



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"LEVANTAMIENTOS HIDROGRAFICOS PARA DRAGADO "

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA

P R E S E N T A

AGUIRRE MUÑOZ REBECA

MEXICO, D. F.

1993

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



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

Capítulo I	Introducción	1
Capítulo II	Antecedentes Historicos del Dragado	3
	Historia General	3
	Primeros Dragados Realizados en México ..	7
	Primeros Dragados Realizados en	
	Nuestros Puertos	8
	En el Puerto de Tampico	8
	En el Puerto de Veracruz	9
	Generalidades del Dragado	11
Capítulo III	Clasificación de las Dragas	13
	Dragas Mecánicas e Hidraulicas	13
	Dragas de Cangilones o de Rosario	14
	Draga de Grúa	16
	Draga de Granada o Garfio	18
	Draga de Cucharón	20
	Draga Tipo Estacionaria	22
	Dragas de Succión Simple	23
	Dragas de Succión con Cortador	25
	Funcionamiento de las Partes más	
	importantes de una Draga Estacionaria	
	de Succión con Cortador	28
	Dragas Hidráulicas de Autopropulsión	
	con Tova	45
	Dragas Mixtas	53
Capítulo IV	Control de Dragado	54
	Reconocimiento de la zona	54
	Equipo	56
	Control Horizontal	80
	Orientación Astronomica	98
	Control Vertical	110
	Batimetría	118
Capítulo V	Conclusiones	137
Bibliografía	138

CAPITULO I

INTRODUCCION

La profundidad es el elemento básico de la Infraestructura Portuaria, cuando la profundidad se pierde, la Infraestructura Portuaria no puede servir al barco.

La profundidad exige un mantenimiento cuidadoso, todos los materiales que se depositan en el fondo deben ser retirados para disponer de las profundidades de proyecto en forma continua.

Los trabajos de dragado para retirar los materiales que se depositan, los azolves representan para algunos puertos inversiones sumamente cuantiosas, es por ello que la Ingeniería Portuaria da mucha atención al estudio de los fenómenos que producen los azolves y a las soluciones para evitarlos o reducirlos y en su caso para encontrar los procedimientos más eficientes para retirarlos.

Las técnicas recientes para la selección de sitio para los puertos, aconseja buscar la ausencia de aportes de azolve provenientes de tierra, lo que se consigue en un sitio costero, fuera de los causes de ríos y de lagunas; en donde se registren los arrastres

litorales de menor cuantía posible y que facilite la construcción de obras necesarias para su control.

Un puerto diseñado bajo estos conceptos requerirá de inversiones mínimas para el mantenimiento de sus profundidades.

En el pasado cuando no se disponía de equipo de dragado de alto rendimiento y eficiencia debieron buscarse sitios abrigados en donde la obtención de las profundidades fueran mínimas y preferiblemente donde las profundidades existían.

En estos puertos, entre los que se encuentran las mayores del mundo, en donde la conservación de las profundidades requerirá de investigación y de estudio continuo para tratar de hacer dragados más eficientes para reducir sus costos.

En los últimos años, México ha hecho un gran esfuerzo para disponer de una Infraestructura Portuaria que aunque todavía insuficiente, le ha permitido desarrollar las actividades primarias.

La conservación y mantenimiento de las obras de dragado se ha dado con limitaciones; lo cual ha provocado que actualmente parte de dicha Infraestructura se encuentre deteriorada; por la falta de recursos económicos.

El presente trabajo tiene como propósito hacer una reflexión acerca de la importancia que tiene la ejecución de los estudios batimétricos y de dragado para la conservación de la Infraestructura Portuaria.

CAPITULO II

ANTECEDENTES HISTORICOS DEL DRAGADO

El dragado es una excavación técnica bajo el agua, que tuvo su origen en las naciones marítimas de Europa y en la necesidad de facilitar la navegación en canales y puertos, tan importantes para el desarrollo del comercio nacional u internacional.

Se sabe por referencia, que los chinos habían empleado en un remoto pasado, herramientas para dragar, y los romanos utilizaron la pértiga con saco o cuchara que más tarde se introdujo a Holanda (1565) Fig. 1

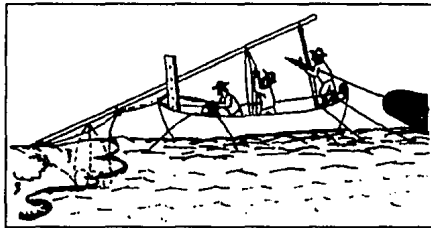


Figura 1.

En la Edad Media, grandes inventores idearon dispositivos mecánicos para dragar; uno de ellos fue Leonardo da Vinci; construyó alrededor del año 1550 una draga que consistía en una rueda de cuatro brazos con un cubo en cada extremo. Fig. 2



Figura 2

La operación se hacía manualmente y al pasar los cubos por la parte inferior, se llenaban de material y al rebasar el punto superior se vaciaban en una barca dispuesta entre los pontones de la rueda que se encargaba de llevar el azolve fuera de la zona de dragado.

Se desarrolló en Holanda un dispositivo muy práctico, llamado Mole. Esta draga, construida alrededor del año 1435, se desplazaba mediante la acción del viento sobre las velas y al arriarse la rastra de que iba provista removía el fango que era arrastrado por el reflujo y llevado mar afuera.

La draga de almeja fue diseñada por Varantius y comenzó a desarrollarse en Venecia alrededor de 1590, resultó muy práctica para el mantenimiento de puertos y vías navegables. Fig. 3

En el año de 1565 usaron numerosos pueblos de Holanda una draga llamado como otro de sus antecesores La Mole y está basada en el mismo principio de rascar el fondo y aprovechar las corrientes de marea como medio de transporte del material para llevarlo fuera del canal de navegación. Fig. 4

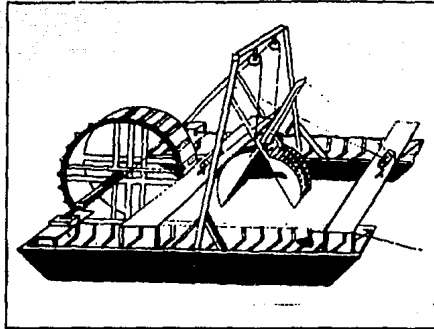


figura 3

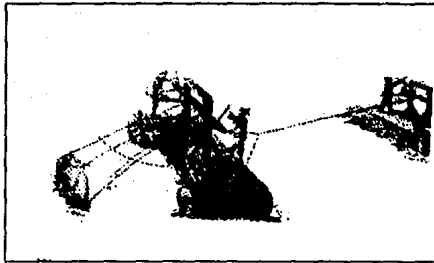


Figura 4

En el año de 1600 se invento la famosa "Amsterdam Mull Mill" en la que todas sus piezas eran de madera dura, incluyendo los engranes y los cangilones ó cubetas.

El malacate para arriar la escala de dragado era accionada por dos hombres y otros cuatro hacían girar con los pies, dos grandes ruedas que daban movimiento a la cadena de cangilones ó rosario.

El material extraído del fondo era llevado a la parte superior y descargado en un canal que la depositaba fuera de la draga.

En el año 1620 se diseñó en Holanda la segunda "Amsterdam Mull Mill" en que la potencia necesaria para su funcionamiento lo proporcionaban tres caballos que trotaban en círculo para hacer halar el cabo de avance de la draga y mover la cadena de cangilones. Fig.5



Figura 5

La bomba centrífuga, que constituye la parte más importante de las dragas hidráulicas, tuvo su origen en los inventos de M.Le Demour, en el año 1732. Y en el año de 1833 la bomba hidráulica se había establecido en América.

A mediados del siglo pasado, comenzó a desarrollarse formalmente el dragado, por lo cual se emplearon embarcaciones de casco de madera de mayores dimensiones a las que habían utilizado con anterioridad.

El primer dragado hidráulico lo efectuó el francés Bacín en 1867, cuando se abrió el canal de Suez, y en el año 1855 los Estados Unidos tenían una draga hidráulica de tolva, la General Moultric. Esta draga tenía una bomba centrífuga de 1.83 m. de diámetro y giraba en un eje vertical. La manguera de succión de la bomba medía 48.3 cm. de diámetro y uno de los extremos, de forma acampanada servía de boca de succión al arrastrarla por el fondo del canal. El material consistía en fluido lodoso que era aspirado

por la bomba de dragado y descargado mediante la manguera a la tolva, al llenarse ésta, se desembragaba la bomba y la maquina se empleaba en la propulsión de la draga. Al llegar al lugar de descarga, se abrían unas correderas del fondo de la tolva y el material se vaciaba por las compuertas.

Todos estos inventos y el perfeccionamiento de los mismos a través de los años, han contribuido a dragar materiales más economicamente que en cualquier otra forma y permitido extraer rocas, trabajar en aguas no abrigadas sometidas a la acción del oleaje, dragar a gran profundidad.

PRIMEROS DRAGADOS REALIZADOS EN MEXICO

En diciembre de 1889 la junta de gobierno celebró un contrato con S. Pearson para dragar el gran canal de la capital.

Se utilizaron dos dragas, una naufragó en el canal y no compensaba los gastos que se tenían que erogar para rescatarla y ponerla en servicio, en cuanto a la otra estaba tan deteriorada que frecuentemente había que repararla y aparte del gasto que originaba para mantenerla en operación se perdía mucho tiempo, lo cual obligo a desmantelarla y utilizar la maquinaria en otras instalaciones.

En 1890 se adquirieron 5 dragas de cangilones a la compañía Simons Lobnitz de Renfrew Escocia, se armaron en un dique provisional del lado de San Cristóbal, los cascos se pusieron a flote, se les coloco la maquinaria y arboladura desde un muelle

situado en el margen del gran canal. El casco de las dragas era de hierro y medían 36.58 m de eslora, 12.9 m de manga.

Estas dragas descargaban los productos excavados a una distancia de 50.30 a 56.40 m. mediante canales de acero de 91 cm de diámetro conectados con la tolva de distribución en que descargaban los cangilones.

La mayor cantidad de material dragado en un mes operando día y noche en terreno suave, fue de 94,849.605 metros cúbicas. En terreno duro variaba de una manera notable ya que solo se podían obtener 68.72 metros cúbicos por hora de promedio ordinario de excavación.

PRIMEROS DRAGADOS REALIZADOS EN NUESTROS PUERTOS

EN EL PUERTO DE TAMPICO

El puerto de Tampico esta situado en el margen izquierdo del río Panuco, en el estado de Tamaulipas.

El cual desde que el país inicio su vida independiente, apuntó como el segundo en importancia en el Golfo, debido a su situación geográfica, mucho más septentrional que Veracruz, lo hacia el más indicado para la entrada y salida de carga a los estados del centro y del Norte de la República.

Por muchos años la barra formada en el Pánuco fue un serio obstáculo para el tráfico marítimo y si a esto aunamos los fuertes vientos dominantes del norte que azotan

especialmente durante el invierno, el problema de acceso al puerto era aun más grave. De ahí la necesidad de dragar la barra y el canal de navegación.

La profundidad de la barra antes de iniciarse las obras de las escolleras, era de 3 m y al terminarse de 5 m antes de efectuar el primer dragado.

En 1917 se firmó un contrato con la Compañía United Dredging de New York para dragar el río Pánuco, se dragó con tres unidades estacionarias y una de propulsión que se destino a la barra. De septiembre de 1920 a 1923 el dragado de la barra se hizo por cuenta de las compañías petroleras, que lo contrataron, no por metros cúbicos de material removido, sino por la conservación de la profundidad en la barra.

Desde el 29 de Septiembre hasta el 22 de Octubre de 1924 estuvieron embotellados 56 buques en espera de hacer a la mar.

De 1924 a 1930 se contrató nuevamente el dragado del puerto: el dragado se hizo a 100 m. de ancho .

EN EL PUERTO DE VERACRUZ

En 1895 la Secretaría de Obras Públicas, celebró un contrato con S. Pearson And Sohn Ltd. para terminar las obras exteriores e interiores, con el fin de dar abrigo y seguridad al puerto y facilitar las operaciones de los buques.

El canal medía 150 m de ancho y 10 de profundidad que limitaban la parte de la bahía, que por su fondo no era utilizable para la navegación. Los malecones tenían 3

metros de profundidad y aumentaba hasta 8.5 m en el lugar donde quedaría los muelles metálicos.

Los muelles principales estaban contruidos a 10 m de profundidad. Se les dio esa profundidad porque es necesario satisfacer las necesidades para medio siglo.

El aumento en el calado de los buques, permite el del tonelaje y el de la economía en los transportes, pero el aumento que ha habido en los últimos 50 años hace prever que el límite será de 10 m. y que el puerto que tenga 9 m no podrá figurar entre los más importantes del mundo.

Gran parte de la arena sirvió para rellenos de una zona comprendida entre los malecones y la antigua playa.

Las obras se inauguraron el 6 de Marzo de 1902 con asistencia del Presidente de la República General Porfirio Díaz.

Posteriormente trabajaron en Veracruz dos dragas, la Tampico y Don José. Esta última fue desmantelada en el Puerto de Veracruz y la Tampico se hundió.

A partir del año de 1930 se fueron adquiriendo dragas de autopropulsión y estacionarias.

En los últimos años se ha dado de baja del servicio las dragas ya obsoletas, que se han sustituido por modernas unidades para dar preferencia inmediata a los dragados de conservación y algunos de nuevos proyectos en orden de importancia, procurando obtener del equipo disponible el mayor rendimiento.

GENERALIDADES DEL DRAGADO

Se entiende por dragado la extracción de materiales (fango, arena, grava, etc) del fondo de los puertos ríos y canales con el fin de aumentar la profundidad y descargar estos azolves en las zonas de depósito que puede ser el mar, o utilizarlos en el relleno de áreas bajas, para asiento de instalaciones industriales y de urbanización o simplemente para sanear terrenos pantanosos que originan condiciones insalubres.

Las operaciones de dragado deberá cumplir una doble función:

- Extraer el material*
- Llevar el material hasta el lugar de descarga*

Extraer el Material

Está se efectúa cuando es preciso crear o aumentar la profundidad requerida para la flotación o navegación de los buques en puertos, dársenas, ríos y canales.

Llevar el Material hasta el lugar de Descarga

Tiene por finalidad mantener esos calados, neutralizando la acción de los azolves que pueden ser originados por corrientes, marejadas, acarrees de litoral etc.

Existen dos tipos de dragados a saber el de construcción y el de conservación.

El dragado de construcción, se realiza cuando es necesario crear o aumentar profundidades, las dimensiones en planta, o ambos. Es conveniente emplear el material extraído para relleno, si este es adecuado para tal fin, ya que es práctica usual y además económica, la combinación de estas dos funciones la excavación del material

subacuático para aumentar el tirante de agua y el aprovechamiento de estos azolves que se descargaban directamente en la zona con objeto de elevar las cotas en el terreno.

El dragado de conservación, se efectúa con la finalidad de retirar los azolves que originan corrientes, marejadas, acarreo litorales.

Durante la etapa de construcción puede ser de tipo:

-Periódico o Discontinuo

-Continuo o permanente

El del tipo periódico o discontinuo se efectúa con cierta periodicidad o intervalo de acuerdo con la cantidad de material que deposite en la zona.

Estos dragados se llevan a cabo en los puertos, canales en que los aportes de azolve son de poca importancia.

La observación periódica mediante sondeos, indicará el agotamiento de esa reserva y el tiempo en que debe disponerse el dragado para eliminar los depósitos

Los dragados continuos se realizan esencialmente en los canales de navegación, barra de los ríos, puertos etc. en que los arrastres de sedimentos son de tal consideración que exigen que continuamente sean retirados con el fin de mantener la profundidad máxima requerida por los buques que operen en los puertos.

CAPITULO III

CLASIFICACIÓN DE LAS DRAGAS

Podemos definir a la draga como una embarcación especialmente dispuesta y equipada con los medios necesarios para limpiar y extraer material del fondo de los puertos, ríos, arsenales, canales etc.

Las dragas se clasifican en dos grandes grupos:

Dragas Mecánicas

Dragas Hidráulicas

DRAGAS MECÁNICAS

Al primer grupo pertenecen las de cangilones o de rosario, las de grúa (con almeja, granada o garfio) y las de cucharón. Todas estas podemos considerarlas como tipo básicos de las dragas mecánicas que debido a su construcción relativamente sencilla, fueron las primeras que se usaron y en ciertas clases de obras son insustituibles, a pesar de que se impone el uso de chalanes, tolvas y remolcadores para tirar el material en las zonas de depósito.

Corresponden al segundo grupo, las dragas hidráulicas, que combinan la operación de extraer el material con el de su transporte hasta el lugar de depósito, mezclándolo con el agua y bombeándolo como si fuera fluido.

Estas dragas resultán más versátiles económicas y eficientes que las mecánicas, ya que realizan las dos operaciones por medio de una unidad integral.

Los tipos básicos de este grupo son las dragas estacionarias y las de autopropulsión con tolva.

Al primer grupo corresponden las dragas estacionarias de succión simple y las estacionarias de succión con cortador. Este último tipo de dragas se ha venido utilizando a últimas fechas, con mucho éxito dentro de la industria minera.

El segundo tipo comprende las dragas de autopropulsión con tolva, cuyo tubo o tubos de succión, están en la escala o escalas de dragado colocados en las bandas, a proa, al centro o popa.

DRAGAS DE CANGILONES O DE ROSARIO

Las dragas de este tipo llevan un pozo en el plano de crujía del casco, por el cual se arría la escala para efectuar el dragado.

La escala es una estructura de acero, que sirve de apoyo y guía a la cadena de cangilones que en el lado de carga descansa sobre una serie de rodillos para facilitar su movimiento.

La cadena de cangilones es accionada por una rueda motriz; situada en una estructura alta o torre Fig 6

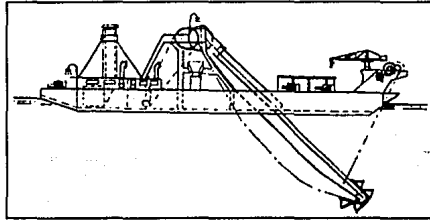


Figura 6.

Los cangilones son unas cazoletas de aceró con bordo reforzado en el lado de ataque. El agua se elimina mediante unos barrenos que llevan con ese fin. cuando el material que se draga es muy duro van provistas de dientes.

Los cangilones se llenan de material subacuático al pasar por la parte inferior de la escala y al llegar a la parte superior de su recorrido son vertidos en unos canales transversales que descargan en chalanes tova acoderados a los costados de la draga.

Las dragas de cangilones son de construcción muy robusta para poderlas emplear en cualquier clase de dragado, aun en fondos rocosos y se usan también extensamente en la obtención comercial de grava y arena así como en la recuperación de materiales tales como estaño y oro.

Generalmente pueden dragar a 16 metros de profundidad, pero hay algunas que llegan hasta los 22 metros.

La construcción de estas dragas y su conservación son mas costosas que las de succión; pues tienen más peso por unidad de potencia de excavación y mayor número de piezas sujetas a desgaste.

Para su operación necesitan personal numeroso y la maniobra de fondeo y emplazamiento es mucho mas laboriosa.

No son adecuadas para la navegación en el mar por tener su centro de gravedad forzosamente alto, por lo tanto, su traslado de un lugar a otro es siempre peligroso.

DRAGA DE GRÚA

Consta de un chalán que lleva montada una grúa o pluma que oscila de babor a estribor y va provista de almeja, granada o garfio, de acuerdo con el trabajo que se va a realizar, y se suspenden de la pluma mediante un aparejo gurnido con cables de acero

Fig 7.

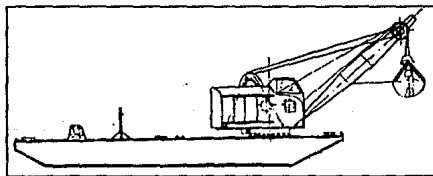


Figura 7.

Las almejas y granadas son de acero y de mucho peso para que al efectuar el dragado, se arríe de golpe hasta el fondo y muerda el material, bien para depositarlo en su tolva, si la tiene, o chalanes tolva o a los lados del canal.

DRAGA DE ALMEJA

Para extraer el material de fango o arena o mezclado con grava es indicado utilizar la almeja normal Fig 8 y para material compactado se usa la almeja con dientes Fig 9

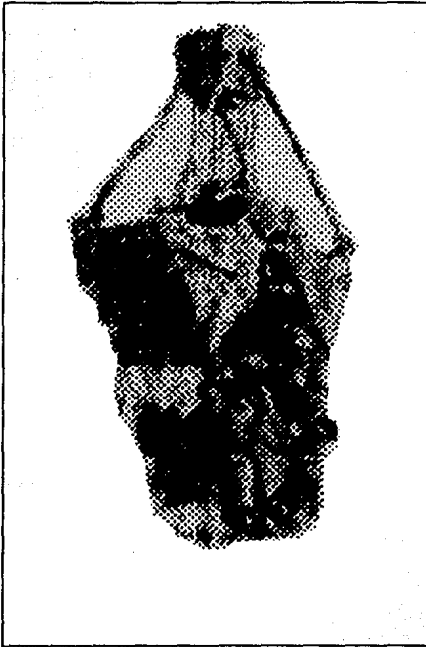


Figura 8

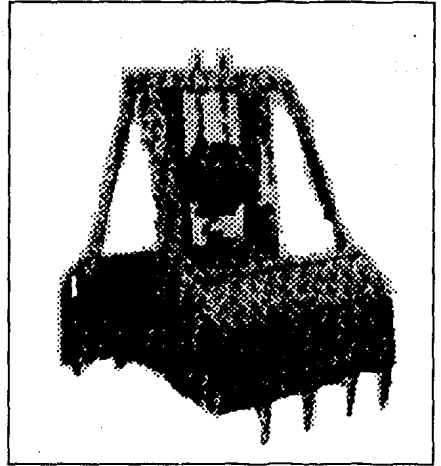


Figura 9

Existen tres tipos de almejas: Pesadas, Medianas y Ligeras

La primera se utiliza en excavación de material duro o compacto, la segunda para usos generales y la última para material ligero.

La capacidad de la almeja se mide generalmente en metros, pies o yardas cubicas.

Estas se miden en tres formas:

a).- La del nivel del agua, que es la capacidad de la almeja suponiendola suspendida y llena de agua.

b).- La mediana a la línea de paca que indica la capacidad del cucharón, siguiendo una línea a lo largo de la parte superior de la quijada.

c).- La copeteada cuando se llena el ángulo máximo de reposo para un material dado .

En operaciones bajo el agua y por la naturaleza del material, la carga se toma a la capacidad del nivel de agua de la almeja.

DRAGA DE GRANADA Y GARFIO

Se emplea para rocas ya quebradas Fig 10. Los garfios son usados para extraer grandes rocas, pudiendo ser estas hasta de 18 toneladas, según la capacidad de la grúa Fig 11.

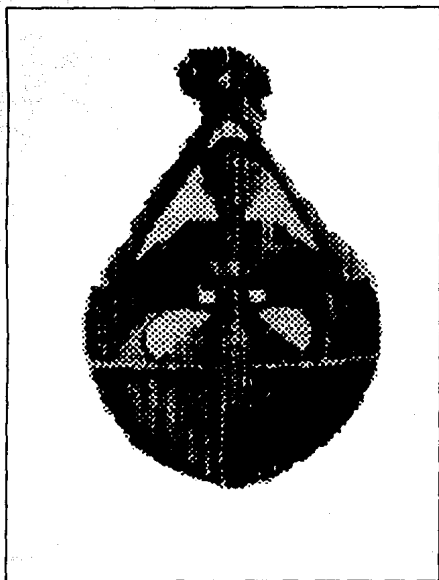


Figura 10

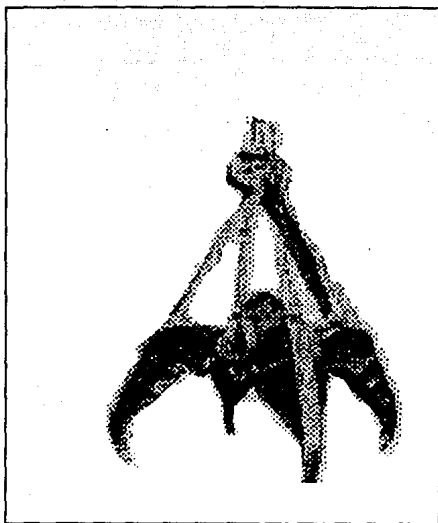


Figura 11

Estas dragas pueden ser estacionarias o de autopropulsión con tolva de simple, doble, triple o cuádruple grúa Fig 12.

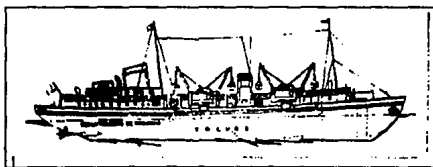


Figura 12

En el caso de las dragas estacionarias se disponen de zancos colocados a ambas bandas a proa y uno a popa destinados a fijar la draga a fin de que no se mueva por

efecto del viento o la corriente, aunque en muchos casos solo se utilizan cables de acero con ese objeto.

Este tipo de draga se emplea para completar los dragados efectuados por otras unidades, en rincones y sitios a los que no llega fácilmente la boca de succión de las dragas hidráulicas, o los cangilones de las dragas de rosario. También tiene aplicación en pequeños dragados de limpieza al pie de los muelles, extracción de productos rocosos, limpieza de troncos y raíces y otras faenas en que se tenga que trabajar exclusivamente en dirección vertical.

DRAGA DE CUCHARÓN

La draga de cucharón consta de un casco que soporta el mecanismo de excavación y éste es análoga a las de las palas terrestres.

Fundamentalmente se componen de un cucharón que va montada en el extremo de un brazo de ataque o aguilón, diseñada para poder deslizarse por el plano central de una pluma, con lo que se consigue una absoluta regulación en los movimientos del cucharón.

La capacidad de una draga de cucharón depende del tamaño de este, expresado en metros, yardas o pies cúbicos y se mide al ras del borde superior o volumen enrasado a diferencia del copetado que se obtiene en las dragas terrestres.

Las dragas de cucharón van provistas de dos zancos a proa que sujetan el casco a fin de formar una plataforma estable del trabajo y otra a popa que sirve de punto de giro para mantener la draga en posición adecuada para el dragado.

Para efectuar el dragado, se introduce el cucharón en el material del fondo y se le da fuerza a través de la flecha, al mismo tiempo se aplica la tensión del cable que va al malacate y que jala el cucharón hacia arriba del corte Fig. 13.



Figura 13

Una vez que se encuentra a suficiente altura sobre el nivel del agua, es vaciado en chalanos tolva , ganguiles o depositado en la orilla.

Con esta draga también se pueden extraer trozos grandes de conglomerados o rocas hasta de 36 toneladas. La profundidad óptima del corte es aquella en que se obtiene mayores rendimiento el cual depende de los siguientes factores.

- De la calidad del material*
- De la profundidad del corte*
- Del ángulo de oscilación*
- De la habilidad del operador*

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

DRAGA DE TIPO ESTACIONARIO

Llevan como unidades básicas: la bomba de dragado, la escala con el tubo de succión el cortador, los zancos y el winche o central de winches con sus motores correspondientes. Estas unidades para ser eficaces deben estar perfectamente equilibradas en lo que respecta a dimensiones y potencia.

La bomba de dragado, debe ser lo suficientemente potente para succionar el material removido por el cortador y descargarlo hasta el lugar de depósito.

Requieren para desplazarse de un sitio a otro, de un remolcador, carecen de propulsión, para avanzar en el frente de ataque se valen de un par de zancos colocados a popa, uno de los cuales le servirá también como eje para el movimiento circular o abaniquo según el cual realiza el ataque; para lograr ese movimiento circular alrededor del zanco de trabajo, se vale de dos cables anclados a tierra que se cobran alternadamente por medio de malacates instalados a bordo.

La succión se realiza a través de un tubo cuyo extremo recoge el material a dragar, este tubo va sostenido por una estructura, la escala; esta tiene movimiento vertical según un eje colocado a bordo y es izada o abatida por un cable accionado por un malacate y con el apoyo de una cabria.

DRAGAS DE SUCCIÓN SIMPLE

Estas dragas tienen un desarrollo tecnológico más avanzado, son actualmente las más numerosas, son también las más versátiles.

La idea central de su diseño es la utilización de una bomba, la bomba dragadora, que recoge succionando los materiales del fondo o del frente de ataque y en la misma operación los impulsa al sitio donde deben depositarse Fig 14.

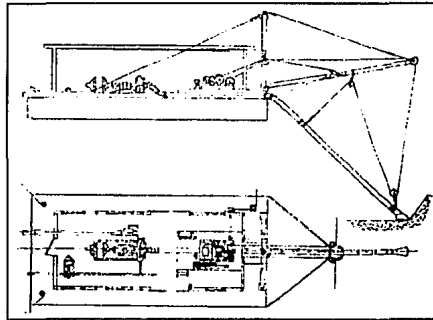


Figura 14

El transporte de material así obtenido; se hace a través de una tubería mezclada con agua, es decir la bomba maneja una mezcla de agua y sólidos.

La bomba dragadora y todos los componentes y sistemas deben montarse en una unidad flotante, lo que permite la movilidad del equipo con sencillez, tanto para trasladarla de una obra a otra, como para posicionar el equipo y completar el dragado del área en que este trabajando.

La mayor eficiencia en la operación de las dragas de succión se logra cuando el contenido de sólidos de la mezcla que se bombea es el máximo posible.

El operador se sirve de un vacuómetro que le da indicación de la proporción de sólidos en la mezcla, si no hay suficiente agua se mantendrán los sólidos en movimiento, la tubería se tapaná, el vacuómetro indicará entonces un vacío muy alto, si por el contrario se esta bombeando una mezcla muy pobre o solo agua, el vacío será cero.

Las dragas de succión están compuestas de las siguientes partes:

- El casco construido de lámina de hierro o acero que puede ser de una pieza o seccionando para facilitar su transporte. En el se dispone la maquinaria, winches, cabria del tubo de succión, caseta de control etc.

- La bomba centrífuga de dragado de diseño especial, cuya fuerza de succión es lo único que se emplea para extraer el material del fondo.

- El tubo de succión que aspira a la mezcla por una boquilla colocada en su extremo inferior y a la que se instala a veces un agitador o chorro de agua para remover el material.

- La conexión flexible entre la tubería de succión fija y la móvil que se arría hasta el fondo para el dragado, se hace mediante un manguito de hule armado con alambre

y capas de lona y se afirma mediante abrazaderas. Este permite el libre movimiento del tubo de succión.

- El aparejo para la maniobra del tubo de succión se afirma en una pluma o cabria y se acciona mediante un winche que también se emplea para los cables de los traveses.

Estas dragas se emplean en aguas tranquilas para succionar materiales sueltos o de fácil flujo como fango y arena. Con dificultad pueden dragarse conglomerados de arena con arcilla y arcilla con barro.

Los extractos duros o compactos no son posibles de extraer con dragas de este tipo, así como cualquier otro material que no pueda ser removido con facilidad.

DRAGAS DE SUCCIÓN CON CORTADOR

Esta clase de dragas tiene todos los elementos necesarios para cortar y disgregar el material del fondo, que mezclado con el agua es succionado por la bomba centrífuga de dragado y descargado en el sitio previamente elegido.

La excavación y el transporte del material se hace por una unidad integral, por lo que resulta práctico y económica esta clase de draga para la mayoría de los trabajos de dragado. Fig 15

La draga consta de un casco de lámina de acero, el casco se construye de una pieza resistente o en dragas pequeñas y medianas puede estar constituido de varias secciones, para facilitar su transporte hasta el lugar de operación.

Casi todas estas dragas tienen en el extremo de la escala y adelante de la boca del tubo de succión, una herramienta de ataque, el cortador giratorio.

El cortador tendrá diferentes diseños acordes con el tipo de suelo que deben atacarse y con la forma de ataque que deberá seguirse; en general, empleará cuchillas para los materiales compactos y dientes para los materiales duros; las cuchillas y los dientes están dispuestos siguiendo formas helicoidales.

Los tamaños de estas dragas se identifican usualmente por el diámetro de la tubería de succión o de la tubería de descarga, ambas frecuentemente iguales. Las hay desde diámetros muy pequeños de 10 cm usadas en pequeños canales, arroyos o lagunas, hasta de gran diámetro del orden de 110 cm. diseñados para materiales difíciles.

El conjunto escala cortador hace de la draga estacionaria, una herramienta de excavación muy adecuada para dragados de construcción, es decir la excavación por ejemplo de canales o darsenas; son especialmente eficaces para estos trabajos.

En menor grado se les utiliza en dragados de conservación, en los que frecuentemente pueden prescindir de cortador, para retirar azolves en lugares de acceso difícil.

La conducción y depósito del material dragado por medio de la tubería de descarga es un elemento muy valioso para su aprovechamiento si son suelos de buena calidad o bien para su depósito o en sitios controlados cuando se trata de materiales contaminantes.

La gran mayoría de los suelos dragados son utilizables en tierra para crear áreas para diversos usos. Los suelos de muy baja calidad para propósitos de edificación, son casi siempre ideales para la creación de áreas verdes, suelos agrícolas o mejoramiento ecológicos.

Con los suelos de buena calidad, es posible crear por ejemplo patios para el manejo de carga en terminales portuarias, zonas para la implicación de industrias y la creación y reconstrucción de playas.

Dependiendo del tipo de material, de la potencia de la bomba dragadora y del diámetro de la tubería de descarga, el rango de la longitud de tiro es muy amplio desde distancias de orden de 200 m. para las dragas de 10 cm. hasta distancias del orden de 8 a 10 Km. con las dragas más grandes actualmente en uso; una draga de 75 cm. en la descarga con una bomba dragadora de 1470 HP, manejando un suelo compuesto de arena, grava y particular rocosas de hasta 20 cm. puede alcanzar 1200 m de longitud de tiro.

El manejo del sitio de tiro, particularmente cuando se trata de rellenar zonas bajas, es importante para obtener todas las ventajas que brinda la conducción del producto de dragado por tubería; planeando adecuadamente los puntos de descarga, debe buscarse la forma de equilibrar los costos de los movimientos de la tubería y los que significa extender el material a la costa de proyecto con equipo terrestre.

Para la operación eficiente de estas dragas, uno de los aspectos más importantes es contar con una existencia suficiente de las partes sujetas a desgaste por las propias condiciones del trabajo, que suelen ser muy severas o por el efecto de dragar suelos

muy abrasivos ya que producen desgastes excesivos en el cortador, la tubería de succión, la carcaza y los impelentes de la bomba dragadora y finalmente la tubería de descarga.

Estas dragas utilizan a veces flotadores, para montar la maquinaria, casetas de control, escala de dragado y cabria. Esta disposición depende del trabajo que se vaya a realizar y de las condiciones locales.

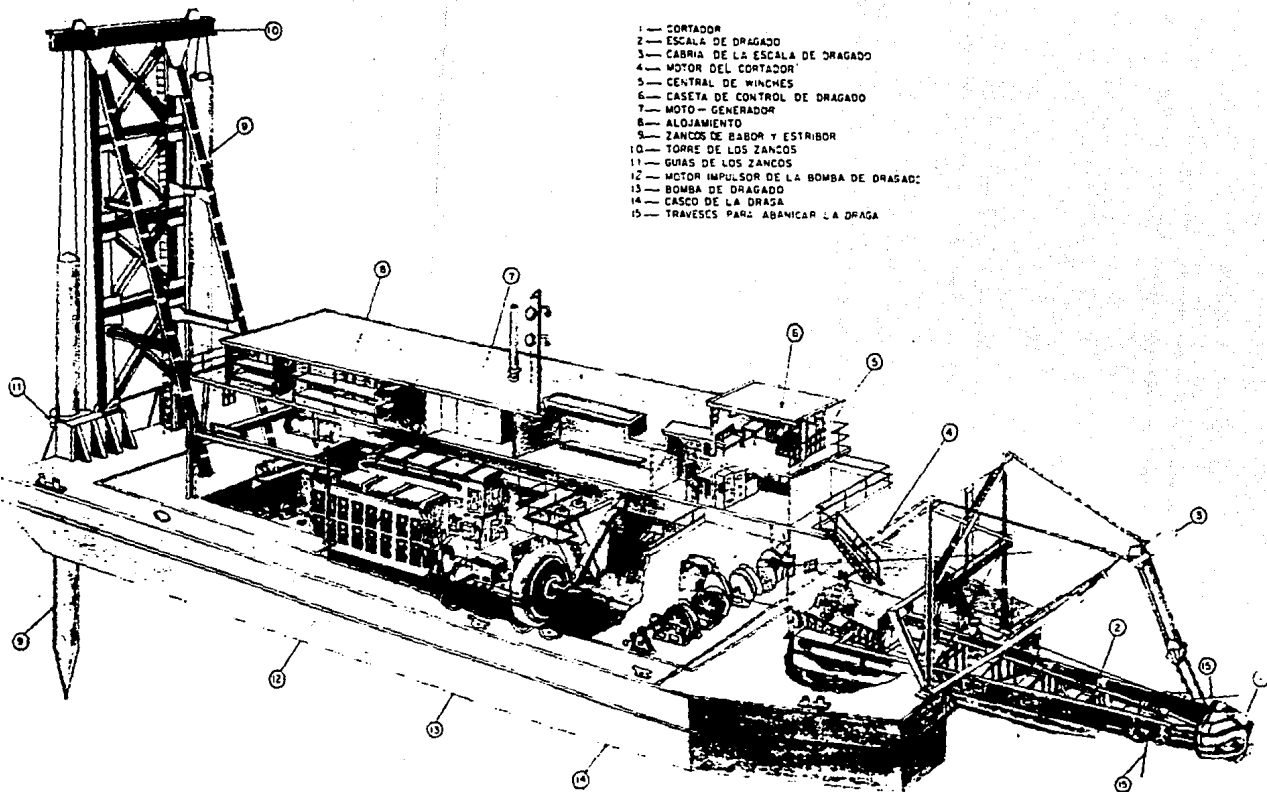
Funcionamiento de las partes más importantes de una draga estacionaria de succión con cortador.

La bomba dragadora es el aparato más importante de las dragas hidráulicas y en su construcción se procura que reúna las siguientes condiciones.

a).- Alto rendimiento que permita emplear la maquinaria de impulsión más pequeña y como consecuencia de menor consumo de combustible.

b).- Seguridad en el funcionamiento lo que previene paros de la draga que significan erogaciones costosas.

c).- Facilidad en su desmontaje que influye también favorablemente en los gastos de conservación.



- 1 — CORTADOR
- 2 — ESCALA DE DRAGADO
- 3 — CABRIA DE LA ESCALA DE DRAGADO
- 4 — MOTOR DEL CORTADOR
- 5 — CENTRAL DE WINCHES
- 6 — CASETA DE CONTROL DE DRAGADO
- 7 — MOTO-GENERADOR
- 8 — ALOJAMIENTO
- 9 — ZANCOS DE BABOR Y ESTRIBOR
- 10 — TORRE DE LOS ZANCOS
- 11 — GUIAS DE LOS ZANCOS
- 12 — MOTOR IMPULSOR DE LA BOMBA DE DRAGADO
- 13 — BOMBA DE DRAGADO
- 14 — CASCO DE LA DRAGA
- 15 — TRAVESOS PARA ABANICAR LA DRAGA

CAJA SEPARADORA DE PIEDRAS

En algunos lugares en que se efectúan dragados, se encuentran a menudo piedras más o menos grandes, las cuales pueden pasar a través de la rejilla de la succión, pero pueden atravesarse entre el impulsor y el cuerpo de la bomba y quedar atascadas, produciéndose en algunos casos averías importantes, con la consiguiente interrupción de las operaciones de dragado.

Si las piedras logran pasar la bomba de dragado, al llegar a la tubería de descarga, pueden causar perturbaciones en la velocidad normal de la mezcla y hasta obstruir la tubería.

Estas cajas separadoras llevan una rejilla y una compuerta o tapa estancada, que permite extraer fácilmente las piedras o cuerpos interceptados.

La caja separadora de piedras va instalada bajo cubierta y en algunos casos sobre de ésta para facilitar el sacar las piedras.

ESCALA DE DRAGADO

La escala de dragado se construye de acero estructural y soporta la tubería de succión protegiéndola de los golpes, también sirve de soporte a las chumaceras que mantiene en alineamiento al eje del cortador, pero la función más importante es la de permitir ajustar el dragado a la profundidad que se desee, dentro de los límites que tolere su longitud. Fig. 16

El ángulo de inclinación de la escala de dragado durante su operación no debe sobrepasar de 45 grados pues una arfada provocada por oleaje, puede atorarla en el fondo y sufrir averías de consideración, lo que es difícil que ocurra si el ángulo de éste es menor de los 45 grados.

El peso de una escala de dragado varía entre 15 y 250 toneladas y su longitud de 7 a 68 metros de longitud y un ángulo de 45 grados se puede dragar 48 m de profundidad.



Figura 16

CORTADOR

El cortador es un dispositivo giratorio, instalado en el extremo inferior de la escala de dragado, que sirve para cortar, disgregar y remover el material a fin de que la bomba de dragado pueda succionarlo fácilmente. Esto hace posible el dragado de terrenos duros o compactos, dentro de ciertos límites y aumenta en forma apreciable la eficiencia de las dragas hidráulicas, ya que asegura el suministro de material suelto a la boquilla de succión por lo que es aspirado mediante la bomba de dragado y descargado por

tubería hasta el lugar de depósito.

El número de palas o aspas varía de tres a siete y las cuchillas o dientes se encuentran colocados en forma que puedan substituirse cuando están gastados.

La dirección de la rotación, número de aspas, potencia necesaria, diámetro longitud del cortador, dependen fundamentalmente de las características de la draga y de las circunstancias propias del dragado.

La velocidad del cortador varía entre 12 y 36 r.p.m la cual regula de acuerdo con la clase de material que se draga y por lo tanto el motor tiene los medios necesarios para variarla según convenga. Fig 17. Fig 18. Fig 19.

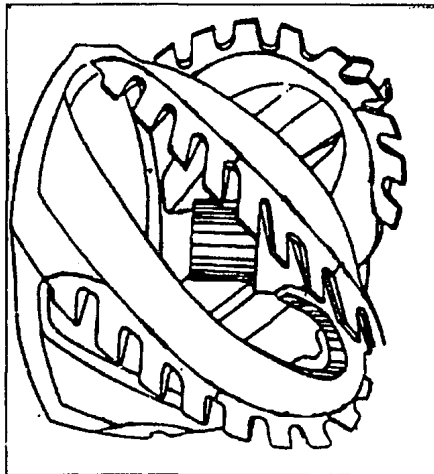


Figura 17

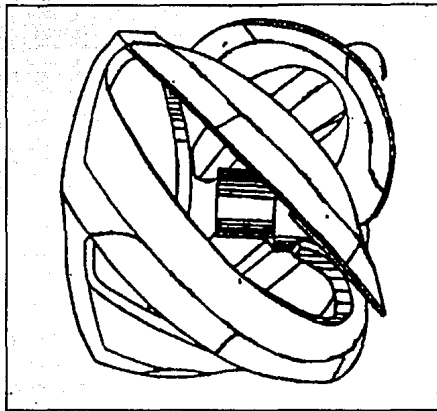


Figura 18

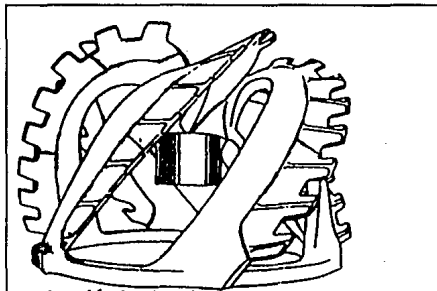


Figura 19

ZANCOS

Los zancos son piezas cilíndricas de acero reforzado y de longitud suficiente para que el extremo inferior cónico, pueda penetrar en el fondo. Fig. 20 y Fig 21.

Los zancos se sitúan a popa de la draga y trabajan verticalmente en unas guías

dispuestas al efecto.

Se emplean dos zancos para avanzar la draga en el corte o paso. Uno de ellos se utiliza como punto de giro para abanicar la draga al efectuar el corte y se denomina zanco de trabajo. La posición de este es siempre del lado en que va situado el codo giratorio, con objeto de que al bornear este tenga poca amplitud de movimiento.

Para dragados a gran profundidad, a más de 30 m en vez de los zancos, se utilizan cables de alambres con sus correspondientes anclotes para facilidad en el trabajo y reducir el costo.

TORRES DE LOS ZANCOS

Las torres de los zancos de las dragas pequeñas se construye generalmente de estructura tubular y en las medianas y grandes son de acero perfilado, variando su altura de 9 a 20 m.

En la torre se dispone la maniobra para arriar e izar los zancos, lo cual se efectúa por medio de un winche o uno de los tambores de la central de winches que se opera desde el control.

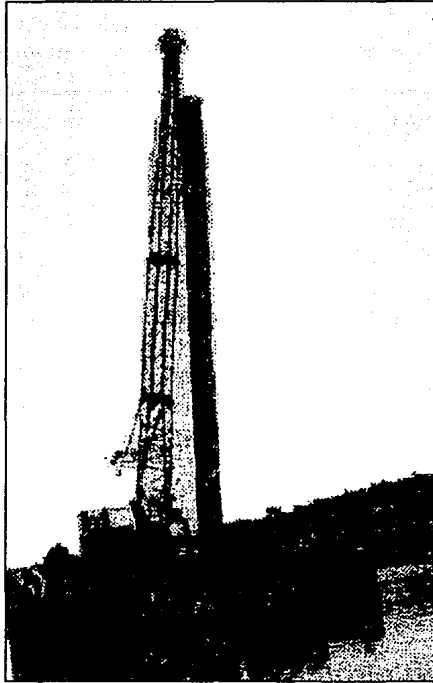


Figura 20

CENTRAL DE WINCHES

La central de winches tiene convenientemente dispuesta la colocación de los tambores, principalmente para la maniobra de la escala, zancos y los alambres de los traveses y en algunos casos se dispone de tambores para el avance y retroceso.

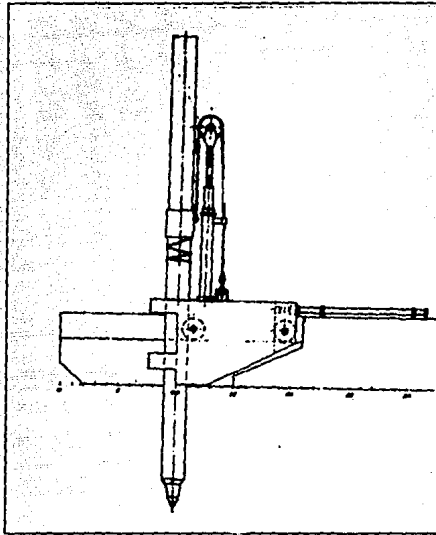


Figura 21

CABINA DE CONTROL

Esta se sitúa a proa de la draga con el objeto de tener a la vista la escala de dragado, los traveses y por las ventanillas posteriores de la cabina, vigilar la operación de los zancos.

En esta cabina van centralizados los mandos que controlan las operaciones de dragado, como son:

- a).- La maniobra de la escala para ajustarla a la profundidad requerida.*
- b).- El borde o abaniquero para efectuar el corte.*
- c).- El avance o paso de la draga mediante los zancos.*

Además se encuentran instalados los instrumentos necesarios para indicar si el

dragado se está realizando correctamente, o en caso contrario que ajuste son necesarios.

TRAVESES

Los cables de alambre de los traveses laboran en polea colocados a ambos lados de la escala, se emplean para bornear y abanicar la draga al efectuar el corte.

Cada cable se afirma a un extremo por un extremo, al anclote y por otro al tambor correspondiente de la central de winches, que se opera desde la cabina de control.

TUBERIA TERRESTRE

La tubería terrestre se extiende desde el pontón cabria, siguiendo el trayecto más corto hasta el lugar de descarga, se procura:á que tenga el menor numero de curvas y elevaciones para evitar resistencias que se traducen en pérdida o disminución de la velocidad de la mezcla en la tubería Fig.22

La tubería terrestre se ha ido normalizando y actualmente se construye en tramos de 6m. para hacerla más manejable.

Con el fin de evitar la erosión del terreno ocasionado por la fuerza de descarga se coloca algunas veces en este extremo una pieza denominada La Chambina.

En obras de dragado en que es necesario agregar frecuentemente tubería terrestre es práctico emplear una válvula en y con el fin de enchufar en una de las ramas los

tramos necesarios mientras que por la otra se efectúa la descarga.



Figura 22

TIEMPO DE TRABAJO DEL PERSONAL

Descontando los sábados, domingos y días festivos, se deben tomar generalmente 25 días por mes.

Como períodos razonables de trabajo, podemos considerar los turnos de 7 horas diarias y por mes: un turno 175 horas, dos turnos 350 horas, tres turnos 500 horas

TUBERIA FLOTANTE DE DESCARGA

La tubería flotante va montada sobre pontones y se extiende desde el codo giratorio de la draga, hasta el pontón cabria de conexión con la línea de tierra.

El espesor de los tubos varia de 9.52 mm (3/8") a 25.4 mm (1") y se construyen de lámina de acero.

La longitud de los tramos es generalmente de 12 m y en las grandes dragas se utilizan de 24 m.

Cuando el tráfico de buques en la zona de dragado sea muy importante, se podrá emplear la tubería sumergida, para que no constituya un estorbo a la navegación. Los tramos de la línea se unen mediante conexiones esféricas armadas en el lugar, se intercala una válvula "y" para lastrar con agua la tubería y una vez lista se marca con boyas y se arría hasta el fondo.

La disposición que se da a la tubería flotante, depende de la situación de la draga y de la distancia a que tiene que descargar el material, pero siempre debe dejarse un margen razonable que permita el avance de la draga.

La mayor cantidad de tubería que se pueda instalar entre el codo giratorio y el pontón para la conexión a tierra, permitirá el avance de la draga en el corte sin tener que perder tiempo en agregar tramos de tubos y además se obtiene mayor movilidad lineal y angular. Fig.23

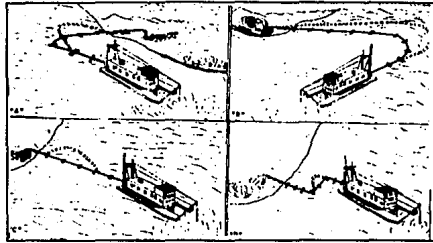


Figura 23

TRIPULACIÓN DE LAS DRAGAS

El número de tripulantes varía con las dimensiones de la draga y de las condiciones particulares que tenga.

En términos generales una draga 254 mm (10") para trabajar tres turnos (24 horas) necesita una tripulación de 15 a 18 hombres, las de 508 mm (20") ocupan de 40 a 50 hombres y las de 762 mm (30") de 75 hombres.

Gran número de dragas estacionarias van provistas de alojamiento para la tripulación aunque las tendencias actuales son de suprimirlos debido a lo gravoso de su mantenimiento y por aumentar las dimensiones de estas.

INSPECCION DEL LUGAR DE OPERACION

La zona para dragar debe ser inspeccionada minuciosamente para disponer el emplazamiento adecuado de la draga, la colocación de la tubería flotante y de tierra, construcción de bordos, balizamiento de la zona.

El capitán de la draga dispondrá de los planos de sondeos a fin de conocer la profundidad, la situación de la zona por dragar que se marcará en el terreno, indicando la línea central por medio de estacas o boyarines y delimitando los lados y taludes para mayor conveniencia durante el trabajo.

Se efectuarán sondeos y pruebas en distinto punto del lugar de dragado y de acuerdo con la inspección efectuada se desarrollará el plan de operación.

PREPARACION DEL LUGAR A DRAGAR

Aunque las grandes y medianas dragas disponen actualmente de potencia suficiente para remover raíces, troncos pequeños etc. es preferible retirarlos del lugar en que se efectuará el corte antes de iniciar el dragado, pues la eficiencia de las dragas se reduce cuando están presentes esos materiales.

Los troncos grandes pueden extraerse mecánicamente o volarlos con cargas explosivas y luego retirarlos para que no constituyan un estorbo durante el dragado.

Los troncos hundidos y las grandes piedras o cuerpos que se encuentran en el fondo, pueden retirarse levantándolos con la ayuda, de la pluma del chalán de maniobras o bien hundiéndolos a mayor profundidad dragando alrededor y provocando el desplome del material que lo soporta.

LUGAR DE DESCARGA

El lugar de descarga se debe elegir cuidadosamente, tomando en consideración las dimensiones, ubicación y clase de material sobre el cual se depositara el de relleno.

Antes de depositar el material en el sitio elegido, se colocarán estacas graduadas que indiquen la elevación del terreno al quedar terminado el relleno.

En la elección del lugar de descarga es muy importante tomar en consideración la clase del material que se va a dragar a efecto de disponer la construcción adecuada de los bordos de retención para el relleno, ya que la arena, la grava se asientan rápidamente cerca del tubo de descarga, formando un relleno compacto que desagüe fácilmente y en breve se hace firme para trabajar en el, por lo que no requiere bordos o estos pueden hacerse ligeros.

Por el contrario, el lodo y las materias orgánicas permanecen más tiempo sin asentarse y por lo tanto estos tienen que construirse de mayor altura y más resistentes para evitar que se derrumben y que puedan contener la mezcla de agua y azolve, el tiempo necesario para que se asienten los sólidos.

En el lugar de descarga donde es indispensable embalsar el agua para que se asienten los sólidos en suspensión, se tienen que construir vertederos que pueden hacerse de madera provista de compuertas corredizas o simples tablones movibles para controlar el nivel del agua.

A menudo es necesario colocar sacos de arena para evitar la erosión en el punto donde el agua desborda de lugar de descarga. Con frecuencia la zona en que se tiene que descargarse el material, queda restringida por obras civiles o locales y no es posible elegir el lugar de deposito próximo, pero siempre se procurará que éste se encuentre lo más cerca posible ya que el rendimiento de una draga aumenta conforme disminuye la longitud de la línea de descarga.

SITUAR LA DRAGA EN EL LUGAR DE OPERACION

Para situar la draga en el lugar de trabajo, se remolca de popa o sea de la parte en que van colocados los zancos.

Al llegar al lugar en que va a situarse, se arría la escala de dragado hasta el fondo y entonces se procede a empujar la popa para centrarla con el eje del corte.

Cuando la draga quede inmóvil, se arría un zanco que la mantendrá en posición y una vez que queda sin movimiento, se iza la escala y se procede a fondear los anclotes de los traveses que se utilizan en el borneo de la draga para efectuar el corte.

OPERACION DE DRAGADO

Una vez que se ha situado la draga en el lugar conveniente, se controla la posición de la escala en relación a los anclotes de los traveses Fig. 24

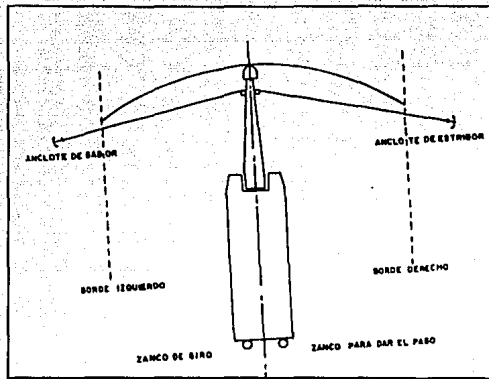


Figura 24

En el primer corte se arría la escala de dragado haciendo penetrar el cortador unos cuantos centímetros pues si se hace descender más de la cuenta la parte inferior de ésta, arrastrará por el fondo, sometiendo los cables de los traveses a un esfuerzo.

Para que la escala de dragado no encuentre obstáculo al abanicar, se debe bajar el talud necesario, para permitir su libre movimiento en el corte.

AVANCE A PASO DE LA DRAGA

Para efectuar el paso, se bornea la draga a babor tomando en esa posición un punto fijo a bordo y enfilándolo con la baliza o estaca en el eje del corte.

Cuando la draga queda inmóvil, se arría el zanco de estribor y se iza el de babor. Al arriar el zanco se debe aplicar el freno en el momento en que el puyón penetre en el

fondo, lo cual evitará que el cable del tambor siga desenrollándose.

Una vez que el zanco ha quedado inmóvil se podrá soltar el freno para que penetre más de acuerdo con su propio peso. En seguida se bornea la draga a estribor de la línea central del corte, a la misma distancia a que se hallaba de dicho punto cuando se izo el zanco de babor, se arría el zanco de esa banda y se iza el de estribor con lo que el paso o avance de la draga se habrá efectuado. Fig. 25

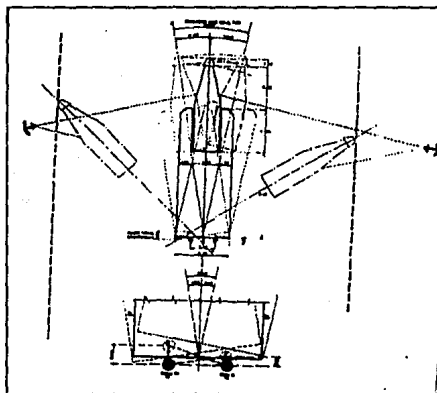


Figura 25

DRAGAS HIDRAULICAS DE AUTOPROPULSION CON TOLVA

Las dragas de autopropulsión con tolva son buques provistos de maquinaria e instrumentos necesarios para la navegación, como radar, aguja giroscópica, ecosonda, radioteléfono y telegrafía etc. que se localizan en el puente de mando.

En el mismo se encuentra la consola de navegación, que agrupa transmisores de órdenes mandos de los motores de propulsión, aparatos indicadores señalización y

alarmas, mandos de alumbrado etc.

Las dragas de autopropulsión con tolva poseen como elemento principal la bomba centrífuga de dragado. Esta bomba succiona el material a través de la rastra y tubo colocado en la escala al ser arriada hasta el fondo.

El material dragado se descarga en la tolva y una vez que se ha llenado, la draga navega hasta el lugar de tiro, vaciando el material mediante las compuertas del fondo.

Este tipo de draga no es adecuada para dragar material duro o muy compacto, excepto si se emplean dragas mixtas que pueden operar como estacionarias cuando se les monta el cortador.

En la escala de dragado va montado el tubo de succión y en el extremo lleva una rastra o boquilla por la que aspira el material del fondo. Fig. 26

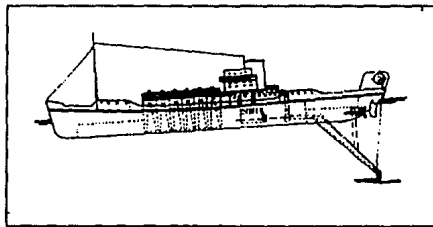


Figura 26

TOLVA

La tolva es un dispositivo interconstruido en el caso de la draga y cuya finalidad es recibir el material descargado.

El material se distribuye mediante canales o tubos repartidores previsto de válvulas o compuertas para controlar las descargas. Fig. 27

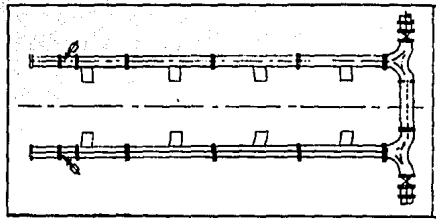


Figura 27

COMPUERTAS DE LA TOLVA

La descarga del material depositado en la tolva se efectúa por las compuertas colocadas en el fondo cuya forma es rectangular o cuadrada. Fig 28.

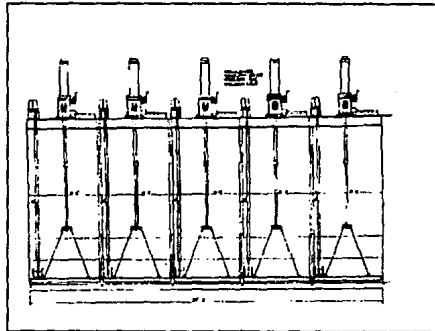


Figura 28

CAPACIDAD DE LA DRAGA

La capacidad depende de los metros o yardas cúbicas que puede almacenar la tolva. Evidentemente que esto no indica el rendimiento por hora o por día, ya que está

supeditado al tiempo que se necesita para llenar la tolva, la velocidad de la draga y la distancia al punto de descarga. A su vez estos factores están sujetos a la clase de material por extraer y a la potencia de la bomba de dragado.

La capacidad de la tolva de las dragas varía desde 300 m³ cúbicos en las pequeñas hasta 8000 m³ cúbicos en las grandes dragas.

Las dragas de autopropulsión frecuentemente maniobran en canales estrechos, vías de navegación congestionadas y durante las operaciones de dragado tienen que reducir su velocidad que está íntimamente ligada con la eficiencia de los timones.

El dragado únicamente se interrumpe en el caso de que se tenga que enmendar el rumbo durante la operación de la draga y sólo por breves momentos.

Al comenzar un proyecto de dragado es importante determinar el tiempo de bombeo económicamente para una carga y su transporte del lugar de dragado al de vaciado de la tolva.

Los factores que contribuyen a esa determinación son:

- a).- Cantidad de sólidos que se depositan en la tolva*
- b).- Velocidad de bombeo*
- c).- Velocidad de la draga*
- d).- Características del material para dragar*
- e).- Distancia el lugar de vaciado*
- f).- Tiempo empleado en maniobras*

El ciclo comprende llenado de la tolva, evolución o maniobras, navegación con carga hasta el lugar de vaciado, descarga de la tolva y navegación en vacío de regreso

al corte o zona de dragado.

El tiempo total del ciclo de operación lo podemos expresar:

$$TC = Tb + Te + Ti + Td + Tr$$

TC : Tiempo total del ciclo

Tb : Tiempo del bombeo para llenar la tolva

Te : Tiempo de evolución o maniobras

Ti : Tiempo de navegación con carga hasta el lugar de vaciado

Td : Tiempo descargando la tolva

Tr : Tiempo de navegación, en vacío de regreso al corte o zona de dragado.

En una misma zona de dragado, el tiempo del ciclo total de operación se puede considerar constante, siempre que la clase de material no varíe y el lugar de vaciado de la tolva sea el mismo.

El tiempo que dura el bombeo depende de la clase de material que se drague.

Si consiste en arena o grava que se asienta rápidamente, se bombeará hasta que comience a derramar la tolva y en muchos casos se deberá prolongar por algún tiempo. Una parte del material dragado se desbordará por el vertedero y aumentará a medida que se va llenando la tolva.

La cantidad de sólidos que se asientan en la tolva se puede medir sondeando después de parar el bombeo. Para este propósito se emplea un disco pesado afirmado a una sondoleza.

El disco generalmente usado es de 15 cm con un peso de 510 gramos aproximadamente y se supone que podrá reposar en el nivel superior de los sólidos asentados. Simultáneamente con las sondas de la mezcla se toman muestras arriba del plano de los sólidos asentados.

Para este propósito se ha diseñado un aparato muy sencillo que consiste en un recipiente cilíndrico que va asegurado a una regla graduada. Se baja hasta tocar el asentado y mediante la varilla que va unida a la tapa, se quita esta, llenándose el recipiente con el material obtenido a esa profundidad y tapándolo de nuevo para que no sufra alteración alguna.

Todas las muestras así tomadas se mezclan para obtener el promedio, lo cual nos dará el porcentaje de sólidos contenidos en la carga.

Las cantidades de sólidos en suspensión en cada carga, es calculada multiplicando el contenido de la tolva, menos la porción asentada, por el promedio del porcentaje de material en suspensión.

El propósito principal de su diseño es la realización de dragados de conservación, son muy eficientes para recolectar los azolves depositados en el fondo, pueden sin embargo ejecutar algunos trabajos de profundización y de ampliación de canales y dársenas siempre que se trate de materiales sueltos o muy poco cementados.

El principio de su operación es recolectar los materiales a dragar, mientras se desplaza avante, depositar los mismos en una tolva integrada y navegar, una vez llena la tolva, al sitio del tiro para descargar la tolva por el fondo.

Algunas de estas dragas, pueden también lanzar el material lateralmente por un tubo que va en una estructura especialmente diseñada, o a conectarse a una estación de descarga en tierra o en otra embarcación mediante un tubo de descarga lateral.

En el primer caso el lanzamiento del material lo hace directamente la bomba de dragado, en el segundo caso, la estación de descarga succiona el material que se deposito en la tolva previamente.

La unidad de flotación, es un barco con propulsión propia en cuyo casco se aloja también la tolva y el equipo de dragado. En general, la propulsión se sitúa a popa mientras que en el resto del casco están la tolva y el equipo de dragado.

La succión tiene lugar a través de tubos cuyo extremo superior se conecta a la bomba de dragado y que llevan en el extremo inferior la rastra cuya función es la de recolectar el azolve durante el desplazamiento. Los tubos de succión, uno o dos se disponen en las bandas, a popa o al centro del casco, en su eje longitudinal; el primer arreglo es el mas común.

Las rastras o colectores son de diseños diferentes para los diferentes tipos de suelos que deben manejarse; para mejorar su eficiencia en los suelos compactos o cementados en algún grado, utilizan chiflones de disgregación que van colocados en ella misma. Algunos diseños llevan elementos de ataque: dientes o patines.

La abertura de las rejillas de las rastras de succión, son generalmente cuadradas o rectangulares e impiden el paso de piedras o escombros que puedan alojarse en la bomba de dragado, o en los conductos del sistema de distribución de la descarga a la tolva.

TUBO LATERAL DE SUCCIÓN

Este tiene menor peso que la escala de acero estructural y a mayor flexibilidad debido a dos conexiones esféricas, que se intercalan con ese fin, las que van protegidas con manguitos de hule reforzados en la parte intermedia y en la inferior, asegurados con brazos articulados, para evitar que durante el dragado se separen. La primera conexión sólo permite el movimiento horizontal y la segunda únicamente el vertical de la rastra.

Estas conexiones flexibles de los tubos de succión y las innovaciones introducida en el sistema de los pescantes, permiten aguantar las arfadas provocadas por el oleaje.

La capacidad de la tolva caracteriza el tamaño de estas dragas, las menores tienen capacidades del orden de 300 metros cúbicos y las hay hasta de 10000 metros cúbicos.

Usualmente, el sitio de tiro del producto de estos dragado es fuera de la costa a profundidades y situación en los que puede asegurarse que el material no será arrastrado por el mar de regreso a la zona dragada; esta circunstancia permite la descarga de las tolvas por el fondo, sirviéndose de compuertas abatibles en cuyo diseño se procura el menor tiempo de vaciado y reducir al mínimo lo que el bordo inferior se proyecta abajo del casco; esto, para posibilitar el tiro lo más cerca de la costa y reducir así los tiempos de navegación.

Con ese mismo propósito de descarga, a menor profundidad y también para reducir el tiempo de dragado se han construido dragas con tolvas bivalvas, que pueden abrirse separando sus dos mitades.

La bomba de dragado y los elementos relacionados, se proyectan procurando reducir el tiempo de llenado de la tolva lo más posible.

El tiempo de llenado no depende solo de la potencia y característica de la bomba sino de los materiales a dragar, los más notables son los más densos, limpios y de partículas de los tamaños que comprenden a las arenas, gravas puesto que se decantarán rápidamente permitiendo un desalojo rápido del agua de la mezcla.

Los materiales de granulometría del rango de las arcillas por ejemplo, tienen un tiempo de decantación muy largo y una proporción importante se pierde junto con el agua desalojada por los vertedores. Con materiales de éstos, no es posible, económicamente, llenar totalmente las tolvas lo que llevaría a ciclos de dragado demasiado largos.

Es imprescindible en los dragados de conservación, contar con medios que aseguren el posicionamiento correcto de la draga en las zonas de trabajo, particularmente cuando éstas son de grandes dimensiones, por ejemplo canales o lugares fuera de la costa, de otra forma se corre el riesgo de dragar volúmenes fuera de las áreas contratadas, que no son cobrables.

DRAGAS MIXTAS

Pueden operar como una draga estacionaria con cortador y como una draga autopropulsada.

CAPITULO IV

CONTROL DE DRAGADO

A todo trabajo de dragado procede el de planificación y el control del mismo, para lo cual es necesario el conocer la zona o zonas donde se va a dragar y efectuar los levantamiento de la región a fin de delimitar la línea de costa márgenes de los ríos, canales, barras, lagunas bajos fondos y zonas portuarias. Efectuar los sondeo correspondientes para conocer la configuración del fondo, cuantificar los volúmenes por dragar y limitar las áreas de dragado, ya sea por medio de balizamiento o enfilaciones y establecer el sistema de trabajo más apropiado de acuerdo con las necesidades de navegación teniendo en cuenta las corrientes dominantes, las mareas y el oleaje en el lugar.

Antes de llevar a efecto el levantamiento definitivo de la zona se hará un reconocimiento preliminar de esta, de preferencia en la mejor época del año por lo que respecta a la seguridad en los Ingenieros.

Dichos Ingenieros utilizan equipo hidrográfico, barcos, lanchas, botes, remolcador etc. Se hace necesario practicar asimismo un levantamiento rápido, eligiendo los puntos futuros que sirven a la triangulación para lo que será útil contar con fotografías de los

islotes, puntas, arrecife y aquellos lugares que se consideren ventajosos para la colocación de las torres y vértices de la red que se establecerá posteriormente. Se utilizarán planos, mapas o levantamiento anteriores, los cuales se les modificarán pertinentemente.

Con los planos así reunidos se hace un croquis del total de la zona en la que se va a trabajar, compilando datos de todos los planos. Sobre este plano se hace el proyecto de triangulación más conveniente de su apariencia, así como de las poligonales.

El reconocimiento del terreno es una operación muy delicada e importante, pues de esta depende, en gran parte, la rapidez y facilidad de efectuar la triangulación, la precisión de los resultados obtenidos.

Por medio del reconocimiento se reúne toda la información que puede ser de utilidad para el desarrollo de los trabajos tales como: carreteras, y caminos existentes medios de acceso a los distintos puntos, condiciones climatológicas de la región, alojamientos posibles, medios de transporte, lugares de desembarco etc.

Los planos, cartas mapas fotografías reunidos ya para hacer el proyecto de triangulación constituye un valioso material para efectuar el reconocimiento del terreno y elección definitiva de los puntos.

Con el reconocimiento de los puntos se tiene la seguridad de la visibilidad entre las distintas estaciones, pues un error en este sentido, que por otra parte sólo se revela en el momento de hacer las medidas, puede dar lugar a un retraso grande.

Se debe de procurar que los puntos ofrezcan la mayor garantía posible en cuanto

a permanencia de marcas se refiere, al mismo tiempo que el acceso a los mismos sea relativamente fácil.

Es indispensable hacer la descripción y croquis de las estaciones a medida que se hace el reconocimiento del terreno, pues ellos servirán más adelante, cuando un observador cualquiera tenga que volver a los mismos para efectuar las medidas.

La descripción de estructuras tales como faros, asta banderas, tanques de agua son muy importantes. La descripción de faros incluirán las fechas de su establecimiento, sus alturas y una breve descripción de su apariencia.

La descripción de tanques de agua o torres de pozos de petróleo deberá hacerse con mucho mayor cuidado incluyendo los nombres de las compañías así como sus situaciones con distancias medidas a las calles a los caminos u otros objetos adyacentes y finalmente sus alturas y su apariencia estructural.

En las actividades topográficas se utilizan una gran variedad de instrumentos como son:

Teodolito

Nivel

Sextante

Ecosonda

Distanciómetro

Vara de sondear

Sondoleza

Marografos

A continuación se da una breve explicación de cada uno de los instrumentos utilizados en los levantamiento hidrográficos.

SEXTANTE

Es un instrumento empleado principalmente en navegación y en topografía se usa para la medición de ángulos desde un bote. La característica más importante de un sextante es que puede utilizarse para medir ángulos desde una plataforma móvil fig 29.

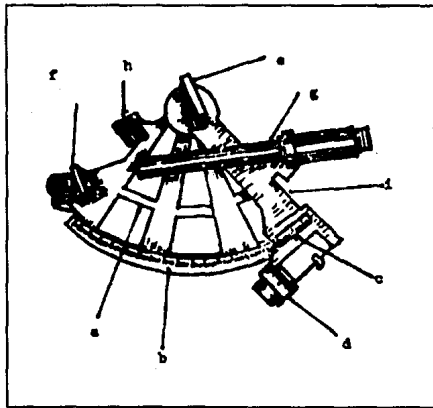


Figura 29

El sextante consiste de las siguientes partes:

- a).- El cuadrante al cual se montan las otras partes.
- b).- El limbo que esta marcado en grados. Originalmente este limbo era aproximadamente la sexta parte del circulo, por lo cual tomó el aparato el nombre de

sex tante.

c).- *El brazo de índice, montado en un pivote en el centro mismo de curvatura del limbo; su parte baja esta provista de una marca o índice que indica la lectura.*

d).- *Un vernier que puede ser de tambor.*

e).- *El espejo de índice, llamado así por estar montado en el brazo del índice y perpendicularmente a este y al plano del limbo.*

f).- *El espejo de horizonte, montado directamente en el cuadrante y que es paralelo al espejo del índice cuando la lectura es cero grados.*

g).- *El telescopio, sostenido por una argolla que a su vez se adopta al cuadrante, para elegir el rayo visual del observador al espejo horizontal en una línea paralela al plano del cuadrante permitiéndose ver el horizonte a través del cristal transparente y el otro espejo a través de la parte espejada.*

h).- *Dos juegos de cristales oscuros de diferentes colores para reducir la luminosidad de los objetos visados actuando cada uno detrás de los espejos.*

i).- *Un mango para izar el instrumento con la mano derecha y que este firme a la parte posterior del marco del cuadrante .*

El sextante se sostiene con la mano derecha y se hace coincidir el plano del arco graduado con el plano de los dos objetos cuyo ángulo se quiere medir. Se mueve el sextante en este plano hasta que el objeto de la izquierda se vea a través del antejo y de la parte transparente del espejo fijo. Manteniendo el sextante en esta posición se mueve el brazo del espejo móvil con la mano izquierda, hasta que coincidan las imágenes de los dos objetos; la coincidencia exacta de los dos objetos se consigue con

el tornillo tangencial y se comprueba inclinando un poco el sextante para que la imagen reflejada se mueva a uno y a otro lado de la posición de coincidencia.

El sextante esta basado en el principio óptico que dice:

El ángulo formado por los rayos de la primera incidencia y la última reflexión es el doble del ángulo que las dos superficies reflejantes forman entre sí. El plano de reflexión de los rayos visuales en este caso es el vertical que pasa a través de la visual.

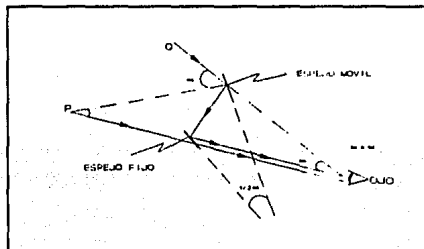


Figura 30

Ajustes del sextante:

a).- El espejo del índice debe de estar perpendicular al plano del limbo.

Se coloca el sextante en la mano izquierda y se ve en el espejo del índice la imagen del limbo que debe coincidir con el verdadero limbo. Haciendo recorrer el brazo a lo largo del limbo; si la imagen reflejada no está en alineamiento con el propio limbo el espejo no esta perpendicular al plano del limbo. Para hacer el ajuste correspondiente, se mueve el espejo con los tornillos que tiene en su parte posterior.

b).- El espejo de horizonte debe estar perpendicular al plano del limbo.

Se coloca el brazo del índice de tal manera que éste marque una lectura de cero grados. Se dirige un rayo visual al horizonte o hacia una arista horizontal de algún edificio; accionando el tornillo tangencial del vernier se mueve el brazo del limbo hasta hacer coincidir la línea del horizonte vista directamente a través del cristal transparente con la imagen reflejada por los dos espejos; se mueve el sextante oscilatoriamente alrededor de la línea visual, si el espejo del horizonte está perpendicular al plano del limbo, el horizonte directo y el reflejado permanecerán en una misma línea.

c).- El espejo de horizonte debe estar paralelo al espejo del índice cuando este marque una lectura de cero grados fig 31.

Se pone el índice en la lectura exacta de cero grados y se visa el horizonte, la imagen reflejada de éste debe ser continuación de la imagen directa de no serlo los dos espejos no están paralelos. Dejando el índice en cero grados, se ajusta el espejo de horizonte por movimientos del tornillo de ajuste colocado en el marco, hasta que el horizonte aparezca correctamente.

d).- La línea de colimación del telescopio debe estar paralela al plano del limbo.

Se ajusta el anillo soporte del telescopio a la cuaderna del instrumento estando atornillado el telescopio dentro del anillo.

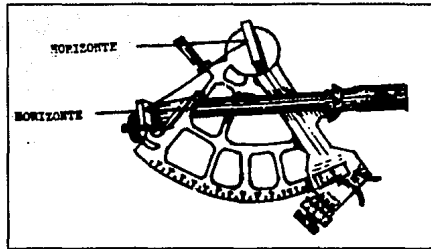


Figura 31

En navegación se usa mucho el sextante para medir la altitud de alguna estrella. El ángulo vertical entre la estrella y el horizonte del mar se corrige de depresión, que es la distancia angular del observador sobre el horizonte. En tierra cuando no es visible la superficie del mar, se recurre a un horizonte artificial que consiste en una superficie horizontal especular.

TEODOLITO

En la medición de ángulos el teodolito es parte fundamental y debe cumplir con ciertas condiciones.

1.- Las directrices de los niveles del limbo horizontal, deben de ser perpendiculares al eje vertical o azimutal.

Comprobación:

Se nivela el aparato se gira 180 grados y si la burbuja se desplaza , lo que se separa del centro es el doble del error. Se corrige moviendo la burbuja, la mitad con los

tornillos de corrección del nivel y la otra mitad con los tornillos niveladores. La operación se repite hasta lograr el ajuste, es decir, que no se salga la burbuja del centro al girarlo 180 grados fig 32.

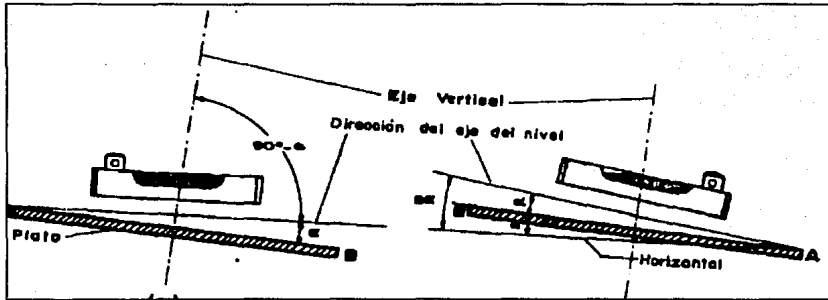


Figura 32

2.- Los hilos de la retícula deben ser perpendiculares a los ejes respectivos. Por construcción los hilos deben ser perpendiculares entre sí pero conviene rectificarlos cuando la retícula es de hilos.

Comprobación:

Se revisa enfocando un punto fijo, coincidiendo en el extremo de uno de los hilos de la retícula. Se aprietan los movimientos y se gira lentamente el aparato con uno de los tornillos del movimiento tangencial. El punto debe verse coincidiendo con el hilo hasta el otro extremo fig 33.

Si el punto se separa del hilo, deberá enderezarse la retícula alojando los tornillos que la sujetan al tubo moviéndola y apretándolos nuevamente. Puede hacerse esto con uno o con los dos hilos, vertical y horizontal.

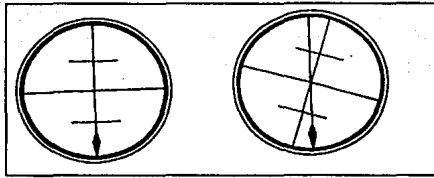


Figura 33

3.- No debe de existir error de paralelaje en el anteojo lo cual se descubre observando si un objeto enfocado, cambia de posición con respecto a la retícula al moverse el observador en el campo del ocular. Se corrige ajustando el enfoque de la retícula y del objetivo que es lo que produce el defecto óptico.

4.- La línea de colimación debe ser perpendicular al eje horizontal o de alturas.

Comprobación:

Se revisa enfocando un punto A como a 50 m. en posición directa, después con los movimientos horizontales fijos se da vuelta de campana y se marca otro punto B más o menos a la misma distancia en posición inversa. Se gira el aparato horizontalmente y se ve el punto A en posición inversa, se da vuelta de campana para ver el punto B nuevamente pero en posición directa. Si no se observa el mismo punto B se marca otro punto B' y la distancia B-B' es 4 veces el error. Debe corregirse por lo tanto la cuarta parte a partir de B' moviendo horizontalmente la retícula con dos punzones al mismo tiempo en los tornillos opuestos girándolos en el mismo sentido fig 34.

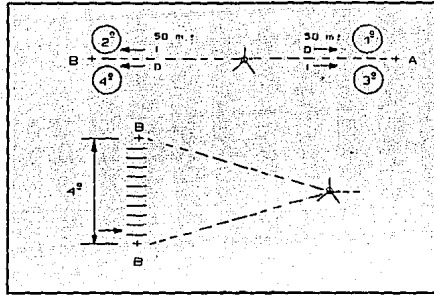


Figura 34

5.- El eje de alturas o eje horizontal debe ser perpendicular al eje azimutal o vertical.

Comprobación:

Se revisa colocando el aparato lo más cerca posible de un muro o un poste donde se pueda localizar un punto fijo con el cruce de los hilos a la mayor altura posible en posición directa A. Con los movimientos horizontales fijos se marca otro punto B sobre el muro al nivel del aparato bajando el anteojo.

Se repite la operación en posición inversa y si los dos puntos abajo marcados coinciden el aparato esta correcto.

De no ser así se marca un segundo punto B', y la mitad de su separación del primero, pasará la vertical verdadera que baja del punto superior. Esta vertical es la que debe seguir el aparato, para lo cual se ajusta moviendo el apoyo del eje horizontal opuesto al círculo vertical con el tornillo de ajuste que tiene para el objeto fig 35 .

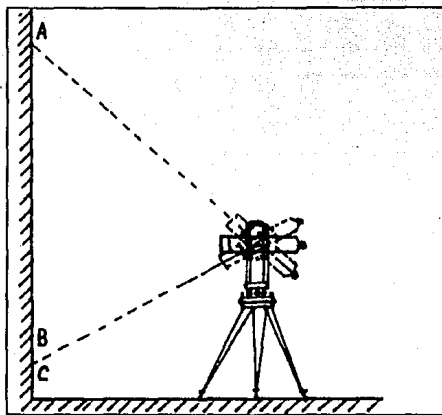


Figura 35 a

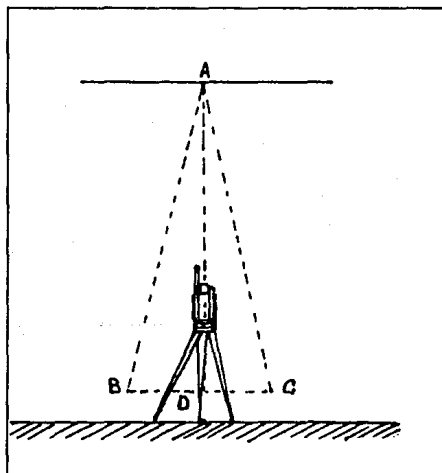


Figura 35

Cumplidas estas 5 condiciones el aparato queda correcto para usarse.

NIVEL

El nivel es un aparato que se utiliza principalmente para trasladar un banco de nivel a la zona de estudio y encontrar el desnivel que existe entre esos puntos.

Este instrumento cumple con ciertas condiciones que son:

Condiciones:

a).- El eje del nivel estérico debe ser perpendicular al eje vertical del instrumento.

Comprobación:

Se centra aproximadamente la burbuja con los tornillos niveladores. Se gira el telescopio 180 grados. Si la burbuja permanece en su centro, el aparato esta correcto en caso contrario requiere un ajuste fig 36.

Ajuste:

Se ajusta la mitad por medio de los tornillos de corrección de la burbuja y la otra mitad con los tornillos niveladores hasta que quede en posición correcta.

Se gira el telescopio 90 grados. Si la burbuja se vuelve a desplazar, centrela con los tornillos niveladores.

Nuevamente se gira el telescopio 180 grados, corrija se la mitad del error por medio de los tornillos de corrección.

b).- El hilo horizontal de la retícula debe estar en un plano perpendicular al eje azimual.

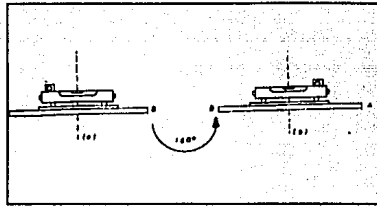


Figura 36

Ajuste:

Se enfoca el hilo horizontal sobre un punto fijo A y se hace girar el aparato muy despacio alrededor de su eje vertical si se ve el punto trasladarse sobre el hilo, no hay que hacer corrección alguna. Pero si el punto se aparta del hilo y se sitúa en una posición tal como A' en la parte opuesta del campo visual entonces se aflojan dos tornillos consecutivos y se gira el retícula hasta que en un nuevo ensayo se vea el punto recorrer el hilo en toda su longitud. Para hacer esta corrección no es preciso que el instrumento este nivelado.

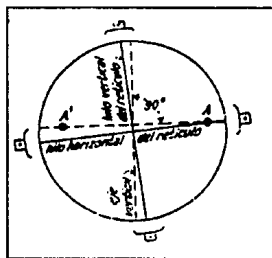


Figura 37

c).- *Paralelismo entre el eje de colimación del anteojo y el del nivel tubular.*

Se clavan dos estacas en el suelo a distancias una de otra comprendida entre 60 y 90 m. procurando que el terreno sea aproximadamente horizontal.

Se estaciona y se nivela el instrumento en una posición tal que el ocular quede a 12 mm. o menos por delante de la mira situado sobre una de las estacas.

Con la mira en A se hace la lectura (a) mirando por el objetivo del anteojo (con el ocular casi tocando la mira). Los hilos de la retícula no son visibles pero el campo visual es tan reducido que puede determinarse su centro con toda precisión colocando la punta de un lápiz sobre la mira.

Se lleva la mira sobre la otra estaca al punto B y se hace una lectura (b) desde el punto A. Se traslada el instrumento al punto B y procediendo como se hizo en A se toman las lecturas (c) y (d)

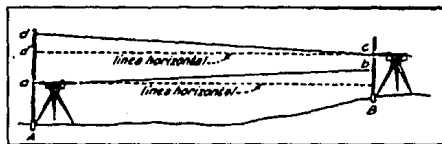


Figura 38 a

Se le llama (e) al error del eje de colimación para la distancia A-B partiendo de las lecturas hechas desde el punto A será:

$$\text{Desnivel verdadero} = a - (b - e)$$

y con las lecturas tomadas con el instrumento en el punto B

$$\text{Desnivel verdadero} = (d - e) - c$$

Sumando estas dos ecuaciones y dividiendo entre 2 quedaría:

$$\text{Desnivel Verdadero} = \frac{[a-b] + [d-c]}{2}$$

donde se ve que la diferencia real de alturas es la media de la diferencia entre las lecturas de nivel hechas con el instrumento en el punto A y la diferencia entre las lecturas tomadas con el instrumento en B.

Si estas dos diferencias son iguales es decir si:

$$(a-b) = (d-c)$$

el eje de colimación esta corregido. En caso contrario necesita un ajuste.

Para la verificación y ajuste del paralelismo entre el eje de colimación del anteojo y el del nivel, se traza una distancia de 60 m y se dividen en distancias de 20 m. teniendo 4 vertices A,B,C,D.

Se coloca un estadal en cada uno de los vertices en 20 m y 40 m respectivamente y se coloca el instrumento en los vertices A y D y se hacen sus lecturas.

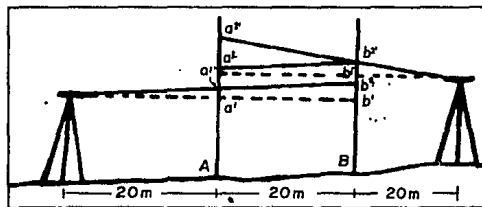


Figura 38 b

Se obtiene las lecturas a'' en el estadal B, y b'' en el estadal C.

Después se traslada el instrumento al vértice D, y se hacen las lecturas b'' en el estadal C y a'' en el estadal B. Si el instrumento está correcto entonces debe cumplirse la siguiente condición:

$$a^2 - a^1 = b^2 - b^1$$

$$a^{2''} - a^{1''} = b^{2''} - b^{1''}$$

Si el aparato se encuentra desajustado se forma un ángulo con la línea de puntería y el plano horizontal.

Si se traza una línea paralela a a'' y b'' que pase por $b^{2''}$ corta al estadal B en $a^{2''}$; cota que indica una puntería horizontal desde D de la Figura se obtiene la siguiente fórmula

$$a^2 - a^{1''} = b^{2''} - b^{1''}$$

despejando

$$a^2 = b^{2''} - b^{1''} + a^{1''}$$

Si $a^{2''}$ difiere de a^2 , se ajusta la línea de puntería.

DISTANCIOMETRO

Los aparatos electrónicos utilizados actualmente para medir distancias reciben el nombre de distanciómetros.

El distanciómetro se coloca en el extremo de la recta que se va a medir. La estación remota es un aparato idéntico al de la estación maestra, pero en los modelos

más modernos es un reflector compuesto de una o varias unidas de prismas.

Así mismo la lectura de las distancias se hace digitalmente o sea en números dígitos que aparecen en la pantalla.

Los distanciómetros operan de la siguiente manera:

La unidad maestra produce y envía a los prismas un haz de radiaciones infrarrojas o luminosas el prisma devuelve el haz a la estación maestra que la recibe y la pasa a un multiplicador que la amplifica y convierte en una señal eléctrica, y se obtiene el valor de la distancia recorrida por el rayo con una gran exactitud.

El valor obtenido de una distancia puede tener un valor estándar muy pequeño debido en parte al error instrumental que es constante y además al error debido a la refracción atmosférica.

VARA DE SONDEAR

Generalmente, están hechas de madera la cual debe estar curada para evitar deformaciones, en su extremidad inferior lleva una zapata de hierro en forma de disco de diámetro mayor a los 10 cm. para evitar que la vara se hunda en el fango.

Generalmente la vara se pinta de blanco se marcan las divisiones en cm y dm, partiendo de la cara inferior del disco, las divisiones se marcan con todo el contorno con bandas rojas y negras y llevan 2 números iguales estampadas en posiciones diametralmente opuestas.

Los números para indicar metros se pintan de un color (rojo) y los que indican decimos de color negro.

Si se quiere conocer el material se integra, en el fondo del disco se untará de grasa para que se adhieren las partículas del material.

SONDOLEZA

El aparato más sencillo para determinar el fondo submarino, es el escandallo conocido también como sondoleza. El cual está compuesto de un cordel de cáñamo, al extremo del cual va unido un plomo de forma tronconica que constituye el llamado peso.

El peso está suspendido al extremo de la sondoleza, unas cruzetas fijas a la barra de hierro impiden que el plomo se deslice.

El peso lleva un rebajo en su base que puede llenarse de sebo, lo cual permite determinar la calidad del fondo, ya que en dicho sebo quedarán adheridas partículas, que nos permiten deducir las sustancias de que este constituido arena, fango etc.

El extremo inferior en forma de copa se encuentra cubierta con una rondana de cuero que puede deslizarse verticalmente entre la copa y el plomo.

Cuando se baja el plomo hasta el fondo la copa penetra hasta el suelo lo bastante para llenarse y al levantar el plomo, la rondana de cuero tapa la copa e impide que el material se salga.

En aguas tranquilas y de poca profundidad puede emplearse un plomo de 2 a 3 Kg. La cuerda de la sondoleza debe de ser de lino o de cáñamo fuertemente trenzado. La cuerda debe tener un grueso proporcional al peso del plomo para sondeos de ríos y lagos.

La cuerda se marca con tiras de cuero que se introducen entre las hebras.

Se acostumbra en el primer metro que la marca sea una tira que termina en pico; en el segundo, con dos picos y así hasta el quinto que no termina en pico pero que con un orificio romboide el cual aparece en el sexto metro que termina en pico repitiéndose lo primero hasta el décimo metro en que el orificio ahora es un rombo y un círculo.

La sondoleza debe mantenerse suspendida dentro del agua un cierto tiempo antes de comenzar los trabajos, para que adquiera la longitud que posteriormente habría de tener al hacer unas cuantas sondas.

Al terminar el sondeo diario se medirán las longitudes de las distintas graduaciones de la sondoleza con una cinta métrica.

Las sondolezas tienden a sustituirse hoy día por simples conductores eléctricos.

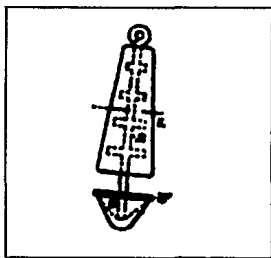


Figura 39

MAREOGRAFOS

Los mareógrafos son unos aparatos que registran gráficamente el movimiento de la marea.

Los mareógrafos comúnmente usados son los de flotador, que transmiten al mecanismo registrador los movimientos del nivel del mar por medio de un sistema de rondanas y engranes.

Un mareógrafo de flotador consta de las siguientes partes:

Un tubo vertical donde penetra el agua del exterior por unos pequeños orificios que evitan el efecto perturbador de las olas.

Un flotador que se mantiene siempre dentro del tubo. Un contrapeso al otro extremo del hilo de suspensión del flotador hace girar una rueda cuando el flotador sube o baja. Otra rueda cuyo radio es menor que la que está montada en el mismo eje de está y recibe los mismos giros. Estos giros se transmiten a su vez por medio de cable indeformable a una plumilla que marcará las oscilaciones del nivel del mar en papel enrollado al cilindro. El contrapeso mantiene continuamente en tensión al cable de la plumilla. El cilindro recibe un giro uniforme por medio de un aparato de relojería conectado a su eje. Debido a ese giro la plumilla del mareógrafo marcará un senoide sobre el papel cuyas ordenadas son proporcionales a las oscilaciones de la marea y las abscisas proporcionales al tiempo.

Como las curvas que quedan marcadas sobre la hoja del mareógrafo varían de posición

y de forma de un día a otro, la hoja registradora puede servir para 10 o 15 días sin que pueda haber confusión alguna fig 40.

Normalmente en los levantamientos hidrográficos se instalan mareógrafos con los siguientes propósitos:

1.- Para determinar la altura de la superficie del agua cada vez que se ha efectuado la medida de las profundidades. Las medidas de profundidad pueden utilizarse entonces para determinar las profundidades del fondo o pueden ser corregidas para una altura de agua común.

2.- En caso de océanos, para determinar datos relativos a determinadas etapas de las mareas.

3.- En los ríos, para determinar la altura del agua en un punto determinado de manera que pueda ser calculado el caudal del río.

4.- En los embalses, para calcular el volumen almacenado. Los mareógrafos se emplean también para determinar el nivel del mar como base para la nivelación geodesica.

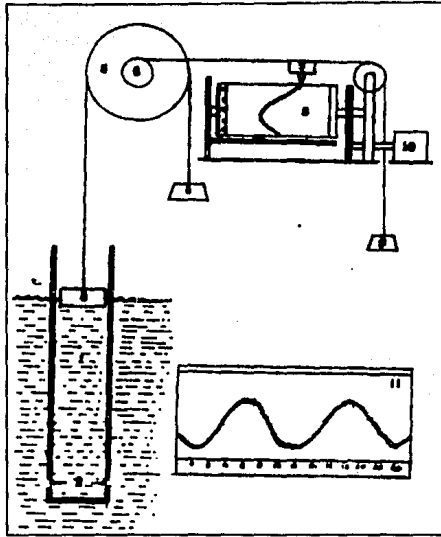


Figura 40

ECOSONDA

El principio de su operación consiste en registrar el tiempo que transcurre desde que un impulso sonoro emitido desde a bordo, es recogido nuevamente en el buque, después de haberse reflejado en el fondo del mar.

Puesto que la velocidad del sonido en el agua es conocida, el problema se reduce a medir el tiempo empleado en el doble recorrido.

En el buque se instala un transmisor T que emite una onda sonora después de reflejarse en el fondo del mar, puede ser recogido por un receptor R también instalado en el casco del buque fig 41.

Si el tiempo es medido entre la transmisión de un sonido y la de su eco, la distancia puede ser computada, multiplicando la mitad del intervalo de tiempo por la velocidad del sonido en el agua.

$$D = 1/2 T * V$$

Con este método la precisión esta sujeta a algunas condiciones físicas del medio ambiente. Como lo es la consistencia de la superficie reflectora del eco, la salinidad y temperatura del agua ya que desde aguas frías a punto de congelación hasta las más calientes y de más alta salinidad puede existir una variación en la velocidad del sonido de aproximadamente 150 m. por segundo.

La velocidad se incrementa a más alta temperatura y salinidad.

La velocidad del sonido también se incrementa ligeramente con el aumento de la presión pero esta variación es insignificante.

Bajo las diferentes condiciones del agua, que se pueden presentar, la precisión del sondeo puede ser afectad en 0.5 %

Para obtener una mejor presición en las distancias la velocidad del sonido se corregirá mediante tablas de acuerdo a la salinidad y a la temperatura.

Los ecosondas constan de las siguientes partes fundamentales:

- Aparato Registrador*
- Generador de Alta Tensión*
- Transmisor*
- Receptor*
- Amplificador*

El aparato registrador es el órgano de control de todo el instrumento.

El generador de alta tensión lleva además un condensador cuya descarga actúa sobre el transmisor de la onda sonora.

El receptor recibe la onda reflejada en el fondo del mar, que después de ser registrada por medio del amplificador se registra gráficamente en el aparato registrador.

Fig. 41

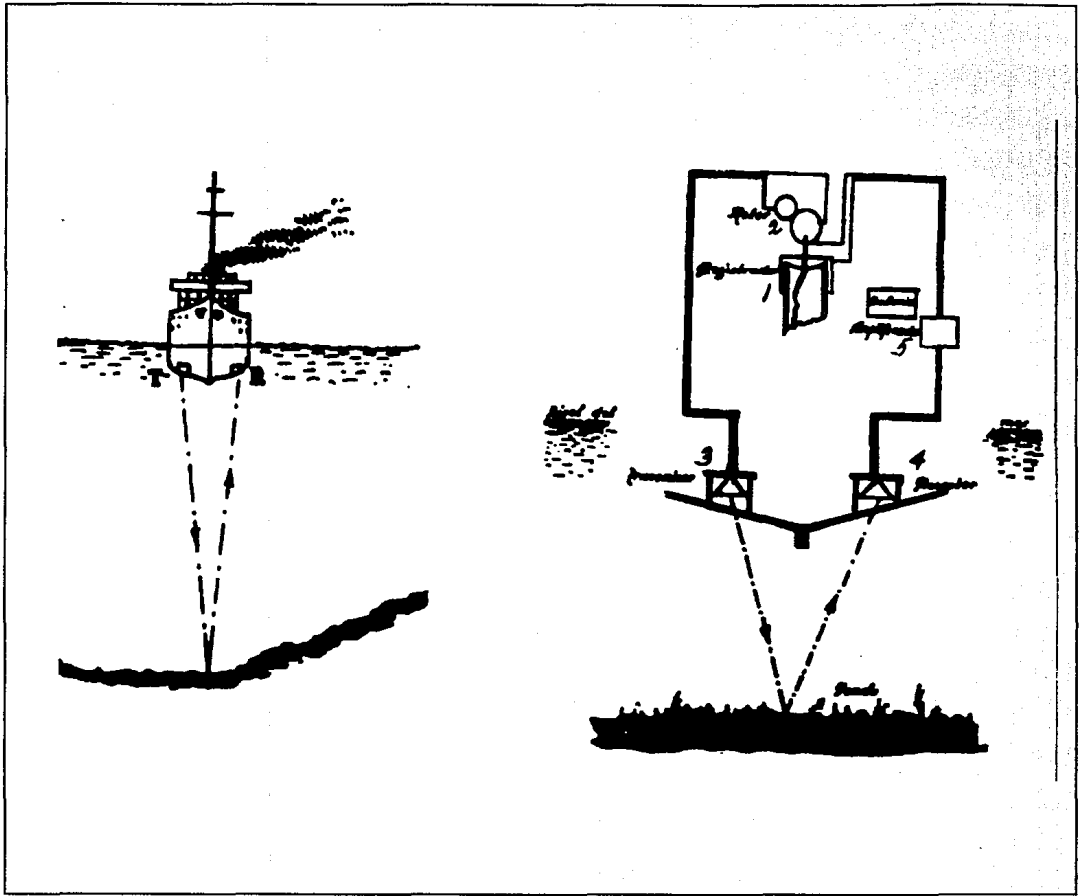
El instrumento que transmite y recibe las señales acústicas, se puede colgar a un lado, aunque para instalación permanente en barcos grandes se montan el lados apuestos a la quilla. El registro de profundidad se hace por una plumilla que se mueve sobre una banda de papel, el desplazamiento de agua del barco se debe compensar para que la transmisión sea efectivamente desde el nivel del agua.

La máxima profundidad obtenible, excede a 1000 m pero sus escalas básicas son de 0 a 20 m, 0 a 40 m. 0 a 80 m. y 0 a 200 m.

Las divisiones de escala para el rango de profundidad en uso, controladas por el interruptor de la izquierda, se indican a la derecha entre los límites superior e inferior del rango dado, esto es 0 a 40 m con faseamiento de escalas efectuado por el interruptor se puede extender el rango.

Los ecosondas registran profundidad mínima de modo que las protuberancias que se registran serán las que están encima del nivel medio del fondo y que caen dentro del rango, mientras que las pequeñas simas se pueden omitir del todo, con lo que se obtendrán registros falsos de profundidades cuando se opera sobre fondo marino irregular.

EX-117 1000 10 1950
SAILOR



CONTROL HORIZONTAL

Los trabajos del control horizontal tiene por objeto, proporcionar una estructura de puntos de apoyo cuyas posiciones horizontales se conozcan con exactitud.

Estos datos de posición son indispensables para llevar a cabo los estudios detallados subsecuentes. El control horizontal puede establecerse mediante poligonación o triangulación.

El control horizontal es el marco de referencia, mediante el cual los rasgos terrestres y marítimos se representan en su verdadera posición.

Una red de triangulación se forma, cuando se tiene una serie de triángulos conectados entre sí, de los cuales se pueden calcular todos los lados si se conocen los ángulos de cada triángulo y la longitud de una línea denominada base.

No necesariamente han de ser triángulos las figuras formadas, también pueden ser cuadriláteros o cualquier otra forma de polígono que permita su descomposición en triángulos.

Se debe medir otra línea al final para confrontar su longitud medida directamente y la calculada a través de la triangulación, la cual sirve de chequeo de está.

La precisión de una triangulación depende del cuidado con que se haya medido la base y de la precisión en la lectura de los ángulos observados.

Los ángulos de cada triángulo deben sumar 180 grados, sin embargo el error en un triángulo automáticamente es transmitido a todos los demás triángulos siguientes.

En todo triángulo para evitar acumular error se debe evitar que los ángulos sean menores de 40 grados.

El tránsito se coloca en cada vértice y se van midiendo todos los ángulos.

Si la tringulación es una cadena de triángulos, el ajuste se hace teniendo en cuenta:

- 1.- La suma de los ángulos interiores de cada triángulo sea 180 grados.
- 2.- Se suman los ángulos alrededor de cada estación. La diferencia a 360 grados se divide en partes iguales de acuerdo con el número de ángulos alrededor de cada estación y esta corrección se suma o se resta según el resultado obtenido de la suma siendo está menor o mayor que 360 grados.
- 3.- A partir de los valores encontrados se suman los ángulos de cada triángulo; la diferencia a 180 grados en cada triángulo se divide en tres partes iguales y esta corrección se suma o resta a cada ángulo del triángulo según que la suma haya sido menor o mayor a 180 grados Fig 42.

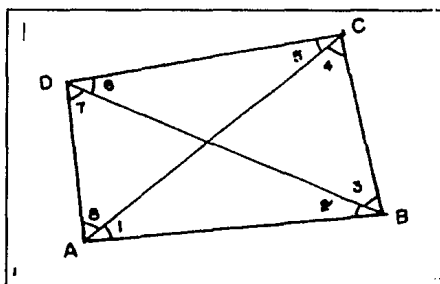


Figura 42

Con los valores de los ángulos así ajustados se procede a calcular los lados de los triángulos, estos cálculos se hacen trigonómicamente basándose en la relación de los senos; cada lado calculado sirve de base para el cálculo en el triángulo siguiente; así se continua hasta conocer todos los lados de los triángulos.

Las ecuaciones del triángulo y del cuadrilátero son satisfactorias si los ocho ángulos compensados suman exactamente 360 grados y además cumplen con la condición:

$$1 + 2 = 5 + 6 \quad \text{y} \quad 3 + 4 = 7 + 8$$

La longitud de los lados debe tomarse en cuenta tanto como los ángulos, está condición es conocida como la ecuación de los lados.

$$\frac{AB}{BC} = \frac{\text{SEN}5}{\text{SEN}2} \qquad BC = AC \frac{\text{SEN}2}{\text{SEN}5}$$

$$\frac{BC}{CD} = \frac{\text{SEN}7}{\text{SEN}4} \qquad CD = BC \frac{\text{SEN}4}{\text{SEN}7}$$

$$CD = AB \frac{\text{SEN}2\text{SEN}4}{\text{SEN}5\text{SEN}7}$$

Para la segunda ruta tenemos:

$$\frac{AB}{AD} = \frac{\text{SEN8}}{\text{SEN3}} \quad AD = AB \frac{\text{SEN3}}{\text{SEN8}}$$

$$\frac{AD}{CD} = \frac{\text{SEN6}}{\text{SEN1}} \quad CD = AD \frac{\text{SEN1}}{\text{SEN6}}$$

$$AB = \frac{\text{SEN1SEN3}}{\text{SEN3SEN8}}$$

$$DC = \frac{\text{SEN1SEN3}}{\text{SEN6SEN8}} = \frac{\text{SEN2SEN4}}{\text{SEN5SEN7}}$$

Despejando;

$$\text{sen1 sen3 sen5 sen7} = \text{sen2 sen4 sen6 sen8}$$

Al tomar logaritmos encontramos la ecuación de los lados que será:

$$\text{LogSEN1} + \text{LogSEN3} + \text{LogSEN5} + \text{LogSEN7} = \text{LogSEN2} + \text{LogSEN4} + \text{LogSEN6} + \text{LogSEN8}$$

El error (e) que presenta esta ecuación se distribuye en tal forma que a todos los ángulos del cuadrilátero le corresponde una ecuación igual, para cuatro de ellos positiva

y para los otros cuatro negativa, según el miembro de la ecuación.

Para encontrar la ecuación promedio en segundos, se divide el error promedio entre 8 ($e/8$), y se multiplica por el promedio de diferencias tabuladas para 1". Esta corrección se aplica a cada ángulo

Para calcular una triangulación topográfica se utiliza el método de Aproximaciones Sucesivas.

- Se obtiene log sen para cada ángulo
- Se obtiene la diferencia logarítmica para 1"
- Se suman los logaritmos de los senos impares y de los senos pares.
- Si estas cantidades resultan iguales entonces la ecuación de los lados satisface las condiciones, en caso contrario se deberá distribuir la diferencia.
- Se encuentra la diferencia entre las dos sumas de logaritmos pares e impares.

$$W = \text{Log Sen } P - \text{Log Sen } I$$

- Se suman a aquellos cuya suma de log sen sea menor.
- Se restan a aquellos cuya suma de log sen sea mayor.
- El valor de K se encuentra dividiendo la diferencia (W) entre la suma algebraica de las diferencias logarítmicas de 1".

$$K = \frac{W}{\sum d^2}$$

- Este factor se multiplica por cada una de las diferencias de 1", obteniendo el el valor

de la compensación para cada ángulo. Se suman a aquellos cuya suma de log sen sea menor y se resta a los que la suma sea mayor.

De este modo se obtienen los valores de los ángulos ya compensados para el cálculo de una triangulación.

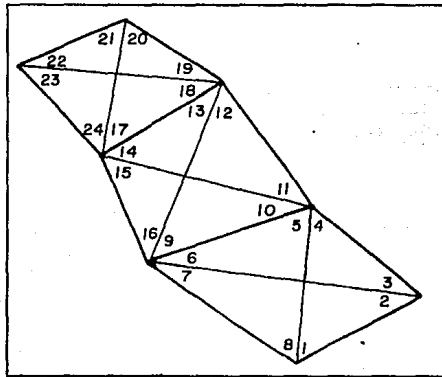


Figura 42 a

A modo de ejemplo se ilustra la siguiente tabla

VERTICE	ANGULOS HORIZONTALES	C ₁	C ₂	C ₃	CORRECCION TOTAL	ANGULOS COMPENSADOS
1	43°40'11.70"	-0.45		-0.567	-1.02	43°40'10.68"
2	54°43'53.30"	-0.45		-0.567	-1.02	54°43'52.28"
3	42°52'25.90"		-0.49	-0.567	-1.06	42°52'24.84"
4	38°43'33.24"		-0.49	-0.567	-1.06	38°43'32.18"
5	44°25'31.30"	+0.45		-0.567	-0.11	44°25'31.19"
6	53°58'31.90"	+0.45		-0.567	-0.11	53°58'31.79"
7	46°23'48.20"		+0.49	-0.567	-0.077	46°23'48.12"
8	35°12'09.00"		+0.49	-0.567	-0.077	35°12'08.92"
	360°00'04.54"					360°00'00.00"

$$1+2 = 5+6$$

$$3+4 = 7+8$$

$$C_3 = 4.54''/8 = -0.567$$

$$98°24'5'' = 98°24'03.20''$$

$$81°35'59.14'' = 81°35'57.20''$$

$$98°24'5'' - 98°24'03.20'' = 1.8''$$

$$81°35'59.14'' - 81°35'57.20'' = 1.94''$$

$$C_1 = 1.8''/4 = 0.45''$$

$$C_2 = 1.94/4 = 0.49''$$

VERTICE	ANGULOS COMPENSADOS	LOGSEN PARES	LOGSEN IMPARES	D"	D ²	C ₄	ANGULOS COMPENSADOS
1	43°40'10.68"		9.83916314	22.1	488.41	-0.23	43°40'10.45"
2	54°43'52.28"	9.91193067		14.9	222.01	0.15	54°43'52.43"
3	42°52'24.84"		9.83275335	22.7	515.29	- 0.23	42°52'24.60"
4	38°43'32.18"	9.79629075		26.2	686.44	0.27	38°43'32.45"
5	44°25'31.19"		9.84508510	21.5	462.25	-0.22	44°25'30.97"
6	53°58'31.79"	9.90782265		15.3	234.09	0.16	53°58'31.95"
7	46°23'48.12"		9.85981782	20.1	404.01	-0.20	46°23'47.92"
8	35°12'08.92"	9.76077494		29.9	894.01	0.31	35°12'09.23"
	360°00'00.00"	39.37681901	39.37681941		3906.5		360°00'00.00"

$$A - B = 39.37681901 - 39.37681941 = 40$$

$$K = A - B / d^2$$

$$K = 40/3906.51 = 0.01023932$$

$$C_4 = K * d$$

VERTICE	ANGULOS HORIZONTALES	C ₁	C ₂	C ₃	CORRECCION TOTAL	ANGULOS COMPENSADOS
9	90°06'35.60"	-0.25		0.75	0.50	90°06'36.10"
10	17°07'22.53"	-0.25		0.75	0.50	17°07'23.00"
11	19°21'15.98"		0.25	0.75	1.00	19°21'17.00"
12	53°24'42.93"		0.25	0.75	1.00	53°24'43.90"
13	52°28'35.10"	0.25		0.75	1.00	52°28'36.10"
14	54°45'22.00"	0.25		0.75	1.00	54°45'23.00"
15	29°56'58.40"		-0.25	0.75	0.50	29°56'58.90"
16	42°49'01.50"		-0.25	0.75	0.50	42°49'02.00"
	359°59'54.00"					360°00'00.00"

$$9+10 = 13+14$$

$$11+12 = 15+16$$

$$C3=6 / 8=0.75"$$

$$107°13'58.10" = 107°13'57.10"$$

$$72°45'58.91" = 72°45'59.90"$$

$$107°13'58.10" - 107°13'57.10" = 1"$$

$$72°45'58.91" - 72°45'59.90" = 0.99"$$

$$C1 = 1/4 = 0.25"$$

$$C2 = 0.99/4 = 0.25"$$

VERTICE	ANGULOS COMPENSADOS	LOGSEN PARES	LOGSEN IMPARES	D"	D ²	C ₄	ANGULOS COMPENSADOS
9	90°06'36.10"		9.99999920	.10	.01	0.00	90°06'36.10"
10	17°07'23.00"	9.46897455		68.3	-4664.9	-0.70	17°07'22.30"
11	19°21'17.00"		9.52037301	60.3	3600	0.60	19°21'17.60"
12	53°24'43.90"	9.90468545		15.6	-243.36	-0.10	53°24'43.70"
13	52°28'36.10"		9.89933105	16.1	259.21	0.2	52°28'36.10"
14	54°45'23.00"	9.91206570		14.8	-219.04	-0.1	54°45'22.90"
15	29°56'58.90"		9.69830889	36.5	1332.25	.40	29°56'59.3"
16	42°49'02.00"	9.83229288		22.7	-515.29	-0.2	42°49'01.80"
	360°00'00.00'	39.11801858	39.11801215				360°00'00.00'

$$A-B = 39.11801858 - 39.11801215 = 643$$

$$K = A-B / d^2$$

$$K = 643 / 65636.86 = 0.00979632$$

$$C4 = K * d$$

VERTICE	ANGULOS HORIZONTALES	C ₁	C ₂	C ₃	CORRECCION TOTAL	ANGULOS COMPENSADOS
17	53°14'24.00"	-0.10		-0.671	-0.771	53°14'23.22"
18	45°36'52.20"	-0.10		-0.671	-0.771	45°36'51.43"
19	36°02'14.67"		-0.24	-0.671	-0.911	36°02'13.76"
20	45°06'32.50"		-0.24	-0.671	-0.911	45°06'31.59"
21	51°05'11.03"	+0.10		-0.671	-0.571	51°05'10.46"
22	47°46'04.77"	+0.10		-0.671	-0.571	47°46'04.20"
72	41°06'41.10"		+0.24	-0.671	-0.431	41°06'40.67"
24	40°02'05.10"		+0.24	-0.671	-0.431	40°02'04.67"
	360°00'05.37"					360°00'00.00"

$$17+18 = 21+22$$

$$19+20 = 23+24$$

$$C3 = 5.37'' / 8 = 0.24''$$

$$98°51'16.2'' = 98°51'15.8'' = 00.40''$$

$$81°08'47.17'' = 81°08'46.20''$$

$$98°51'16.20'' - 98°51'15.80'' = 00.40''$$

$$81°08'47.17'' - 81°08'46.20'' = 00.97''$$

$$C1 = 00.40 / 4 = 00.10''$$

$$C2 = 0.97 / 4 = 00.24''$$

VERTICE	ANGULOS COMPENSADOS	LOGSEN PARES	LOGSEN IMPARES	D ¹	D ²	C ₄	ANGULOS COMPENSADOS
17	53°14'23.22"		9.90371227	15.7	246.49	0.51	53°14'23.72"
18	45°36'51.43"	9.85409164		20.6	424.36	- 0.66	45°36'50.77"
19	36°02'13.76"		9.76960606	28.9	835.21	0.93	36°02'14.69"
20	45°06'31.59"	9.85030794		21.0	441.00	- 0.68	45°06'30.91"
21	51°05'10.46"		9.89103112	17.0	289.0	0.55	51°05'11.01"
22	47°46'04.20"	9.86948246		19.1	364.81	- 0.61	47°46'03.59"
23	41°06'40.67"		9.81791149	24.1	580.81	0.78	41°06'41.45"
24	40°02'04.67"	9.80838013		25.1	630.01	- 0.81	40°02'03.86"
	360°00'00.00"	39.38226217	39.38226094				360°00'00.00"

$$A-B = 39.38226217 - 39.38226094 = 123$$

$$K = A-B / d2$$

$$K = 123/3811.69 = 0.03226915$$

$$C4 = K * d$$

Una poligonal consiste básicamente en una serie de líneas cuyas longitudes y direcciones se miden, conectando puntos cuyas posiciones van a determinarse.

La medición de poligonales es la actividad mas común en la ejecución de levantamientos locales de control horizontal.

El trayecto de una poligonal puede adaptarse a los obstáculos que presenta el terreno .

Una poligonal es una serie de líneas consecutivas cuyas longitudes y direcciones se han determinado a partir de mediciones en el campo.

Hay dos tipos básicos de poligonales: la cerrada y la abierta.

En una poligonal cerrada las líneas regresan al punto de partida formando así un polígono cerrado o termina en otra estación que tiene una exactitud de posición igual o mayor que la del punto de partida. Las poligonales cerradas proporcionan comprobación de los ángulos y las distancias medidas.

La poligonal abierta consiste en una serie de líneas unidas pero no regresan al punto de partida, ni cierran en un punto con igual o mayor orden de exactitud este tipo de poligonales no ofrecen medio alguno de verificación por errores.

Fig.43. y Fig 44.

En los levantamientos hidragráficos, para los estudios de dragado la poligonal generalmente se emplea a lo largo de la costa sobre la rivera de los rios o orillas de los lagos, cuando no hay ancho suficiente para hacer una triangulación. Como el único interés esta en los rasgos prominentes del terreno que pudieran existir en el aérea solo

se muestra una franja de topografía relativamente estrecha.

Se hace una poligonal a lo largo de una franja de la playa empezando con un punto estratégico. Se eligen estaciones sucesivas se van tomando en lugares convenientes a medida que avanza el trabajo.

La localización de las estaciones deben seleccionarse en forma tal que permita cubrir completamente el área que se trata de levantar.

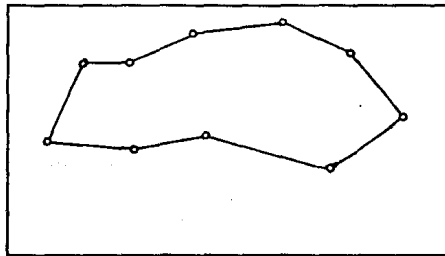


Figura 43

Una vez que se tienen todas las estaciones se procede a medir sus ángulos horizontales, el método que más es utilizado es el de repetición.



Figura 44

Este método consiste en medir el ángulo varias veces pero acumulando las lecturas, o sea que el punto que primero se visó se vuelve a ver cada vez teniendo la lectura anterior marcada. Esto tiene por objeto ir acumulando pequeñas fracciones que no se pueden leer con una lectura simple, pero acumulados pueden ya dar una fracción que si se puede leer. Dicho ángulo leído se divide entre el número de veces que se observo.

La condición del cierre angular de una poligonal cerrada esta dada por:

$$(n-2) 180$$

donde

n= numero de vértices

Pero debido a que hay ciertos errores, por lo tanto al sumar los ángulos no se encuentra exactamente este resultado teórico, sino que existe una pequeña diferencia debido a que el valor de cada ángulo no es el valor exacto sino el valor más aproximado que fue posible determinar.

Mientras más fino y preciso sea el teodolito mas cerca estaremos de conocer el valor mas real de cada ángulo y por lo tanto será mas pequeña esta diferencia.

Esta discrepancia entre la suma teórica y la encontrada se denomina error de cierre angular y debe de ser menor que la cantidad máxima permitida en donde.

$$T = 2a \pm \sqrt{n}$$

Este método consiste en medir el ángulo varias veces pero acumulando las lecturas, o sea que el punto que primero se visó se vuelve a ver cada vez teniendo la lectura anterior marcada. Esto tiene por objeto ir acumulando pequeñas fracciones que no se pueden leer con una lectura simple, pero acumulados pueden ya dar una fracción que si se puede leer. Dicho ángulo leído se divide entre el número de veces que se observo.

La condición del cierre angular de una poligonal cerrada esta dada por:

$$(n-2) 180$$

donde

n = numero de vértices

Pero debido a que hay ciertos errores, por lo tanto al sumar los ángulos no se encuentra exactamente este resultado teórico, sino que existe una pequeña diferencia debido a que el valor de cada ángulo no es el valor exacto sino el valor más aproximado que fue posible determinar.

Mientras más fino y preciso sea el teodolito mas cerca estaremos de conocer el valor mas real de cada ángulo y por lo tanto será mas pequeña esta diferencia.

Esta discrepancia entre la suma teórica y la encontrada se denomina error de cierre angular y debe de ser menor que la cantidad máxima permitida en donde.

$$T = 2a \pm \sqrt{n}$$

donde;

a: aproximación del aparato

n: número de vértices

T: Tolerancia

Si el error de cierre en ángulo nos resulta superior al valor especificado se deben de rectificar todos los ángulos observados. Pero si el error de cierre es menor que la cantidad especificada procedemos a repartirlo por partes iguales entre todos los ángulos de los vértices.

La longitud de cada línea de la poligonal se obtiene por el método más simple.

Los métodos que se emplean con mayor frecuencia son los de medición con cinta de ida y regreso para verificar la distancia o también cuando se utiliza distanciómetro estos métodos son los más utilizados por ser los que proporcionan el orden más alto de precisión.

Una vez que se tengan los ángulos corregidos se calculan los azimutes de los lados de la poligonal, partiendo de un azimut conocido se calcula el azimut inverso (sumando o restando 180 grados), a esta se le suma el ángulo en el vértice y así se obtiene el azimut del lado siguiente. Esto se repite sucesivamente hasta volver a calcular el azimut de partida lo cual sirve de comprobación.

A continuación se convierten estos azimut en rumbos y se calcula sus proyecciones de los lados sobre los ejes N, S, E, W.

El cálculo de las proyecciones de los lados de un polígono esta dado por:

$\Delta y = \text{distancia} \cdot \cos \text{ del rumbo}$

$\Delta x = \text{distancia} \cdot \cos \text{ del rumbo}$

Para un polígono cerrado existe la condición del cierre lineal que dice:

La suma de las proyecciones al Norte debe ser igual a la suma de las proyecciones al Sur y al igual la suma de las proyecciones al Este debe ser igual a la suma de las proyecciones al Oeste.

Σ de proyecciones N = Σ de las proyecciones S

Σ de proyecciones E = Σ de las proyecciones W

Si hay diferencia entre esas dos proyecciones se procede a ser una comparación.

Σ de proyecciones N - Σ proyecciones S = E_y Error en y

Σ de proyecciones E - Σ proyecciones W = E_x Error en x

Se debe de verificar si la poligonal esta dentro de la tolerancia y queda expresado.

$$E_t = \sqrt{E_y^2 + E_x^2}$$

donde

E_t = Error Total

Con la cual se puede calcular la precisión y queda expresado.

$$P = \frac{E_t}{L}$$

P = Precisión

L = Perimetro

Et = Error Total

Si el error de cierre es mayor del especificado habrá que repetir el levantamiento, si esta dentro del valor tolerado se tendrá que distribuir el error para que el polígono quede cerrado.

Conocido los errores X, Y se calculan las correcciones respectivas Cx, Cy

$$C_y = \left[\frac{E_y}{\sum N + \sum S} \right] * \text{la respectiva proyección}$$

$$C_x = \left[\frac{E_x}{\sum E + \sum W} \right] * \text{la respectiva proyección}$$

Para las proyecciones cuya suma a dado mayor la corrección es negativa, y para la que ha dado menor, la corrección es positiva y así se calculan sus proyecciones corregidas. Este metodo de calculo se denomina de transito.

Partiendo de coordenadas conocidas se calculan las coordenadas de los demás vértices sumando o restando las proyecciones de los lados y se obtiene las coordenadas de los vértices.

ORIENTACION ASTRONOMICA

Todo levantamiento debe incluir algún concepto de dirección y estar convenientemente orientado.

Para obtener con precisión las direcciones de las líneas de los levantamientos es necesario recurrir a las observaciones astronómicas.

El objeto de hacer una observación es obtener el azimut de la línea.

El azimut astronómico de una línea se puede conocer por observaciones de la estrella polar o por observaciones al sol.

El método mas común es el método de distancias zenitales al sol, el tiempo mas apropiado para la observación es de 8 a 10 de la mañana y en la tarde de 4 a 6.

METODO DE DISTANCIAS ZENITALES AL SOL

Se deben tomar los ángulos horizontales y vertical al astro observado en un instante determinado, se observa el disco solar tangente a los hilos principales de la retícula, primero en posición directa en un cuadrante y después en posición inversa en otro cuadrante diagonalmente opuesto, para que al promediar los ángulos medidos se obtengan los valores como si se hubieran medido al centro fig 45. fig 46.

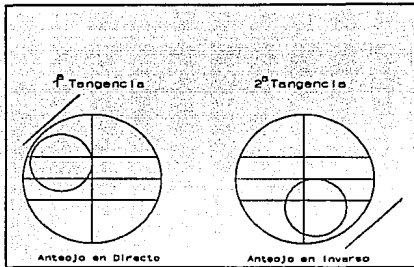


Figura 45

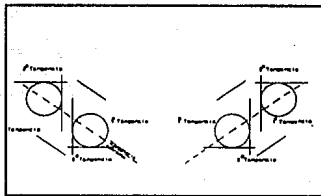


Figura 46

Al promediar los ángulos verticales y horizontales se obtiene un valor que representa el ángulo al centro del sol y en posición media entre las dos tangencias puesto que el astro se mueve continuamente.

Se debe de procurar que el lapso sea como máximo de 5 minutos, al cambiar de cuadrante se debe de invertir el anteojo de posición directa a inversa.

Para que las dos posiciones sean lo más cerca posible, deben escogerse para las tangencias los cuadrantes que queden a ambos lados del movimiento del sol.

Cada par de tangencias opuestas constituye una observación y para tener seguridad en la obtención del azimut de la línea debe hacerse una serie cuando menos de tres observaciones para que el azimut finalmente obtenido para la línea sea el promedio de los calculados.

Si el sol se observo en la mañana su azimut se contara a partir del Norte hacia el Este y si se observo en la tarde, después de su paso por el meridiano el alguno que resulte para el azimut será hacia el Oeste.

La formula que se utilizo para el calculo del azimut del sol fue:

$$\text{COSAz} = \frac{\text{SEN}\delta - \text{SEN}\theta\text{SEnz}}{\text{COS}\varphi\text{SEnz}}$$

Donde:

δ : declinacion

φ : Latitud

Z : angulo vertical

Los datos observados de los astros son susceptibles de error y estos errores son ocasionados por la forma de observar de cada observador y de las condiciones en que se encuentre los aparatos.

Podemos decir que los errores que se cometen en las observaciones son susceptibles de corregirse y a cada observación astronómica se le debe de aplicar las siguientes correcciones

Corrección por Refracción Atmosférica

Corrección por Paraleje

CORRECCION POR REFRACCION ATMOSFERICA

Debido a las diferentes densidades de las capas atmosféricas el rayo luminoso que emana del astro sufrirá una desviación y se ira curvando hasta llegar al ojo del observador, el cual observara al astro del cual emana dicho rayo en una dirección tangente a la trayectoria seguido por el mismo es por ello que el efecto de la refracción hace que los objetos se vean más altos de lo que en realidad están Fig.47.

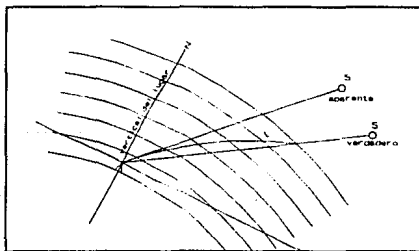


Figura 47

Como las observaciones se hacen en condiciones muy diferentes es conveniente

considerar una refracción total tomando en cuenta la temperatura y la presión barométrica del mismo momento de la observación.

La corrección por refracción se calcula por medio de la siguiente formula.

$$\Gamma = P * \beta + T$$

$$P = 60.6 \text{TANZ} \quad \beta = \frac{P}{762} \quad T = \frac{1}{1+0.004t}$$

P : Presión Atmosférica en mm Hg. en el momento de la observación.

T : Temperatura

: 0.004 coeficiente de dilatación del aire.

CORRECCION POR PARALELAJE

En esta corrección las coordenada de los astros están referidas al centro de la tierra en tanto que las coordenadas que nosotros observamos de los astros lo hacemos desde un punto situado sobre la superficie de la tierra y por consecuencia deben ser referidos al centro de la tierra.

El paralaje tiene por objeto hacernos ver a los objetos mas bajos de lo que en realidad están Fig.48.

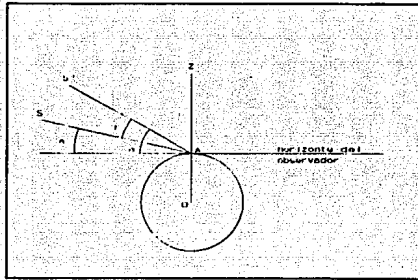


Figura 48

$$P = 8.8'' \sin Z'$$

R : Refracción

P : Paralaje

Z': Distancia zenital observada.

$$Z = Z' + R - P$$

SERIE	OBSER.	P. O.	SOL	ANG.HOR	ANG. VER.	HORA	
1		señal		128°57'41.3"			
		señal		308°57'56.0"			
	1			252°42'14.8"	297°19'30.8"	8 ^h 07 ^m 34.3 ^s	
	2			252°43'57.2"	297°30'36.5"	8 ^h 08 ^m 22.1 ^s	
	3			73 °22'36.7"	62 °43'42.2"	8 ^h 09 ^m 38.8 ^s	
	4			73 °24'10.5"	62 °35'08.2"	8 ^h 10 ^m 16.6 ^s	
			señal		128°57'50.5"		
			señal		308°58'02.2"		

OBSERVACION	ANGULO HORIZONTAL	ANGULO VERTICAL	SEÑAL	HORA
1 - 4	73°03'12.6"	62°37'48.7"		8 ^h 08 ^m 55.4 ^s
2 - 3	73°03'17.0"	62°36'32.8"		8 ^h 09 ^m 00.4 ^s
PROMEDIO	73°03'14.8"	62°37'10.8"	128°57'48.6"	8 ^h 08 ^m 57.9 ^s

SERIE	OBSER.	P. O.	SOL	ANG.HOR	ANG. VER.	HORA
2		señal		301°57'56.0"		
		señal		128°57'41.3"		
	1			73°48'27.3"	60°16'21.0"	8 ^h 20 ^m 27.0 ^s
	2			73°50'28.2"	60°05'20.3"	8 ^h 21 ^m 15.0 ^s
	3			253°16'56.5"	300°42'41.7"	8 ^h 22 ^m 27.8 ^s
	4			253°18'50.7"	300°54'55.6"	8 ^h 23 ^m 20.2 ^s
		señal		128°57'50.5"		
		señal		308°58'02.2"		

OBSERVACION	ANGULO HORIZONTAL	ANGULO VERTICAL	SEÑAL	HORA
1 - 4	73°33'39.0"	59°40'42.7"		8 ^h 21 ^m 53.6 ^s
2 - 3	73°33'22.4"	59°41'19.3"		8 ^h 21 ^m 51.4 ^s
PROMEDIO	73°33'40.7"	59°41'01.0"	128°57'48.6"	8 ^h 21 ^m 52.5 ^s

SERIE	OBSER.	P. O.	SOL	ANG.HOR	ANG. VER.	HORA
3		señal		128°57'41.3"		
		señal		308°57'56.0"		
	1			301°46'41.8"	253°27'05.0"	8 ^h 27 ^m 08.4 ^s
	2			301°58'49.8"	253°22'43.8"	8 ^h 27 ^m 57.9 ^s
	3			74°08'00.3"	58°16'23.3"	8 ^h 29 ^m 12.1 ^s
	4			74°09'27.5"	58°06'42.1"	8 ^h 29 ^m 54.0 ^s
		señal		128°57'50.5"		
		señal		308°58'02.2"		

OBSERVACION	ANGULO HORIZONTAL	ANGULO VERTICAL	SEÑAL	HORA
1 - 4	73°48'16.2"	58°10'00.2"		8 ^h 28 ^m 31.2 ^s
2 - 3	73°48'22.0"	58°08'46.3"		8 ^h 28 ^m 35.0 ^s
PROMEDIO	73°48'19.1"	58°09'23.2"	128°57'48.6"	8 ^h 28 ^m 33.0 ^s

SERIE	OBSER.	P. O.	SOL	ANG.HOR	ANG. VER.	HORA
4		señal		128°57'50.5"		
		señal		308°58'02.2"		
	1			253°52'17.0"	304°39'40.5"	8 ^h 39 ^m 45.3 ^s
	2			253°53'41.2"	304°50'41.8"	8 ^h 40 ^m 32.2 ^s
	3			74°33'45.0"	55°25'24.7"	8 ^h 41 ^m 39.1 ^s
	4			74°34'55.1"	55°16'03.7"	8 ^h 42 ^m 19.6 ^s
		señal		128°57'50.5		
		señal		308°58'02.2		

OBSERVACION	ANGULO HORIZONTAL	ANGULO VERTICAL	SEÑAL	HORA
1 - 4	74°13'36.0"	55°18'11.6"		8 ^h 41 ^m 02.4 ^s
2 - 3	74°13'43.1"	55°17'21.4"		8 ^h 41 ^m 05.6 ^s
PROMEDIO	74°13'39.6"	55°17'46.5"	128°57'56.3"	8 ^h 41 ^m 04.0 ^s

	ELEMENTO	SERIE I	SERIE II
DATOS DE CAMPO	HORA	8 ^h 08 ^m 57.9 ^s	8 ^h 21 ^m 52.5 ^s
	ANG.HOR.	73°03'14.8"	73°33'40.7"
	Z	62°37'10.8"	59°41'01.0"
	SEÑAL	128°57'48.6"	128°57'48.6"
CORR. A LA DIST. ZENITAL Z	Z OBS.	62°37'10.8"	59°41'01.0"
	T°C	19°	19°
	P mm Hg	604	604
	Z CORR.	62°38'28.9"	59°42'09.7"
DECLI. DEL SOL A LA HORA DE OBS.	HORA OBS.	8 ^h 08 ^m 57.9 ^s	8 ^h 21 ^m 52.5 ^s
	HORA P.	11 ^h 58 ^m 54 ^s	11 ^h 58 ^m 54 ^s
	SOL	22°49'36"	22°49'36"
	V /HORA	+14.0°	+14.0°
	/H.OBS.	22°48'42.35"	22°48'45.4"
AZIMUT DE LA LINEA	Z CORR.	62°38'28.9"	59°42'09.7"
	DECLI.	22°48'42.35"	22°48'45.4"
	LATITUD	17°52'30"	17°52'30"
	AZ.SOL	73°32'15.18"	73°46'50.99"
	ANG. HOR.	73°33'40.7"	73°48'19.1"
	AZ.LINEA.	128°56'23.08"	128°56'20.40"
AZIMUT	PROMEDIO	128°56'21.7"	

	ELEMENTO	SERIE III	SERIE IV
DATOS DE CAMPO	HORA	8 ^h 28 ^m 33.1 ^s	8 ^h 41 ^m 04.0 ^s
	ANG.HOR.	73°38'19.1"	74°13'39.6"
	Z	58°09'23.2"	55°17'46.5"
	SEÑAL	128°57'48.6"	128°57'56.3"
CORR. A LA DIST. ZENITAL Z	Z OBS.	58°09'23.2"	55°17'46.5"
	T°C	19°	19°
	P mm Hg	604	604
	Z CORR.	58°10'27.6"	56°18'43.72"
DECLI. DEL SOL A LA HORA DE OBS.	HORA OBS.	8 ^h 28 ^m 33.1 ^s	8 ^h 41 ^m 04.0 ^s
	HORA P.	11 ^h 58 ^m 54 ^s	11 ^h 58 ^m 54 ^s
	SOL	22°49'36"	22°49'36"
	V /HORA	+14.0°	+14.0°
	/H.OBS.	22°48'46.9"	22°48'49.8"
AZIMUT DE LA LINEA	Z CORR.	58°10'27.6"	55°18'43.72"
	DECLI.	22°48'46.9"	22°48'49.82"
	LATITUD	17°52'30"	17°52'30"
	AZ.SOL	73°46'50.99"	74°12'06.27"
	ANG. HOR.	73°48'19.1"	74°13'39.6"
	AZ.LINEA.	128°56'20.4"	128°56'23"
AZIMUT	PROMEDIO	128°56'21.7"	

CONTROL VERTICAL

Antes de iniciar los trabajos de sondeos es esencial ejecutar el control vertical a fin de conocer la elevación de agua cuando se hagan los sondeos tales datos de control también se requieren para la topografía.

Cuando se trabaja en cuerpos de agua sujetos a mareas cuyo nivel de marea baja no se conoce, es necesario establecer una estación de mareógrafo, y observar las fluctuaciones de la marea a fin de definir un plano de referencia para los sondeos.

La operación por medio de la cual se determina la altitud de un punto recibe el nombre de nivelación.

Las distancias verticales que se miden a partir de una superficie de nivel se denomina cotas fig 49.

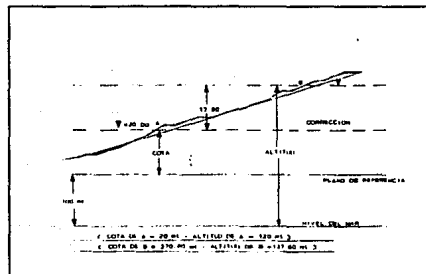


Figura 49

Cuando el plano de referencia coincide con el nivel del mar las distancias verticales medidas a partir de dicho plano se denomina altitud u alturas.

NIVELACION

La nivelación es un procedimiento por medio del cual vamos a determinar el desnivel existente entre dos o más puntos.

La nivelación la podemos clasificar como se presenta en el cuadro siguiente.

Simple

Diferencial

Directa De Perfil Compuesta

De Precisión

Nivelacion

Trigonometrica

Indirecta

Barometrica

La Nivelación Directa: es cuando vamos a tomar en el campo directamente el desnivel.

Nivelación Indirecta: es cuando a partir de otros elementos conocemos el desnivel existente sin ser medido este.

Nivelación Diferencial: La caracteriza porque lo que deseamos conocer es el desnivel entre dos puntos no importando el camino que se siga. Esta puede ser simple o compuesta.

Es simple cuando los puntos entre los que se quiere conocer el desnivel están muy cerca y se puede conocer el desnivel colocando el instrumento en un lugar intermedio de tal manera que se vean dos miras en los puntos fig 49 b.

La compuesta podemos decir simplemente que consta de varias nivelaciones simples fig 49 a.

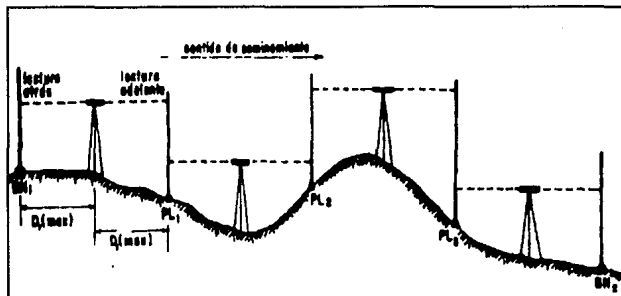


Figura 49a

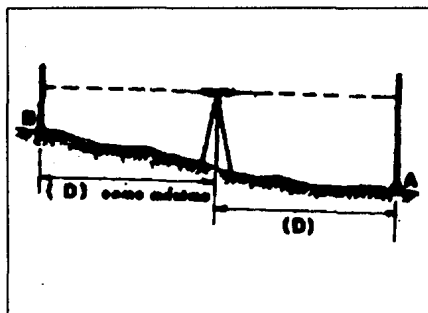


Figura 49 b

NIVELACION GEOMETRICA DE PRECISION

En los levantamientos Hidrográficos se debe de efectuar la nivelación de precisión, esta nivelación debe de estar referida a una regla de mareas.

La nivelación Geométrica de Precisión tiene por objeto determinar la diferencia de nivel entre dos puntos.

Para obtener el desnivel entre dos puntos se hacen lecturas a estadales y el desnivel, se obtiene por la diferencia de lecturas Fig.49c.

Como en muchos casos tan solo es necesario conocer diferencias de nivel entre los diversos puntos de un terreno se le puede asignar al plano de referencia una altura que sirve de base para calcular las cotas de dichos puntos, y así calcular la diferencia de nivel entre ello.

Procedimiento de Campo.

1.- Se instala el nivel en un punto favorable desde donde se pueda leer el Banco de Nivel a lo largo de la ruta.

2.- El nivelador hace la lectura atrás en el estadal colocado en BN-1 para encontrar la altura del aparato.

3.- Después el estadalero se dirige hacia adelante y según las indicaciones del nivelador, se marca un punto de liga sobre el cual se coloca el estadal para que el nivelador haga ahora la lectura adelante.

Si hay obstáculos intermedios entre el desnivel, es necesario establecer puntos

intermedios denominados puntos de liga.

4.- El nivelador instala el instrumento en otro punto, y toma la lectura de atrás en el estadal colocado sobre el punto de liga.

5.- Después el estadalero va a establecer otro punto de liga PL-2 y el nivelador hace la lectura adelante en el estadal colocado en PL-2, y así se va repitiendo el procedimiento hasta llegar al BN-2

Las nivelaciones como todo trabajo, deben comprobarse. La comprobación de una nivelación puede hacerse por los siguientes métodos

Nivelar de ida y regreso

Nivelar por doble altura de aparato

Nivelar por doble punto de liga

El procedimiento que se utilizo fue el de doble altura de aparato, por este procedimiento las nivelaciones que se llevan quedan totalmente independientes, pues se van comprobando las diferencias de lecturas entre los PL-S consecutivos.

La tolerancia para una nivelación por doble altura de aparato esta dada:

$$I = 0.004 \pm \sqrt{k}$$

donde

T: Tolerancia en m. ; K: Distancia de Km. recorridos

ESTABLECIMIENTO DE LAS REGLAS DE MAREAS

La marea es la oscilación periodica del nivel del mar producida principalmente por la atracción de los astros y la rotación de la tierra

Las mareas son más altas cuando el sol y la luna están alineados y se combinan sus fuerzas gravitatorias y las mareas son más bajas cuando el sol y la luna estan en ángulo recto con respecto a la tierra y sus atracciones se contrarestan.

Cuando ya está establecido un banco de nivel cercano a la zona de estudio es necesario colocar una regla de mareas y debe de estar relacionada con algún plano de referencia.

La regla de mareas sirven para determinar en cada momento la altura del nivel del mar sobre una superficie fija de referencia. Se adopta como superficie de refeencia al nivel medio del mar o el nivel medio del bajamar.

La regla de mareas más sencilla, que es la comunmente usada en Levantamientos Hidrograficos es una regla de maderaa se mantiene firmemente fija en posición vertical. Su longitud debe ser la suficiente para que puedan leerse sobre ella los máximos pleamares y bajamares de la localidad.

Inmediatamente despues de haberse instalado la regla de mareas y antes de comenzar la observación de la misma debe efectuarse su nivelación que consiste en referir el cero de su escala a un plano firme del terreno.

La nivelación de la regla de mareas, debe quedar referida al cantil del muelle o a una construcción importante de las cercanias, por medio de una señal bien clara o

reconocible fig.49 c.

Las profundidades en los puertos estan referidos al Nivel de Bajamar Media (N.B.M), para el Golfo de México y Mar Caribe y al Nivel de Bajamar Media Inferior (N.B.M.I) para el Oceano Pacifico. Ambos se obtiene tomando el promedio de las medidas más bajas registradas diaramente durante un período.

Por lo que es necesario conocer a que plano de referencia se encuentra el banco de nivel y relacionarlo con el plano que requirió, para esto es necesario utilizar las Tablas de Predicción de Mareas, en donde están tabuladas las equidistancias entre los planos de referencia mencionados, por puertos y así poder establecer el origen de la regla de mareas.

CORRECCION DE PROFUNDIDADES

Las profundidades registradas en el ecosonda deberán corregirse.

a).- En el caso de que la línea cero del registro coincida con el cero de la escala, la corrección tendrá que ser igual a la suma algebraica de la longitud del traslucir por debajo de la superficie del agua.

b).- En el caso de que la línea cero del registro este en su correspondiente profundidad con respecto a la escala de lectura, no se hará correccion.

Las profundidades sondeadas deberan ser reducidas a fin de que las mediciones realizadas en diferentes momentos, ya que el nivel de la superficie varia a cada instante,

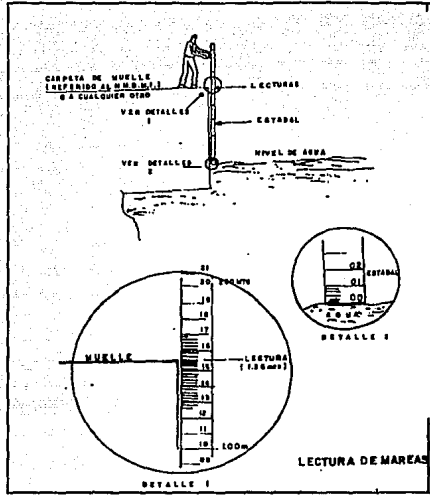


Figura 49 c

la profundidad medida de un mismo punto a diferente hora no será la misma fig.49 d.

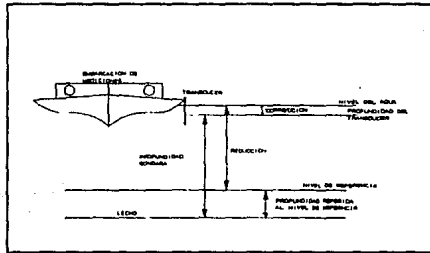


Figura 49 d

BATIMETRIA

Un estudio hidrográfico tiene como principal finalidad recabar información relativa a las características físicas de áreas cubiertas por agua.

Así mismo un estudio hidrográfico podría referirse a varios tipos de investigación subacuática que se realizan con el fin de obtener la información necesaria para la construcción, desarrollo y mejoramiento de las instalaciones portuarias, para el proyecto de muelles y otras estructuras subacuáticas para determinar la pérdida de capacidad de lagos o presas debido a los y para calcularlas cantidades de materia dragado.

Batimetría se denomina así al conjunto de actividades requeridas para determinar la configuración del fondo y la naturaleza del material depositado en un vaso de almacenamiento, mediante sondeos.

Existen diferentes métodos para realizar una batimetría, los cuales dependen de la forma de la zona de estudio o del equipo disponible.

Para algunos trabajo de sondeo es necesario sincronizar los relojes antes de empezar el trabajo, lo cual puede hacerse por la señal convencional de los marinos, arriando la bandera, se anotarán también las señales de bandera correspondientes a cada sonda así como el ángulo o dirección de cada sonda.

Durante el tiempo que dure el trabajo de sondas, es necesario que un observador llamado mareista este efectuando las lecturas de la regla de mareas cada cinco minutos de esta forma será posible reducir o aumentar las sondas efectuadas al plano de referencia.

Siempre que sea posible se obtendrá un registro continuo de las sondas, para conocer mejor el perfil del fondo del mar, de lo contrario el número de sondas deberá ser tal que permita la determinación de dicho perfil.

Cuando la existencia de vegetación marina impida determinar la profundidad exacta con ecosonda, cuando la zona es de bajos fondos esta deberá determinarse con una percha.

El objeto de adoptar un sistema regular de líneas de sonda es primeramente obtener una representación real del fondo y relieve submarino y en segundo termino revelar la existencia de bajos y peligros sumergidos, los cuales determinan la mínima profundidad sobre estos.

Hay tres sistemas de líneas de sondas en uso actualmente:

a).- Líneas rectas paralelas

b).- Líneas radiales

c).- Arcos concéntricos

El sistema de líneas rectas paralelas espaciadas a intervalos iguales y perpendiculares a las isobatas y por consecuencia a la línea general de la costa y el mas usado especialmente a lo largo de costas abiertas.

Cuando se adopta este sistema se deben recorrer dos o mas líneas paralelas a la costa durante la pleamar o buen tiempo. Una de las líneas tiene que ser recorrida lo

mas cerca posible de la costa.

La segunda línea se recorrerá a criterio dependiendo de la escala del dibujo.

La separación de las líneas de sonda depende de la profundidad del agua, de las características del relieve submarino y de la importancia del aérea que se levanta.

En los puertos bahías, canales y ríos la regla general es que el espaciamiento máximo de las líneas de sonda sea de 100 m.

en profundidades menores a 11 brazas de 200 m. para profundidades menores a 11 a 30 brazas y de 400m para profundidades mayores.

El hidrógrafo debe seleccionar en intervalo de tiempo para el registro de sondas, de tal manera que este de acuerdo con la escala del levantamiento con la profundidad del agua, con la configuración del fondo y con la velocidad de la embarcación

Para hacer un Levantamiento Batimetrico existen diversos métodos.

POR MEDIO DE DOS SEXTANTES

La determinación de la posición por dos o mas ángulos de sextantes observado desde embarcaciones.

Este método es el mas comúnmente empleado en zonas pequeñas de levantamientos donde hay objetos cuyas posiciones pueden determinarse visualmente y la información de la determinación electrónica de posiciones no esta dentro de las especificaciones de exactitud.

Se colocan señales bien visibles en tres lugares notables de la poligonal o

triangulación de la costa.

Dos observadores provistos cada uno de un sextante miden dos ángulos simultáneamente; uno mide el ángulo entre el objeto a la izquierda y el objeto central y el otro el ángulo entre el objeto central y el que este a la derecha.

Pocos segundos antes de hacer el sondeo el sondeador da una voz de alerta a los observadores y estos dirigen las visuales a los puntos elegidos en tierra.

La posición de la embarcación se dibuja mecánicamente por medio de un transportador de tres brazos. Las ventajas de este método son que todas las operaciones se hacen a bordo de la embarcación de sondaje.

Los datos requeridos se obtienen inmediatamente, excepto en casos en que la posición es incierta esto es cuando los tres vertices y la embarcación quedan en el perímetro de un círculo Fig.50

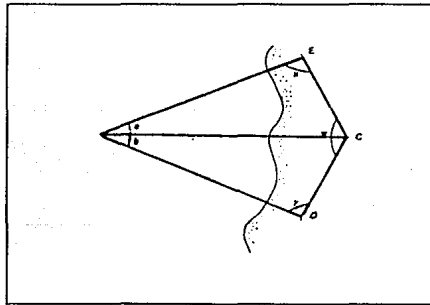


Figura 50

$$\text{Cot } x = \frac{EC \sin \beta}{BC \sin \alpha + \sin S} + \text{cot } S$$

$$S = 360 - (\alpha + \beta + W)$$

$$Y = S - X$$

E, C, D : Vértice de triangulación conocida

F : Punto a situar

A y B : Angulos observados

W : Angulo conocido

POR UN ALINEAMIENTO Y UN ANGULO LEÍDO DESDE LA COSTA

Teniendo una línea base en la costa se instalan líneas de posición perpendiculares a esta, que indicaran las líneas a seguir.

Estas líneas deben de estar lo bastante separadas, la visual del teodolito al bote, debe cortar a la alineación según un ángulo lo mas aproximado que sea posible

Fig.51.

También es posible medir el ángulo con sextante desde una embarcación Fig.52.

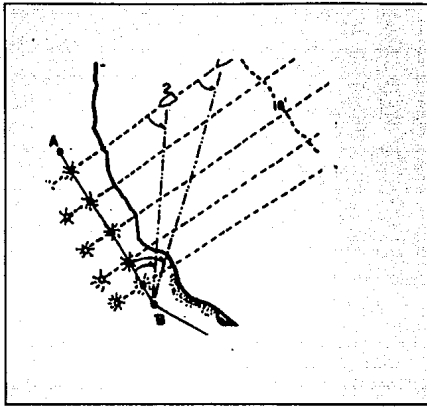


Figura 51

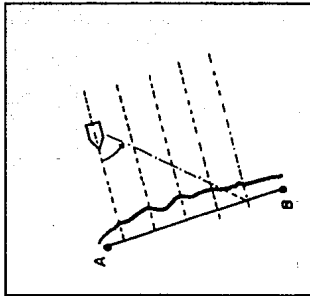


Figura 52

POR MEDIO DE DOS ANGULOS LEÍDOS DESDE LA COSTA

Se colocan dos teodolitos en dos vértices previamente elegidos de la poligonal de la costa o en dos puntos de buena visibilidad y que proporcionan ángulos no demasiado agudos que se sitúan desde el control terrestre previo. Las visuales desde los teodolitos al punto de sondeo deben intersectarse lo más perpendicular que sea posible.

Cada observador orienta su teodolito según la línea común que los une, fijan su círculo en cero y barren su ángulo respectivo hasta localizar la señal. Al darse la señal que indica el momento de sondeo los dos observadores leen simultáneamente y anotan el ángulo correspondiente y la hora exacta. La simultaneidad también se puede lograr a intervalos de tiempos.

Los observadores y el anotador de la embarcación comparan sus relojes dos veces al día, pues en ocasiones este es el único medio de identificar sondeos.

Este método se aplica cuando no es posible mantener el bote en una alineación dada o cuando la configuración o el relieve de la orilla o costa no facilita el trazado de un sistema de líneas de sondeos Fig.53.

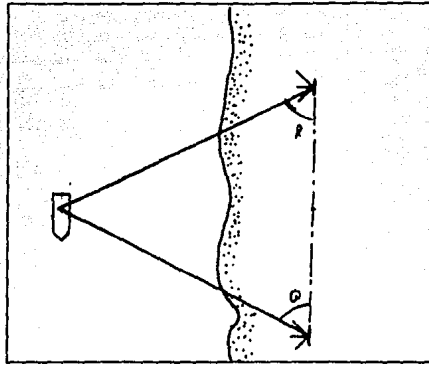


Figura 53

ALINEACION A INTERVALOS DE TIEMPO

Se emplea este método cuando no exige demasiada precisión en la localización de los sondeos. El bote debe partir de un punto lo bastante alejado del lugar del sondeo inicial para llegar a este con la velocidad que ha de mantener en todo su recorrido durante el cual se van haciendo los sondeos que se marcan.

Este método solo es aplicable cuando el agua esta en reposo, y la distancia es corta Fig.54.

$$\frac{D}{T} = \frac{d}{t} \quad d = \frac{Dt}{T}$$

DIBUJO DE PLANOS

Para determinar las correcciones que deben hacerse a los sondeos es necesario conocer en el momento en que se hace un sondeo la elevación de la superficie del agua con respecto al plano de referencia.

El plano de referencia que se usa generalmente en aguas de mareas es el promedio de bajamares.

La representación gráfica de un cuerpo de agua debe de contener la orilla del mismo, la topografía de los alrededores y las curvas de nivel.

CALCULO DE VOLÚMENES

Existen diferentes métodos para el calculo de volúmenes de los cuales se presentan dos de ellos.

Primer Metodo

Para esta operación hay que hacer sondeos antes y después del dragado.

Para el calculo de volúmenes del material que se va a dragar, existe el metodo para el calculo de volúmenes por medio de levantamientos batimetricos, el procedimiento a seguir por este método es dibujar las curvas de nivel, se procede a hacer una cuadrícula sobre la zona de interés en donde las dimensiones de la cuadrícula dependerá el grado de exactitud que se desea obtener, entre mas chica sea la cuadrícula mejores resultados se obtendrán.

Ya elaborada la cuadrícula se enumeran los ejes verticales y horizontales con el fin de obtener las intersecciones de esta.

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.

Después de realizar lo anterior se tabulan sus elevaciones con respecto a un eje horizontal y vertical, anotándose las elevaciones en una planilla de calculo de volumen.

El procedimiento antes descrito se realiza antes de efectuar el dragado.

En la segunda columna de la planilla se obtiene la profundidad a la que se desea llegar por lo regular estas profundidades son las definitivas del proyecto, y por lo tanto van a tener la misma profundidad todos los puntos de intersección.

Para calcular la altura de los puntos de los rectángulos se hace la diferencia de las elevaciones, antes de dragar y después de dragar.

Posteriormente se hace la sumatoria, utilizando la formula de Simpson y se va a obtener la altura total de la cuadrícula a dragar.

$$\Sigma = \frac{1}{2} h_1 + h_2 + h_3 + \dots h_{n-1} + \frac{1}{2} h_n$$

$$\Sigma = \frac{h_1 + h_2}{2} + \frac{h_2 + h_1}{2} + \dots \frac{h_{n-1} + h_n}{2}$$

$$\Sigma = \frac{1}{2} h_1 + 2h_2 + 2h_3 + \dots 2h_{n-1} + 2h_n$$

$$\Sigma = \frac{1}{2} h_1 + h_2 + h_3 + \dots h_{n-1} + \frac{1}{2} h_n$$

Con está ultima formula se obtiene 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. Esto se obtiene de la manera siguiente.

$$\Sigma_{altura} = \frac{1}{2} \Sigma E_1 + \Sigma E_2 + \dots + \Sigma E_9 + \frac{1}{2} \Sigma E_{10}$$

Esta altura se multiplica por las dimensiones del rectángulo

$$V = \text{Altura} * \text{Dimensiones del Rectángulo}$$

Y se obtiene el volumen del material a dragar ó dragado, despues se calcula el sobredragado.

El sobredragado es un volumen de material extra que sirve como un factor de seguridad al estar dragando ó por error en las medidas que se toman, por lo regular se le da un valor al sobredragado de 0.30 m..

El volumen del sobredragado se obtiene por medio de la sig. formula:

$$V_{s/d} = S_d * A_t$$

En donde:

S_d : sobredragado

A_t : area total

El volumen total es la suma del volumen sobredragado más el volumen del material a dragar ó dragado

$$V_T = V + V_{sd}$$

A continuación se muestra la siguiente tabla.

Segundo Metodo

Existe otra forma de calcular volúmenes que es un método basado en Aproximaciones de Areas

Este método consiste en formar una cuadrícula sobre la zona que se dragara.

Esta forma de calcular volúmenes consiste en que se usaran solo los cuadros en donde pasen curvas de nivel mayores a la profundidad que se va a dragar.

Existe una planilla para el calculo de volúmenes similar al procedimiento anterior, con la diferencia que en este método se utilizara un factor que será de :

$$1, \frac{3}{4}, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}$$

Y también se colocaran las profundidades en el lugar indicado.

Estos factores representan el área comprendida en cada cuadro de la cuadrícula entre una curva de nivel y los limites del cuadro.

Las profundidades serán la lectura que se tenga, con respecto a las curvas de nivel en el punto situado en el centro del área comprendida.

Se llenara la planilla para el calculo de volumen, obteniendo los datos de la zona de interés, en el renglón superior, se colocarán los factores y en la columna se colocarán las profundidades correspondientes a su factor. Fig.

Ya elaborada la planilla se suman todas las profundidades ΣP y esto se multiplica por el factor de su columna.

$$(\Sigma P) * F$$

Después se multiplica el numero de profundidades N por el factor correspondientes.

$$N * F$$

Teniendo estas sumas se hace la suma total.

$$\Sigma \{ (\Sigma P) * F \}$$

O sea la suma de las profundidades por el factor

Después se hace la suma total del numero de profundidades por el factor

$$\Sigma \{ N * F \}$$

El Area Unitaria "Au" es el área que tiene un cuadro de la cuadrícula.

Area total analizada "At" es el resultado de multiplicar el Area Unitaria por la suma total del numero de profundidades por su factor.

$$At = (\Sigma N * F) * Au$$

La profundidad equivalente esta dada por

$$Pe = \frac{\Sigma(\Sigma P) * F}{\Sigma N * F}$$

El volumen a dragar se obtendrá:

$$Vd = (Pp - Pe) * At$$

donde :

Pp : Profundidad del proyecto

Pe : Profundidad Equivalente

At : Area Total Analizada

Obtenido el volumen a dragar se debe calcular el volúmenes por sobredragado.

$$V_{SD} = SD * At$$

S_D : Sobredragado

A continuación se muestra la sig. tabla.

**SUBSECRETARIA DE PUERTOS Y MARINA MERCANTE
DIRECCION GENERAL DE DRAGADO
PLANILLA PARA CALCULO DE VOLUMENES**

Lugar						Fecha					
Obra						Prof.del Proyecto					
No.											
	F=	F=	F=	F=	F=	F=	F=	F=	F=	F=	F=
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
NF											
(P)*F		Area Unitaria		Profundidad Equivalente		Volumen a Dragar					
N*F		Area Total		Volumen a Dragar		Volumen S/D					
Fecha de Calculo		Calcularon		Volumen por S/D		Volumen del Talud					
						Volumen T					

CALCULO DEL VOLUMEN DEL TALUD

Para llevar a cabo este calculo es necesario dibujar en el plano lineas paralelas en las orillas del canal a una equidistancia según el talud que se requiera, por ejemplo: sí es de 4 / 1 esta será de cuatro m. entre cada linea, el número de lineas será el necesario para que se establezca o sea que la altura del terreno y la del proyecto sean iguales.

Teniendo la cuadrícula y las lineas se procede a obtener las cotas de cada una de las intersecciones de la linea del talud y las transversales. Colocando los valores en la columna correspondiente de las cotas y en la columna de profundidad del proyecto se colocan los valores correspondientes, para posteriormente hacer las diferencias de profundidades. Estas diferencias se suman en columna utilizando la formula de Simpson.

$$\Sigma = \frac{1}{2} h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_{n-1} + \frac{1}{2} h_n$$

$$\Sigma_{altura} = \frac{1}{2} \Sigma E_1 + \Sigma E_2 + \dots + \Sigma E_9 + \frac{1}{2} \Sigma E_{10}$$

Esta altura se multiplica por las dimensiones del rectángulo

$$V = \text{Altura} \cdot \text{Dimensiones del Rectángulo}$$

CAPITULO V

CONCLUSIONES

Como conclusión podemos decir, que al conocer la profundidad necesaria en un puerto proporciona los siguientes beneficios:

- Que las embarcaciones pueden entrar o salir libremente con cargamento completo sin tener que esperar la hora de la pleamar para hacerlo.

- Evitar la maniobra de recargar los buques fuera del puerto, con ahorro de estadías y bajo costo de operación, aparte de prevenir el peligro que implica el quedar sin el abrigo que proporcionan las escolleras o cualquier obra de protección exterior.

- Reducir en el número de accidentes o averías. La seguridad que ofrezca un puerto depende fundamentalmente de su profundidad lo que al final se refleja en mayor afluencia de buques y un incremento en el volumen de carga, que se mueve por consiguiente menor costo en la tonelada-nudo transportada.

A través de los estudios batimétricos ha sido posible determinar constantes del fondo marino en la cual se especifican a que profundidad se realiza el dragado de los puertos.

Las especificaciones principales en el dragado de los puertos es la seguridad de la profundidad en donde puedan acercarse los barcos de acuerdo a su calado.

Es necesario realizar estudios de supervisión de los puertos de interés, en los cuales se conozcan las necesidades reales así como el mantenimiento general de los mismos.

Además es importante detectar a tiempo las corrientes en donde se deberán hacer dragados para el control de dragado.

Se debe hacer un verdadero esfuerzo para entender la importancia que tienen los estudios batimétricos y concientizar a la población y autoridades para que respeten o vigilen que los apoyos topobatimétricos que se construyan en las zonas aledañas no sean destruidos y sean utilizados como apoyo cada vez que se realicen estudios en todas sus etapas, con la cual se abatirán los costos ya que en la ejecución de estudios hidrográficos dichos apoyos bien establecidos, podrán ser utilizados por otras dependencias que realicen los estudios al respecto.

BIBLIOGRAFIA

Topografía
Montes de Oca

Topografía
Alvaro Torres Nieto
Ed. Norma

Manual de Dragado
Ing.M.M. Mario Lavalle Argudin
Secretaría de Marina

Compendio de Hidrografía
Primera Parte
Secretaría de Marina

Compendio de Hidrografía
Segunda Parte
Secretaría de Marina

Metodos de Operación de Dragado
Anthony D. Bates
Inglaterra.

Levantamientos Hidrograficos
S. C. T
Subsecretaria de Puertos y
Marina Mercante
Dirección General de Dragado