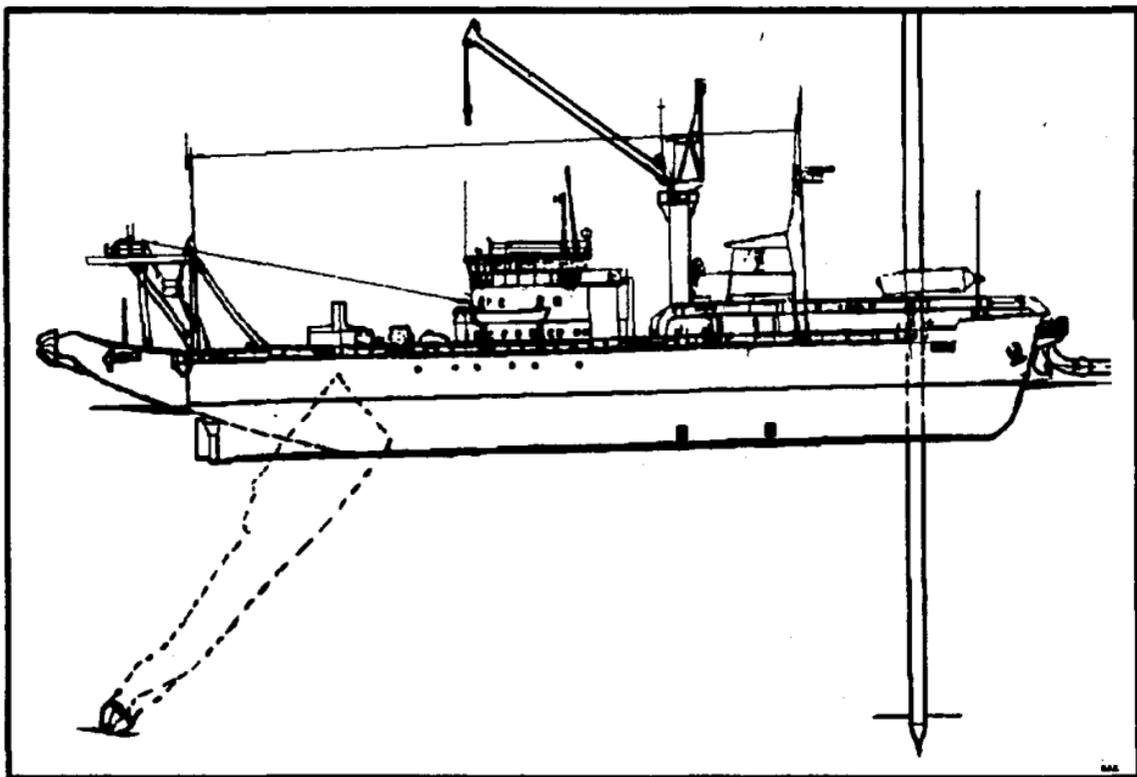


FIG. 26 DRAGA MIXTA.

-Sistema de dragado con aire (AIR LIFT) :

Este sistema consiste en un tubo con conexión lateral para una tubería de aire y otra en el extremo la cual aplica chorros de agua para ayudar a desprender el material. Los diseños avanzados de este sistema se encuentran todavía en estudio, (figura 27).

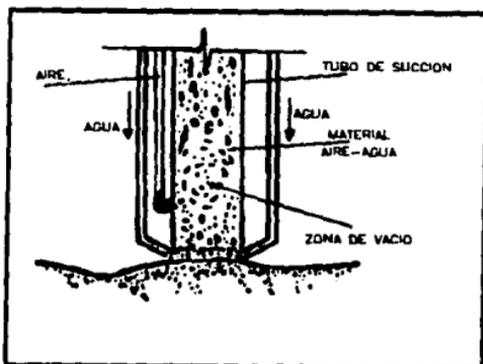


FIG. 27 SISTEMA DE DRAGADO CON AIRE (AIR LIFT).

-Draga submarina:

Esta draga opera a 30 m. de profundidad, con la finalidad de extraer y reponer arena que es retirada por el mar en los cambios de estación en las playas de gran atracción turística (actualmente está trabajando en E.U.).

De las dragas que se encuentran en estudio y experimentación podemos nombrar la draga que está instalada en una plataforma marina, dragas con módulos succionadores y la draga de sistema de bulldozer submarino JH360 que puede ser manejado desde a bordo ó a control remoto.

3.3) CARACTERISTICAS DE LAS DRAGAS QUE SE CONTROLAN EN LA VOCALIA DE DRAGADO (GERANCIA REGIONAL DEL GOLFO).

La Gerencia Regional del Golfo, ramal de la Vocalía de dragado de Puertos Mexicanos, Orqano Desconcentrado de la S.C.T.; en la actualidad tiene a su cargo un buen número de dragas de las cuales a continuación se hace una breve descripción de cada una.

3.3.1) DRAGA CHIJOL.

Esta es una draga de construcción alemana mecánica de grúa con almeja instalada sobre un chalán. Tiene una eslora de 23 m., una manga de 8.1 m. y puede dragar a de 8 m. de profundidad con su almeja que tiene una capacidad de 0.573 m^3 . Su calado mínimo es de 0.61 m. y el máximo de 1.01 m. Para su operación requiere de un chalán auxiliar y de un remolcador que la translade a la zona de dragado.

3.3.2) DRAGAS COLIMA, SOMORA Y SINALOA.

Estas tres dragas de construcción norteamericana son hidráulicas estacionarias de succión con cortador (idénticas). Tienen una eslora de 24.35 m., manga de 7.9 m., un calado mínimo de 0.74 m. y un calado máximo de 0.95 m. Pueden dragar a una profundidad máxima de 16.33 m. El diámetro de la tubería de succión es de 24 in. (61 cm.), y el de descarga es de 20 in. (51 cm).

Así es que tomando como base las dimensiones de estas dragas nos podemos dar cuenta que son muy adecuadas para entrar en acción cuando el calado es muy pequeño.

3.3.3) DRAGA TAMAULIPAS II.

Esta es una draga de construcción norteamericana hidráulica estacionaria de succión con cortador. Tiene una eslora de 21.4 m., manga de 6.6 m., calado mínimo de 1.05 m. y un calado máximo de 1.37 m. Puede dragar a una profundidad de 13.35 m. El diámetro del tubo de succión es de 18 in. (46 cm.), y el de descarga es de 16 in. (41 cm.). Al igual que las dragas anteriores, ésta es muy adecuada para trabajar cuando hay calados muy pequeños.

3.3.4) DRAGA PUERTO DE ALTAMIRA.

Esta es una draga de construcción holandesa hidráulica mixta. Se compone de una escala central con cortador en popa, dos zancos y un equipo de succión de arrastre que se encuentra en estribor. Tiene una eslora total de 107 m., una manga de 16.8 m. y un calado de 5.1 m. Puede dragar hasta una profundidad de 20 m. Con una capacidad en la tolva de 3000 m³. El diámetro del tubo de succión es de 31.5 in. (80 cm.), y el de descarga es de 29.5 in. (75 cm.). Y puede descargar el material dragado en la tolva o en tierra por una tubería hasta 1200 m. de distancia.

3.3.5) DRAGA GUADALUPE VICTORIA.

Esta es una draga de construcción francesa hidráulica mixta. Se compone de una escala central con cortador a popa y un equipo de succión de arrastre con chorros de disgregación. Tiene una eslora de 111 m., manga de 17.4 m., un calado máximo de 5.8 m. y un calado mínimo de 4.08 m. Puede dragar a una profundidad de 17 m. y la capacidad de su tolva va de 2500 a 3000 m³. El diámetro de los tubos de succión y de descarga es de 35.5 in. (90 cm.). Y puede descargar el material dragado en la tolva o en tierra a una distancia de hasta 300 m.

3.3.6) DRAGAS PUEBLA Y PRESIDENTE JUAREZ.

Estas son dos dragas de construcción francesa hidráulicas autopropulsadas provistas de dos rastras de succión con chorros de disgregación ubicadas en estribor y babor. Tienen una eslora de 73.1 m., manga de 14.25 m., un calado mínimo de 3.4 m. y uno máximo de 4.8 m. Pueden dragar hasta una profundidad de 17 m. con un diámetro en el tubo de succión de 27.5 in. (70 cm.) y de 23.5 in. (60 cm.) en la descarga. Y la capacidad de su tolva va de 1100 a 1400 m³. Descarga el material dragado en la tolva y se vacía mediante compuertas o por tubería hasta una distancia de 900 m.

3.3.7) DRAGA MORELOS II.

Es una draga de construcción francesa autopropulsada provista de dos rastras de succión con chorros de disgregación ubicadas en estribor y babor. Puede dragar a una profundidad máxima de 27 m. y tiene una velocidad máxima al estar dragando de 2 nudos. La capacidad máxima de su tolva es de 4000 m³. Tiene una eslora de 113.5 m., una manga de 19 m. y un calado máximo de 8 m. Y navega a una velocidad máxima de crucero de 13 nudos.

Esta draga tiene a bordo un equipo electrónico de posicionamiento "SYLEDIS" que tiene la función de ubicar a la draga por medio de coordenadas rectangulares y al mismo tiempo da la profundidad del suelo submarino de este mismo punto, para poder saber si ya se obtuvo la profundidad requerida y así con esto poder tener mayor precisión al estar dragando.

En la (figura 28) se ilustra en un mapa de la república mexicana la localización actual de cada una de estas dragas.

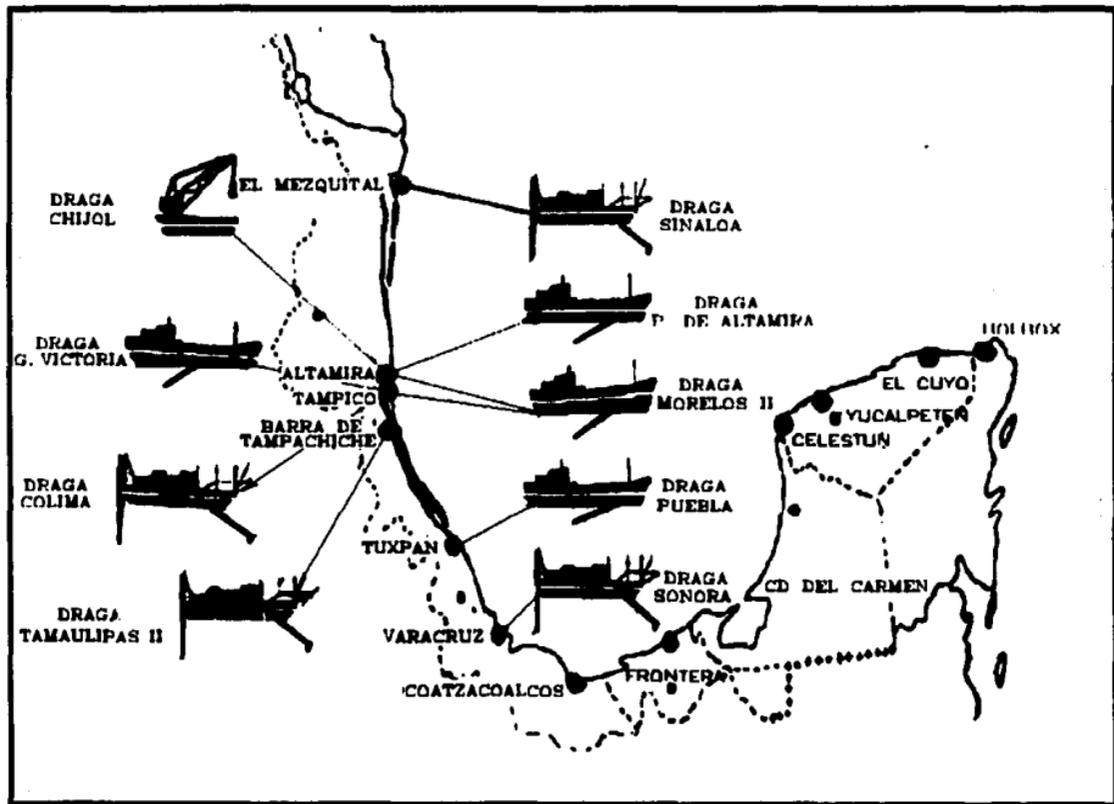


FIG. 28 LOCALIZACION DEL PARQUE ACTIVO DE LA
GERENCIA REGIONAL DEL GOLFO DE DRAGADO.

CAPITULO IV

TRABAJOS Y ESTUDIOS REQUERIDOS PARA LA OPERACION DEL DRAGADO

La ingeniería no es sencillamente la ciencia
matemática. Debe abordarse con un sentido de
proporción y de la estética.

HARRY CROSS.

Los trabajos y estudios preliminares para la operación del dragado son base primordial para una buena ejecución del este, para la adecuada selección del equipo, para poder cuantificar con mas exactitud el avance de obra y para poder hacer una buena planeación de un nuevo dragado.

Los estudios preliminares más importantes son los siguientes:

- Profundidad a que debe dragarse el puerto.
- Levantamientos topográficos y topohidrográficos.
- Determinación de mareas, corrientes, oleajes y scarréos.
- Mecánica de suelos.
- Geográficos.
- Hidrológicos.

Hay un sinnúmero de estudios preliminares para poder ejecutar un dragado, es por tal motivo que se dará una breve descripción de alguno de estos y se profundizará en los levantamientos topohidrográficos y estudios de mecánica de suelos, debido a que estos dos últimos son fundamentales durante todo el trabajo de dragado tanto en el campo como en posteriores estudios.

4.1) PROFUNDIDAD A QUE DEBEN DRAGARSE LOS PUERTOS.

La seguridad que ofrezca un puerto depende fundamentalmente de su profundidad, es por tal motivo que antes de empezar el trabajo uno de los primeros datos que se debe tener es la profundidad a que se va a dragar y mantener el puerto. La profundidad depende principalmente de dos puntos:

- 1) El calado de los buques de mayor dimensión que van a frecuentar (construcción) o que frecuentan más seguido al puerto.

Este punto se obtiene en base a las estadísticas de los buques, considerando sus calados máximos, esto servirá para normar

nuestro criterio y decidir si debe o no hacerse el dragado, siempre y cuando los ingresos que produzcan los buques de mayor tonelaje sean superiores al costo que representa el mantener la profundidad del canal.

- 2) El desarrollo que en un futuro próximo pueda obtener el puerto.

Se justifica el dragado, si después de un estudio económico del hinterland, se determina que en un futuro próximo se tendrá carga suficiente que transporte un buque de cierto tonelaje, y de acuerdo con el calado que éstos requieran, se efectuará el dragado.

4.1.1) CALCULO DE LA PROFUNDIDAD DE DRAGADO.

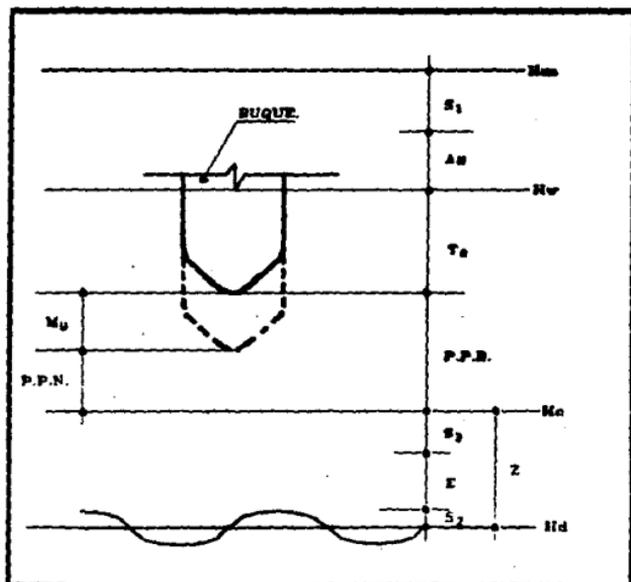


FIG. 29 PROFUNDIDAD DE DRAGADO.

En la (figura 29) se muestran las incógnitas que influyen en el cálculo de la profundidad de dragado, las cuales se describe su significado y la forma de obtenerlas a continuación:

Hv : Nivel de referencia.

Se obtiene: $Hv = Hm - AH - S$

Hm : Nivel mínimo medio del mar (según los casos extremos estadísticos encontrados), con la marea mas desfavorable escogida para el paso del navío.

S: Tolerancia sobre la falta de precisión al tomar las medidas del nivel del agua.

Ta : Calado estático admitido.

Se obtiene: $Ta = To + Ts - Tc$

To : Calado nominal del barco de la clase más elevada admitida en el puerto. Tomando en cuenta el desplazamiento del navío parcial o totalmente cargado.

Ts : Tolerancia para la disminución de la salinidad en las inmediaciones del puerto.

Tc : Tolerancia para el agua y combustible consumidos por el barco, desde el último puerto de abastecimiento.

Mv : Movimientos verticales del navío.

Se obtiene: $Mv = Ev + Eh$

Ev : Hundimientos del navío bajo efecto de la velocidad "SQUAT". Osea que el confinamiento de la vía del agua acrecenta el sobrehundimiento. Por ejemplo para un navío DE 200,000 TPM. (Toneladas Peso Muerto) se dan las siguientes gamas:

VELOCIDAD (nudos)	5	10	15
HUNDIMIENTO (m.)	0.2 - 0.4	0.5 - 1.0	1.5

FIG. 30 HUNDIMIENTO DEL NAVIO BAJO EFECTO DE LA VELOCIDAD "SQUAT"

Eh : Aumento del calado a las condiciones máximas de oleaje. Tomando en cuenta la amplitud y el periodo de este. Para calcularla los soviéticos proponen la siguiente fórmula:

$$Eh = 0.3 (2A) - Z_1$$

2A : Amplitud del oleaje.

Z₁ : Profundidad del agua a partir de bajo de la quilla. (La quilla es la parte mas baja de una embarcación).

P.F.M. : Pie de Piloto Neto, es el margen mínimo que subsiste debajo de la quilla, cuando el buque se desplaza a cierta velocidad y en condiciones máximas previstas para el viento y el oleaje. Cuando mas grande es este margen, mas reducido es el peligro. Y se toma como mínimo un pie de piloto neto al rededor de 0.5 m., en el caso de fondo rocoso se toma al rededor de 1.0 m.

P.F.B. : Pie de Piloto Bruto.

Se obtiene: $P.F.B. = H_v - T_a - H_c$

ó : $P.F.B. = H_v + P.F.N.$

y como: $H_v = E_v + E_h$

entonces: $P.F.B. = E_v + E_h + P.F.N.$

El pie de piloto bruto en las condiciones mas difíciles puede alcanzar el 20% del calado.

H_c : Nivel nominal del fondo del canal. O sea es la concentración límite del fango en el canal.

Z : Altura de sobredragado.

$$\text{Se obtiene: } Z = E + S_2 + S_3$$

E : Depósito de sedimentos permitidos en el canal entre dos operaciones de dragado.

S₂ : Tolerancia de ejecución sobre los trabajos realizados debido a la imperfección del dragado.

S₃ : Confianza en la precisión de los sondeos.

H_d : Nivel nominal de dragado.

$$\text{Se obtiene: } H_d = H_w - T_a - P.P.B. - Z$$

4.2) MAREAS Y CORRIENTES MARINAS.

1) LAS MAREAS:

Son los movimientos periódicos de ascenso y descenso de las grandes masas de agua "mar", como resultado de las atracciones de los cuerpos celestes (Luna y Sol principalmente).

Estos movimientos obedecen a la resultante producida por la combinación de fuerzas de la atracción del Sol y la Luna, ejercidas en todos los puntos de la superficie terrestre. Aunque la Luna es mucho mas pequeña que el Sol, esta ejerce mayor atracción sobre el mar debido a su corta distancia a la Tierra.

En términos prácticos, la altura de la marea nos sirve para hacer correcciones de la altura del mar con respecto al suelo submarino para cuando se hagan los sondeos tengamos una profundidad real de este. Y con esto se pueda saber en realidad a que profundidad se está dragando y que máximo calado de un barco puede navegar en este lugar.

Para efectos del dragado se toma como referencia el "Nivel Medio de Bajamar", que es en sí la media de las mareas mas bajas que se tiene estadística. Por ejemplo, si se tiene una marea de +30 cm. con respecto al nivel medio del nivel de bajamar y se está dragando a -12 m., en realidad estamos dragando a una altura de -11.7 m. Entonces en ese momento se debe dragar a una profundidad de -12.3 m.

Es decir que los sondeos efectuados en las diversas etapas de la marea se ajustan a un plano de referencia (Nivel Medio de Bajamar). Las mediciones de las mareas se llevan a cabo por medio de mareógrafos.

2) LAS CORRIENTES MARINAS:

Son los movimientos de traslación (movimiento horizontal) que sufren las aguas oceánicas en su superficie, constituyendo verdaderos ríos dentro de la masa del agua. Las causas que producen las corrientes marinas, son principalmente las mareas, la rotación de la tierra y el viento.

Las corrientes marinas constituyen los movimientos de un sistema circulatorio general, que no excluye la posibilidad de corrientes ascendentes y descendentes. Para medir las corrientes se utilizan los corrientímetros los cuales nos indican la dirección y velocidad de la corriente.

En términos prácticos el conocimiento de las corrientes marinas nos puede indicar en un momento dado si va o no a trasladar el material de la costa (socavación) y de la zona del mar donde se deposita el material dragado.

4.3) LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO. (L.T.)

La topografía se define como la ciencia que trata de los principios y métodos empleados para determinar las posiciones relativas de los puntos de la superficie terrestre, por medio de medidas, usando los tres elementos del espacio.

La topografía define la posición y las formas circunstanciales del suelo; es decir, estudia en detalle la superficie terrestre y todos los accidentes que en ella existen, sean naturales o debidos a la mano del hombre. Todo esto se expresa plasmandolo en planos topográficos.

Las actividades fundamentales de la topografía son el trazo y el levantamiento, que se describen a continuación:

- El trazo:

Es el procedimiento operacional que tiene como finalidad el replanteo sobre el terreno de las condiciones establecidas en un plano.

- El levantamiento:

Comprende las operaciones necesarias para la obtención de datos de campo útiles para poder representar un terreno por medio de su figura semejante en un plano.

Entonces la topografía se puede considerar como una de las herramientas básicas de la ingeniería civil. Por lo tanto para realizar la ejecución de un dragado el Levantamiento Topográfico es de fundamental utilidad.

Realizado el levantamiento topográfico tenemos una poligonal plasmada en un plano, el cual nos indica mediante coordenadas la ubicación de cada uno de los vértices (en el campo los vértices de la poligonal se indican con una torre metálica), también obtenemos un plano con la configuración de las curvas de nivel del terreno.

Algunas de las utilidades que nos dan los levantamientos topográficos (principalmente en el dragado de construcción) son los siguientes:

- 1) Realizar el dragado en la zona o sitio que nos indica el proyecto.

Cuando la zona de dragado cae en agua (cotas negativas) se instalan unas boyas para orientar la draga e indicarle por donde debe efectuar la extracción del material.

Cuando el dragado se tiene que hacer hasta una parte donde el nivel de tierra es positivo, se indica hasta donde tiene que hacer el corte mediante unas líneas hechas con "cal". También se pueden poner torres o estacas con banderas para alinear a la draga en la zona donde va a trabajar.

- 2) Mediante la configuración del terreno existente se hace el cálculo del volumen de proyecto (mas adelante se verá con detalle). Es decir que nosotros tenemos un nivel de terreno, la profundidad a la que se va a dragar, la longitud del tramo de canal y el ancho del canal. A partir de esto podemos obtener el volumen total a extraer.

- 3) En base a la configuración del terreno, podemos hacer el trazo por donde se va a llevar la tubería de descarga de tierra. Se escogen los puntos mas bajos para tratar de tener las menores pérdidas.

- 4) Se pueden ubicar puntos y líneas en base a la poligonal de apoyo. Por ejemplo para hacer un sondeo geológico, se ubican y se trazan líneas para saber por donde van a ir los sondeos. Para hacer un levantamiento topohidrográfico se necesita conocer la ubicación de una lancha en el canal de navegación la cual se hace a partir de la ubicación de dos puntos en tierra por medio de coordenadas.

4.4) LEVANTAMIENTO TOPOHIDROGRAFICO. (L.T.H.)

El levantamiento topohidrográfico (L.T.H.) es el procedimiento por el cual se define la configuración del fondo de un río, laguna, canal, zonas portuarias y océanos, mediante sondeos. Se lleva a cabo por medio de métodos preestablecidos que hacen posible la representación analítica y gráfica de este.

Para fines de dragado el (L.T.H.) servirá para conocer el estado actual del fondo, así como para poder estimar el volumen de material a extraer. Cuando se hace el primer (L.T.H.) al plano surgido de este es llamado "plano antes de dragar", pudiendo conocer a partir de éste el volumen de material a extraer (volumen de proyecto), este primer plano también nos sirve para cuando ya se hagan los consecutivos (L.T.H.) con sus planos correspondientes, después de haber efectuado el dragado, se cuantifique en forma exacta el volumen de material de avance. Por lo regular los (L.T.H.) se programan en lapsos regulares dependiendo de los depósitos de material y al avance en el dragado. Los trabajos fundamentales para efectuar un levantamiento topohidrográfico son dos:

4.4.1) SONDAR.

Sondar es determinar la cota del terreno submarino correspondiente a cada situación afectada. Se puede realizar utilizando desde una sondaleza (sondaleza es un cordón marcado con barbetes en pies o en metros y tiene en su extremo un pedazo de plomo en forma de cono) hasta el aparato mas utilizado (el ecosonda).

- EL ECOSONDA.

El ecosonda es un equipo que mide la profundidad del suelo submarino por medio del cálculo del intervalo de tiempo requerido

por la propagación de ondas sonoras, a una velocidad conocida, desde un punto conocido a una superficie reflejante y su retorno. Si se mide el tiempo en que tarda el sonido desde su transmisión y la recepción de su eco. La distancia se puede calcular multiplicando $\frac{1}{2}$ de su intervalo de tiempo por la velocidad del sonido en el agua, (figura 31).

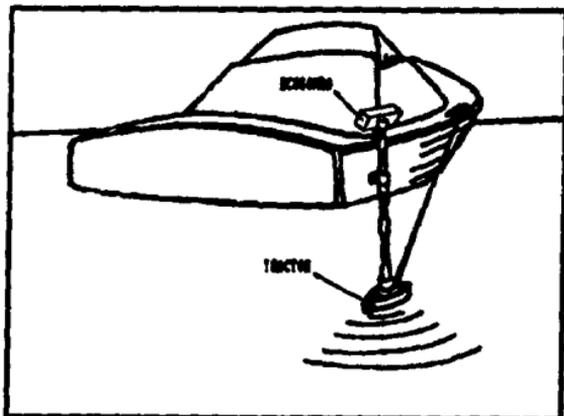


FIG. 31 EQUIPO DE ECOSONDA.

El ecosonda tiene un traductor que en sí, es el que manda y recibe la señal. El traductor se coloca en un costado de la borda de la lancha, sumergido 30 ó 50 cm. debajo del espejo del agua y se rigidiza mediante una escuadra de madera o metálica con tornillos o abrazaderas que presionan el tubo del traductor. Mientras que el registro del ecosonda puede ser:

- De destello:

La señal se transmite por medio de una carátula graduada circular, en la cual se emite un destello indicando la profundidad; no son muy usados por carecer de registro permanente.

- De graficas:

La señal recibida es registrada en un papel, dando una gráfica continua de la profundidad; es el mas utilizado. Se instala a bordo de una lancha. Para ver si el ecosonda nos marca la profundidad correcta, se lanza al fondo un escandallo con su sondaleza, y la profundidad que nos señale debe coincidir con la que marca el ecosonda, si no, se procede a ajustarlo (por medio de un botón) moviendo la línea que nos indica el espejo del agua marcado en el ecogràma.

Ya calibrado el ecosonda, se tomará la altura de marea cada 20, 30 ó hasta 60 min. según sea el caso, con el fin de hacer la corrección por marea (estas alturas se toman en el transcurso del sondeo). Para hacer la corrección correspondiente se hace un promedio de todas las alturas tomadas, (figura 32).

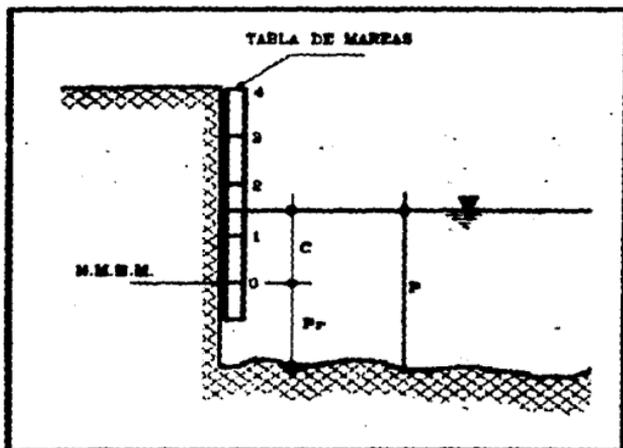


FIG. 32 CORRECCION POR MAREA.

$$C = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{X_n}$$

Estas alturas leídas están tomadas en base a un banco de nivel "cero" referido al Nivel Medio de Bajamar (N.M.B.M) por lo tanto la corrección es negativa para cada una de las profundidades tomadas por el ecosonda.

Al haber realizado el sondeo; en gabinete, el ecograma es traducido a décimas de metro mediante la graduación grabada en éste o se puede hacer también por medio de un escalímetro. La profundidad que obtenemos de cada punto debe restársele la corrección antes mencionada.

$$P_r = P - \left(\frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{X_n} \right)$$

$$P_r = P - C$$

Donde:

- n : Número de mareas tomadas.
- X_{1,2...n} : Valor de las mareas tomadas.
- C : Corrección por marea.
- P : Profundidad obtenida por el ecosonda.
- P_r : Profundidad real referida al N.M.B.M.

- Digital:

Es el equipo más moderno que existe, en el cual las profundidades son registradas mediante una computadora en forma numérica, evitándose la interpretación de la gráfica donde hay facilidad de cometer error o que la lectura sea inexacta. El ecosonda digital es utilizado principalmente en trabajos oceanográficos.

4.4.2) POSICIONAMIENTO DE LA ENBARCACION.

El determinar la posición exacta de la embarcación en un momento dado se hace apoyándose en unos puntos preestablecidos y ubicados por coordenadas en tierra (del levantamiento principal) y mediante triangulaciones con ayuda de teodolitos u otro sistema de posicionamiento electrónico.

Para efectuar este cálculo existen varios métodos y variaciones de estos. Hay desde muy sencillos (no exactos) hasta electrónicos (con mucha precisión). Pero el que se utiliza es el que se ajusta a las condiciones físicas de donde se realiza el trabajo, y de nuestras posibilidades de disponer del equipo necesario. A continuación se describen brevemente los métodos mas utilizados:

4.4.2.1) METODO DE SECCIONAMIENTO LONGITUDINAL.

Este método es favorable en zonas estrechas como en los paramentos de los muelles, canales o arroyos angostos y de baja profundidad. Consiste en dividir a todo lo largo ambas margenes del canal por medio de cinta métrica, colocando señales visibles linealmente en cada una de estas divisiones. Los tramos seccionados deben tener la misma longitud de separación en cada una de los margenes.

Posteriormente mediante una embarcación a velocidad constante se harán recorridos a todo lo largo del canal (el canal puede ser seccionado en 1, 2 ó 3 ejes) y cuando cruce por cada una de las divisiones se tomará la profundidad con una sondaleza, baliza ó ecosonda, (figura 33).

Cuando el ancho del canal es considerable, se enfila a la embarcación en las líneas que se forman entre las divisiones de las margenes, y se coloca un teodolito en el inicio de la línea que une a todos los puntos divisorios de un solo margen.

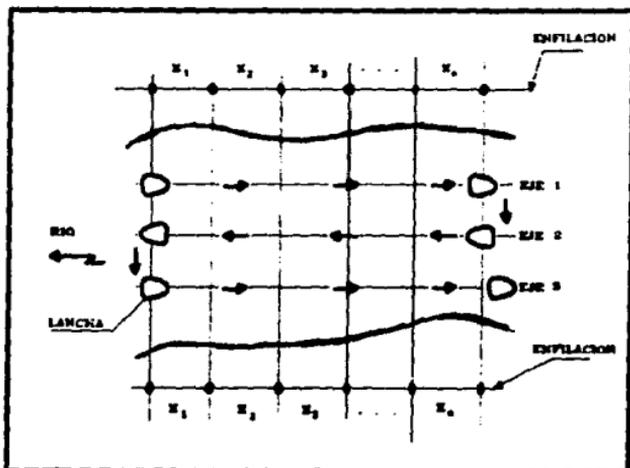


FIG. 33 METODO DE SECCIONAMIENTO LONGITUDINAL.

Ya instalado todo el equipo se inicia el recorrido de la embarcación, y en el momento que se toma la lectura de la profundidad (ya sea con sondaleza, estadal o ecosonda), una persona de la embarcación hace una señal con una banderola para que en ese momento el topógrafo tome la lectura del ángulo que forma la embarcación con la línea que une a las divisiones. Y así consecutivamente se toman las lecturas de todos los puntos que sean necesarios tomar en todo el recorrido.

4.4.2.2) METODO DE INTERSECCION DE ANGULOS.

Este método es el más utilizado (para efectos de dragado) debido a que se pueden hacer levantamientos de grandes zonas.

El procedimiento se efectúa tomando dos vértices de la poligonal general (A y B ubicados mediante coordenadas cartesianas), que abarquen el tramo del canal elegido, ya sea en una o en ambas margenes del canal. En estos puntos se sitúan unos

topógrafos con su respectivo teodolito, ambos nivelando y visándose simultáneamente con lectura en el ángulo horizontal de $0^{\circ} 00' 00''$. Cuando por algún obstáculo la visión entre los dos teodolitos no se pueda realizar se establece la misma lectura con respecto a otro punto conocido.

Ya instalado el ecosonda en la embarcación (lancha) y calibrado, se da comenzo al levantamiento. En el cual la lancha parte de una orilla del canal para hacer el recorrido de margen a margen. El ecosondista agitando varias veces la banderola y bajandola súbitamente marca el primer punto (la señal para tomar las lecturas se pueden hacer por medio de banderolas ó con radios). En todos y cada uno de los puntos el ecosondista marca la profundidad en el ecograma con una línea y al mismo tiempo los topógrafos dirigen sus visuales a la lancha y toman la lectura del ángulo horizontal. La operación es repetitiva cruzando una y otra vez el ancho del canal, hasta terminar la zona, (figura 34).

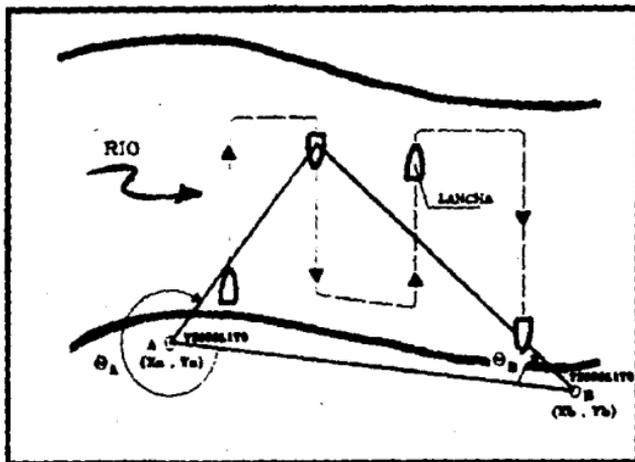


FIG. 34 METODO DE INTERSECCION DE ANGULOS.

Para seguir levantando las demás zonas del canal (a todo lo largo) se hacen cambios de aparato repitiendo el mismo procedimiento. La distancia a la que se hacen los recorridos de la lancha son variables y dependen de:

- La importancia que tenga el levantamiento toponográfico.
- Lo detallado que se requiera el (L.T.H).
- Lo fracturado que se encuentre el terreno.

Ya tomados todos los datos necesarios en el campo se procede a seguir el trabajo en gabinete:

El número de ángulos leídos en cada uno de los puntos deberá ser igual al número de profundidades marcadas en el ecograma.

Primero se plasma en un plano a escala (que contenga ubicadas las estaciones A y B) los puntos que se forman al intersectar los ángulos que tenemos en las libretas de tránsito. Esto se realiza por medio de transportadores de 360° , orientándolos a 0° con la línea que se forma al unir los dos puntos fijos (A y B), de ahí se marca el ángulo de cada aparato correspondientes a un solo punto. Después se trazan unas líneas partiendo de cada punto fijo hasta llegar a las marcas de sus ángulos correspondientes y prolongándolas hasta que se corten entre sí. El punto en el que se cortan las líneas es el punto de la ubicación de la lancha en el momento en que se tomó la lectura de la profundidad. Esto se realiza con todos y cada uno de los pares de ángulos tomados hasta terminar con toda la zona levantada.

La ubicación de los puntos se puede hacer también por medio de coordenadas cartesianas mediante la solución de un triángulo. Conociendo las coordenadas de los puntos fijos (A y B) y los pares de ángulos de cada punto, podemos determinar las otras distancias del triángulo mediante las siguientes fórmulas, ver (figura 35).

$$F = \frac{\text{Sen } \theta_A}{\text{Sen } (\theta_A + \theta_B)}$$

$$E = \frac{\text{Sen } \theta_B}{\text{Sen } (\theta_A + \theta_B)}$$

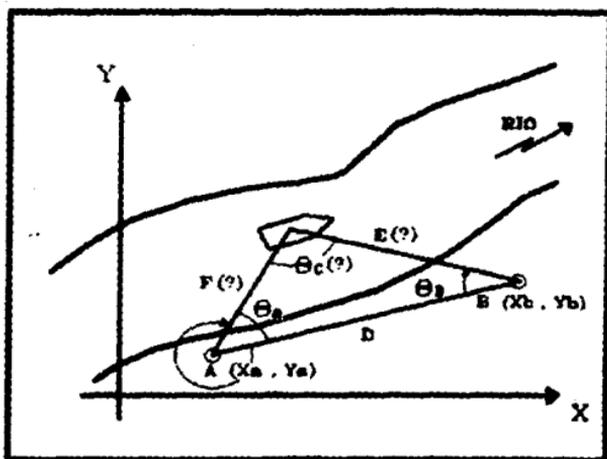


FIG. 35 INCOGNITAS DE LA INTERSECCION DE ANGULOS.

Y por medio de coordenadas polares (F, θ_A) y refiriendolo al eje de las X, podemos obtener las coordenadas de C.

Para agilizar el cálculo se recomienda el siguiente programa en "BASIC":

```

10 REM "CALCULO DE COORDENADAS POR INTERSECCION DE ANGULO"
20 PRINT "CALCULO DE COORDENADAS POR INTERSECCION DE ANGULOS"
30 INPUT "NUM. DE PUNTOS="; V
40 INPUT "COORD. X1="; X1, "Y1="; Y1
50 INPUT "COORD. X2="; X2, "Y2="; Y2
60 FOR I=1 TO V
70 INPUT "(ANGULO 1) GRADOS="; G1, "MIN.="; M1, "SEG.="; S1
80 INPUT "(ANGULO 2) GRADOS="; G2, "MIN.="; M2, "SEG.="; S2
90 A=DEG (G1,M1,S1): B=DEG (G2,M2,S2): A= 360-A

```

```

100 Z=POL ( (X2-X1),(Y2-Y1) )
110 ON ERROR GOTO 200
120 O=X * SIN B/ SIN (A+B)
130 Z=REC (O,(A+Y))
140 PRINT "X=";X1+X, "Y=";Y1+Y
150 NEXT I
160 INPUT "OTRO CALCULO S o N"; N$
170 IF N$="S" THEN GOTO 30
180 PRINT "FIN"
190 END
200 PRINT "*NO INTERSECTAN LAS LINEAS*"
210 RESUME 170

```

Cuando se tengan las coordenadas de todos los puntos, se plasman en un plano teniendo como fondo una cuadrícula o un papel milimétrico (ajustándolo a nuestra escala) tomándolo como sistema coordenado. de esta forma se evitan muchos errores al estar marcando los ángulos con el transportador, y con esto se pueden ubicar los puntos con mas rapidez y exactitud.

Cuando ya el ecograma está traducido y a cada profundidad se le ha hecho la corrección por marea (como ya se vio), se procede a poner cada profundidad en su punto correspondiente; después ya ubicados todos los puntos con sus respectivas cotas se configuran las curvas de nivel y se dibujan las estructuras, obras, colindancias y aspectos físicos del terreno, para tener una ilustración completa de la zona, (figura 36).

4.4.2.3) POSICIONAMIENTO CON EL SISTEMA "MINIRANGER- III".

Este sistema se utiliza para trabajos en donde las embarcaciones que realizan los sondeos hacen recorridos muy largos. Ya que en el método de intersección de ángulos el error va aumentando conforme aumentan las distancias, no se pudo hacer una representación precisa del suelo submarino por que la cantidad de puntos tomados no es muy abundante.

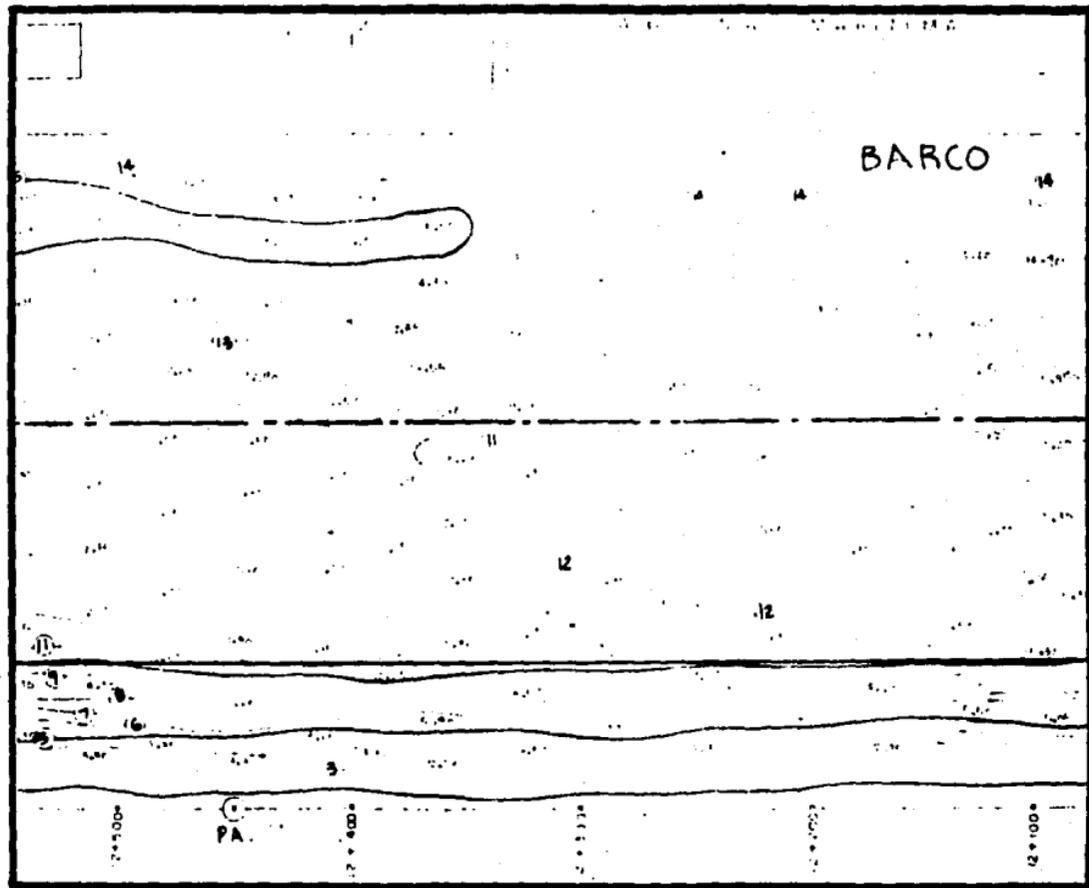


FIG. 36 CONFIGURACION DE CURVAS DE NIVEL.

Este sistema tiene la ventaja de imprimir a escala la posición exacta de cada uno de los puntos de la embarcación con la lectura de su respectiva profundidad del suelo submarino. Operando fundamentalmente por medio de dos antenas transmisoras en tierra ubicadas en puntos perfectamente definidos (por coordenadas). Y una antena receptora-transmisora colocada en la estación de control móvil (embarcación), ver (figura 37).

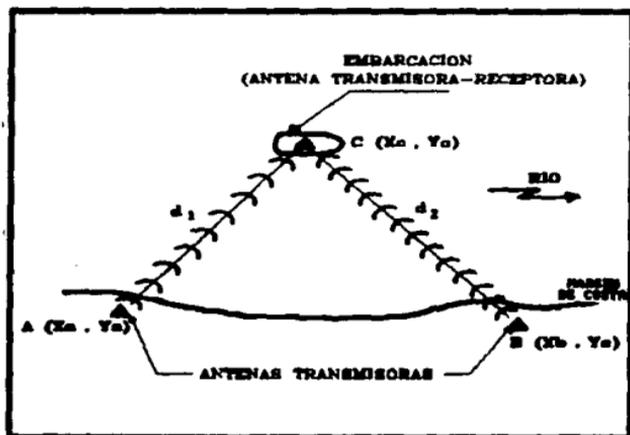


FIG. 37 POSICIONAMIENTO CON EL SISTEMA "MINI-RANGER III".

Al conocer la velocidad a la que viaja la onda de las antenas transmisoras a la antena transmisora-receptora (móvil), ésta última manda la señal al sistema, donde es procesada la información determinando las distancias entre las antenas y las coordenadas de la embarcación en ese instante.

El sistema *MINI-RANGER III* opera a distancias, en una línea de visión de hasta aproximadamente 37 km. (20 millas náuticas), con un error en la distancia medida, menor de 2 m. (6 ft.). Con una antena opcional la distancia puede extenderse a 185 km. (100 millas náuticas), en estas distancias hay que considerar la curvatura de la tierra.

Al sistema se le conecta un ecosonda, el cual transmite la señal de las profundidades de los puntos tomados. La corrección de marea se le proporciona a éste cada 15 minutos durante todo el lapso de tiempo que dura el levantamiento. Todos estos datos de cada uno de los puntos y de los recorridos son grabados, para poder ser impresos cuantas veces se requiera.

A continuación se nombra y se hace una breve descripción de la función de cada uno de los elementos que componen al sistema de posicionamiento "MINI-RANGER III".

- Terminal de operación:

En sí, es un teclado por el cual se le introducen los datos necesarios como, las coordenadas de los puntos en tierra y de las líneas por donde se realizarán los recorridos, la hora de inicio del levantamiento, la escala del plano a dibujar, la corrección por marea, etc.

- Procesador de datos.

En éste se reciben y se procesan todos los datos, como son las distancias a las que se encuentran las antenas de tierra y las profundidades de ese punto. Además es el que da toda la información procesada a la grabadora y al graficador. Por lo tanto está conectado a todo los elementos del sistema.

- Consola de rangos.

Es el que recibe la señal de la antena receptora-emisora e indica la distancias entre esta y las antenas en tierra. Para después mandar esta información al procesador de datos.

- Digitizador.

Es el que recibe la señal del ecosonda (profundidades) y la indica numéricamente por medio de una pequeña pantalla y la manda al procesador de datos.

- Indicador de rumbos.

Este elemento nos sirve para orientar a la embarcación en líneas ya programadas por donde se efectuará el levantamiento. Estas líneas están perfectamente ubicadas por medio de coordenadas. Se traza una línea base y dos auxiliares.

- Ecosonda:

Este elemento (como ya lo vimos) además de indicarnos gráficamente la profundidad, manda la información al digitalizador por medio de una conexión.

- Grabadora:

Esta nos sirve para grabar cada uno de los datos iniciales así como todos y cada uno de los puntos con sus coordenadas y profundidades. Para poder graficar y reproducir cuantas veces se requiera el levantamiento en gabinete. Está conectado al procesador de datos.

- Antenas:

Son tres, la transmisora-receptora, capta la señal de las otras dos antenas transmisoras ubicadas en tierra, y manda la señal a la consola de rangos.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- Graficadora:

Es la que plasma en papel todos los puntos y sus profundidades de todos los recorridos del levantamiento. En gabinete se instala y se conectan la terminal de operación, el procesador de datos, la grabadora y la graficadora para imprimir en papel todo el levantamiento a la escala que se solicite. A continuación se muestra un levantamiento real hecho con el "MINI-RANGER III", (figura 38).

4.4.2.4) OTROS SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO.

A medida que ha ido avanzando la tecnología se están utilizando sistemas mas sofisticados. Como ejemplo a continuación se nombrarán y se describirán algunos de estos:

- El sistema "SYLEDIS":

La instalación de este sistema es fijo a bordo de la draga (MORELOS II Y MANZANILLO II). Este sistema es de mucha ayuda debido a que en el preciso momento en que se está dragando, el sistema nos da la posición exacta de la draga y la profundidad, con todo esto podemos observar cual es la profundidad que se dragó y hacer correcciones donde no se llegó a la profundidad establecida. El alcance del "SYLEDIS" varía entre 80 y 200 km. según las antenas, con una precisión de 12 a 5 m. dependiendo de la zona.

- El sistema "TRANSIT" (us navy navigation satellite system) :

Este sistema de posicionamiento es mundial, en el cual sus señales pueden ser recibidas en cualquier punto del globo y las posiciones que proporcionan corresponden a un sistema de referencia mundial. El TRANSIT es un sistema de navegación por

satélite, operando desde el año de 1964 por cuenta de la Marina Norteamericana. Fue puesto a disposición de los demás usuarios en el año de 1968, y desde el año de 1970 el SHOM adquirió unos conjuntos de recepción para equipar a los principales buques hidrográficos.

- El sistema "OMEGA":

También es un sistema de posicionamiento mundial, y funciona mediante un sistema hiperbólico mundial, de medida de fase en ondas emitidas en VLE en banda de 10 a 14 khz.

Las primeras emisiones datan del año de 1965, desde entonces el sistema está siendo desarrollado mas eficientemente y aprovechado. Ocho estaciones emisoras aseguran una cobertura mundial. Cinco estan ubicadas en la atmósfera norte de Noruega, el norte Dakota, Liberia, Hawaii, Japón y tres en el Hemisferio sur: Reino Unido, Argentina y Australia. El conjunto de las emisiones de las estaciones se hallan sincronizadas con gran precisión por medio de relojes atómicos, de manera que las fases, es decir los tiempos, se miden a partir de un origen común.

4.5) EXPLORACION DEL SUBSUELO.

El estudio del suelo es sumamente importante no nada mas para las cimentaciones y obras relativas a la construcción portuaria, sino también para realizar trabajos de dragado. Para poder conocer el tipo de material a dragar del fondo, por lo que es indispensable obtener los muestreos antes de emprender el trabajo.

Para determinar las características del suelo, se obtienen muestras por medio de sondeos hechos en la zona de exploración, y remitidas a los laboratorios donde son analizadas y sometidas a diversas pruebas. La forma de sondear la zona, dependerá del proyecto de dragado (dragado de mantenimiento o construcción).

4.5.1) EN EL DRAGADO DE MANTENIMIENTO.

Como el material a extraer es sedimentado recientemente (*relativo*) en una sola capa; la profundidad requerida de dragado no es incrementada en relación a operaciones de dragado anteriores, entoces se encontrarán condiciones conocidas del terreno. Debido a esto, los sondeos deben ser dados a intervalos regulares, y estos nos darán la información suficiente sobre el material sedimentado.

Conocida las características y tipo de material se hace un estudio de la sedimentación de este y la capacidad de transporte de la corriente para proceder al programa de dragado.

4.5.2) EN EL DRAGADO DE CONSTRUCCION.

Debido a que este tipo de dragado se efectúa en áreas y profundidades las cuales generalmente no se han tocado (*zona virgen*); es esencial recabar suficientes datos relevantes, en relación con el tipo de suelo y con los contornos de profundidad, para poder hacer una estratigrafía del subsuelo, antes de efectuar el trabajo, para programar el tipo de draga mas apropiada para este tipo de material.

Para obtener las muestras (por lo regular) se efectúan sondeos alterados y mixtos, utilizando en ambos casos equipos rotatorios convencionales.

En el caso de los sondeos de muestras alteradas, se usa exclusivamente la prueba de penetración estándar siguiendo el procedimiento convencional consistente en el hincado dinámico de un tubo muestreador de 60 cm. de longitud mediante el golpeo proporcionado por un martinete de 63.5 kg. de peso, dejándolo caer libremente desde una altura de 76 cm. La resistencia a la penetración conforme a su definición, se midió contando el número de golpes necesarios para avanzar los 30 cm. intermedios.

Los sondeos de muestras inalteradas (de los suelos blandos), se obtuvieron utilizando tubos de acero de pared delgada (tipo SHELBY), de 10 cm. de diámetro, hincados bajo la presión estática proporcionada por los gatos hidráulicos del equipo de perforación. Los tubos incluyen en su cabezote, válvulas "check" para provocar vacío al momento de la extracción, para mejorar la recuperación.

Cuando se encuentra suelos duros o fragmentos de roca (no se pueden utilizar los métodos anteriores), se utilizan barriles muestreadores rotatorios con broca y ríma de diamante, en diámetro NQ y brocas tricónicas.

Para fijar la cantidad de muestras necesarias hay que tener en cuenta la irregularidad de la perfilación del fondo, así como el riesgo que se quiera correr y la experiencia que se pudiera haber adquirido ya en el mismo territorio.

Para fines de dragado, por regla general la distancia entre la perforaciones será de 50 a 200 m. En general la profundidad de estas tendrán que ser algunos metros mas que la profundidad final que indica el proyecto de dragado. De esta manera, en la mayoría de los casos se obtiene una idea mas clara de la disposición de los diferentes estratos, además puede ser útil en ciertas circunstancias donde el proyecto es modificado y sea necesario dragar hasta una profundidad mayor.

En los trabajos de dragado por succión tiene importancia primordial conocer el diámetro de las partículas dentro de la clasificación de arena, limos y arcillas.

Para poder determinar la pendiente que pueden tener los taludes del canal de navegación, es necesario obtener la capacidad de corte del material por medio del ángulo de fricción. Estos valores se determinan aplicando a una muestra de material inalterada la prueba de compresión triaxial.

4.6) DISPOSICION DEL MATERIAL DRAGADO.

La disposición que le podemos dar al material extraído puede variar mucho, dependiendo si es útil o no; también depende del equipo del cual se dispone. Siempre que se necesite dar una determinada disposición al material meteremos la draga mas adecuada para nuestro objetivo. En algunas ocasiones se puede disponer de varias formas del material dragado.

A continuación se hace la descripción de cada una de las opciones que tenemos para disponer del material dragado.

4.6.1) CUANDO NO TIENE UTILIDAD ALGUNA (EN EL MAR).

En este caso el material puede ser depositado fuera de la zona de trabajo, por lo regular es descargado en zonas profundas del mar. Muchas veces el material dragado, contiene substancias contaminantes, principalmente en el dragado de conservación, como por ejemplo en ríos, los cuales recibe descargas de aguas residuales y muchas veces desechos del petróleo, producto de las refinерías. Debido a esto, se tiene que hacer un estudio de las características y composición del material, rasgos del sitio de vaciado y métodos de depósito.

La selección de un sitio adecuado para el depósito del material dragado, juega un importante papel en el mantenimiento del medio ambiente físico-químico que es de vital importancia. Para esto SEDUE especifica que la descarga de material debe hacerse de 3 a 5 millas de distancia del litoral.

4.6.2) CUANDO NO TIENE UTILIDAD ALGUNA (EN TIERRA).

En este caso el material es bombeado hasta una zona que sea designada para desechos, en la cual no se hubiera propuesto algún desarrollo inmediato.

4.6.3) EN EL MISMO RÍO.

Cuando el material extraído se deposita en el mismo río por lo regular es cuando se hace dragado de mantenimiento. Y se efectúa cuando de todo el ancho del río se necesita únicamente la profundidad en un canal relativamente angosto.

Esta función se puede realizar por medio de una draga autopropulsada o mixta y en vez de descargar el material en la tolva se le pone un dispositivo que consiste en un tubo largo en babor o en estribor para que por medio de éste pueda ser descargado el material hasta la distancia que requerimos, a ésta acción se le nombra "tirando a cañón", ver (figura 39).

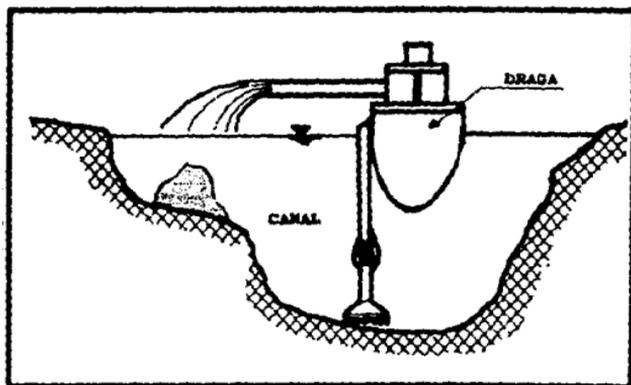


FIG. 39 TIRO A CAÑÓN.

Es obvio que hay que tener cuidado que en el área dragada dicho material no vuelva a depositarse en un tiempo inaceptablemente corto y también hay que tener cuidado que éste material depositado no afecte otros intereses.

Cuando se deposita el material en cierta zona del río, éste puede ser recogido por otro tipo de draga, a esta operación se le nombra "traspaleo".

4.6.4) PARA CONSTRUCCION.

El material extraído se puede utilizar para construir bordos en las margenes del canal, obras debajo del agua como pueden ser obras de control de corrientes marinas y líneas de costa.

4.6.5) PARA RELLENO.

Cuando las propiedades del material dragados son de buena consistencia se puede utilizar como relleno. El relleno pueda ser para determinados fines, como son:

- Para aumentar el nivel del terreno en áreas bajas. Esto con el fin de instalar zonas industriales, zonas de urbanización o para ampliación del mismo puerto. Cuando se requiere de esta última opción, la zona donde se va a realizar el relleno tiene que estar ya bien definida para poder saber el volumen de material que vamos a necesitar para alcanzar la elevación que requerimos en esta zona.

Como por ejemplo en el Puerto Industrial de Altamira se utiliza una parte del material dragado como relleno para ampliar la terminal de usos múltiples, llevando el nivel del terreno de la cota +0.5 m. a la cota +3.0 m. (estas cotas referidas al nivel medio del mar), abarcando una área total de relleno de 50.35 hectáreas, ver (figuras 40.I y 40.II).

- Para "ganarle tierra al mar", es decir que se deposita el material en zonas donde hay agua (cotas negativas) ya sea en el mar o en ríos, con el fin de obtener una superficie de tierra firme (cotas positivas). Por ejemplo en el puerto de Kobe Japón se construyó una isla artificial, en la cual su área fue de $4.364 \times 10^6 \text{ m}^2$, destinada para la operación de 9 muelles de contenedores y 21 muelles de carga general. La altura que se obtuvo con todo el material de relleno fue de 12 m, conformando un volumen aproximado de relleno de $70 \times 10^6 \text{ m}^3$.

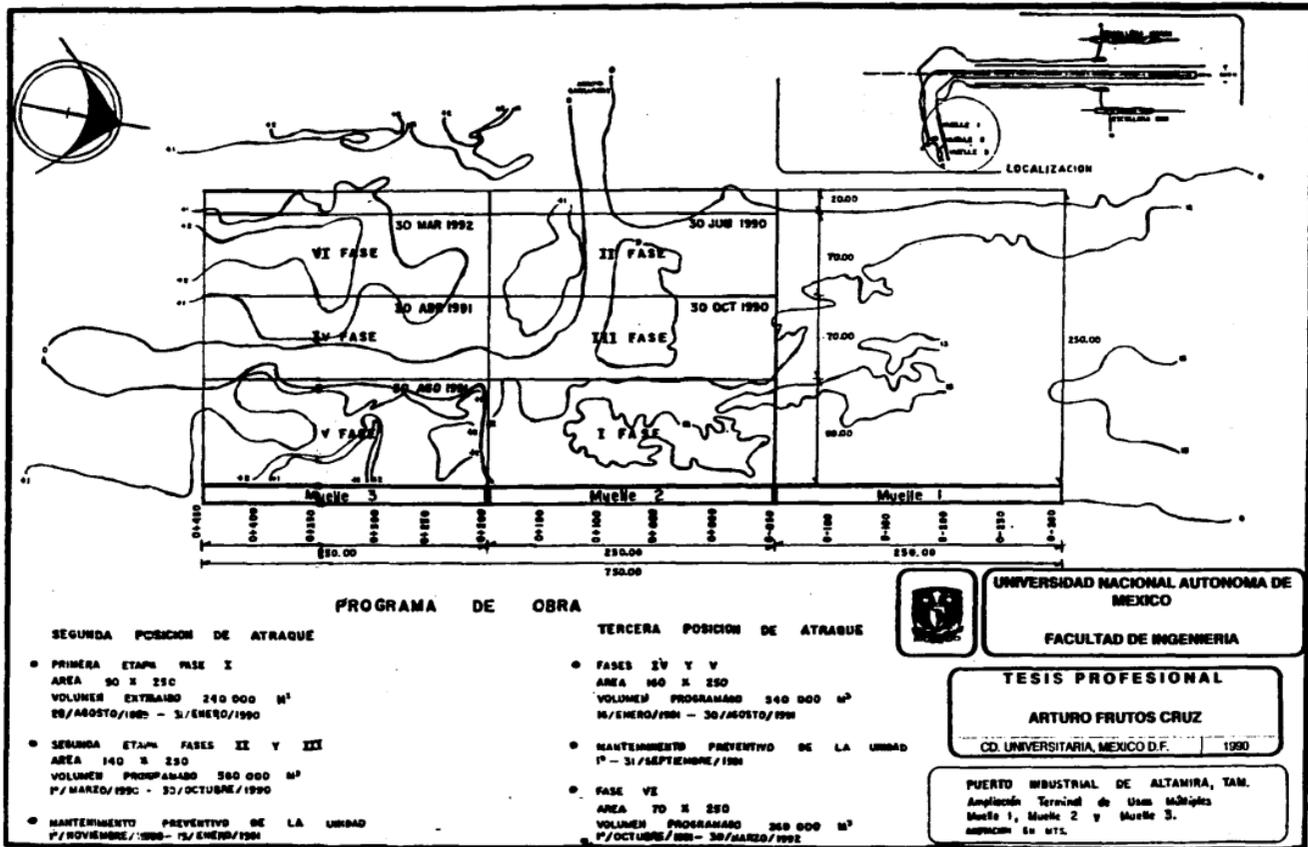
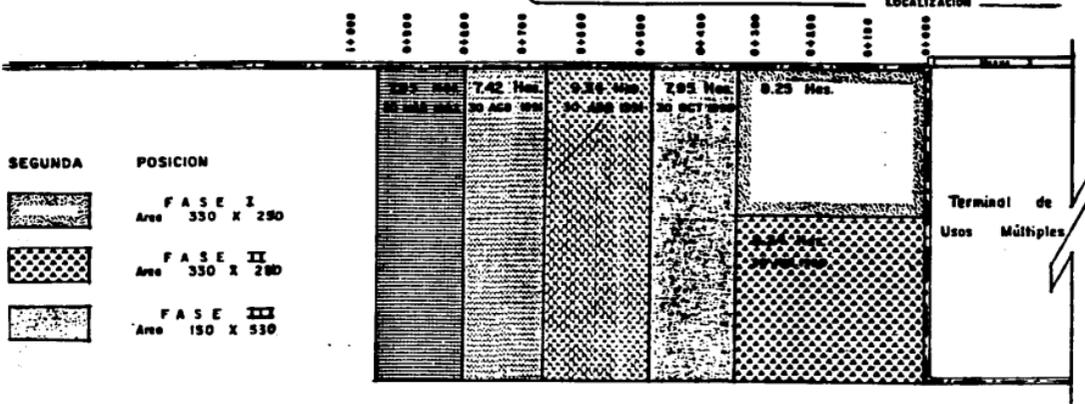
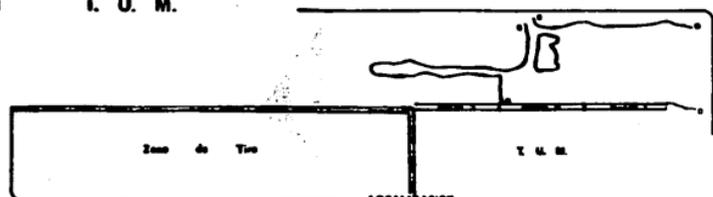


FIG. 48.1 ETAPAS DE DRAGADO DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA TMS.

AMPLIACION T. U. M.



- SEGUNDA POSICION**
-  **FASE I**
Area 330 X 290
 -  **FASE II**
Area 330 X 280
 -  **FASE III**
Area 150 X 530

- TERCERA POSICION**
-  **FASE IV**
Area 180 X 530
 -  **FASE V**
Area 140 X 530
 -  **FASE VI**
Area 150 X 530

Area Total
50.35 Hectáreas

PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, T.M.
Ampliación Terminal de Usos Múltiples
Zona de Tiro,
cerca de la U.M.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL
ARTURO FRUTOS CRUZ
CO. UNIVERSITARIA, MEXICO D.F. 1980

FIG. 48.11 ETAPAS DE LAS ZONAS DE TIRO PARA LA

LA AMPLIACION DE LA TERMINAL DE USOS MULTIPLES

- Para sanear terrenos pantanosos y zonas contaminadas, esto se realiza cubriendo con el material extraído la zona contaminada; dejándola en ésta, una nueva zona donde se pueden desarrollar industrias, áreas verdes o zonas habitables.

4.6.6) CON VALOR COMERCIAL.

Otra opción, que desafortunadamente es rara que se presente es cuando el material dragado puede tener algún valor comercial, tales materiales pueden ser metales, minerales, plantas para producción de alimentos, esponjas, grava, arena y fertilizantes.

En dicho caso el material sería llevado a áreas de almacenamiento para su venta o procesamiento eventual. Y por lo general cuando se presenta el caso las cantidades involucradas son mayores a la demanda del mercado.

4.7) SELECCION DEL TIPO DE DRAGA.

La selección del tipo o tipos de dragas a utilizar en el transcurso del trabajo a realizar es uno de los puntos de mayor importancia, debido a que, al tener la draga mas apropiada para las condiciones que se nos presenten, se obtiene una mayor eficiencia en la ejecución del dragado, optimizándose con esto el tiempo de ejecución, costo por m^3 . y el volumen del material extraído.

La persona o equipo de personas que deciden que tipo de draga(s) se utilizarán, deben tener una amplia experiencia en trabajos anteriores de dragado, ya que intervienen diversos factores que se pueden ver desde varios puntos de vista y por lo regular se necesita tomar una combinación de estos. Dependiendo del tipo de trabajo e importancia se les da prioridad unos sobre otros.

A continuación se hace una breve descripción de los factores que se deben tomar en cuenta, y en base a estos podemos seleccionar la o las dragas mas apropiadas.

4.7.1) CONDICIONES DEL SITIO.

En este factor se toma en cuenta el estado físico en que se encuentra el lugar donde se va a trabajar, tales como es el ancho y calado máximo que permite el canal, y las fuerzas físicas de la naturaleza, tales como las olas, corrientes, mareas, etc. Es importante conocer las fuerzas físicas del lugar por que en cierto momento estas pueden evitar el uso de las dragas pequeñas y livianas, aún cuando la cantidad de material a extraer sea muy pequeña. Para cuando la profundidad a la que se encuentra el suelo marino es muy grande, existe mucha variedad en la longitud de las escalas y las rastras de succión.

En el caso contrario, cuando la profundidad es pequeña (1 m. por ejemplo) es necesario meter una draga que tenga el calado menor o igual a esta. Por lo regular, cuando se requiere utilizar una draga de calado mayor a la que permite la profundidad, primero se mete una draga que si pueda tener acceso (aunque esta última no sea la especificada para trabajar en este dragado).

Dependiendo de la angostura del canal, podrá trabajar una draga que tenga la manga menor o igual a la del canal en que se esté trabajando. Cuando el ancho del canal es estrecho e incomodo por lo regular se opta por utilizar una draga de grúa.

4.7.2) CANTIDAD A EXTRAER.

La cantidad total de material a ser dragado influirá sobre la elección del tamaño de la unidad, mas aún que la elección del tipo de draga. Por que sería antieconómico usar una draga grande para extraer sólo unos cuantos miles de metros cúbicos de material.

Cuando se determina el volumen de material, habrá que decidir si se va a emplear una sola draga o mas. Siempre que haya unidades disponibles, será mas económico utilizar una draga grande, en vez de un número de dragas pequeñas. Este factor está entrelazado con el siguiente.

4.7.3) PROGRAMA.

La cantidad de material a extraer está íntimamente relacionado con el programa (*tiempo disponible para su extracción*). Por que si necesitamos extraer un cierto material a un largo plazo podemos utilizar una sola draga y tal vez de un tamaño mediano. En el caso contrario, si necesitamos un gran volumen de material a un corto plazo, utilizaremos una draga de capacidad grande y tal vez varias.

Si la alta producción se requiere durante un pequeño lapso de la obra, la draga sería sub-utilizada durante el resto de esta; por consiguiente, los costos serían aumentados innecesariamente. La meta es lograr una exigencia de producción bastante consistente o pareja durante la ejecución del proyecto.

4.7.4) DISPOSICION DEL MATERIAL.

Dependiendo de la disposición que se le va a dar al material (ya visto, punto 4.6) se pueden elegir uno o varios tipos de draga, aunque se siempre de evitará la combinación de diferentes métodos de disposición del material. A partir de este punto se mencionan a continuación los tipos de dragas que podemos utilizar.

4.7.4.1) DESCARGA EN EL MAR.

Cuando tenemos esta opción la selección de un tipo de draga va a depender del tipo de material que se está extrayendo.

- Materiales finos:

Cuando se tiene que extraer materiales finos la draga mas adecuada es una autopropulsada, que aparte de tener una tolva propia donde depositar el material extraído, está diseñada para poder navegar.

- Materiales gruesos:

Se puede disponer de casi todos los tipos de dragas como son la dragas de cangilones, de bote de arrastre y casi todas las de grúa. Pueden depositar el material en tolvas o gánguiles para después ser trasladado hasta el sitio de descarga.

La de succión con cortador también puede realizar el dragado con este tipo de material, con la desventaja de no poder succionar materiales de dimensiones grandes. Si la distancia entre el sitio de dragado y el sitio de descarga es grande, los costos pueden ser inaceptablemente altos.

4.7.4.2) DESCARGA EN TIERRA.

Para hacer la descarga en tierra la draga mas recomendable es la draga de succión con cortador o una mixta, que son las que tienen la capacidad de transportar el material extraído por medio de una tubería hasta la zona indicada. Si la distancia es muy grande se pueden poner a lo largo de la tubería estaciones de rebombeo.

4.7.4.3) DESCARGA EN EL MISMO RIO.

Para descargar el material en el mismo río se puede utilizar una draga autopropulsada o una mixta, que son las que pueden avanzar y al mismo tiempo descargar el material a un costado de la draga por

medio de un tubo de longitud considerable para poder tirar el material a la distancia requerida (*tiro a cañón*). Cuando trabaja una draga estacionaria deposita el material a un costado de la draga en el fondo del río, para que después una draga autopropulsada pase a recoger este material.

4.7.4.4) DESCARGA EN SITIOS CERCANOS.

Para descargar el material no muy lejos de su extracción podemos utilizar (dependiendo del tamaño del material) los tipos de draga de grúa, de almeja, de granada, de bote de arrastre, de garfio o de pala, las cuales tienen una capacidad de descargar a una distancia muy limitada. Pero con la ventaja de que pueden trabajar en zonas de mucha dificultad.

4.7.4.5) DESCARGA A CIERTA ELEVACION.

Para descargar el material a una elevación del terreno normalmente se utiliza una draga de succión con cortador, la cual tiene una capacidad de transportar el material bombeándolo a lo largo de una tubería hasta la zona que requerimos elevar el nivel de tierra. Cuando queremos elevar el nivel del terreno y éste se encuentra por debajo del agua se puede utilizar una draga autopropulsada.

4.7.4.6) EXTRAER MATERIAL CON VALOR COMERCIAL.

Dependiendo de la naturaleza del material a extraer y el uso que se le destinará, se escogera un determinado tipo de draga pudiendo utilizar casi cualquier tipo de estas. Para esta función se utiliza por lo regular una draga de cangilones.

4.7.5) TIPO DE MATERIAL.

La selección de un tipo de draga para realizar el trabajo, el tipo de material a extraer es el factor de máxima importancia, y sin embargo con frecuencia es del que menos se conoce. Por tal motivo se necesita tener la información adecuada y confiable en relación con las condiciones del suelo a dragar.

Si el tamaño del proyecto es pequeño (relativo) se podrán utilizar métodos mas sencillos y menos costosos. Cuando el proyecto es grande y se exige el dragado de rocas o de arcillas duras, realmente no hay otra alternativa que hacer un estudio completo del suelo de la zona a dragar.

Los perfiles estratigráficos de la zona a dragar sirven para saber a que profundidad encontraremos un determinado tipo de material, y en base a esto meter la draga, o en su caso, el cortador mas adecuado (figuras 41.I y 41.II).

En la (figura 42) se resume la elección de la unidad de dragado mas adecuada en función del tipo de material en que se va a trabajar.

4.7.6) SELECCION DE UNA DRAGA DE SUCCION CON CORTADOR.

Cuando se tenga que escoger entre dragas de succión con cortador se puede seleccionar la mas conveniente a partir de la gráfica de rendimiento de cada una de estas. Estas gráficas están en función del tipo de material a extraer, $m^3/hr.$ de material sólido efectivo y de la distancia a la que se encuentra la zona de tiro.

A continuación se muestran las características generales de las dragas de succión con cortador, con diámetros de tubería de succión de 350 a 800 mm. de las que se verán las gráficas de rendimientos.

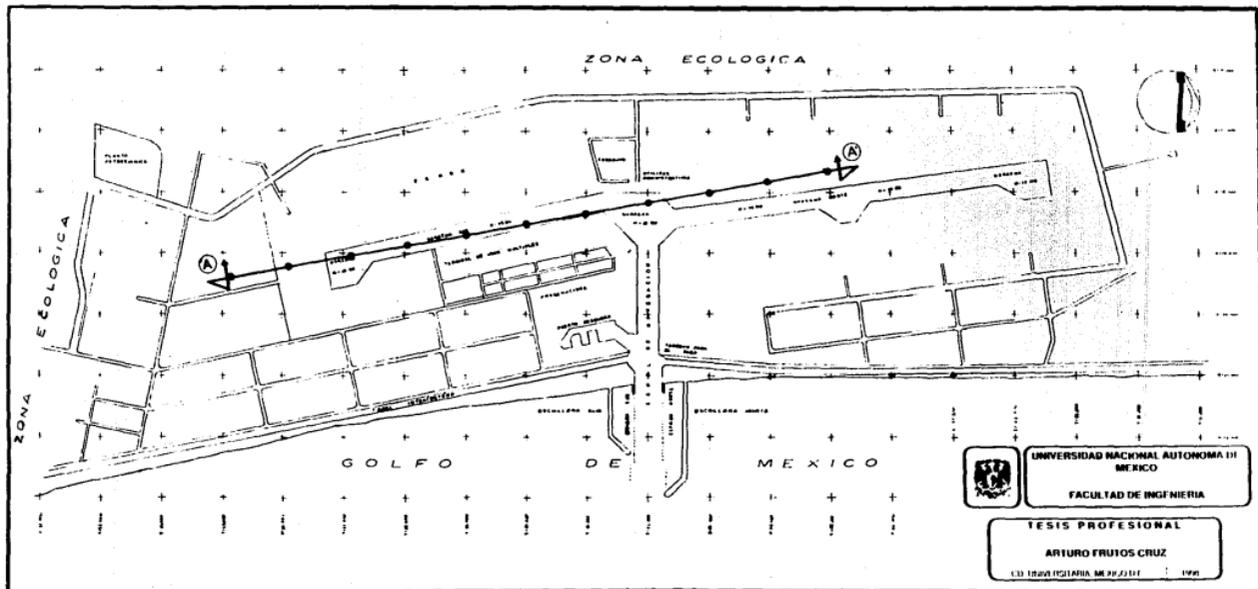


FIG. 41.1 CORTE DE LOS SONDEOS GEOLOGICOS DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

TESIS PROFESIONAL
ARIURO FRUITS CRUZ
C.E. 1324 REGISTARIA MEX 22/111

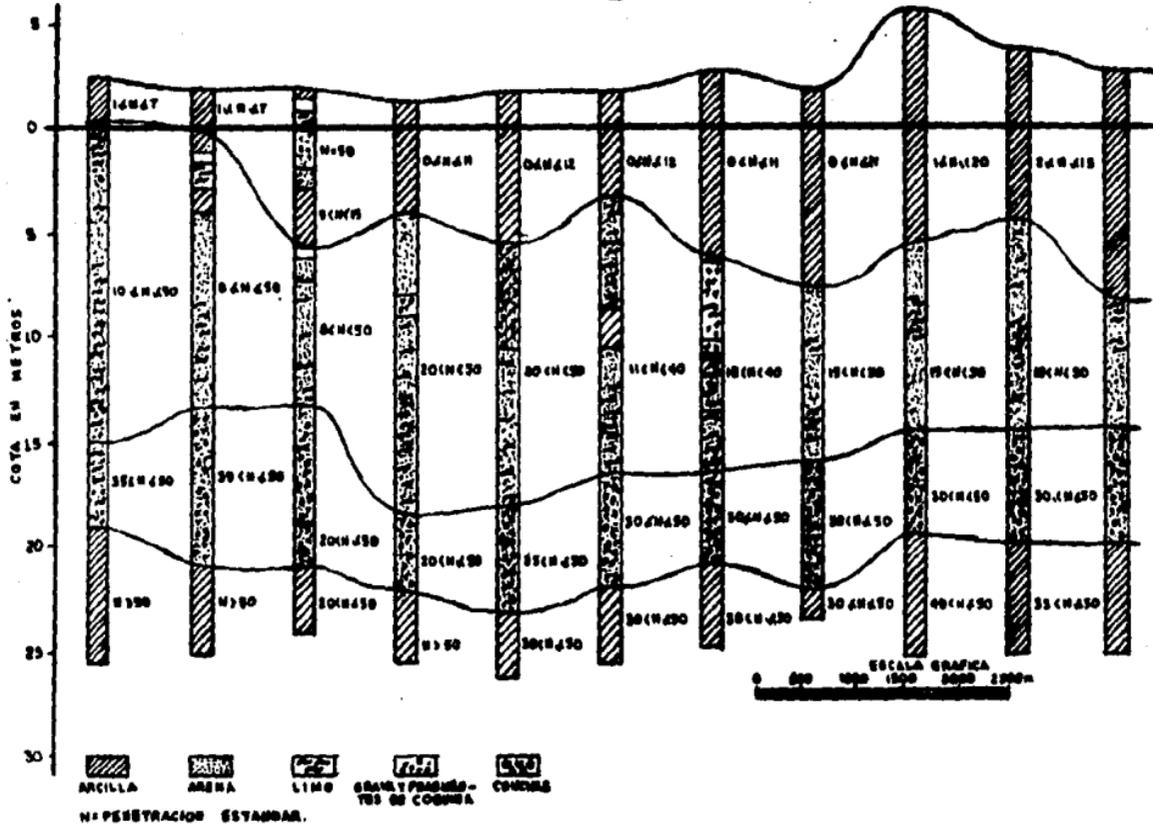


FIG. 41.11 PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL CONTE.

TIPO DE MATERIAL		PESO VOLUM. (TON/m ³)	TIPO DE DRAGA				
			AUTOPULSADA DE SUCCION	ESTACIONARIA DE SUCC. CON CONTADOR	DE CASCIONES O BORDAO	DE PALA O CUCHARON	DE CUBA
TIERRA (SUELO ORGANICO)	LEDO	1.0 - 1.2	BIEN	RAZONABLE	RAZONABLE	DEFICIENTE	BIEN ALMENA O BOTE DE ARRESTE
	COMPACTA	1.2 - 1.4	DE RAZONABLE A DEFICIENTE	BIEN	MUY BIEN	RAZONABLE	BIEN ALMENA O BOTE DE ARRESTE
ARCILLA	ORGANICA	1.4 - 1.6	MUY BIEN	MUY BIEN	MUY BIEN	RAZONABLE	BIEN ALMENA O BOTE DE ARRESTE
	INORGANICA	1.6 - 2.1	DE RAZONABLE A DEFICIENTE	MUY BIEN CON CONTADOR DE CORROS O BORDAO	MUY BIEN	BIEN	BIEN ALMENA BORDAO O DE GRABAO
ARENA	SUELTA	1.9 - 2.1	EXCELENTE POR ARRESTAR BIEN EN LA TOLVA	MUY BIEN CON CONTADOR DE CUCHILLO	MUY BIEN	BIEN	MUY BIEN ALMENA O GRABAO
	COMPACTA	2.1 - 2.3	MUY BIEN	EXCELENTE CON CONTADOR DE CORROS O BORDAO	EXCELENTE	MUY BIEN	MUY BIEN ALMENA BORDAO O GRABAO
GRAVA		2.0 - 2.3	MUY BIEN	MUY BIEN CONTADOR ADECUADO A LO COMPACTO	EXCELENTE	MUY BIEN	MUY BIEN ALMENA BORDAO O GRABAO
ROCAS	BLANDAS (DE CALIZAS Y BASTARDES)	2.1 - 2.4	DE DEFICIENTE A IMPOSIBLE	BIEN CONTADOR BORDAO Y PUNZONES EN BORDA	BIEN DEFICIENTE CON BOCAS GRANDES	EXCELENTE	EXCELENTE CON GRABAO O CUCHILO
	BLANDAS (DE BORDAO Y GRABAO)	2.4 - 2.6	IMPOSIBLE	DEFICIENTE	DE DEFICIENTE A IMPOSIBLE	EXCELENTE TRUENO ADECUADO DE PALA	EXCELENTE CON CUCHILO

FIG. 42 TABLA DE TIPO DE DRAGA vs. TIPO DE MATERIAL
(PARA LA ELECCION DE LA DRAGA MAS ADECUADA).

TIPO DRAGA	DIAM. DE TUBO DESC. (mm.)	DIAM. DE TUBO SUCC. (mm.)	POTENCIA CORTADOR (kw-hp)	PROFUNDIDAD DRAGADO (m.)
1	350	250	(28-32)	6 - 8
2	350	250	(33-45) (50-70)	8 - 10
3	350	300-350	(33-45) (50-70)	8 - 10
4	450	300-350-400	(50-70) (90-120) (110-150)	10 - 12
5	450	350-400-450	(90-120) (110-150)	10 - 12
6	500	400-450-500	(110-150) (170-230)	14 - 16
7	500	450-500-550	(110-150) (170-230) (265-360)	14 - 16
8	650	600-650 700-750	(170-230) (265-360) (370-500) (550-750)	16-18-20-22
9	650	650-700 750-800	(265-360) (370-500) (550-750)	16-18-20-22
10	750	700-750	(370-500) (550-750)	16-18-20-22
11	750	700-750	(740-1000)	22
12	750	750-800	(885-1200)	22

FIG. 43 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS DRAGAS ESTACIONARIAS.

Las características básicas tomadas en los rendimientos son las siguientes:

- Volúmenes de material dragado por hora-bomba efectiva.

- Elevación de la tubería (+ 4 m.) y 15 uniones de tubería de descarga.
- 20% de concentración promedio de sólidos para dragas del tipo 1 al 10.
- 25% de concentración promedio de sólidos para dragas del tipo 11 y 12.
- Peso específico del material dragado 1.85 ton/m^3 .

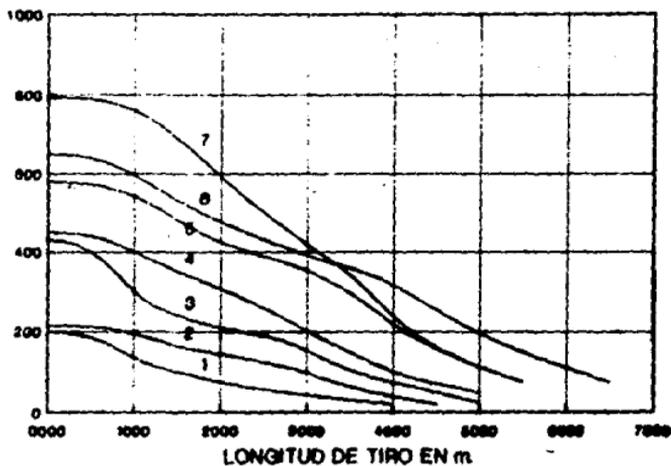
La distribución granulométrica del suelo será la siguiente:

- A - Arena fina.
- B - Arena media.
- C - Arena gruesa.
- D - Arena gruesa/grava.

Con estas gráficas a partir del tipo de material, la longitud de descarga y los m^3/hr . Se puede encontrar el tipo de draga mas conveniente para nuestras necesidades. O biseversa si tenemos un tipo de draga, tipo de material y m^3/hr . podemos definir la distancia a la que podemos hacer la descarga. Y así sucesivamente podemos definir cada uno de los puntos a partir de los demás, ver (figuras 44).

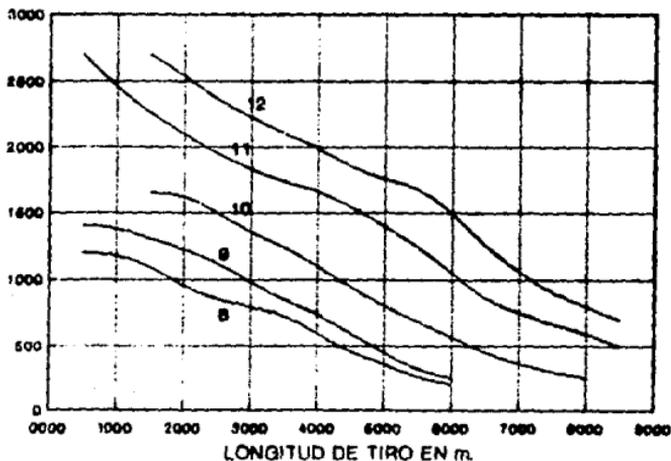
SALIDA EN METROS CUBICOS POR HR.

DRAGAS TIPO 1 A 7 MATERIAL TIPO 'A'

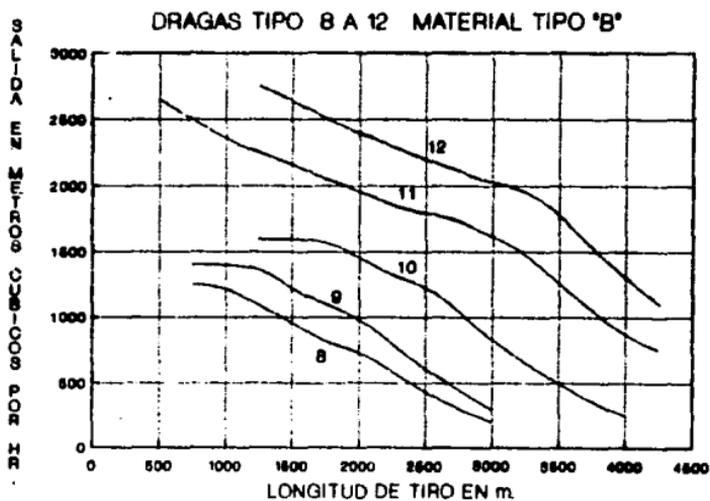
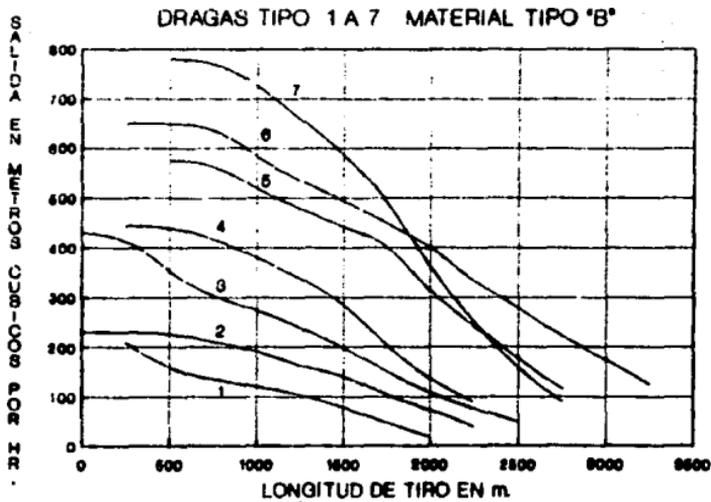


SALIDA EN METROS CUBICOS POR HR.

DRAGAS TIPO 8 A 12 MATERIAL TIPO 'A'



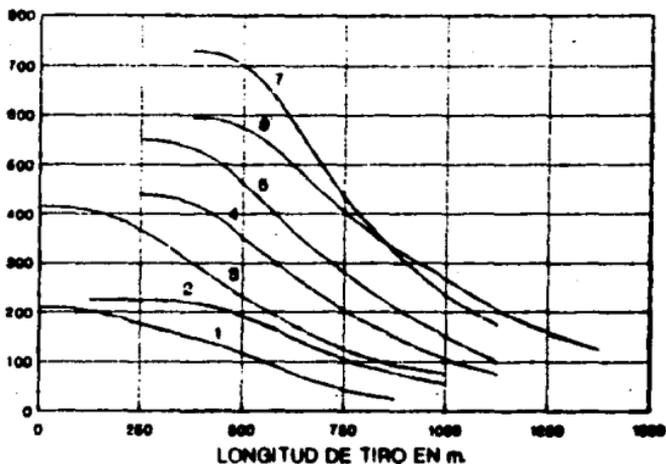
FIGS. 44 GRAFICAS DE RENDIMIENTO DE LAS DRAGAS ESTACIONARIAS EN FUNCION DEL TIPO DE MATERIAL.



FIGS. 44 GRAFICAS DE RENDIMIENTO DE LAS DRAGAS ESTACIONARIAS EN FUNCION DEL TIPO DE MATERIAL.

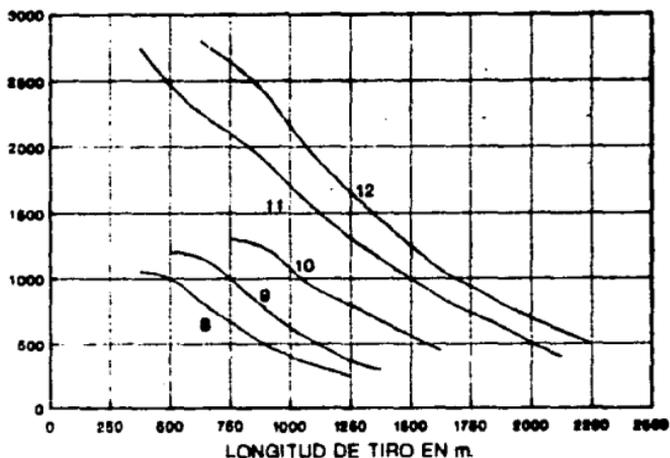
SALIDA EN METROS CUBICOS POR HOR

DRAGAS TIPO 1 A 7 MATERIAL TIPO "D"



SALIDA EN METROS CUBICOS POR HOR

DRAGAS TIPO 8 A 12 MATERIAL TIPO "D"



FIGS. 44 GRAFICAS DE RENDIMIENTO DE LAS DRAGAS ESTACIONARIAS EN FUNCION DEL TIPO DE MATERIAL

CAPITULO U

PROGRAMACION Y AVANCE DE OBRA

Si comienza una con cartones terminará con
deudas; no si se comienza en comenzar con
deudas, llegará a terminar con cartones.

F. BACON.

5.1) PROGRAMACION DE OBRA.

La programación de la obra de dragado es la distribución del tiempo en intervalos (meses), para determinar en cada uno de estos la cantidad de material que se va a extraer. El programa nos sirve principalmente como base para saber que en un determinado tiempo, y con una cierta cantidad y tipo de dragas, debemos extraer una cantidad específica de material. Es decir, el programa es una serie de metas que se deben cumplir consecutivamente en un lapso de tiempo.

Para hacer la programación del volumen de material a extraer por puerto y por draga, se deben tomar en cuenta ciertas condiciones que se basan en experiencias y resultados de dragados hechos anteriormente, es por este motivo que es necesario tener estadísticas de programas y volúmenes extraídos anteriormente.

A continuación se hace una secuela y breve descripción de los factores que se deben tomar en cuenta para poder hacer una programación de volúmenes de material a extraer, por puerto y por draga.

5.1.1) DRAGAS DISPONIBLES.

Para poder hacer el programa de todos y cada uno de los puertos que es necesario dragar, antes se tiene que obtener el número de dragas que están a nuestro cargo y que están en condiciones de ser operadas. Además se debe saber las características físicas de cada una de estas (tipo de draga, calado, eslora, manga, etc.) y sus capacidades ($m^3/hr.$, tipo de material que puede extraer, etc.), para que a partir de esto se instalen en zonas que se ajusten a las condiciones de cada una de estas.

En base a estadísticas de trabajos realizados anteriormente se tiene que hacer de cada draga una estimación de su ciclo de

mantenimiento preventivo y correctivo, días no laborables, tiempo de traslado, paros no programados, tiempo de maniobras, etc. Ya teniendo todo esto se procede a realizar un diagrama de barras de cada una de las dragas, por mes durante todo el año, en el cual nos indique de cada una de estas el volumen de material que tiene que dragar en cada uno de estos meses y mencionar también el tiempo en el cual se manda a sus diversos mantenimientos.

Ejemplificando, para que quede mas claro se comparará el programa que se generó en Pueros Mexicanos de la draga Puerto de Altamira para el año de 1990 (110 000 m³/mes), con la producción real de esta draga.

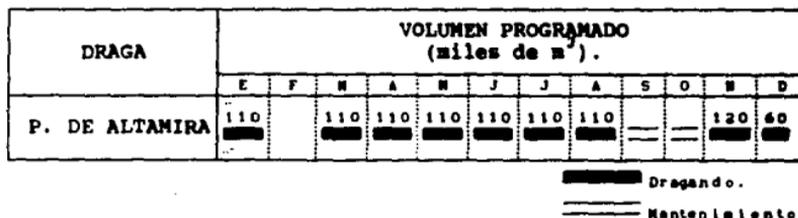


FIG. 45 PROGRAMA DE DRAGA PUERTO DE ALTAMIRA.

Para poder conocer la producción real de la draga Puerto de Altamira se tuvo que realizar el desglose de cada una de las actividades y del tiempo que tarda en realizar ^c/_u de estas, el cual se muestra a en la (figura 46). (La tabla siguiente se formuló basándose en los reportes diarios de la draga citada, verificando las actividades y su producción las 24 hrs. durante 7 días).

El rendimiento real de la draga se obtiene calculando el rendimiento que tuvo ésta cada día para después obtener una media de los rendimientos de los 7 días.

$$\text{Rend.}_{\text{real}} = \frac{R_{d1} + R_{d2} + \dots + R_{d7}}{7}$$

Para fines de programación de la draga se hace la consideración de que trabaja con este rendimiento las 24 hrs. del día durante todo el mes, y obtenemos que:

$$\text{Rend}_{\text{est}} = \text{Rend}_{\text{real}} (24) (30)$$

$$\text{Rend}_{\text{est}} = 146.37 (24) (30)$$

$$\text{Rend}_{\text{est}} = 105\ 388.5 \text{ m}^3/\text{mes}$$

Entonces tenemos que el rendimiento calculado real es aproximadamente igual al programado por Puertos Mexicanos.

$\text{Rend}_{\text{est}} \approx \text{Rend}_{\text{program.}}$
$105\ 388 \approx 110\ 000$

La tabla mostrada además nos puede servir para poder obtener porcentajes de tiempos perdidos por maniobras por día, mantenimiento, etc. correct./día, etc.

A continuación se muestra el programa de obra para el año de 1990 de las dragas que controla la Gerencia Regional del Golfo, realizado por la Vocalía de dragado de Puertos Mexicanos, ver (figura 47).

5.1.2) CANTIDAD DE DRAGADOS.

Cada uno de los puertos que necesita el servicio de dragado, ya sea de construcción, mantenimiento o los dos; hace una propuesta del volumen de material que requiere extraer, la cual es estudiada y en base a esto Puertos, Mexicanos les asigna la cantidad de material a cada uno de estos (no definitiva).

DRAGA	CALENDARIO												VOLUMEN TOTAL Miles de m ³
	VOLUMEN PROGRAMADO (miles de m ³)												
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
MORELAS II	300	300	300	300	300	300	170	300	300	300	140	150	3'160
OPR. VICTORIA (TANFICO)			110	210	210	210	210	210	210	210	180	120	1'000
PTO. ALTAMIRO	110		110	110	110	110	110				120	60	930
POEMA	120	120	120	120	120	120	120	120					960
CD. CAMBIO (TUXPAN)			30	50	50	50	50	50	50	50	50	20	450
PREB. CAMBIOS				50	50	25				50	50	25	250
COLIMA	20	20	20				30	30	25	30	30	15	220
SIMBLAO		15	15			15	35	35	35	35	15		200
TOMALIPAS				30	30	30	30	30	10				160
VOLUMEN TOTAL Miles de m ³	550	455	705	670	670	660	755	605	630	675	505	390	8'230

===== Dragado.

(PLAN 1996).

===== Mantenimiento.

FIG. 47 PROGRAMA DE OBRA POR DRAGA.

5.1.3) PRIORIDAD.

Dependiendo de la importancia y de la urgencia con que necesita determinado puerto el servicio de dragado ya sea para su operación o para su desarrollo, se le va asignando una prioridad a cada uno de estos.

En caso de dragados de mantenimiento, que tiene la función de tener al puerto en perfecta funcionalidad (en cuestión de calado), el volumen de material que se necesita extraer ya está programado en base a estadísticas de trabajos de dragado anteriores.

Basándose en el volumen programado para toda la flota de dragas y la prioridad con que necesitan el dragado los puertos, se establece el programa de volúmenes de material a dragar "definitivos" para cada uno de estos puertos.

A continuación se muestra el programa de obra para el año de 1990 de los puertos que controla la Gerencia Regional del Golfo, realizado por la Vocalía de dragado de Puertos Mexicanos, ver (figura 48).

5.1.4) DISTRIBUCION DE LAS DRAGAS EN LOS PUERTOS.

En este punto es donde se le asigna a cada draga el puerto y zona de trabajo, siempre y cuando ésta se ajuste a las características del puerto (calado, manga, eslora, tipo de material que puede extraer, etc.) "ya visto"; pudiendo una draga trabajar en varios puertos y zonas durante el tiempo programado. De una buena distribución de las dragas en los puertos, depende que se realicen eficientemente los trabajos a efectuar, obteniendo con esto una programación óptima.

Se debe tomar en cuenta que el total del volumen de material programado en las dragas es igual al total del volumen de material programado en los puertos.

PUERTO	CALENDARIO												VOLUMEN TOTAL
	VOLUMEN PROGRAMADO (miles de m ³)												
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	Miles de m ³
EL HEDONITAL		15	15			15	20	35	25	30	15		200
ALJANEN	240	300	150	110	110	110	110	110			120	60	1'400
TAMPICO	170	20	130	210	210	210	240	240	235	240	70	265	2'100
TAMPACICHO				30	30	30	30	30	10				160
TEUPAN	120	120	450	520	520	495	240	170	50	100	100	45	3'020
COATEACALCO								300	300	300	100		1'000
DOS BARRIOS											100	120	220
VOLUMEN TOTAL Miles de m ³	550	455	785	870	870	860	755	885	630	675	585	390	9'230

Continúa Orizaba.

(PAM 1990).

FIG. 48 PROGRAMA DE OBRA POR PUERTO.

A continuación se muestra el programa general de obras de dragado para el año de 1990 de la Gerencia Regional del Golfo, realizado por la Vocalía de dragado de Puertos Mexicanos, ver (figura 49).

Para tener una visión mas amplia y general del volumen de material programado, se hace una representación por medio de un diagrama de barras del volumen total por mes para 1990, indicando también el volumen programado acumulado de cada mes.

5.2) AVANCE DE OBRA.

El avance de obra es la representación ya sea numérica o gráfica de la cantidad de material que se ha extraído por draga y por puerto en un lapso de tiempo determinado. Para conocer en realidad el volumen de material que llevamos realizado hasta un determinado momento y que volumen nos falta para alcanzar nuestro programa.

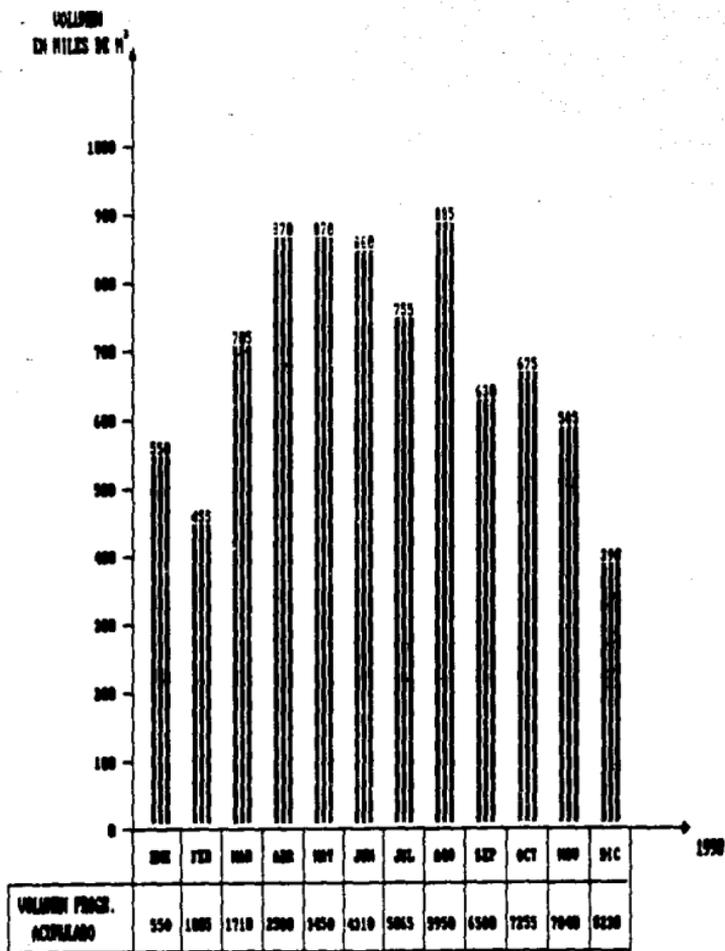
Para poder establecer el avance de obra en el lapso de tiempo requerido, se necesita calcular el volumen de material extraído por draga y/o en cada puerto. Este cálculo se realiza por medio de métodos que se basan en planos de levantamientos topohidrográficos y en mediciones de parámetros de producción tanto en dragas estacionarias como en autopropulsadas.

A continuación se hace una descripción de los métodos mas utilizados para hacer el cálculo del volumen de material dragado o a dragar.

PUERTO	OBRAS	DRAGA	C A L E N D A R I O												VOLUMEN		
			VOLUMEN DRAGADO (MILES DE M ³)												(MILES DE M ³)	TOT.	
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC			
EL NEQUITAL	...	SINALOA		15	15			15	35	25	35	35	15		200	200	
ALTAMIRA	...	MORELOS II	150	300											450	1'400	
	...	F. ALTAMIRA	110		110	110	110	110	110	110			120	60	930		
TAMPICO	...	MORELOS II	60										40	60	160		
	...	G. VICTORIA			20		40			20	60				160		
	...	MORELOS II	80											20	150		
	...	G. VICTORIA				30		30			30				150		
	...	G. VICTORIA								70	100	210			380		
	...	G. VICTORIA				120	120	140	310	120					730	1'100	
	...	COLIMA							30	30	10				70		
	...	MORELOS II	10												10		
	...	G. VICTORIA			30	40	30								100		
	...	COLIMA			20										20		
TAMPACHICHE	...	COLIMA	20	20							15	30	30	15	130		
	...	TAMAUJIPAS				30	30	30	30	30	10				160	160	
TUXPAN	...	MORELOS II			300	300	300	300	170						1'370		
	...	PUEBLA	120	120	120	120	120	120	120						600		
	...	PR. CARDENAS				50	50	25					50	50	25	200	1'000
	...	CD. CARMEN								30	30	50	50	30	20	200	
DOS BOCAS	...	CD. CARMEN				20	30	50	50	20					200		
	...	G. VICTORIA											100	120	200	300	
COATEPEC	...	MORELOS II										200	200	200	100	1'000	
VOLUMEN TOTAL			Miles de M ³	850	485	700	870	870	860	750	800	630	670	800	390	8'230	

T. Translado.
 (PARA 1990).

FIG. 40 PROGRAMA GENERAL DE OBRAS DE DRAGADO.



**FIG. 58 VOLUMEN PROGRAMADO PARA LA FLOTA DE DRAGADO
DE LA GERENCIA REGIONAL DEL GOLFO**

5.2.1) CALCULO DE VOLUMEN DE MATERIAL DRAGADO O A DRAGAR.

5.2.1.1) EN BASE A PLANOS DE LEVANTAMIENTOS TOPOHIDROGRAFICOS.

Este método sirve para determinar el volumen de material efectivo extraído o a extraer del prisma de proyecto, debido a que el nivel de precisión de este, es considerablemente bueno y es utilizado principalmente para:

- Calcular el volumen de material a extraer en dragados de construcción (*propuesta*). Cuando se hace la propuesta de un dragado se tiene que tener bien definido el volumen de material a extraer, partiendo de las dimensiones en las que se encuentra la zona donde se va a trabajar y de las dimensiones a las que se requiere llegar.

- Calcular el volumen de material dragado efectivo en un lapso de tiempo, y al mismo tiempo se puede determinar el volumen pendiente para llegar a las dimensiones requeridas por el proyecto. Para calcular este volumen se parte de los levantamientos topohidrogáficos de pre-dragado y post-dragado.

Para determinar el volumen el método se basa en obtener una media de las alturas obtenidas de la diferencia entre los niveles existentes del terreno y el nivel al que se quiere llegar, para después multiplicarla por el área que se está considerando.

A continuación se hace la descripción del procedimiento que se debe llevar para poder hacer el cálculo del volumen por este método.

- 1) En el plano de levantamiento topohidrográfico se define la zona a dragar y se divide a todo lo largo en ejes para después formar rectángulos unitarios, cuyo tamaño depende del grado de aproximación que se desee obtener, ver (*figura 51*). Cada uno de estos rectángulos es la base de un prisma de material a extraer.

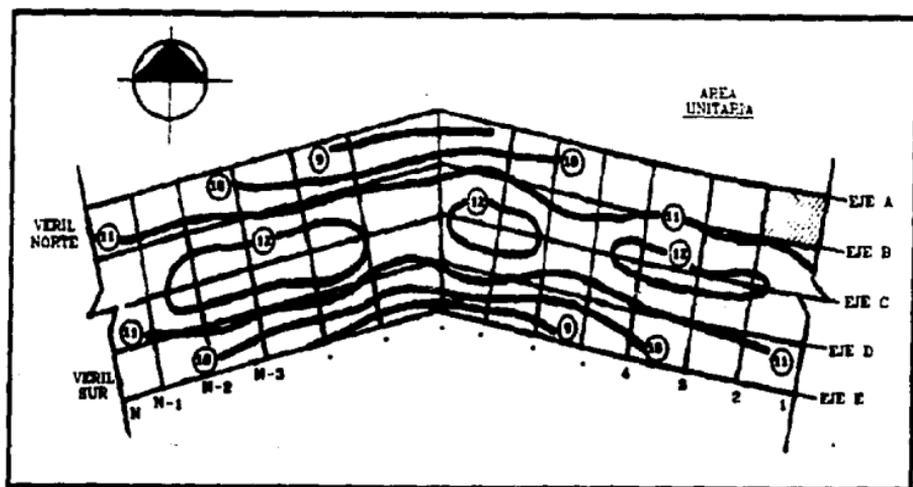


FIG. 51 AREAS UNITARIAS DEL CANAL DE NAVEGACION.

- 2) En base a las curvas de nivel e interpolando se obtienen las elevaciones de cada uno de los puntos que forman a todos los rectángulos. Para facilitar el trabajo se formuló una plantilla de cálculo, en la cual estas elevaciones se van anotando por sección de cada eje en la columna 2, ver (figura 53).
- 3) Se obtienen las profundidades a las que se requiere llegar (*propuesta*) en la cual por lo regular todas estas profundidades es la definitiva del proyecto y por lo tanto todos los puntos tienen la misma elevación. Cuando se quiere saber el volumen de material que se ha extraído (*consecutivo*) se obtienen las profundidades a las que se dragó en las secciones de cada eje, de la misma forma que en el punto anterior; y se anotan en la columna 3 de la plantilla, ver (figura 53).
- 4) La altura de cada uno de los puntos de los rectángulos se obtienen mediante la resta de los niveles después de dragar (ya sea en dragado consecutivo o definitivo), menos los niveles antes de dragar, ver (figura 52).

Puede suceder el caso de que existan profundidades mayores a las del proyecto por lo que, para evitar cantidades negativas, se eliminan. Si las tomaramos en cuenta es como si tendríamos que poner material para obtener la altura requerida. Estas alturas se van anotando por eje en la columna 4 de la plantilla, ver (figura 53).

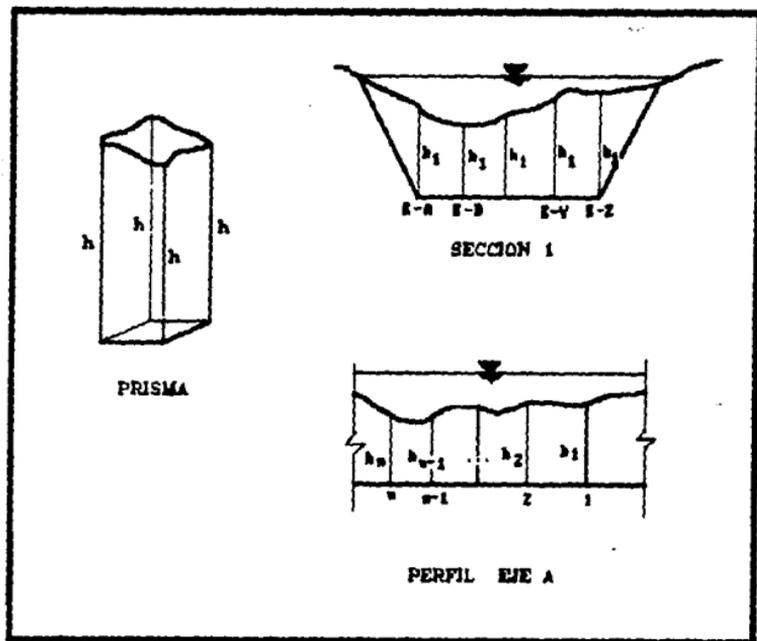


FIG. 52 ALTURAS DE LOS PRISMAS DE DRAGADO.

- 5) Para cada prisma se obtiene una media de las dos alturas de uno de sus lados que correspondan a un solo eje, para después hacer la suma de todas las alturas medias de cada prisma. Para mayor facilidad se hace por medio de la plantilla de la siguiente forma:

$$\sum_{i=1}^n h_{i, A} = \frac{1}{2} h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_{n-1} + \frac{1}{2} h_n$$

Esta formula se deduce de la siguiente forma:

De la figura 52 se obtiene una suma de las medias de las alturas de cada prisma que corresponden a un solo eje.

$$\sum_{j \in A} = \left(\frac{h_1 + h_2}{2} \right) + \left(\frac{h_2 + h_3}{2} \right) + \dots + \left(\frac{h_{n-2} + h_{n-1}}{2} \right) + \left(\frac{h_{n-1} + h_n}{2} \right)$$

$$\sum_{j \in A} = \frac{1}{2} \left(h_1 + 2 h_2 + 2 h_3 + \dots + 2 h_{n-2} + 2 h_{n-1} + 2 h_n \right)$$

Entonces:

$$\sum_{j \in A} = \frac{1}{2} h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_{n-2} + h_{n-1} + \frac{1}{2} h_n$$

- 6) Tenemos entonces una sola sección, en la cual las alturas son las sumatorias obtenidas de cada eje. Despues se hace la suma de todas las alturas medias entre los ejes, que en si son las alturas del otro lado de los prismas. Esto se obtiene de la siguiente forma (de forma similar al punto 5):

$$\sum_{desnivel} = \frac{1}{2} \sum E_A + \sum E_B + \dots + \sum E_V + \frac{1}{2} \sum E_Z$$

- 7) Obtenido el desnivel, tenemos entonces la altura total de un sólo prisma; por lo tanto multiplicamos a este resultado por el área unitaria de los rectángulos, como se indica a continuación, y con esto obtenemos el volumen de material dragado o a dragar.

$$V_t = \sum_{desn.} \left(A_{unit.} \right)$$

- 8) Hasta el punto número 7 es el cálculo del volumen de material por medio de planos de levantamientos tophidrográficos. Pero para poder calcular el volumen total de dragado de un canal de navegación se deben tomar en cuenta los dos puntos siguientes:

-Taludes:

Este talud se toma en base al tipo de material del lugar de dragado. Por lo regular en un material semisuave se toma un talud de 4:11 como se muestra en la (figura 54).

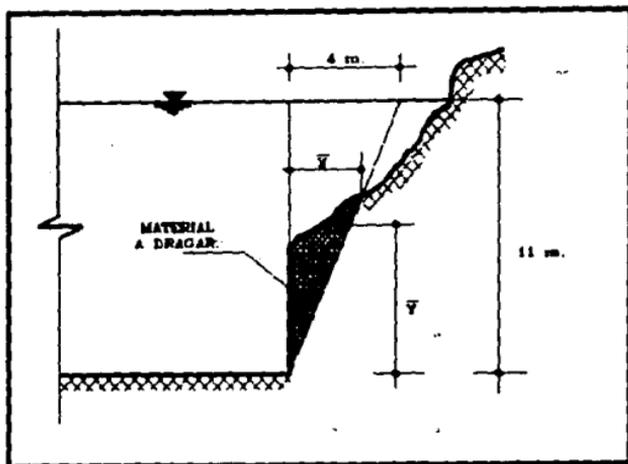


FIG. 54 TALUD A DRAGAR.

Para obtener el volumen de los taludes se parte de los ejes donde se efectuarán estos, por lo regular son los de los márgenes del canal (en este caso son los ejes A y Z). Por cada eje se obtiene una media de todas las alturas de cada uno de los puntos de este, para obtener una altura promedio \bar{y} , para después calcular \bar{x} por medio de una regla de tres.

$$\frac{4}{11} = \frac{\bar{x}}{\bar{y}} \quad \Rightarrow \quad \bar{x} = \bar{y} \frac{4}{11}$$

Después se calcula el área del triángulo a dragar y se multiplica por la longitud en que se trabajará, y este es el volumen de material a extraer. Este proceso se tendrá que hacer por cada talud.

$$A_{\text{tal.}} = \frac{\bar{x}}{2} \bar{y} \quad V_{\text{tal.}} = A_{\text{tal.}} (L)$$

-Sobredragado:

El sobredragado es un volumen de material "extra" que sirve como un factor de seguridad al estar dragando o por error en las medidas que se toman; por lo regular se le da un valor al sobredragado de 0.30 m. Entonces el volumen de sobredragado se obtiene de la siguiente manera:

$$V_s = 0.30 \left(L_{\text{canal}} \right) \left(B_{\text{canal}} \right)$$

Entonces el volumen total de dragado de un canal de navegación se realiza de la siguiente forma:

$$V_{\text{tot.}} = V_t + V_{t \text{ a l } A} + V_{t \text{ a l } Z} + V_s$$

5.2.1.2) EN DRAGAS AUTOPROPULSADAS.

La obtención del volumen de material extraído por dragas autopropulsadas es relativamente sencillo, debido a que no se tiene la necesidad de utilizar instrumentos especializados.

Se han formulado unas tablas por draga basándose en las dimensiones de la tolva las cuales, nos indican el volumen contenido dentro de ésta, dependiendo de la altura que tenga el material. Para poder hacer la medición de esta altura se toma como punto fijo el pasamanos del andador que pasa por el centro a todo lo largo de la tolva.

Cuando el material dragado ha logrado sedimentarse en su totalidad o casi, se procede a tomar la medición desde el pasamanos hasta la parte superior del material sedimentado por medio de una sondaleza o escandallo. Para obtener un volumen más aproximado al real, se recomienda hacer varias lecturas en diferentes puntos de la tolva para obtener una altura promedio, ver (figura 55).

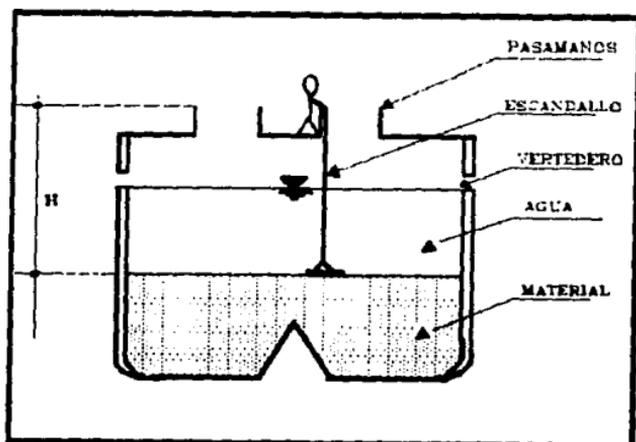


FIG. 55 MEDICION DE LA ALTURA DEL MATERIAL EN LA TOLVA.

Ya teniendo la altura se va a la tabla de la draga y de aquí obtenemos el volumen de material extrido por ésta. A continuación se muestra la tabla de volúmenes de la tolva de la draga Puebla, ver (figura 56).

VOLUMEN (m ³)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m ³)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m ³)	ALTURA (m)
1500	1.31	1000	3.80	500	6.14
1450	1.55	950	4.03	450	6.38
1400	1.81	900	4.27	400	6.62
1350	2.06	850	4.51	350	6.86
1300	2.31	800	4.74	300	7.10
1250	2.56	750	4.98	250	7.34
1200	2.82	700	5.21	200	7.61
1150	3.06	650	5.44	150	7.90
1100	3.32	600	5.68	100	8.25
1050	3.55	550	5.91	50	8.68

FIG. 56 TABLA DE VOLUMENES DE TOLVA DE LA DRAGA PUEBLA.

5.2.1.3) EN DRAGAS ESTACIONARIAS.

Conociendo la velocidad de salida del material en la tubería de descarga, así como el área interior de ésta, se obtiene el gasto de la mezcla agua-material por medio de la ecuación de la hidráulica:

$$Q = V (A)$$

Obtenido el gasto y conociendo el tiempo de dragado obtenemos el volumen de la mezcla:

$$Q = \frac{\text{Vol.}}{T}$$

De aquí se multiplica por un porcentaje de sólido efectivo para obtener el volumen real de material dragado, este porcentaje se obtiene de forma aproximada en el lugar de descarga. En la actualidad se extraen mezclas con mas del 20 % de material.

La velocidad de descarga varía gradualmente; por lo que hay que tener cuidado en las velocidades muy elevadas, que demandan mayor potencia de la bomba sin ningún beneficio; en cambio la propia bomba y las tuberías sufren desgastes de consideración, limitando la vida útil de éstas. La velocidad de descarga puede obtenerse de acuerdo al siguiente método:

Se hará una regla de madera de 2.5 m. de longitud con una saliente en uno de sus extremos a 90° de 19.5 cm. como se muestra en la (figura 57), a esta longitud se le agregará el grueso de los soportes, mas el espesor del tubo. La regla se gradúa en 10 divisiones de 20 cm. correspondiendo a cada división 1 m³/seg. El cero de esta escala debe coincidir con la cara interior de la saliente de la regla.

Para medir la velocidad del material de descarga se desliza la regla sobre los soportes de madera hasta que el extremo inferior de la saliente, enrase la superficie superior del chorro de descarga, entonces podrá hacerse la lectura directamente sobre la

regla en $m/seg.$, la lectura se hará en la parte de la regla que coincida con el extremo del tubo, (la lectura correspondiente a la figura 57 es de 5 m/seg); para poder realizar esta medición es necesario que el tubo de descarga esté completamente horizontal.

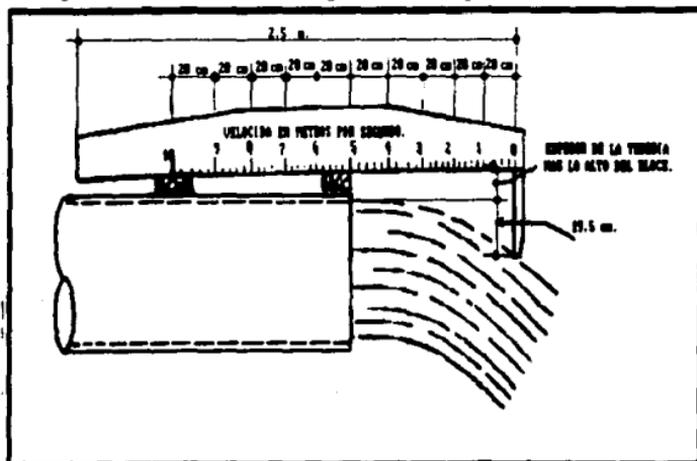


FIG. 57 REGLA PARA MEDIR LA VELOCIDAD DEL MATERIAL DE DESCARGA.

Si se presentan casos como el mostrado en la (figura 58) entonces el escantillón se desplazará hacia abajo una distancia igual a la altura correspondiente a la reducción contemplada.

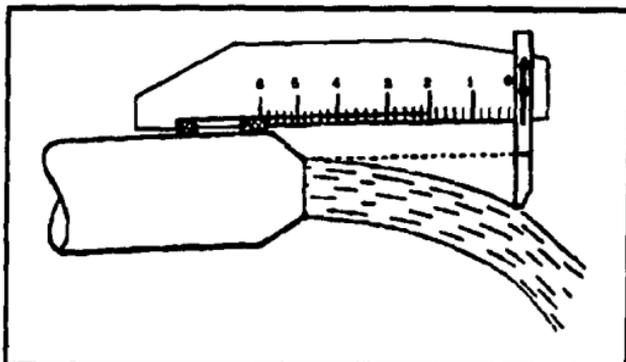


FIG. 58 MEDICION DE LA VELOCIDAD DE DESCARGA EN UNA REDUCCION.

5.2.2) REPRESENTACION DEL AVANCE DE OBRA.

Para tener un control de la producción de cada una de las dragas y del volumen dragado en cada uno de los puertos, se hace un informe (por lo regular mensualmente), el cual nos debe indicar de una forma detallada y general el trabajo realizado por la flota de dragas y en los puertos a nuestro cargo. Además de tener los datos del mes que se está analizando debe contener los resultados de los meses anteriores del año en curso, para tener una visión mas amplia de como va evolucionando el trabajo.

Por medio de los reportes de volúmenes y tiempos ver (figura 46) entregados por cada una de las dragas a nuestro cargo podemos saber el lugar y zona de operación, el volumen extraído y los tiempos dragados por cada una de las unidades durante todo el mes; para con esto poder conocer el rendimiento de cada una de estas.

A continuación se muestra el control del mes de mayo de 1990 de las operaciones de dragado por unidad de la Gerencia Regional del Golfo, ver (figura 59).

Para saber en que zona del puerto se trabajó, se hace una representación esquemática del sitio de dragado, ashurando en un plano del puerto la zona en la cual se trabajó. Esto se hace para cada uno de los puertos que estén a cargo del ingeniero dragador.

A continuación se muestra en la (figura 60) el plano del Puerto Industrial de Altamira la zona en donde se dragó en el mes de mayo, siendo ésta la dársena sur frente a la posición 2 del muelle de la terminal de usos múltiples hasta un nivel promedio de -6.5 (N.M.B.M.).

Por último se hace un resumen del volumen de material extraído en cada uno de los puertos y el extraído por cada una de las dragas que se distribuyeron en cada uno de estos. Incluyendo además el resumen de los meses anteriores al que estamos realizando, para tener un panorama mas amplio de la evolución del trabajo.

PUERTO	DRAGA	LUGAR DE OPERACION	TIEMPO DRAGADO	VOLUMEN (m ³)	REQUERIMIENTO (m ³ /hr)
EL MESQUITAL	SIMON	CANAL DE ACCESO Y CANAL DE NAVEGACION.	167:15	34 133	204.03
ALTAMIR	P. ALTAMIR	AMPLIACION DARSENA T.U.R. FASE II.	430:30	52 419	122.33
TAMPICO	G. VICTORIA	CANAL DE NAVEGACION Y TERGOSA.	224:25	277 700	1 462.03
TAMPICHICH	TAMBOLIPUS	EN CANAL PROYECTO (HACIA ESCOLLERAS).	227:00	19 130	84.36
TUCUMAN	MOCELON II	AMPLIACION DEL CANAL DE NAVEGACION.	230:00	227 730	673.62
	PUEBLA		200:00	70 820	240.29
	C DEL CARRON		90:00	32 115	227.63
VOLUMEN TOTAL				814 075	

(MAYO DE 1990).

FIG. 59 CONTROL MENSUAL DE LAS OPERACIONES DE DRAGADO POR UNIDAD.

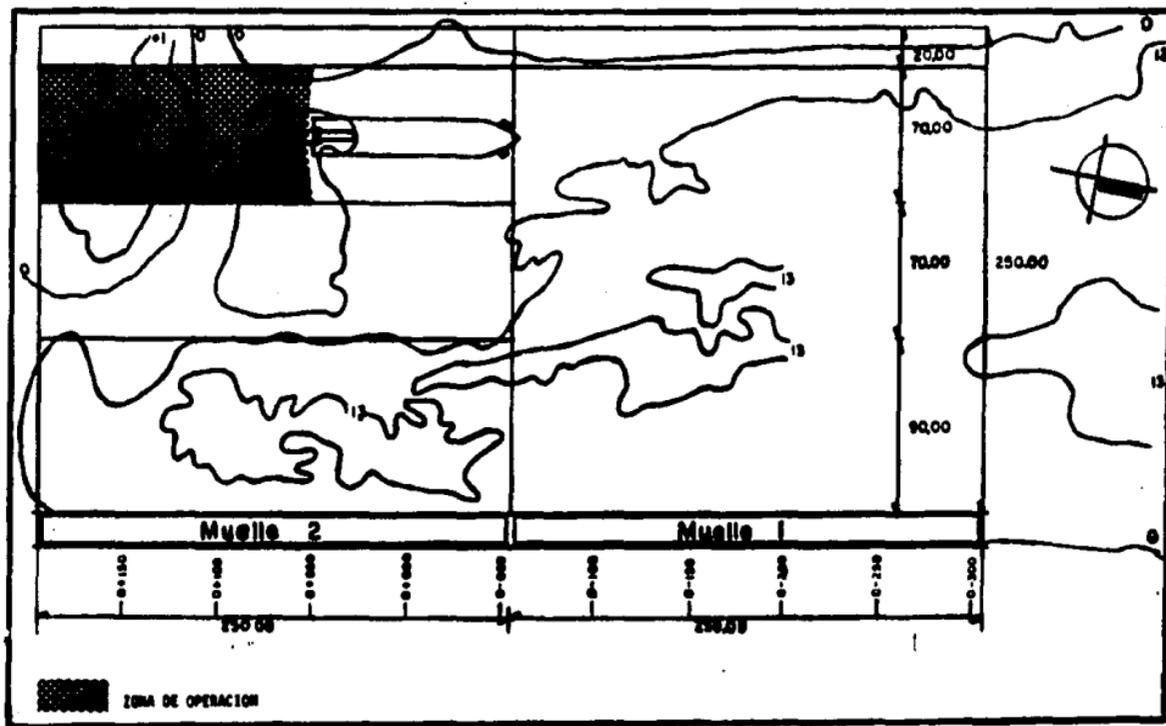


FIG. 60 ZONA DE TRABAJO EN EL PUERTO INDUSTRIAL
DE ALTAMIRA (1970 DE 1990).

A continuación se muestra el resumen de la producción del dragado hasta el mes de mayo de 1990, de la Vocalía de Dragado de la Gerencia Regional del Golfo, ver (figura 61).

Para visualizar mejor esta producción puede representarse también gráficamente por medio de un diagrama de barras como se muestra a continuación en la (figura 62).

PUERTO	DRAGA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	TOTAL
		VOLUMEN EN M ³					
EL MESQUITAL	SIMBLAN	0	0	0	3 117	34 123	37 240
ALVARADO	P. ALVARADO	36 616	0	0	16 616	52 619	581 368
	ROSELAS II	123 060	112 000	240 063	17 051	0	125 641
	CHIJOL	0	0	0	325	0	325
TAMPICO	ROSELAS II	170 391	0	0	111 007	0	289 648
	COLTUN	20 934	40 092	61 200	49 677	0	382 921
	G. VICTORIA	0	0	0	0	377 700	377 700
TAMPICHENE	TAMOLIPAC	0	0	003	6 910	19 130	26 043
TAMPON	PURELA	60 000	09 210	120 263	77 990	70 030	419 293
	ROSELAS II	0	0	0	141 136	227 730	368 874
	C DEL CAMINO	0	0	0	16 925	32 113	49 038
VOLUMEN TOTAL (EN M ³)		440 000	204 010	430 493	441 607	814 075	2'379 000

(1990).

**FIG. 61 PRODUCCION DE LA FLOTA DE DRAGADO
DE LA GERENCIA REGIONAL DEL GOLFO.**

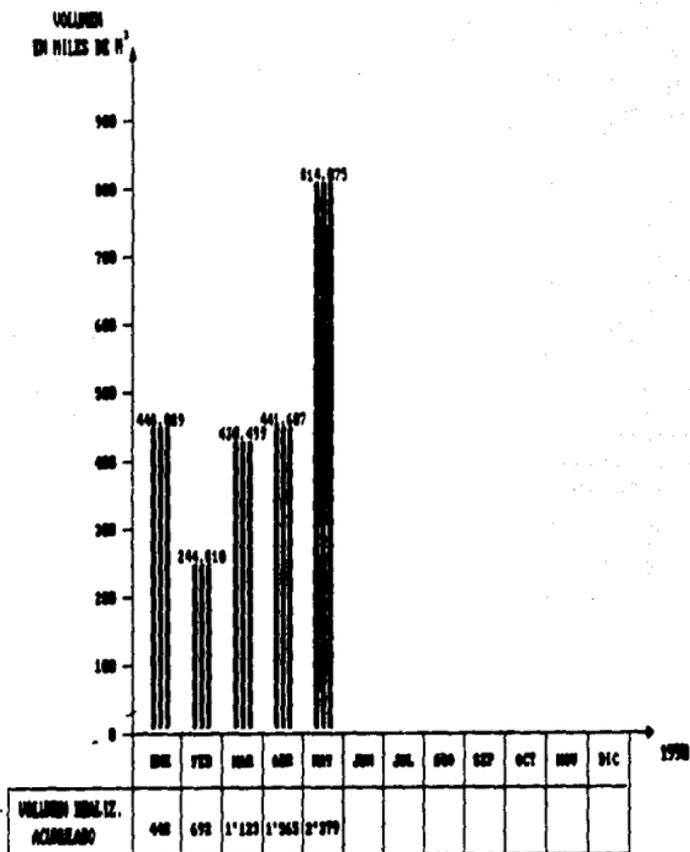


FIG. 62 VOLUMEN REALIZADO POR LA FLOTA DE DRAGADO
DE LA GERENCIA REGIONAL DEL GOLFO.

CAPITULO VI

EVALUACION DEL TRABAJO REALIZADO

Todo es cuestión de cálculo; se puede establecer un presupuesto con cualquier cantidad, por pequeña que sea.

F. DE NIQUERREZ.

Al haber obtenido los resultados del avance de obra se procede a efectuar una evaluación del trabajo realizado, tomando como base los objetivos y el programa de obra que teníamos al empezar éste y comparándolo con el trabajo realizado.

Esta evaluación se realiza para tener un "indicador" de qué tanto ha evolucionado nuestro trabajo de lo que habíamos programado. Para que al obtener los resultados se identifiquen donde estuvieron las fallas y problemas; y con esto poder obtener una forma de solucionarlas; tratando de que el próximo trabajo sea mas eficiente.

Además al tener la evaluación del trabajo realizado en un lapso de tiempo considerable (*puede ser un año*) se puedan formular programas de obra mejores y mas reales para el siguiente año de trabajo. Se puede realizar la evaluación de tantos factores del dragado, pero en general se realiza en los tres siguientes:

6.1) EVALUACION DEL VOLUMEN EXTRAIDO.

Se compara el volumen extraído por draga y en el puerto con el volumen programado para estos, para conocer que porcentaje de material se ha dragado de lo proyectado por cada mes y de lo que va del año.

También se puede realizar una comparación de los volúmenes extraídos en cada uno de los meses (*por draga y por puerto*) para poder visualizar la variación que se ha tenido en el transcurso de estos.

Esta variación puede ser a causa de muchos factores, como pueden ser: El tipo de material que se va encontrando, mal tiempo, descomposturas en las dragas, traslados, mantenimiento, etc.

6.2) EVALUACION DE LA PROFUNDIDAD ESTABLECIDA.

En el proyecto queda establecida una profundidad, la cual, a menos que surja un cambio en el proyecto, se debe respetar. Por tal motivo es necesario hacer una evaluación de ésta constantemente. La evaluación se realiza comparando la profundidad a la que se dragó en un lapso de tiempo (por lo regular mensualmente) con la profundidad establecida. Con esto se puede determinar que porcentaje de la profundidad de proyecto llevamos y que porcentaje nos falta. La profundidad realizada se obtiene por medio de los levantamientos topohidrográficos hechos consecutivamente.

Esta evaluación es importante que se lleve acabo por dos motivos importantes:

- 1) Si no se llegó a la profundidad establecida, puede provocar accidentes o simplemente se puede perturbar el tránsito de los buques que navegan en el canal. Tambien provoca pérdida de tiempo y por lo tanto costos, al tener que regresar a trabajar a la zona ya dragada. -
- 2) Si se dragó a una profundidad mas grande de la establecida, se está extrayendo un volumen de material innecesario, el cual nos provoca sobrecostos y pérdidas monetarias en el proyecto.

6.3) EVALUACION DE LA ZONA ESTABLECIDA.

Al igual que la profundidad establecida, el dragado en la zona establecida es fundamental para que se realice bien el proyecto. Para esto es necesario evaluar ésta constantemente.

La evaluación de este concepto se efectúa comparando el área de dragado que se ha realizado en un determinado tiempo con el área de dragado establecida, obteniendo con esto un porcentaje de la cantidad que llevamos en un lapso de tiempo corto o pudiendo ser en el transcurso del año.

También se puede checar en planos y en campo que se esté dragando en la zona indicada (basándose en los alineamientos, boyas, banderolas, etc. ya mencionadas). Por que puede existir el caso de que se dragó a la profundidad y el volumen requerido, pero no corresponde a la zona establecida.

Para que se efectúen correctamente estos tres factores y no se cometan errores en la ejecución del trabajo, debe haber una persona especializada y con experiencia (*ingeniero dragador*), que supervise el trabajo en el momento en que se está realizando.

De los factores anteriores el del volumen extraído es el que tiene mas variación y el de mas difícil control, para poder hacer una estandarización por draga o por puerto. Es por tal motivo que es necesario llevar una estadística del volumen extraído mensualmente.

A continuación se muestra en la (*figura 63*) la tabla de evaluación de volumen extraído por las dragas que controla la Vocalía de Dragado de la Gerencia Regional del Golfo. En la cual se indica el porcentaje de volumen de material realizado, del volumen de material programado por draga, y por todo el parque de dragas en cada mes, hasta mayo de 1990.

A continuación se muestra en la (*figura 64*) la tabla de evaluación del volumen extraído en los puertos que controla la Vocalía de Dragado de la Gerencia Regional del Golfo. En la cual se indica el porcentaje de volumen de material realizado, del volumen de material programado por puerto, y el total extraído en todos los puertos en cada mes, hasta mayo de 1990.

A continuación se muestra en la (*figura 65*) el diagrama de barras en el cual se indica la evaluación del volumen realizado por la flota de la Vocalía de Dragado de la Gerencia Regional del Golfo. En el cual se indica el porcentaje del volumen de material realizado acumulado, del volumen de material programado acumulado.

DRAGA	VOLUMEN	CALENDARIO					TOTAL (m ³)	(x) REALIZADO POR DRAGA
		VOLUMEN (m ³)						
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO		
HUELOS II	PROG.	300 000	300 000	300 000	300 000	300 000	1'500,000	77.33 %
	REALIZ.	301 659	112 420	240 013	270 044	227 730	1'159,866	
GRE. VICTORIA (TAMPICO)	PROG.	0	0	110 000	210 000	210 000	530,000	71.26 %
	REALIZ.	0	0	0	0	377 700	377,700	
PTO. ALTIEMO	PROG.	110 000	0	110 000	110 000	110 000	440,000	20.55 %
	REALIZ.	56 616	0	0	16 406	52 419	125,441	
PUEBLA	PROG.	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	600,000	69.90 %
	REALIZ.	60 000	89 310	120 36	77 995	70 030	419,300	
CD. CAMBEN (SUYAM)	PROG.	0	0	20 000	50 000	50 000	100,000	49.04 %
	REALIZ.	0	0	0	16 925	32 115	49,000	
FR. CAMBEN	PROG.	0	0	0	50 000	50 000	100,000	0 %
	REALIZ.	0	0	0	0	0	0	
CALLES	PROG.	20 000	20 000	20 000	0	0	60,000	304.07 %
	REALIZ.	20 934	43 072	61 230	49 677	0	102,911	
SINDIAN	PROG.	0	15 000	15 000	0	0	30,000	124.13 %
	REALIZ.	0	0	0	3 117	34 123	37,300	
TANULIPU	PROG.	0	0	0	10 000	10 000	60,000	44.92 %
	REALIZ.	0	0	003	6 910	19 150	26,951	
CHUAL	PROG.	0	0	0	0	0	0	—
	REALIZ.	0	0	0	325	0	325	
TOTAL (m ³)	PROG.	530,000	425,000	700,000	970,000	970,000	3'450,000	60.96 %
	REALIZ.	600,009	240,010	430,099	461,607	814,075	2'379,800	
(x) REALIZADO POR MES		01.47 %	53.00 %	61.06 %	50.76 %	93.57 %	60.96 %	

(HASTA MAYO DE 1990).

FIG. 63 EVALUACION DE VOLUMEN EXTRAIDO POR DRAGA.

PUERTO	VOLUMEN	CALENDARIO					TOTAL (m ³)	(x) REALIZADO POR PUERTO
		VOLUMEN (m ³)						
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO		
EL NEQUITAL	PROGR.	0	15 000	15 000	0	0	30,000	121.13 x
	REALIZ.	0	0	0	3 117	24 123	27,240	
ALAMARCA	PROGR.	210 000	300 000	110 000	110 000	110 000	840,000	70.40 x
	REALIZ.	179 684	112 420	240 917	24 762	52 419	627,802	
TAMPICO	PROGR.	170 000	20 000	130 000	210 000	210 000	740,000	114.50 x
	REALIZ.	207 523	43 072	61 230	160 734	177 700	649,259	
TAMPACICHIC	PROGR.	0	0	0	20 000	20 000	60,000	44.52 x
	REALIZ.	0	0	893	6 918	19 150	26,961	
TUXTEPEC	PROGR.	120 000	120 000	450 000	520 000	520 000	1 730,000	49.40 x
	REALIZ.	60 880	89 310	120 365	236 054	310 683	697,292	
TOTAL (m ³)	PROGR.	500,000	625,000	700,000	870,000	870,000	3 565,000	60.56 x
	REALIZ.	440,089	244,810	420,099	441,687	614,075	2 179,000	
(x) REALIZADO POR MES		81.47 x	53.88 x	61.86 x	50.76 x	93.57 x	60.56 x	

(COSTA MAYO DE 1960).

FIG. 64 EVALUACION DE VOLUMEN EXTRAÍDO
POR PUERTO.

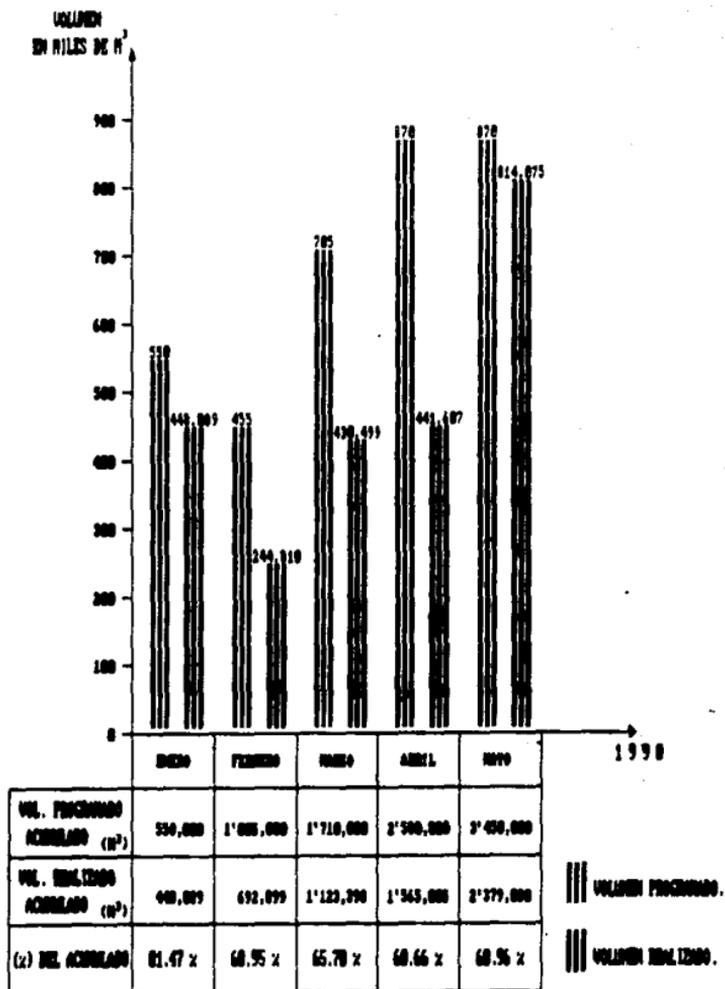


FIG. 65 EVOLUCION DEL VOLUMEN REALIZADO POR LA FLOTA DE BOMBEO DE LA GERENCIA REGIONAL DEL GOLFO.

Y por medio de las barras se indica gráficamente la variación que existe entre el volumen programado y el realizado en cada mes, hasta mayo de 1990.

En éste diagrama se puede observar claramente que en todos los meses mostrados el volumen realizado es menor que el volumen programado. Esto puede ser a causa de que el volumen programado es mayor a los alcances de la flota de dragado, de que hubo descomposturas en el equipo o la producción de la flota está por debajo de su capacidad.

CAPITULO VII

PERSPECTIVAS DEL DRAGADO EN MEXICO

He no falta valor para emprender ciertas cosas
por que son difíciles, sino son difíciles por
que no falta valor para emprenderlas.

L.O. SINDICA.

Las perspectivas del dragado en nuestro país, son dependientes del desarrollo y mantenimiento del sistema portuario nacional; así es que si se habla de apoyo a un puerto para su desarrollo o conservación va consigo el apoyo al dragado de éste.

En años pasados el dragado en México era dirigido por el Departamento de Dragado, en la dirección general de Obras Marítimas de la Secretaría de Marina, el cual en 1959 sube al rango de dirección general, fusionándose después con la dirección general de Obras Marítimas; para a partir de 1986 ser creado el Órgano Desconcentrado Servicio de Dragado.

Pero al ser creado Puertos Mexicanos órgano desconcentrado de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, el 27 de marzo de 1989; los dragados realizados en los puertos mexicanos son controlados por la Vocalía de Dragado, que en conjunto con las vocalías de Planeación, Obras Marítimas, Operaciones, Asuntos jurídicos y Corporativos, Finanzas y la de Administración; forman a éste órgano desconcentrado.

Aparte de que México es un país privilegiado en su posición geográfica, además cuenta con mas de 7 mil kms. de litoral que se dividen entre el Pacífico y el Atlántico, y conociendo que en los puertos nacionales se atiende al rededor del 33 % del movimiento total de carga que se transporta en el país y mas del 80 % de nuestras exportaciones; han surgido varios sucesos que ponen al sistema portuario nacional con grandes expectativas para poder tener un desarrollo a corto y largo plazo. A continuación se mencionan algunos de los sucesos mas importantes:

El primer suceso tiene mucha importancia para el desarrollo portuario nacional debido que al ser creado Puertos Mexicanos, con ayuda de sus delegaciones ubicadas en todos y cada uno de los puertos existentes en los litorales de la república, se encarga de la construcción, ampliación y conservación de las obras marítimas y portuarias, además de ejecutar las obras conexas y accesorias,

cuidando que las mismas se lleven a cabo conforme a la normatividad, especificaciones, precios, programas aprobados y contratos concertados; todo esto para elevar la productividad y eficiencia de este sistema.

El segundo suceso importante que motiva al desarrollo portuario de México es la nueva relación que tiene nuestro país con el oriente al obtener la acreditación como miembro pleno de derecho de los acuerdos de cooperación económica de la Cuenca del Pacifico. En el cual en uno de los acuerdos concertados está la carta de intención con que el gobierno de Singapur se compromete a proporcionar asistencia técnica a cuatro puertos internacionales los cuales se pretende que sean de alta eficiencia, estos son: Lázaro Cárdenas y Manzanillo, en el Pacifico; Veracruz y Altamira, en el Golfo. Los cuales necesitarán el servicio de dragado en sus instalaciones para realizar este proyecto. Singapur opera las 24 hrs. de todos los días del año, dando servicio anualmente a mas de 30 mil barcos de aproximadamente 700 líneas navieras. Normalmente atiende cerca de 600 embarcaciones de todo el mundo al día.

El tercer suceso que alienta al desarrollo portuario es la futura apertura de libre comercio México, Estados Unidos y Canadá. Además las relaciones de comercio que se están iniciando con algunos países de Sudamérica y el Japón.

Estos tres sucesos importantes son base para el desarrollo del sistema, pero si no se llevan a cabo con eficiencia, será mínima la evolución de este ramo del transporte.

Para darse una idea del apoyo económico que le da Puertos Mexicanos al dragado se menciona las siguientes estadísticas y programas:

En 1989 la inversión programada para Puertos Mexicanos fue de \$ 157 mil millones, de los cuales el 38 % se destinó a la construcción, el 15 % a la conservación mayor de la

infraestructura, el 5 % al dragado de construcción y el 42 % complementario a la rehabilitación y adquisición de equipo portuario y de dragado. En cuanto al gasto corriente destinado a la infraestructura su monto fue de \$ 41 mil millones, de los cuales el 79 % fue asignado para el dragado de mantenimiento y el 21 % restante para el mantenimiento de instalaciones.

En conclusión en 1989 el presupuesto para proporcionar el servicio de dragado fue de \$ 50.1 mil millones de los cuales se destinaron:

- el 12.77 % a adquisiciones, equipo auxiliar y refacciones.
- el 22.55 % a rehabilitación y mantenimiento mayor.
- y el 64.68 % a la operación.

Para 1990 Puertos Mexicanos tiene un presupuesto consolidado de \$ 458 mil millones, de los cuales \$ 244 mil millones (53.28%) se destinarán a inversiones para construcción y conservación de la infraestructura, así como la adquisición de nuevo equipo, lo que en conjunto permitirá acelerar el incremento de la productividad portuaria.

Para tener una visión mas amplia del porcentaje del presupuesto que es proporcionado para el servicio de dragado. En el periodo de 1989-1994 se propone una inversión pública para el mejoramiento operativo con ampliación y modernización de la infraestructura portuaria, del orden de \$ 2 billones de los cuales será destinado de la siguiente forma:

- el 61 % al renglón de la construcción, incluyendo dragado.
- el 12 % a la conservación mayor de la infraestructura.
- y el 27 % restante a la rehabilitación y adquisición de equipo portuario y de dragado.

Dentro de los dragados que se realizarán en los puertos mexicanos destacan los siguientes:

- 4 puertos internacionales de alta eficiencia a corto plazo (1991).

- Manzanillo y Lázaro Cárdenas en el Pacífico.
- Altamira y Veracruz en el Golfo.

- El puerto de Tuxpan. En el que se tiene como objetivo el poder recibir barcos de gran porte, para lo cual se dragará el río para lograr en el canal de navegación y dársena una profundidad de 11 m.

- 2 pueros de altura que se abrirán a corto plazo (1991)

- Pichilingue B.C.S.
- Topolobampo Sin.

- 14 puertos pesqueros en ambos litorales del país, a los que se les harán dragados de mantenimiento. Para efectuar este trabajo se estima extraer 1.4 millones de m³.

Aparte de estos puertos mencionados, se les proporcionará al resto de los puertos del país que lo necesiten, el servicio de dragado de mantenimiento.

A continuación se muestra una tabla en la cual se indica el volumen de material dragado durante los últimos diez años (1980-1989) en todos y cada uno de los puertos de México; el cual se desglosa en dos tablas I. puertos del litoral del Pacífico y II. puertos del litoral del Golfo, para poder distinguir la variación que existe entre estos, ver (figuras 66).

La mayor proporción que integra a estos volúmenes es arrojada por el dragado de mantenimiento, debido a que en los últimos años de crisis que ha sufrido el país, el servicio de dragado se ha enfocado a mantener las instalaciones existentes y en una menor proporción a la construcción de nuevos puertos.

Esta tabla nos proporciona el dato de que en el intervalo de tiempo (1980-1989) el volumen de material dragado en los puertos de México fue de 123'803,000 m³. Desglosándose que en:

No.	PUERTO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	TOTAL
		M I L E S D E M.										
1	EL PEZUNILLO, Teps.	162	1,209	1,411	794	391	792	1,453	977	191	129	7,561
2	LA PESCA, Teps.	191	524	1,208	912	16	0	0	0	0	0	2,848
3	TAMPICO, Teps.	1,634	5,814	1,117	2,112	3,780	2,252	2,042	3,820	6,249	2,243	31,951
4	ALTAPILCO, Teps.	0	19	0	0	236	53	0	265	130	1,183	1,874
5	TUCUMAN, Ver.	875	1,325	253	721	1,174	997	848	600	927	1,118	9,982
6	BALZAPOTE, Ver.	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	40
7	TINTANDA, Ver.	498	0	221	96	275	218	63	0	0	0	1,355
8	VEDOCHUE, Ver.	616	1,008	11	515	205	129	325	198	496	53	3,564
9	ALVARADO, Ver.	200	200	763	0	273	131	100	0	0	0	1,675
10	BARRIO DE CALIBRO, Ver.	0	99	0	0	0	0	0	0	0	0	99
11	COATZACOALCOS, Ver.	2,747	1,827	2,550	404	260	432	104	219	112	515	18,370
12	DOS RIOS, Tab.	0	0	0	127	481	74	625	0	200	250	1,685
13	S. PACALLANES, Tab.	0	0	0	52	157	21	0	0	0	0	230
14	FRONTON, Tab.	110	524	0	0	0	162	0	316	112	213	1,527
15	CR. DEL CAMBIO, Comp.	3,621	2,889	2,983	1,227	488	223	249	790	178	68	13,378
16	CHAMPOTON, Comp.	20	21	0	0	0	0	0	0	0	0	59
17	LEONA, Comp.	104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104
18	CELESTON, Nec.	71	12	0	0	51	13	0	40	0	0	275
19	FUERMILPETER, Nec.	100	100	94	109	21	163	123	229	60	169	1,218
20	TELOMAC, Nec.	0	49	64	0	74	25	10	46	45	77	398
21	SR. FELIPE, Nec.	0	30	12	3	0	0	0	0	0	0	45
22	RIO LAGARTOS, Nec.	0	0	176	69	68	21	105	0	64	68	526
23	EL CAYO, Nec.	0	68	20	23	24	0	0	5	70	0	210
24	HOLMAN, Q. Roo	0	0	0	0	102	58	64	10	0	0	236
25	CANOH, Q. Roo	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	7
26	PTO. JARNEZ, Q. Roo	114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114
27	PTO. HORNELAS, Q. Roo	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
TOTAL LITORAL GOLFO		11,875	16,888	12,982	8,356	8,881	6,749	7,894	7,563	6,857	6,376	91,893

FIG. 66.1 VOLUMEN DRAGADO EN LOS PUERTOS DEL GOLFO (1980-1989).

No.	PUERTO	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	TOTAL
		M I L E S D E M ³ .										
28	DIXONDA, B.C.	0	0	0	0	0	0	0	14	49	0	133
29	SARZAL, B.C.	320	143	55	0	13	1	0	0	7	0	553
30	SN. FELIPE, B.C.	21	0	0	0	119	0	0	0	0	23	169
31	PICHILINGUE, B.C.S.	42	94	0	88	3	0	0	0	0	0	227
32	BOCA DE LA SOLEDAD, BCS	0	0	219	0	0	0	0	0	0	0	219
33	SN. MARCOS, B.C.S.	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	26
34	CABO SN. LUCAS, B.C.S.	0	41	16	0	30	0	0	0	0	0	87
35	TAMARIS, Son.	220	214	153	0	0	64	0	0	65	29	747
36	PTO. PEDRISCO, Son.	39	0	0	0	1	104	133	0	0	33	350
37	CUMTUS, Son.	424	101	600	724	0	219	656	746	0	609	3,017
38	PADAJE NUEVO, Son.	0	0	63	94	0	0	0	0	0	0	167
39	TOPOLABUFO, Sln.	464	545	642	195	0	61	160	1,251	1,105	654	5,139
40	PAZATLÁN, Sln.	1,103	1,469	374	200	291	160	70	10	85	223	4,533
41	SN. BLAS, May.	64	0	0	129	19	103	76	0	270	130	619
42	NUÉVO VALLARTA, May.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50
43	PTO. VALLARTA, Jal.	22	0	0	0	169	167	0	0	0	503	941
44	SN. PERRITO, Col.	203	0	0	0	0	200	0	0	0	182	685
45	PUREVILLA, Col.	0	120	0	0	0	0	0	0	0	0	120
46	LAZARO CARDENAS, Mich.	0	0	494	162	0	0	0	0	357	202	1,217
47	PATZCUARO, Mich.	560	413	422	210	170	159	169	179	236	85	2,611
48	ACAPULCO, Gro.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	46
49	SALTIN CRUZ, Oax.	748	906	1,101	34	650	81	0	4	39	313	3,976
50	PTO. RABIDO, Chis.	1,294	254	377	251	699	234	100	900	624	800	5,829
TOTAL LÍTIPOLO PACÍFICO		5,630	4,306	5,128	2,253	2,172	1,731	1,164	3,090	2,911	4,237	32,700
TOTAL MEXICO		16,713	20,406	18,110	10,609	10,173	8,400	8,250	10,653	9,760	10,633	123,003

FIG. 66.11 VOLUMEN DERRAMO EN LOS PUERTOS
DEL PACÍFICO Y EL TOTAL (1900-1909).

- El Golfo se dragó el 73.58 % del volumen total. Siendo en el Pto. de Tampico donde se extrajo el mayor volumen de éste, correspondiendo al 35.08 % del volumen total del golfo y el 25.81 % del volumen total.

- El Pacífico se dragó el 26.42 % del volumen total. Siendo Pto. Madero Chis. en el cual se extrajo el mayor volumen de éste, correspondiendo al 17.82 % del volumen total del Pacífico y el 4.71 % del volumen total.

Se nota entonces que a los puertos del Golfo se les ha proporcionado mayor apoyo para su dragado de construcción y, mantenimiento principalmente.

Observando el volumen total por años se recalca que del año de 1983 a 1988 existe un decremento en el volumen extraído y que en el último año (1989) se nota un leve crecimiento de éste. Siendo relativa la idea, se puede decir que este decremento fue provocado debido a la crisis que sufre el país en ese lapso ver (figura 67).

No sería preciso realizar una extrapolación para poder conocer el volumen a dragar en los próximos años, debido a que el sistema portuario es un ámbito nacional, y su desarrollo o decrecimiento está en función directa de la política y economía de México. Pero bien es cierto que el sistema portuario nacional y por lo tanto el dragado están en una etapa de consolidación, notándose con esto una gran evolución para un futuro a corto plazo.

Además la aplicación del dragado no se encierra solo en el trabajo portuario, sino realiza trabajos también en la construcción y mantenimiento de canales de aguas residuales y de ríos. Pero el dragado en un futuro se podrá aplicar en nuestro país a la minería, para ayuda de la construcción de obras marítimas y tal vez poderlo aplicar en el problema tan grave que presentan las presas de almacenamiento, en cuestión del azolvamiento de éstas, pudiendo aumentarles su vida útil al rehabilitarlas por medio del dragado.

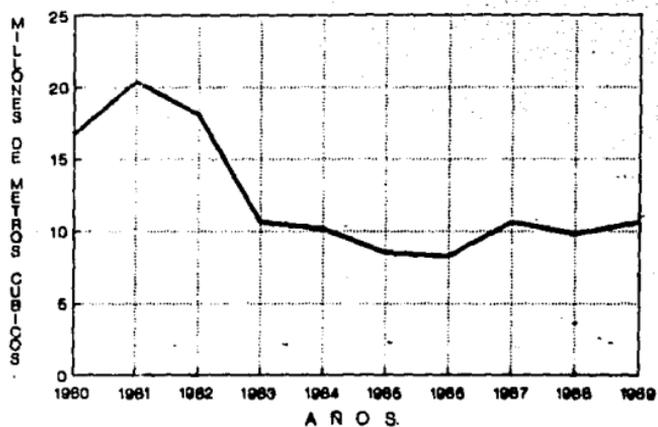


FIG. 67 PRODUCCION DE LA FLOTA DE DRAGADO (1960-1969).

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Desee que sus libros, una vez concluidos,
vivan por sí mismos. Que encuentren, si
ello es posible, su propio destino.

CARLOS FUENTES.

Dentro de lo expuesto en los capítulos anteriores se plantean las siguientes conclusiones y algunas recomendaciones de éste trabajo.

- 1) Dada la gran importancia que tiene el movimiento de carga para el desarrollo de nuestro país, y sabiendo que en los puertos mexicanos se atiende el 33 % del movimiento total de carga y más del 80 % de nuestras exportaciones; es claramente apreciable la importancia que tienen los puertos nacionales y por lo tanto el concepto de dragado estudiado en este trabajo. El dragado tiene una importancia relevante para la construcción y el mantenimiento de los puertos, canales de comunicación, dársenas, ríos, lagunas, mar, etc; para que éstos operen en óptimas condiciones.
- 2) Para llevar a cabo o colaborar en un proyecto de dragado es indispensable conocer los tipos de dragas, sus partes fundamentales y funcionalidades mecánicas de cada una de estas; entonces se recomienda que al seleccionar un tipo de draga, sea la que mejor se ajuste a las características físicas de la zona de dragado.
- 3) Dada la importancia que tiene el conocer los materiales a dragar, para poder proyectar y operar un trabajo de dragado, es fundamental que se realicen estudios de Mecánica de Suelos, ya que de ello dependerá la elección del tipo de draga que pueda extraer el material con más eficiencia.
- 4) Se recomienda hacer un análisis exhaustivo de la disposición mas adecuada que se le darán a los materiales por dragar para seleccionar la zona de tiro mas adecuada, pudiendo ser alguna de las dos siguientes:

- Darle utilidad para algún beneficio, como pueden ser: Con valor comercial, ganar terrenos al mar, rellenos, bordos de protección, etc.

- Cuando no tenga utilidad alguna el material tiene que ser desechado en una zona de tiro donde no nos cauce problemas posteriores como pueden ser: La remoción del material nuevamente al puerto, daños a terceros y alteración de la ecología del lugar, por lo que SEDUE establece que el tiro del material se debe realizar de 3 a 5 millas náuticas fuera del litoral.

5) Al estar realizando el trabajo de dragado se debe conocer el volumen de material extraído hasta ese momento y el volumen que nos resta dragar para poder hacer una evaluación del trabajo realizado. Es por esto que se recomienda que se realicen levantamientos topohidrográficos de toda la zona a dragar antes de iniciar el trabajo y unos consecutivos periódicos al estar efectuando éste, para que se puedan calcular los volúmenes de dragado.

6) Es fundamental en los costos de dragado contar con los rendimientos de las dragas, ya que al no contar con los rendimientos reales y no ser verificados en campo, provocaría un sobre costo en lo proyectado del dragado.

7) Por lo regular al comparar el volumen de material programado con el volumen de material realizado (capítulo 7) se nota que los primeros van arriba de estos últimos, esto puede ser a causa de varios factores pero a continuación se mencionan los dos con mayor importancia:

- La pérdida de tiempo al estar realizando el mantenimiento correctivo, el cual se presenta todos los días, reduciendo con esto el tiempo de dragado efectivo.

- Por lo regular no hay un "residente de obra" que esté a cargo estricto del trabajo que se está realizando por una o un grupo de dragas; es por tal motivo que se recomienda que un residente de obra llamado "ingeniero dragador" (que en sí es un ingeniero con los suficientes conocimientos técnicos y experiencia en el dragado), que se encargue de la correcta operación del proyecto en el momento de su ejecución, para que resuelva los problemas que surjan y si es necesario modificar el trabajo por aspectos no tomados en cuenta en el proyecto. Teniendo un control de todos los trabajos realizados, obteniendo entonces con todo esto un alto rendimiento del equipo y personal utilizado en el trabajo; dando como resultado una planeación y operación óptima del proyecto de dragado.

BIBLIOGRAFIA

1. **MANUAL DE DRAGADO.**
Secretaría de Marina.
Vicealmirante Ing. Mario Lavalle Argundin.
México, D.F. 1972.
2. **TRABAJOS REQUERIDOS EN LAS OPERACIONES DE DRAGADO Y SELECCION DE LA UNIDAD DE DRAGADO.**
Subsecretaría de Puertos y Marina Mercante. (S.C.T).
3. **CURSO DE DRAGADO (DE NIRWA) NIVEL "A" Y NIVEL "B".**
Subsecretaría de Puertos y Marina Mercante. (S.C.T).
4. **BOLETIN TECNICO "PROFUNDIDAD DE LOS CANALES".**
1er. Seminario de Ingeniería de dragado, Francia 1986.
Puerto Autónomo de Nantes-Sint Nazaire.
Ingeniero Christian Brossard.
5. **PROCEDIMIENTOS PARA MEDIR PARAMETROS DE PRODUCCION.**
Dirección General de dragado. (S.C.T).
6. **ASPECTOS TECNICOS PARA LA DETERMINACION DE VOLUMENES DRAGADOS Y A DRAGAR.**
Subsecretaría de Puertos y Marina Mercante. (S.C.T).
7. **TIPOS Y FUNCIONES ESENCIALES DE LOS ARTEFACTOS DE DRAGADO.**
IHC (Revista).
8. **DREDGING, SYNOPSIS 2 1981-1985.**
Holland Shipbuilding.
By Henk Jansen, Klaas Glas.
9. **TYPES OF DREDGERS.**
IMDC (Revista).
10. **PORTS AND DREDGING.**
IHC Holanda (Revista).
11. **MANUAL DE OPERACION DEL "MINI-RANGER III"**
Motorola inc.
12. **AVANCES DE OBRA MENSUALES Y ESTADISTICAS DE VOLUMENES ANUALES.**
Vocalía de Dragado.
Puertos Mexicanos, 1990.