



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DICTyG

LEVANTAMIENTOS TOPOHIDROGRAFICOS
PARA EL CONTROL DEL DRAGADO

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE:

INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA

PRESENTA:

PÉREZ HERNÁNDEZ MARÍA LILIANA

ASESOR DE TESIS: REYES PIZANO ADOLFO



MEXICO DF 2005



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

AGRADECIMIENTOS:

Con esta tesis se da por terminado mis estudios a nivel licenciatura por lo cual me queda Agradecer a la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ingeniería por darme la mejor formación profesional.

A mis Padres, Judith y Neto

Por la oportunidad y el apoyo que han brindado para poder realizar mis estudios, así por el cariño que me dan y por enseñarme los valores más importantes de la vida y así poder ser una mejor persona.

A mis Hermanas

Rena

Que siempre me apoya en las decisiones que tomo, por la paciencia que me otorgo, el cariño y la ayuda en todo momento.

Zynti

Que con su profesionalismo en la vida me enseña que dar lo mejor cada día para superarme y por siempre tenerme controlada y no perdiera el rumbo

A mis Profesores

Que me ofrecieron sus conocimientos para poder desarrollar esta hermosa carrera Especialmente al Ing. Adolfo Reyes Pizano que sin su conocimiento y su ayuda no se hubiese logrado la elaboración de esta tesis.

A mis Amigos

Con los que disfrute grandes momentos a lo largo de esta carrera y decirles que formamos una brigada grandiosa, gracias Luis, Lalo, Miguelon, Gel.

A Dios

GRACIAS
Pérez Hernández María Lilitiana

LEVANTAMIENTOS TOPOHIDROGRAFICOS PARA EL CONTROL DEL DRAGADO

Introducción	3
I.- Dragas	4
I.1 Clasificación de las Dragas	7
I.2 Dragas Hidráulicas	8
I.2.1 Dragas Estacionarias	8
I.2.1.1 Draga de succión simple	9
I.2.1.2 Draga de succión con cortador	11
I.2.2 Dragas de autopropulsión con tolva	13
I.2.2.1 Draga con tolva o succión	13
I.2.3. Dragas Mixtas	16
I.3 Dragas mecánicas	17
I.3.1 Dragas de Cangilones o de rosario	17
I.3.2 Dragas de grúa (granadas, almeja o grafitos)	19
I.3.3 Dragas de cucharón	21
II.- Equipo Hidrográfico	24
II.1 Sistema de posicionamiento Global (Apoyo horizontal)	24
II.1.1 Técnicas o Métodos de posicionamiento diferencial	29
II.2 Ecosonda	30
II.2.1 Instalación y calibración del ecosonda	33
II.3 Sondeos	39
II.4 Control de Mareas	43
II.4.1 Marea	43
II.4.2 Regla de Mareas	46
II.5 Mareógrafos	48
I.5.1 Red Mareográfica Nacional	49
II.6 Software	51

III.- Levantamiento Topo hidrográfico	53
III.1 Método de GPS	54
III.1.1 Modo De Operación Diferencial	55
III.1.2 Equipo De Medición A Bordo De La Lancha	57
III.2 Método para la batimetría	60
III.3 Software	61
IV.- Post proceso	63
IV.1 Calculo de Volumen	63
IV.1.1 Basado en planos Batimétricos	64
IV.1.2 Por medio de la tubería de descarga	71
IV.1.3 Utilizando el software	73
IV.2 Dibujo	73
V.- Conclusiones	76
Bibliografía	77

INTRODUCCIÓN

Llamemos Hidrografía al estudio de todas las masas de agua de la tierra, y en sentido mas estricto a la medida, recopilación y representación de los datos relativos al fondo del océano, las costas de los mares y las corrientes de manera que se puedan plasmar en un mapa o mejor dicho sobre una carta hidrográfica.

Los levantamientos hidrográficos determinan el relieve del fondo marino de los cuerpos de agua, generalmente los datos del levantamiento se emplean para preparar cartas hidrográficas, aunque para la navegación y el dragado pueden registrarse en un formato electrónico para su análisis en tiempo real, los cuerpos de agua incluyen ríos, embalses, lagos y océanos.

La finalidad de este trabajo es dejar plasmada la tecnología de punta como son equipos de sistema de posicionamiento global, ecosondas así como la metodología que cambia a su vez que la tecnología evoluciona, teniendo como finalidad el aumento de la precisión y la disminución del tiempo.

Otro aspecto importante que es el software que actualmente se utiliza para realizar los levantamientos hidrográficos para el control del dragado con el cual se tiene la posibilidad de planear adecuadamente el levantamiento y conocer en tiempo real la ubicación de la embarcación en la ejecución de ese levantamiento, permitiendo que al final del levantamiento se tenga el plano digital con el que inmediatamente se puede calcular el volumen de interés y efectuar una nueva planeación de dragado.

Se da una descripción de los tipos de dragas que han sido utilizadas en la historia así como las actuales con el objeto de tener la capacidad de elección dependiendo de la zona en estudio.

Capitulo I.- DRAGAS

Se entiende como dragado la extracción del fondo de los puertos con el fin de aumentar la profundidad y descargar estos azolves en las zonas de depósito.

Las operaciones de dragado deben cumplir una doble función: Extraer el material y llevarlo hasta el lugar de descarga.

✚ El primero 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.

✚ El segundo tiene como finalidad mantener esos calados, neutralizando la acción de los azolves que pueden ser originados por corrientes, marejadas, acarrees de litoral, etc.

Las *dragas* son embarcaciones que llevan maquinaria especializada para realizar excavaciones y para extraer el fango, los escombros, la arena y las piedras que quedan en el fondo durante su operación. Se utilizan para conservar y aumentar el calado de los puertos, así como el de los canales de navegación que permiten la entrada de barcos de mayor tonelaje; también son usadas para la limpieza del fondo y para abrir las bocas de comunicación de las lagunas litorales con el mar.

La draga la podemos definir como una embarcación especialmente dispuesta y con los medios necesarios para limpiar o extraer material del fondo de los puertos, ríos, canales, etc.

Se conocen varios tipos de dragas, según el sistema excavador que utilizan, como las de succión, que son aquellas que realizan el dragado succionando el fondo por medio de una bomba centrífuga a través de un tubo, útiles en fondos fangosos; y las de "paleta" o "cuchara", empleadas para fondos con arena, grava o piedra, que efectúan la excavación con unas cucharas montadas sobre una cadena que gira alrededor de una escala metálica.

Por lo general, existen dos tipos de dragado:

Dragado de Construcción. Se realiza cuando es necesario crear o aumentar profundidades. Es conveniente emplear el material extraído para relleno, si este es adecuado para tal fin.



Una draga almeja crea una red de canales, para que la navegación pueda acceder a instalaciones petrolíferas y a pueblos alejados.

Obra de relleno, donde el material dragado es bombeado a la costa.





Islas artificiales, como estas, son construidas para múltiples fines, por ejemplo para la exploración petrolífera y la expansión urbana.

Dragado de Conservación. Se efectúa con la finalidad de retirar los azolves que originan corrientes, marejadas, acarreo de litoral, etc.



Draga con trabajo de mantenimiento de los muelles de Coatzacoalcos

I.1 CLASIFICACIÓN DE LAS DRAGAS

Podemos clasificar las dragas en dos grandes grupos:

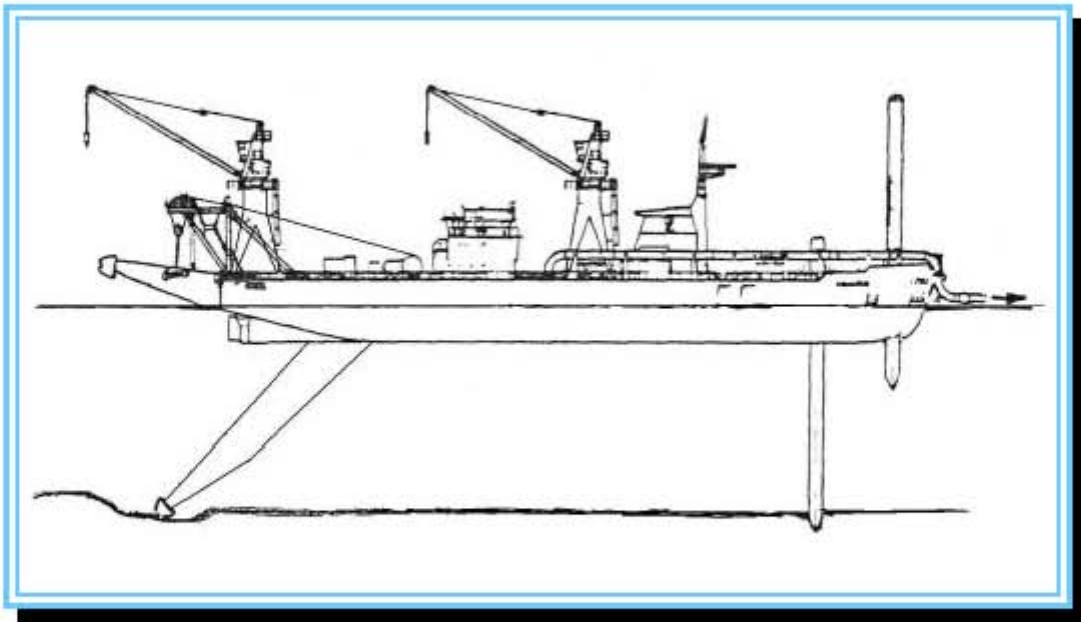
- Hidráulicas
 - Dragas Estacionarias
 - De succión simple
 - De succión con cortador
 - Dragas de autopropulsión con tolva
 - Con tolva o succión
 - Por tuvo lateral
 - Con escala de dragado
 - A proa, centro o popa
 - Dragas mixtas
- Mecánicas
 - Dragas de Cangilones o de rosario
 - Dragas de grúa (granadas, almeja o grafitos)
 - Dragas de cucharón

Estas son las principales dragas ya que se han desarrollado diferentes tipos de las combinaciones de estas para cubrir las diferentes necesidades de quienes las emplean.

I.2 DRAGAS HIDRÁULICAS

Combinan dos operaciones que son las de extraer el material con el de transporte hasta el lugar de deposito, mezclando en el agua y bombeando como si fuera fluido.

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



I.2.1. Dragas Estacionarias

Las dragas hidráulicas estacionarias llevan como unidad básica la bomba de dragado, el cortador y el winche o central de winche con sus motores correspondientes

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

Tanto el diseño del cortador y del winche tiene que ser lo suficientemente potente para que puedan desalojar el material que se va a dragar.

Este tipo de dragas carecen de un sistema de autopropulsión, y su forma de posicionamiento y avance es por medio de zancos y anclas



Bomba Centrífuga de Dragado

El material succionado por la bomba puede depositarse directamente en un cuangil o trasladarlo hasta la zona de tiro por medio de una tubería flotante que después se apoya en terreno firme.

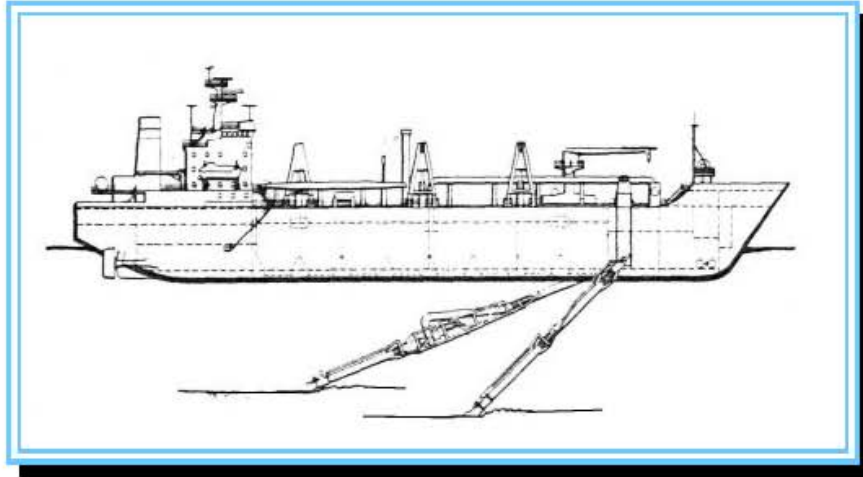
Este tipo de draga se divide en dos clases:

✚ **Draga de succión simple**

Las partes fundamentales que constan son:

- ✘ De un casco construido de lamina de hierro o acero donde 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 le instala a veces un agitador o chorro de agua para remover el material y así facilitar su aspiración
- ✘ La conexión flexible entre la tubería de succión fija y la móvil que se arría hasta el fondo para el dragado
- ✘ El aparejo para la maniobra del tubo de succión se afirma en una pluma o casbria y se acciona mediante unos winches

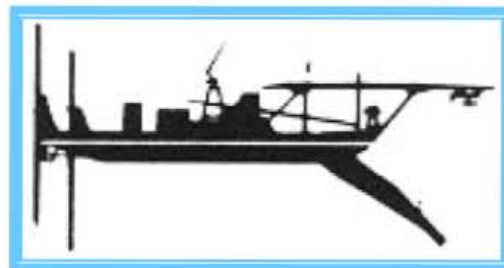
Estas dragas se emplean en aguas tranquilas para succionar materiales para succionar materiales sueltos o de fácil flujo como el fango y la arena teniendo como desventaja el no poder extraer materiales duros o compactos.





✚ Draga de succión con cortador

Esta clase de draga 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.



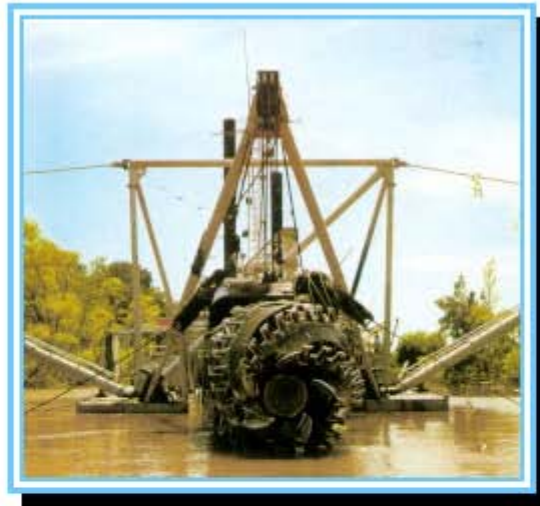
La excavación y el transporte del material se hace por una unidad integral, por lo que resulta práctica y económica.

- ✚ **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.



Cortador

- ✘ **Escala de dragado:** ser constituye de acero estructural y soporta la tubería de succión protegiéndola de los golpes. También sirve de soporte de las chumaceras que mantiene el alineamiento al eje del cortador, pero la función mas importante es la de permitir ajustar el dragado a la profundidad que se desee, variando la inclinación.
- ✘ **Zancos:** son piezas cilíndricas de gran longitud para que el extremo inferior cónico o puyón, pueda penetrar en el fondo. Sirven para posicionar, dar paso y dar el abanique a la draga cuando este trabajando. Uno de los zancos, se utiliza como punto de giro para abanicar la draga al efectuar el corte y se denomina zanco de trabajo



Zancos y cortador



I.2.2. Dragas de Autopropulsión con Tolva

✚ **Dragas de autopropulsión con tolva y succión (por tubo lateral, escala de dragado a proa, centro, popa)**

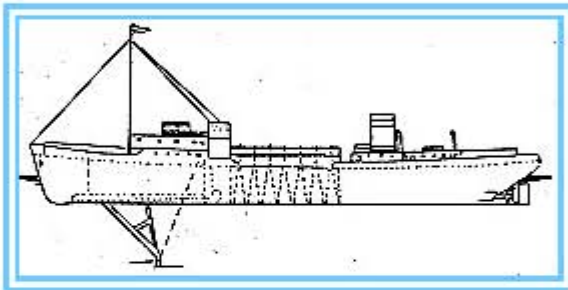
Las dragas de autopropulsión con tolva son buques provistos de maquinaria e instrumento necesarios para la navegación.

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.

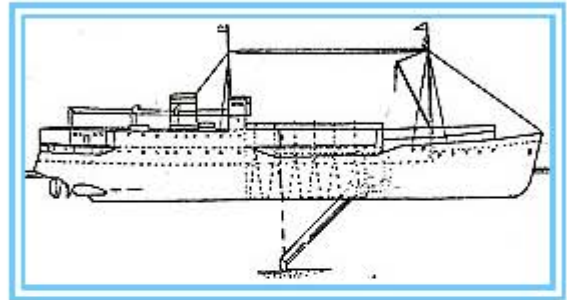
El material dragado se descarga en la tolva y una vez que se ha llenado. La draga navega hasta el lugar de tiro, vaciando el material mediante las compuertas del fondo.

Este tipo de draga no es adecuado para dragar material duro o compacto.

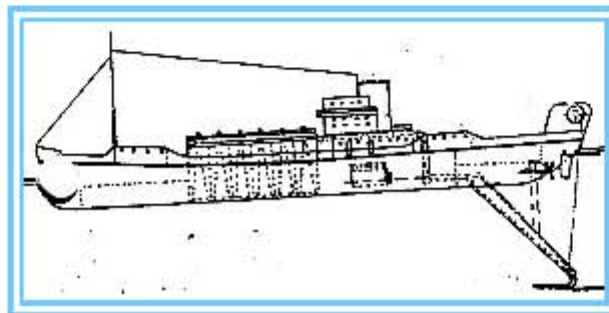
✚ ***Escala de dragado:*** es una estructura de acero rígido que se sitúa en un pozo ínter construido en el casco de las dragas y puede estar colocado a proa, centro o popa



ESCALA A PROA



ESCALA AL CENTRO



ESCALA A POPA

- ✦ ***Tubo lateral de succión:*** este tiene menor peso que la escala de acero y mayor flexibilidad debido a las colecciones esféricas que se intercalan entre si para ese fin. Va montado en la escala, suele llevar manguitos de hule reforzados en la parte intermedia y en la inferior, asegurados con brazos articulados, para evitar que durante el dragado se separen. El primero solo permite el movimiento horizontal y el segundo únicamente el vertical de las rastras o el de la boquilla cuando se draga a punto fijo.



- ✘ **Tolva:** es un depósito ínter construido en el casco de la draga y cuya finalidad es recibir el material descargado por la bomba centrífuga de dragado. El material se distribuye mediante canales o tubos repartidores previstos de válvulas o compuertas para controlar las descargas



- ✘ **Monitores:** se disponen de monitores o chiflones convenientemente situados en la tolva para lavarla cuando el materia se adhiere a las paredes.

- ✦ **Compuertas de la tolva:** la descarga del material deshilado en la tolva se efectúa por las compuertas colocadas en el fondo en forma rectangular o cuadradas.



- ✦ **Maniobrabilidad de las dragas:** las dragas de autopropulsión frecuentemente maniobran en canales estrechos, vías de navegación congestionadas y durante las operaciones de dragado tiene que reducir su velocidad que esta íntimamente relacionado con la eficacia de los timones, para lograr facilidad en su evolución.

I.2.3. Dragas Mixtas

También llamadas universales, cuentan con elementos necesarios para operar como draga de autopropulsión con tolva y además desmontando la rastra de succión y colocando el cortador y utilizando los zancos podría trabajar de la misma manera que una draga estacionaria.



Draga Mixta

I.3 DRAGAS MECÁNICAS

Debido a su construcción relativamente sencilla fueron la primeras que se usaron y en cierta clase de obras son insustituibles a pesar de que su alcance de descarga es muy limitado por lo que se impone el uso de gánguiles o chalanees, tolvas y remolcadores para tirar el material en las zonas de depósito.

I.3.1 Dragas de Cangiles o de Rosario

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

La escala es una estructura de acero que sirve de apoyo y guía a la cadena de cangilones la cual descansa sobre una serie de rodillos que facilita su movimiento.

La cadena de cangilones es accionada por una rueda motriz, situada de una estructura alta o torre que sostiene también los canales de descarga.

Los cangilones son unas cazoletas de acero con bordo reforzado en el lado del tanque. El agua se elimina mediante unos barrenos que llevan con ese fin

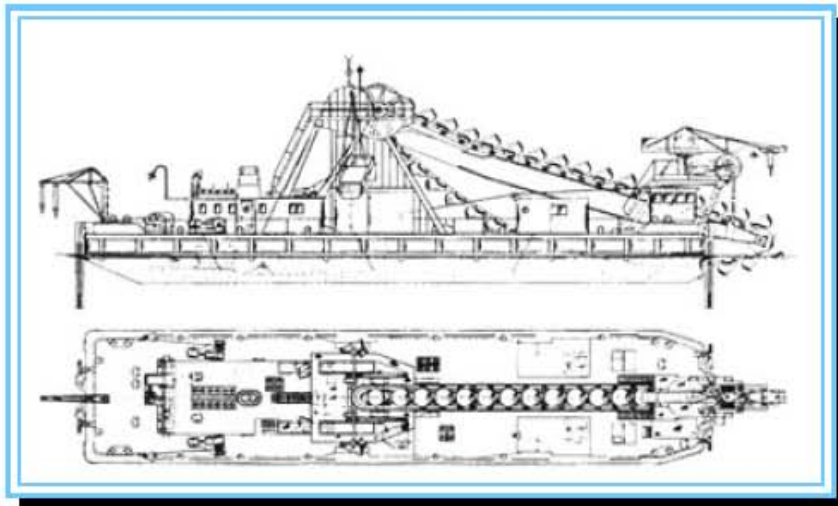


Draga de Cangilones



Cadena de Cangilones

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



Estas dragas pueden ser estacionarias o de autopropulsión con escala hacia popa o con esta tendida a proa.



I.3.2 Dragas de Grúa

Costa fundamentalmente 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 vaya a realizar, se suspende del extremo de la grúa mediante un aparejo guarnido con cables de alambre.

La almeja o granada son de acero y de mucho peso para efectuar el dragado de arrié de golpe hasta el fondo y muerda el material subacuático que lleva la grúa al exterior para depositarlo en su tolva, si la tiene, en gánguiles o chalanes-tolva o a los lados del canal.

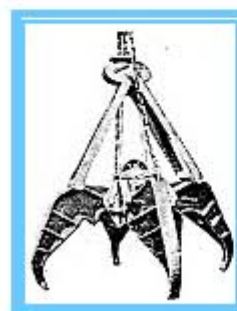
Existen tres tipos de almejas: Pesadas, medianas y ligeras.



ALMEJA NORMAL



ALMEJA CON DIENTES

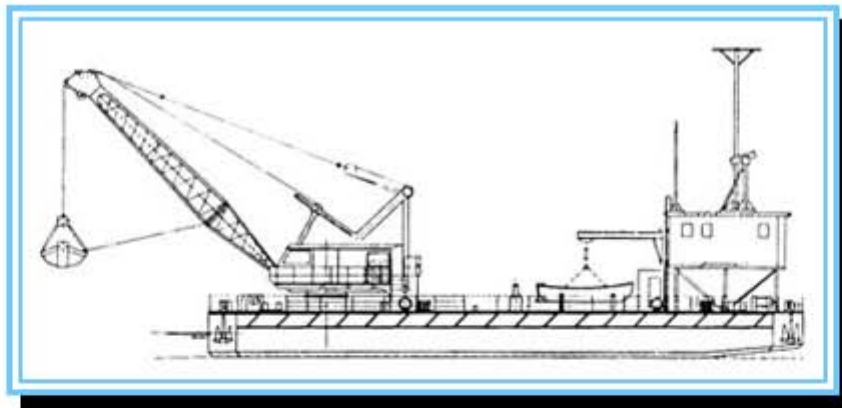


GRANADA

Los grafitos son usados para extraer grandes rocas pudiendo ser de hasta 18 Ton. Según la capacidad de la grúa.

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

Este tipo e dragas se emplean para complementar 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 cangiles de la draga de rosario. También se ocupa para 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.



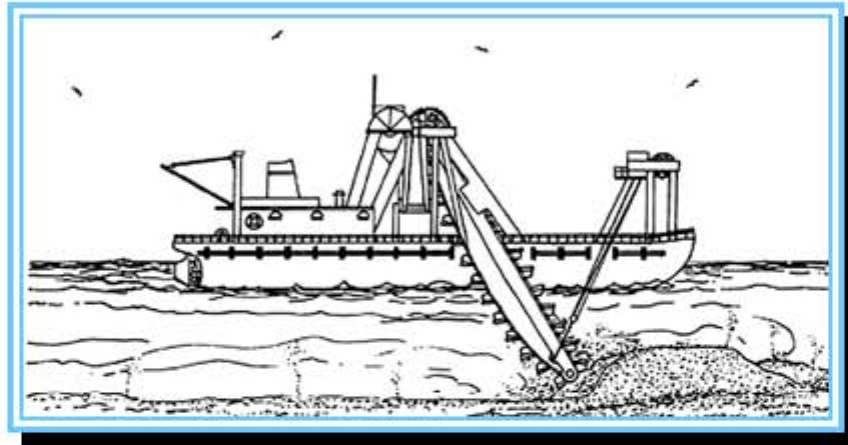


Draga de Grúa (Grafito)

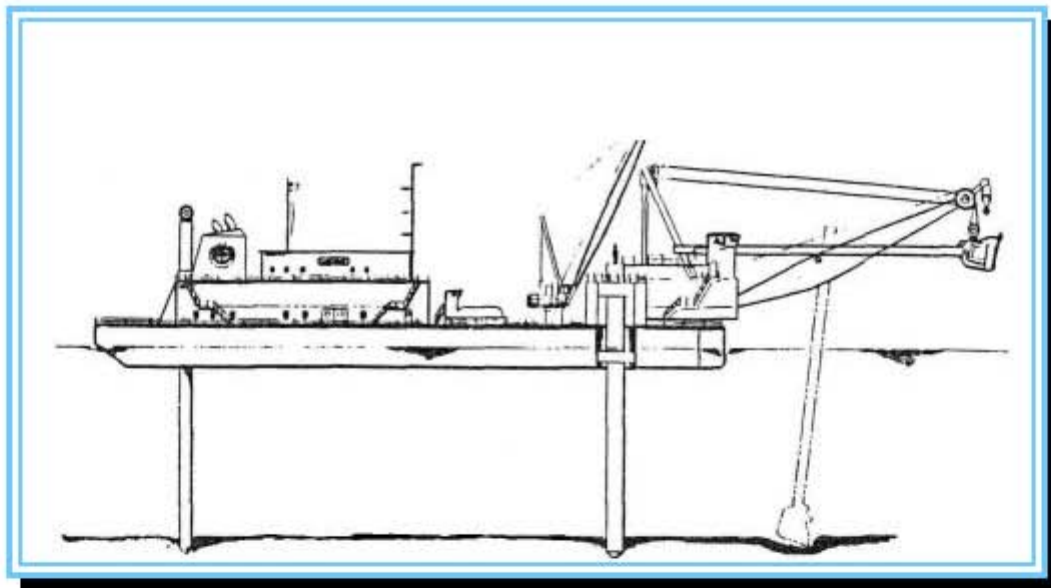
I.3.3 Dragas de Cucharón

Este tipo de draga consta de un casco que soporta el mecanismo de excavación que es parecido a las palas terrestres. Fundamentalmente se compone de un cucharón que va montado en el extremo de un brazo de ataque o aguilón, diseñado para poder deslizarse por el plano central de una pluma, con lo que se consigue una absoluta regulación en los movimientos del cucharón.

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



Draga de cuchara.



Draga Escavadora



Draga de Cucharón

Capitulo II EQUIPO HIGROGRAFICO

El equipo de medición nos representa una importante causa de que se logre llevar bien acabo el trabajo del levantamiento hidrográfico ya que el mejor manejo al equipo, el conocimiento sobre los equipos, y tener la tecnología dentro del trabajo nos da como resultado un mejor producto de entrega por lo que afecta tanto a la empresa como al que nos contrato.

II.1.- SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)

El sistema Global de posicionamiento (GPS por sus siglas en inglés) es un sistema satelitario basado en señales de radio emitidas por una constelación de 21 satélites activos en órbita alrededor de la tierra a una altura de aproximadamente 20 000 Km. El sistema permite el cálculo de coordenadas tridimensionales que pueden ser usadas en navegación o, mediante el uso de métodos adecuados, para determinación de mediciones de precisión, provisto que se poseen receptores que capten las señales emitida por los satélites. El GPS fue implementado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos con el objeto de obtener en tiempo real la posición de un punto en cualquier lugar de la tierra. Este sistema surgió debido a las limitaciones del sistema TRANSIT que en la década de los 70 proporcionaba posicionamiento usando métodos Doppler. La principal desventaja del este último era la no disponibilidad de satélites las 24 horas del día.





APLICACIONES DE NAVEGACIÓN:



GPSMAP 225 / Garmin

La idea original del GPS, que aún hoy día se mantiene, era usarlo para navegación. Esto es, conocer la posición del observador en cualquier momento del día dentro de un sistema de referencia creado para tal fin. Esto es conocido como posicionamiento absoluto. La posición del receptor es conocida a partir de las coordenadas de los satélites y las distancias medidas a por lo menos cuatro satélites, mediante una intersección espacial. La distancia a cada satélite es determinada haciendo uso de la fórmula $d = c \cdot \Delta t$; en donde c corresponde a la velocidad de la luz en el vacío y Δt el tiempo de recorrido de la señal desde el satélite hasta el receptor. Evidentemente se necesita proveer al sistema de un mecanismo de medida de tiempo. Tanto los satélites como los receptores son provistos de relojes para tal efecto. Debido a que no se puede tener un reloj perfecto, tanto los relojes en el receptor y satélite poseen un error que afectará la distancia medida, más si se considera la magnitud de las distancias involucradas.

Debido a que el intervalo de tiempo es calculado a partir de dos relojes distintos, con errores diferentes, es que se usa el término de pseudo-distancias para hacer referencia a las distancias medidas.

La determinación de coordenadas en forma absoluta presenta varios problemas. Además de los errores de reloj, se debe considerar que en la medición de pseudo-distancias la señal proveniente del satélite cambiará su velocidad de propagación al atravesar capas atmosféricas de distinta densidad, lo que introduce otro error en la posición. También, debe recordarse que la posición de observación es determinada a partir de las coordenadas de los satélites, la distancia medida, por lo tanto, también se encuentra afectada por las distintas perturbaciones orbitales, que sacan a los satélites de las órbitas teóricas. La exactitud en la determinación de coordenadas absolutas con respecto al sistema de referencia es entre 100 y 150 m en las tres coordenadas.

El equipo de observación está compuesto por:

* **La antena de recepción** tiene la misma misión de recibir las radiaciones electromagnéticas que emiten los satélites y transformarlas en impulsos eléctricos, los cuales conservan la información modulada en los portadores. Se denominan **centro radioeléctrico** de la antena al punto que se posiciona en nuestra observación.

* **El censor** recibe los impulsos de la antena receptora, y reconstruye e interpreta los componentes de la señal, es decir, los portadores, los códigos y el mensaje de navegación. En definitiva, lo que hace es demodular la señal original.

* El controlador realiza las siguientes funciones:

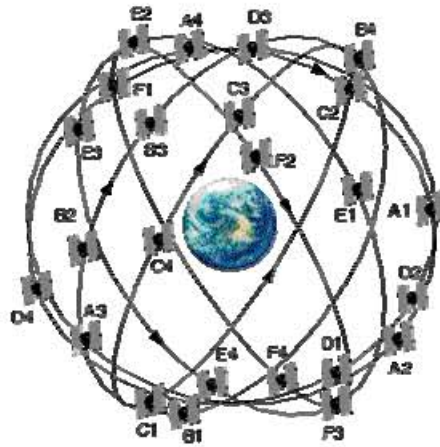
- Controlar el censor
- Realiza la observación
- Almacenar los datos



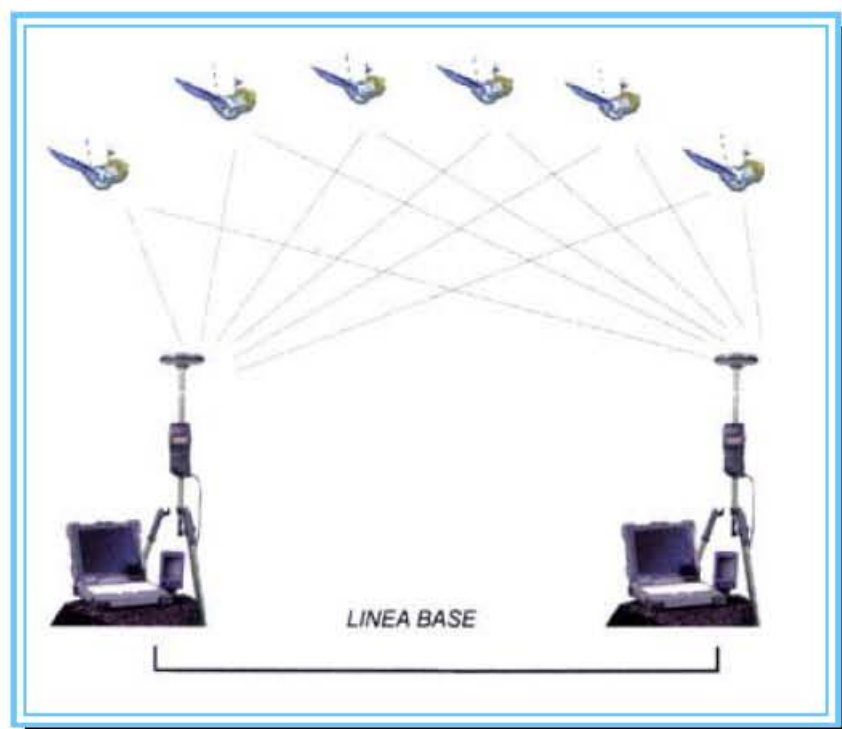
Como el controlador vamos a marcar las pautas y modos de trabajo que consideremos oportunos en cada caso. Entre estas pautas destacan

- Tipo de observación (estático, cinemática, etc.)
- Parámetros de la observación (modo de grabación, datos meteorológicos)
- Estado y salud de los satélites
- Seguimiento de los mismos y calidad de la señal que transmiten
- Filtrado de observaciones y datos
- Definición del sistema de referencia.
- Tiempos de observación y actualización de tiempos, etc.

El sector espacial lo forman los satélites de la constelación NAVSTAR (navegación por Satélite en tiempo y distancia) la constelación esta formada por 6 planos orbitales y en cada uno de ellos existe una orbita elíptica casi circular donde se alojan los satélites regularmente distribuidos. Cada orbita contiene al menos 4 satélites, aunque pueden contener mas. Los satélites se sitúan a una distancia de 20200 Km. Respecto del geocentro.



Los objetivos del GPS son la navegación y el posicionamiento preciso. El posicionamiento preciso es el de mayor importancia para los topógrafos y consiste en la medición de distancias desde puntos de ubicación desconocida en satélites cuyas situaciones se conocen en el instante de la medición.



II.1.1 Técnicas o Métodos de posicionamiento diferencial:

✧ **MÉTODO ESTÁTICO:**

Se usan dos (o más) receptores, consiste en el estacionamiento de receptores que no varían su posición durante la etapa de observación; un receptor se sitúa en una estación de control existente, y el otro en el primer punto desconocido. Se hacen observaciones simultáneas desde ambas estaciones durante una hora o más. Luego se mueve el receptor en la estación de control a la segunda estación desconocida, y la otra permanece en la primera para otra sesión de observación. Al completar esta sesión, el receptor de la primera estación desconocida se mueve a la tercera, y la otra permanece en la segunda. Se continúa hasta que un receptor llega a otra estación existente de control.

Una variante del método estático es el denominado ESTÁTICO RÁPIDO, el receptor siempre permanece en la primera estación de control mientras que el otro se mueve sucesivamente de un punto desconocido al siguiente. Para cada punto se lleva a cabo una sesión de observación, pero las sesiones son más cortas que en el método estático.

✧ **MÉTODO CINEMÁTICO:**

Requieren de dos (o más) receptores. Al principio, los receptores deben ser *inicializados*, se puede efectuar de varias maneras.

Un método requiere dos estaciones de control. Se lleva a cabo una sesión corta de observación estática (aprox. de 2 a 15 min.) usando ambos instrumentos simultáneamente. Como se conocen las diferencias de coordenadas de la línea base, la diferenciación de las observaciones, dará la ambigüedad desconocida del ciclo. Si sólo se dispone de una estación de control, una segunda puede establecerse usando los procedimientos de levantamiento estático (ya descrito). Esto permitirá la inicialización por el procedimiento de diferenciación.

Un procedimiento alternativo, llamado *cambio de antena*, es apropiado si solo se cuenta con una estación de control. Se coloca el receptor A en el punto de control, y el receptor B en un punto cercano desconocido. El punto desconocido puede estar en un radio de aproximadamente 10m de la estación de control. Después de recolectar los datos durante algunos minutos con ambos receptores, sus posiciones se intercambian mientras se mantienen funcionando. En el proceso de intercambio debe tenerse cuidado de hacer cierto rastreo continuo, o mantener contacto con por lo menos cuatro satélites. Después de algunos minutos más de observación, los receptores se intercambian de nuevo, retornándolos a sus posiciones iniciales. Esto permite determinar las diferencias de coordenadas de la línea base y la ambigüedad del ciclo, con la técnica de diferenciación.

Después de la inicialización, un receptor, llamado "base", permanece en la estación de control mientras que el otro, llamado "móvil", se desplaza de punto a punto a lo largo de una línea. Las posiciones de la antena del móvil se determinan a intervalos tan cortos como de 1 segundo.

II.2 ECOSONDA

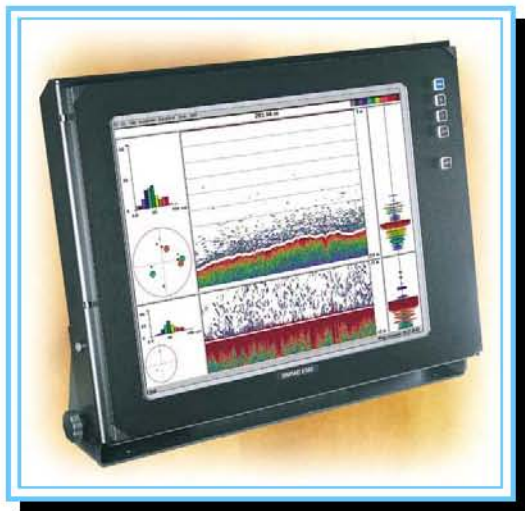


El meteorólogo británico, *L. F. Richardson*, fue el primero en sugerir la utilización del **ECO** como un medio para detectar la ubicación de iceberg.

Pero fue sólo a comienzos de los años 30's, cuando las ecosondas comenzaron a funcionar como un método efectivo para reemplazar el tradicional método del "escandallo", una larga, gruesa y pesada cuerda que actuando como plomada, se lanzaba hasta que tocara el fondo y así poder determinar la distancia al lecho marino en ese punto.

A partir de 1960, la mayoría de los barcos de gran calado, cuentan con una ecosonda de precisión.

En la actualidad se utiliza el análisis por computadora no sólo para determinar la profundidad y evitar que las naves encallen, sino para reconocer el relieve marino.



✚ PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO:

EL principio de funcionamiento de la ecosonda, es básicamente el mismo principio del sonar, **transmitir fuertes impulsos sonoros para luego captar y clasificar los ecos** que servirán para ubicar la situación del objeto que los produce. La diferencia consiste en que, el sonar, mantiene la cara radiante (cristal), del transductor, siempre en posición vertical fija, dirigida hacia el fondo del mar; Y el transductor de la ecosonda puede operar horizontal y lateralmente a voluntad.

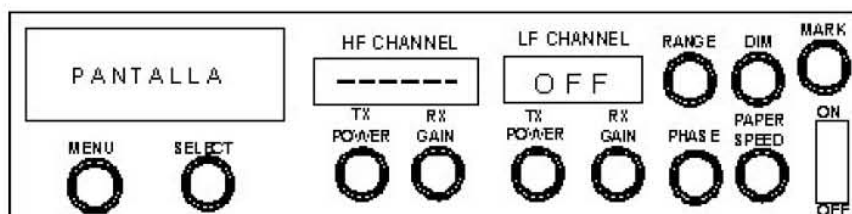
Al igual que el sonar, la ecosonda consta de un "gabinete" o pantalla y de un "transductor". Normalmente el gabinete se instala en el puente de mando y está compuesto de un registrador, un transmisor y un receptor. El registrador hace funcionar el transmisor y marca el eco después de que el receptor lo ha amplificado cerca de un millón de veces. El transductor, que está instalado en el fondo de la embarcación, trabaja como un parlante para el transmisor y como un micrófono para el receptor. En la unidad registradora, los ecos son marcados por una pluma o aguja que pasa sobre un papel especial o grabados en cinta magnética para su utilización digital.



II.2.1 Instalación y Calibración del Ecosonda

El equipo es alimentado por una fuente de energía AC o DC colocado en una posición practica y cómoda para el operador, así mismo se coloca el transductor al costado de la embarcación cuidando que os tubos sean instalados verticalmente al plano de esta y asegurados a la misma, preferentemente, la cara del transductor deberá estar limpia de aceite o cualquier liquido viscosos y sumergida a una profundidad de cuando menos 30 cms. Para que pueda recibir la señal de manera clara.

El rollo de impresión deberá estar debidamente colocado, se continuará con encender la unidad y a calibrarlo mediante la utilización de sus controles



RANGER: Rango de selección, depende de la profundidad que se requiere.

MAXK PAUSE: Pausa cuando se esta calibrando

PAPER SPEED: Velocidad de papel

PHASE Y RX GAIN: Sensibilidad

BAR: D #	V 1531
H 001.16	L 000.46

En la pantalla:

BAR D #: profundidad a la que se esta calibrando

V1531: Velocidad del sonido

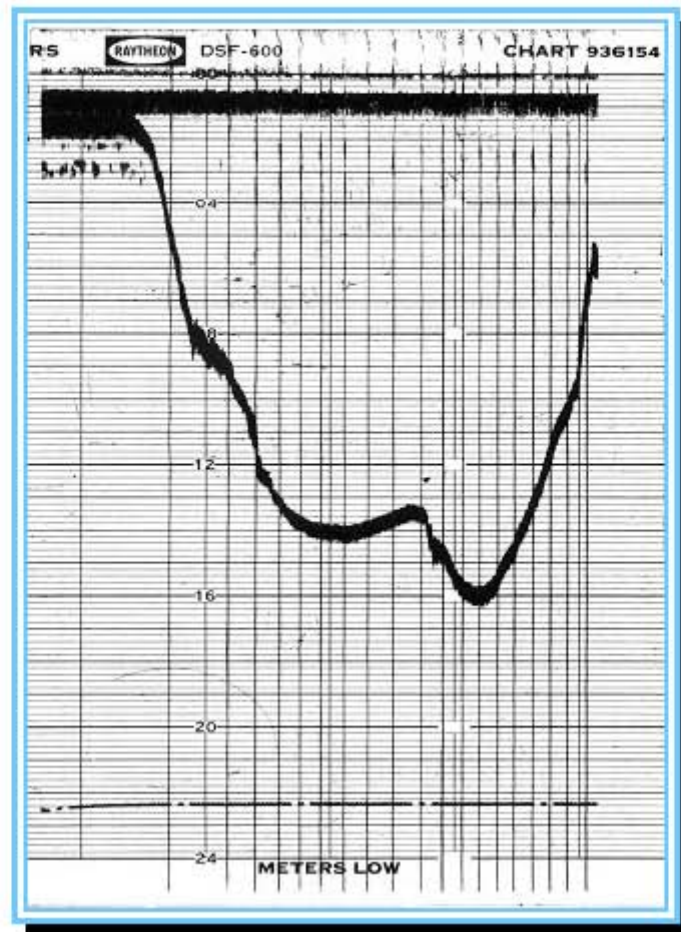
H 001.16 Profundidad a la que esta el transductor

L000.46: En la frecuencia baja (LF) en la frecuencia alta (HF)

La calibración se hace con la ayuda de la plancha de chequeo, que consiste en una plancha metálica suspendida horizontalmente debajo de la lancha a nivel del transductor, por medio de cadenas graduadas

Ejemplo:

- La plancha se coloca a 10 mts.
- En la pantalla se pone distancia a 10m la cual debe coincidir con la lectura de la pantalla
- En este momento se oprime el botón de MARK PAUSE para marcar la calibración ayudado con los controles de sensibilidad puesto en el punto donde se reciben los mejores ecos de la plancha, si la profundidad no es la correcta, se hacen ajustes a la velocidad del sonido.
- Hay que hacer varias lecturas para que la calibración sea mejor.
- Se procede a realizar el sondeo, verificando durante la realización que el aparato no se descalibre



PERFILES OBTENIDOS CON EL ECOSONDA

✘ Ecosonda Multihaz

Desde hace algún tiempo existe la opinión más o menos generalizada que las ecosondas monohaz han pasado a la historia debido a la aparición de las sondas multihaz. Nada más lejos de la realidad, las ecosondas monohaz tienen todavía una larga vida. Existen múltiples ocasiones que debido a cuestiones de escasez de espacio o limitación presupuestaria la adquisición de una sonda multihaz es inviable.

Incluso hay algunos modelos que son conectables a transductores de barrido lateral, dando como resultado un ecograma parecido al sonar de barrido lateral. Esta es una solución a los problemas en zonas donde el terreno es muy irregular y mediante este sistema, desechamos sorpresas desagradables entre las líneas que hemos seguido en nuestro sondeo.



La gran ventaja de la tecnología multihaz es el grado de cobertura tan elevado que se consigue con una sola pasada por encima de una zona. Esto nos permite asegurarnos que, a diferencia de las ecosondas monohaz, entre líneas no adyacentes no nos hemos dejado ninguna sorpresa desagradable:

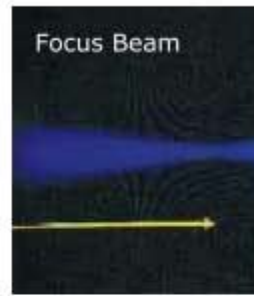
La firma Reson es líder mundial de equipos multihaz con mas de 300 referencias a nivel mundial y una gama de productos que abarcan desde las aguas someras hasta los 12000 metros.

La resolución y precisión del modelo 8125 no ha sido todavía contestada por la competencia y se anuncian nuevos modelos para un futuro próximo.



Ecosonda Multihaz (Reson 8101)

- Ciento cincuenta grados de cobertura
- Sistema portátil para su uso en embarcaciones de conveniencia.
- Función de sonar de barrido lateral
- Se puede conectar a gran variedad de software



Ecosonda Multihaz (Reson 8125)

- Tecnología "focus beam" para ajuste del haz acústico a 0.5°
- Ciento veinte grados de cobertura
- Función de sonar de barrido lateral
- Montaje en ROV
- Especialmente idóneo para inspección de escolleras

*** DIFERENCIAS ENTRE LA ECOSONDA Y EL SONAR**

Mientras que el sonar funciona automáticamente, la ecosonda requiere de un operador que esté pendiente del aparato para enviar las señales en la dirección adecuada en búsqueda del "blanco"

Otra diferencia entre el sonar y la ecosonda es su movilidad; Mientras que el sonar es instalado de forma fija y permanente en el casco del barco, la ecosonda es un equipo portátil, que se utiliza en embarcaciones relativamente pequeñas, y que por lo general utilizan el sistema sólo para pesca, no para determinación de geología o topografía marina. Sin embargo, para la instalación y correcto funcionamiento de la ecosonda, debe garantizarse su verticalidad, esto requiere una calibración del equipo, cada vez que se pone en operación.

Las ecosondas son, por lo general, de menor costo que los equipos de sonar.

MATEMÁTICAMENTE:

El retardo del pulso sonoro enviado y recogido por el transductor es lo que permite calcular la profundidad utilizando la siguiente ecuación:

$$P = (V_s * t) / 2$$

Donde:

Profundidad	Velocidad del Sonido	Tiempo de retardo (en segundos)
P	$V_s = 1500 \text{ /ms}$	t

La división por 2, se utiliza para tener en cuenta el viaje de ida y vuelta del impulso en el agua.

ÚLTIMOS AVANCES:

El retardo del pulso sonoro enviado y recogido por el transductor es lo que permite calcular la combinación de información proveniente de ecosonda, con sistemas de posicionamiento global GPS, ofrece a los navegantes garantías de ubicación tanto de la embarcación como de los elementos alrededor de la nave.

La ecosonda se ha convertido en un medio indispensable para determinar la posición, tamaño y profundidad de los obstáculos submarinos

Las compañías petrolíferas lo utilizan para vigilar los oleoductos submarinos y el movimiento de las masas de arena que pudieran dañarlos, y los arqueólogos marinos lo emplean en la búsqueda de restos de naufragios.

Los mejores equipos de ecosondas y sonares, tienen incorporado un receptor GPS, y software de análisis para comenzar los procesos de investigación desde el momento mismo de la recolección de la información.

La capacidad de penetración en el subsuelo marino de las ecosondas actuales, han contribuido al hallazgo de nuevas fallas geológicas y conformaciones rocosas, como en el caso de las estructuras sedimentarias encontradas en el margen continental del Perú, descubiertas por científicos de la Universidad de Rostock, Alemania, donde las transformaciones sufridas por la zona, durante el período cuaternario, fueron completamente determinadas utilizando ecosondas de alta resolución.

II.3 SONDEOS

La profundidad de los lechos de agua se determinan con sondeo que en los puentes de antemano se los ubica en el control horizontal del plano topográfico.

Las profundidades medidas con la sonda tomados al nivel del agua en el instante de la operación siendo que dicho nivel es variable sobre todo se la fuente está sujeta al régimen de marcas de allí la necesidad de reducir las alturas de agua a una medida de origen común que puede ser una superficie de nivel de agua como por ejemplo el nivel medio de las mareas en el mar o un cota arbitraria.

Las bases como control horizontal se establecen generalmente en las orillas desde la cual se ubican puntos de sondeos y en el momento de efectuarlo se denomina su verdadera posición al mismo tiempo se mantiene un registro exacto del tipo de sondeo y de la variación del nivel del agua

El control vertical sirve para relacionar las alturas de agua entre si con las de la orilla

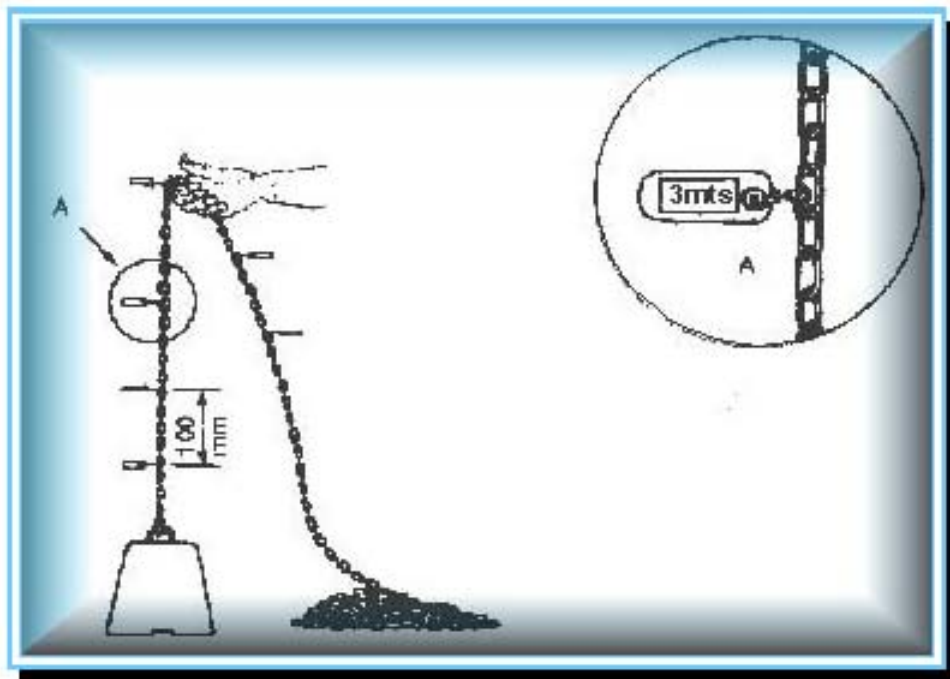
Cuando se efectúa sondeo hay que tomar en cuenta que las rocas aisladas del resto de obras de ingeniería u otras obstrucciones pueden producir errores en los sondeos

En estos casos es preferible efectuar un dragado con el fin de desalojar los obstáculos a mayores profundidades del área de interés.

✘ **Equipo de sondeo:**

En los trabajos de ingeniería generalmente se utiliza mástil con mates de sondeo o una sonda que es lo mas corriente, un mástil de sondeo es un dispositivo de madera de sección circular de 5m de longitud y 5 cm. de diámetro con terminales de metal puede ser también un tubo lastrado (con peso) y graduado simétricamente partir de cada extremo y una sonda consiste en una cuerda de caña o de litro trenzado con un escandallo prensado a veces la cuerda se fabrica con alma central de bronce fosforito para contrarrestar el aumento de longitud por tensión. También es usual utilizar una cadena ligera considerando este elemento mas manejable en manos del operador y al mismo tiempo permite ubicar fichas y a disponer

marcas graduadas en el sistema de medidas que se desee sea métrico o inglés, el escandallo tiene un peso promedio de 3 kilos y frecuentemente en la parte inferior tiene forma de copa donde se pone el cebo para tomar muestras del fondo cuando éste es muy blando o existe mucho limo por sedimentación se utiliza un tubo con un reborde en un extremo que se detiene en el momento que se encuentra con la superficie natural del lecho.



Sondaleza O Escandallo

✘ Embarcaciones de sondeo

Se utiliza botes de remo, lanchas a motor o embarcaciones pequeñas, como por ejemplo: canoa que en ciertos casos están unidas entre ellas para disponer de un soporte fijo para una plataforma de sondeo que se sitúa en el centro de la embarcación y en el lado de estribor para que la sonda pueda ser manejada por el operador con la mano derecha.

✘ **Alineación**

Para indicar las posiciones de los sondeos se utilizan alineaciones las que se señalan normalmente en un extremo mediante 2 señales en la orilla o en aguas poco profundas por dos boyas o por un sistema combinado. Cuando los sondeos han de realizarse varias veces en el mismo punto han de usarse alineaciones en cruz.

Métodos topográficos utilizados en los sondeos:

- Intersección de alineación
- Hilo o alambre graduado
- Una alineación y un ángulo desde la orilla
- Dos ángulos desde la orilla
- Un ángulo y una distancia estadimétrica desde la orilla
- Velocidad a intervalos de tiempo uniforme
- Dos ángulos medidos con sextante desde el bote a tres señales o boyas.
- Una alineación y un ángulo medido con sextante desde el bote a dos señales o boyas

1. Métodos de las alineaciones

Se colocan estaciones permanentes del teodolito en cualquiera de las orillas, la embarcación recorre una línea entre dos banderolas señales ubicadas en las riberas u orillas y los operadores de los teodolitos sirven el bote por la señal en este y el operador sitúa el bote y su señal desde la estación

2. Hilo o alambre graduado

Se utiliza para el sondeo de una corriente de agua o caudal para lo cual se utiliza sondeos en las orillas de los lugares en los cuales se desea levantar el perfil del fondo. La profundidad del lago puede leerse en una mira graduada y la posición horizontal esta dada por el hilo graduado y la altura de la superficie de agua se toma con un nivel y una mira a determinado intervalo de tiempo.

Otro método

Velocidad a intervalos de tiempo uniforme

Esto se hace con embarcaciones motorizadas las cuales se dirigen a un mismo ritmo

Para realizar un levantamiento hidrográfico se cumplen las siguientes operaciones:

- **Registro de nivel de agua**, este se basa generalmente en el nivel medio de las mareas en el mar en que se puede definir como un plano de referencia o superficie determinada por la media aritmética de los niveles del mar a intervalos iguales durante una serie de observaciones y se obtiene promediando las alturas horarias (horas)

- **Reconocimiento**, se toma planos o fotografías aéreas existentes y se proyecta una triangulación en las orillas que sirve de control

- **Topografía preliminar**, se levanta red de triángulos y se hace una poligonal a lo largo de la orilla y luego se dibuja en un plano la línea de la orilla y los detalles situados en las zonas aledañas seleccionando también sitios para ubicar registro de altura de marea.

- **Proyecto**, se traza sobre el plano las alineaciones lo mas perpendicular posible a la dirección del flujo

- **Situaciones de las alineaciones**, las señales de alineaciones se miden en el campo mediante medidas a partir de la red horizontal de triángulos. Se ubica señales permanentes que se las une a la red topográfica, se determina las posiciones del teodolito a lo largo de la orilla de tal manera que la longitud de la base pueda observarse a dos posiciones del teodolito.

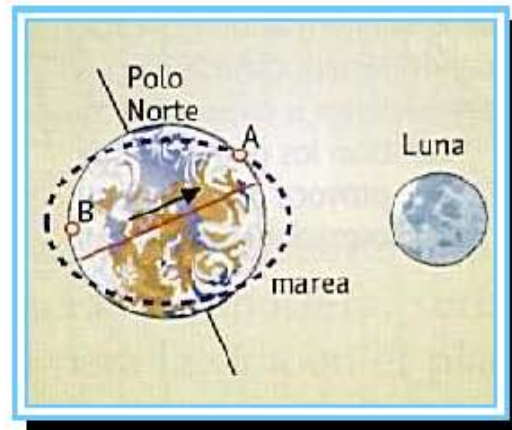
● **Sondeos**, los operadores del teodolito y la embarcación deben sincronizar los relojes, los teodolitos se estacionan en puntos adecuados de manera que cubran toda la zona del sondeo. Los teodolitos son apuntados al norte astronómico del sistema coordinado y a partir de ello estaríamos en condiciones de visar u obsecar las embarcaciones, los operadores de los teodolitos mantienen la cruz filal del retículo sobre la embarcación manteniendo la puntería minuto a minuto o según el intervalo de tiempo establecido. Los que anotan en las estaciones de tierra registran la hora, el orden de los puntos y el ángulo de ubicación en la embarcación el que lleva la libreta de registro hace lo mismo y además la profundidad de cada sondeo. La dificultad que se anota en los levantamientos hidrográficos esta por conseguir la adecuada corrección de datos y una vez que se dibuja los ángulos, las intersecciones deben caer aproximadamente las distancias o intervalos aproximadamente uniformes.

II.4 CONTROL DE MAREAS

II.4.1 Marea

Una marea es el ascenso y descenso periódico de las aguas del mar. Se trata de un efecto producido por la atracción gravitatoria de la Luna y del Sol sobre el agua y la Tierra. Este ciclo se repite en periodos de 12 horas (mareas semi diurnas) y de 24 horas (diurnas). Lo normal es que sean mixtas; es decir, que en la misma costa se den los dos tipos de mareas

Para explicar por qué se produce este fenómeno tenemos que remontarnos a la Ley de la Gravedad, descrita por Newton. Según éste, la atracción gravitatoria depende de tres cosas: las masas de dos cuerpos y la distancia que los separa. Demostró que la fuerza es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. En otras palabras, que la fuerza de la marea depende de la distancia a la que esté el astro. Por eso sólo el Sol y, sobre todo, la Luna (más cercana a nuestro planeta) ejercen esa atracción gravitatoria. Si no hubiera ningún astro alrededor de la Tierra, el nivel de agua no se alteraría.



La influencia de la Luna es tan grande que, según la posición en que se encuentre, la atracción será mayor o menor. Cuando la marea está alta, se llama pleamar. Y si está baja, bajamar.

Para poder desarrollarse, las mareas necesitan grandes extensiones marinas. En los mares cerrados o pequeños, los desplazamientos son pequeños y las mareas alcanzan poca altura. En cambio, hay puertos en los que las mareas son tan fuertes que la navegación está condicionada a su ritmo. Hasta tal punto que los barcos sólo pueden entrar cuando sube la marea y salir cuando baja.

Por eso, existen unas tablas que explican cómo serán las mareas a lo largo de todo un año y los pescadores las tienen muy en cuenta. Fíjate: para algunos tipos de pesca, como la pesca variada, es muy importante ir en horario de pleamar. Para otros tipos, como la pesca del lenguado, hay que aprovechar la bajamar.

En la actualidad, dos terceras partes de la superficie de la Tierra están cubiertas de agua, y casi la totalidad de esta agua (el 97,7%) se encuentran en el mar. El resto corresponde a los casquetes polares y glaciales, está suspendida en la atmósfera, o integra los ríos, arroyos y lagos. La cantidad de agua que constituye los ríos, arroyos y lagos es ínfima, en comparación con el volumen que hay en el mar: menos del 0,01 % del agua que hay en la Tierra. La diferencia fundamental entre el agua dulce y el agua de mar es su contenido en sales. Los diferentes niveles de sal plantean problemas diversos para los riñones de los peces, y la mayoría de ellos viven o bien en un hábitat marino o bien en agua dulce. Unos pocos se han

adaptado para vivir en ambos medios. Peces notables, como el salmón, se reproducen y pasan la primera parte de su vida en agua dulce, y después emigran al mar, donde comen plancton y llegan a la madurez antes de regresar. Algunas especies resistentes que suelen vivir en agua dulce, como por ejemplo varias tilápias, soportan también niveles salinos muy altos.

Las mareas son los ascensos y descensos periódicos de todas las aguas, como resultado de la atracción lunar y del sol.

La luna por estar más cerca que el sol influye más sobre la tierra por lo que es causa principal de las mareas. El agua, al coincidir la luna en un punto determinado de la tierra, sufre una atracción elevándose de su nivel normal (marea alta).

El sol al igual que la luna crea mareas pero de menor fuerza. Al coincidir la luna con el sol en las lunas nuevas y llenas, de tal forma que están alineados los tres planetas, las atracciones se suman por lo que resultan las mareas más altas y las bajas más de lo normal.

Además de las mareas verticales (alta y baja), otro factor importante son las mareas horizontales (corrientes de marea). Quede bien claro que estas son mareas totalmente distintas de las corrientes oceánicas. En zonas cerradas, una corriente de marea fluye durante unas 6,12 horas aguas arriba o hacia la costa, correspondiendo con la marea alta y después se invierte y corre durante casi el mismo tiempo en dirección contraria, correspondiendo con la marea baja. De tal forma, durante este periodo de direcciones contrarias se establece una inmovilidad o calma denominada repunte de marea.

¿Por qué es importante tener conocimiento y observación de las Mareas?

- Puede determinarse:
 - a. El *nivel medio del mar*, al cual quedan referidas las altitudes de los vértices.
 - b. El nivel de la *bajamar escorada*, así como las alturas de la marea sobre dicho nivel mientras dura la operación de sondas, para poder reducirlas más tarde a la bajamar escorada.

c. La Unidad de altura y establecimiento de puerto, para que el navegante pueda calcular en cualquier momento los niveles que alcanzan y horas en que se verifican los pleamares y bajamares de un lugar dado.

- Reclamación de áreas costeras.
- Cierre o apertura de bocas.
- Problemas de seguridad de estructuras.
- Problemas de intrusión salina.
- Generación de energía.
- Transporte de sedimentos.
- Definición de cotas de las estructuras, etc.

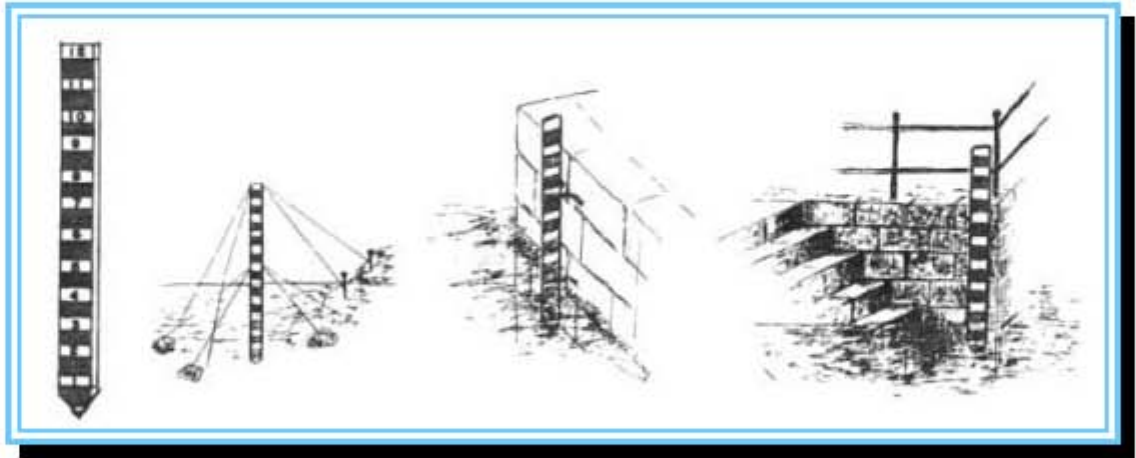
II.4.2 Regla de Mareas

Denominadas también Mareómetros, sirven para determinar en cada momento la altura del nivel del mar sobre una superficie fija de referencia. Generalmente se adopta como superficie de referencia en el nivel medio del mar o el nivel de la bajamar escorada.

La regla de mareas es más sencilla, consiste en una regla de madera graduada que se mantiene firmemente fija en posición vertical. Su longitud debe ser la suficiente para que puedan leerse sobre ella las máximas pleamares y bajamares de la localidad.

La forma de instalar la regla de mareas depende, naturalmente, de la configuración del terreno sobre el que va a instalarse, de la amplitud de la marea y de la fuerza del mar y el viento que pueda estar sometida durante la observación.

Es necesario que una persona efectúe las lecturas, en intervalos de tiempo (1 hora generalmente) fijados de acuerdo a las necesidades del lugar en estudio



✳ NIVELACIÓN DE LAS REGLA DE MAREAS

Inmediatamente después de haberse instalado la regla de mareas, y antes de comenzar la observación, debe de efectuarse su nivelación, que consiste en referir el cero de su escala a un punto firme del terreno. De esta forma se puede volver a instalarla exactamente en su lugar, por si alguna causa se cayera durante la ejecución de los trabajos, o posteriormente se necesita volver a repetir algún trabajo en la zona.

La nivelación que se hace debe de ser de precisión, debe quedar referida, siempre que sea posible, al cantil del muelle o a una construcción importante, por medio de una señal bien clara y reconocible.

Cuando no existen construcciones especiales se dejara marcada dicha nivelación por medio de una placa de cemento que se empotrara en un lugar de la costa. Estas señales deberán llevar una línea horizontal con la indicación de su altura por encima del nivel medio del mar, o sobre el cero de la regla de mareas.

II.5 MAREÓGRAFOS

Están constituidos por algún mecanismo o dispositivo que le permite obtener un registro constante o prácticamente constante de los niveles del agua para cualquier fase de la marea.

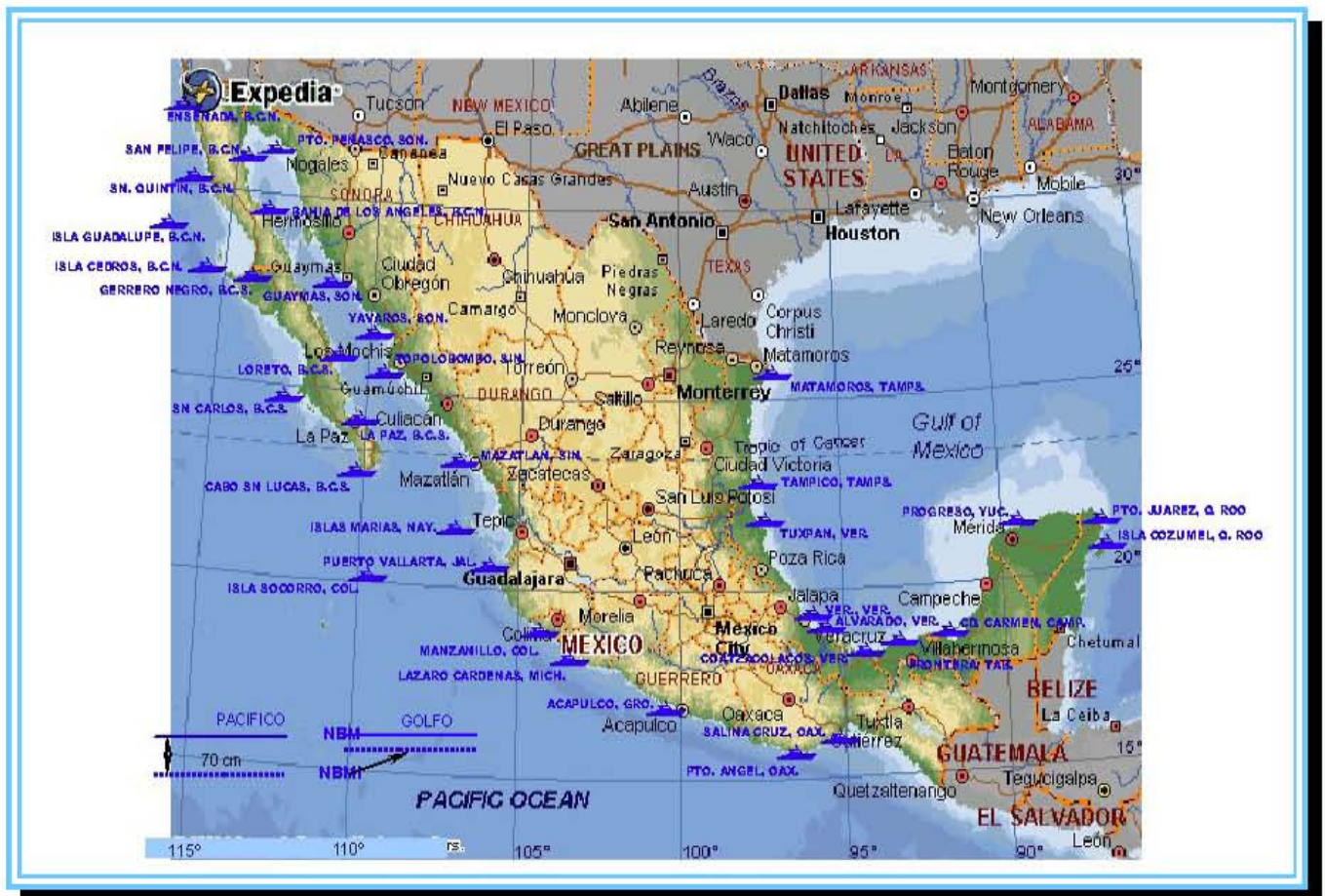
Se puede subdividir de acuerdo al dispositivo que usan en mecanismo, eléctricos y electrónicos, algunos de estos últimos operan bajo el agua, es decir se fondean en algunos lugares de la costa y periódicamente se recuperan para recoger la cinta donde graban los datos registrados.

Los de tipo mecánico y electrónico digital son los mas usados en nuestro país, inclusive son los empleados por el sistema Mareografito Nacional.



Mareógrafos

RED MAREOGRAFICA NACIONAL:



PACIFICO:

PLANO DE REFERENCIA: El plano de referencia que esta bajo el nivel medio del mar, al cual están referidas las alturas, es el nivel de bajamar media inferior.

ESTACION	PLANO DE REFERENCIA BAJO EL NIVEL MEDIO DEL MAR	
	[pies]	[mts.]
Ensenada, B.C.N	2.7	0.82
San Quintín, B.C.N	2.8	0.85
Isla Guadalupe, B.C.N.	2.3	0.70
Isla de Cedros, B.C.N.	2.6	0.79
Guerrero Negro, B.C.S.	2.7	0.82
San Carlos, B.C.S.	2.9	0.88
Cabo San Lucas, B.C.S.	2.1	0.64
La Paz, B.C.S.	1.7	0.52
Loreto, B.C.S.	1.5	0.46
Santa Rosalía, B.C.S.	1.2	0.36
Bahía de los Ángeles, B.C.N.	3.3	1.01
San Felipe, B.C.N.	6.9	2.10
Puerto Peñasco, Son.	7.0	2.13
Guaymas, Son.	1.5	0.46
Yavaros, Son.	1.9	0.58
Topolobombo, Sin.	2.0	0.61
Mazatlán, Sin.	2.0	0.61
Islas Marías, Nay.	1.4	0.43
Puerto Vallarta, Jal.	1.8	0.55
Isla Socorro, Col.	1.8	0.55
Manzanillo, Col.	1.3	0.40
Lázaro Cárdenas, Mich.	0.9	0.27
Acapulco, Gro.	1.0	0.30
Puerto Ángel, Oax.	1.6	0.49
Salina Cruz, Oax.	1.9	0.58

GOLFO DE MEXICO:

PLANO DE REFERENCIA: El plano de referencia que esta bajo el nivel el nivel medio del mar, al cual están referidas las alturas, es el nivel de bajamar media inferior

ESTACION	PLANO DE REFERENCIA BAJO EL NIVEL MEDIO DEL MAR	
	[pies]	[mts.]
Matamoros, Tamps.	0.8	0.24
Tampico, Tamps. (Madero)	0.8	0.24
Tuxpan, Ver.	0.9	0.27
Veracruz, Ver.	1.0	0.30
Alvarado, Ver.	0.8	0.24
Coatzacoalc os, Ver.	0.9	0.27
Frontera, Tab.	0.9	0.27
Ciudad del Carmen, Camp.	0.8	0.24
Campeche, Camp. (Lerma)	1.5	0.46
Progreso, Yuc.	1.0	0.30
Pto. Juárez, Q. Roo.	0.3	0.09
Isla Cozumel, Q. Roo.	0.4	0.12

II.6 SOFTWARE

El software utilizado para el área de dragado nos facilitan mucho el trabajo

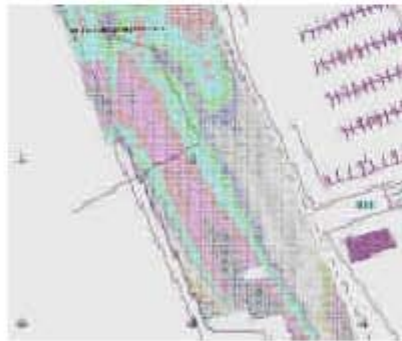


HYPACK® es software PC-basado de Windows para el planeamiento, conduciendo, corrigiendo y publicando exámenes hidrográficos.

Diseño

El máximo de HYPACK® contiene las herramientas de gran alcance que le dejan rápidamente diseñar su examen y exhibir sus resultados. Su fondo

de exhibición de dibujo de gran alcance de la lata del motor archiva en DXF, DGN, TIF,S-57, la trama de BSB, los ARCOS (servicio de la carta de la trama del Ministerio de marina), y VPF archiva en cualquier rotación y escala. Las herramientas de diseño permiten que usted cree rápidamente líneas previstas. El máximo de HYPACK® almacena automáticamente su información a un directorio del proyecto, permitiendo que usted instale nuevos exámenes o que cambie rápidamente a un examen existente. Todo el esto en el ambiente fácil de la arrastrar-y-gota del ®⁹⁸, 2000 de Windows, de XP o del NT.



El programa de la ENCUESTA SOBRE el máximo de HYPACK® permite la flexibilidad y la energía necesitadas para realizar su trabajo. Apoya el GPS, los sistemas de navegación Gama-Lo orienta, y de la Gama-Gama. Apoya la sola viga, la frecuencia dual, el transductor múltiple, y echosounders del multibeam, junto con girocompases, los magnetómetros, las galgas de la marea de la telemetría, y otra los dispositivos del examen.



CAPITULO III.- LEVENTAMIENTOS TOPOHIDROGRAFICOS

✦ Levantamientos hidrográficos

Estos levantamientos se refieren a los trabajos necesarios para la obtención de los planos de masas de aguas, líneas de litorales o costeras, relieve del fondo de lagos y ríos, ya sea para fines de navegación, para embalses, toma y conducción de aguas, cuantificación de recursos hídricos, etc.

Las operaciones generales son las siguientes:

- Levantamiento topográfico de las orillas que limitan las masas o corrientes de agua.
- Batimetría mediante ecosonda para determinar la profundidad del agua y la naturaleza del fondo.
- Localización en planta de los puntos de sondeos batimétricos mediante observaciones de ángulos y distancias.
- Dibujo del plano correspondiente, en el que figuren las orillas, las presas, las profundidades y todos los detalles que se estimen necesarios.
- Observación de las mareas o de los cambios del nivel de las aguas en lagos y ríos.
- Medición de la intensidad de las corrientes o aforos de caudales o gastos (volumen de agua que pasa por un punto determinado de la corriente por unidad de tiempo).

Las técnicas usadas para llevar a cabo tales obras se determinan dependiendo del tamaño del cuerpo de agua, de las condiciones que se encuentran en el lugar del equipo a utilizar y de que personal se puede contar para realizarlo

Levantamiento Hidrográfico Automatizados

Para:

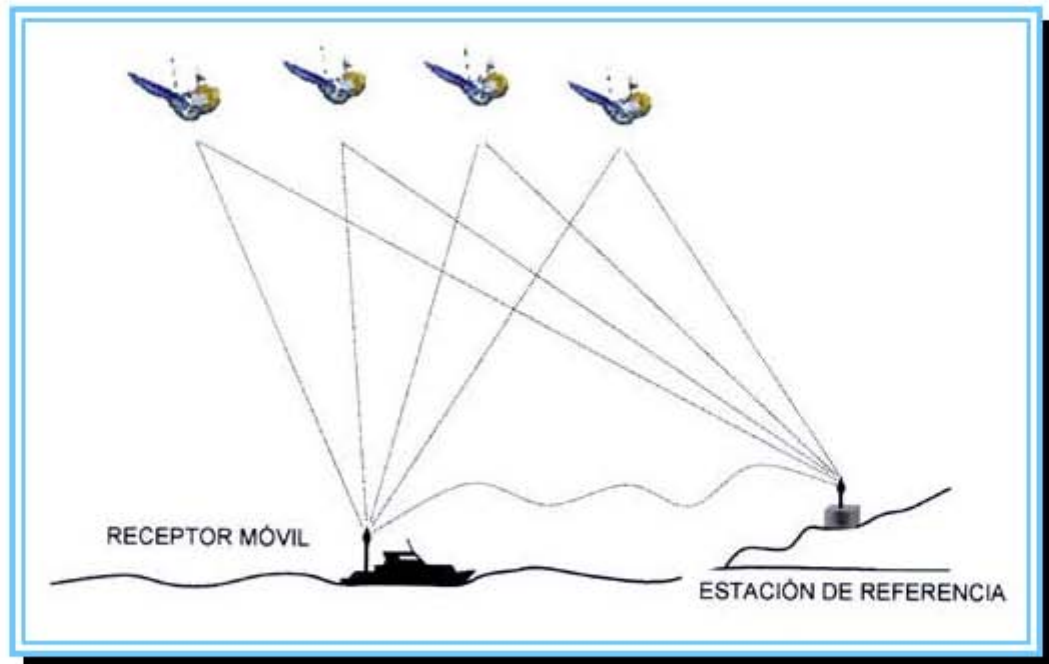
- Determinar la capacidad de embalse de reservorios, lagos y lagunas,
- Supervisión de Dragado
- Instalación de tuberías Sub-acuáticas: Gas-Petróleo-Emisores Submarinos, otros
- Diseño de canales de navegación
- Obras portuarias: Mar, Ríos y Lagos.
- Estudios de Navegabilidad de Ríos Amazónicos
- Utilizamos la mas avanzada tecnología para la ejecución de estos estudios

III.1 MÉTODO DE GPS

Para este método el sistema de posicionamiento Global funciona de dos formas:

× La de simple punto o posición Absoluta: permite posicionar a la embarcación en cualquier punto, recibiendo la señal en el receptor móvil que se encuentra a bordo.

× Requiere de un receptor diferencia (Diferencial Dinámico) que esta ubicado en tierra en un punto conocido(estación de Referencia), el cual hará las correcciones del envío de la señal que reciba el receptor móvil que se encuentre en la embarcación.

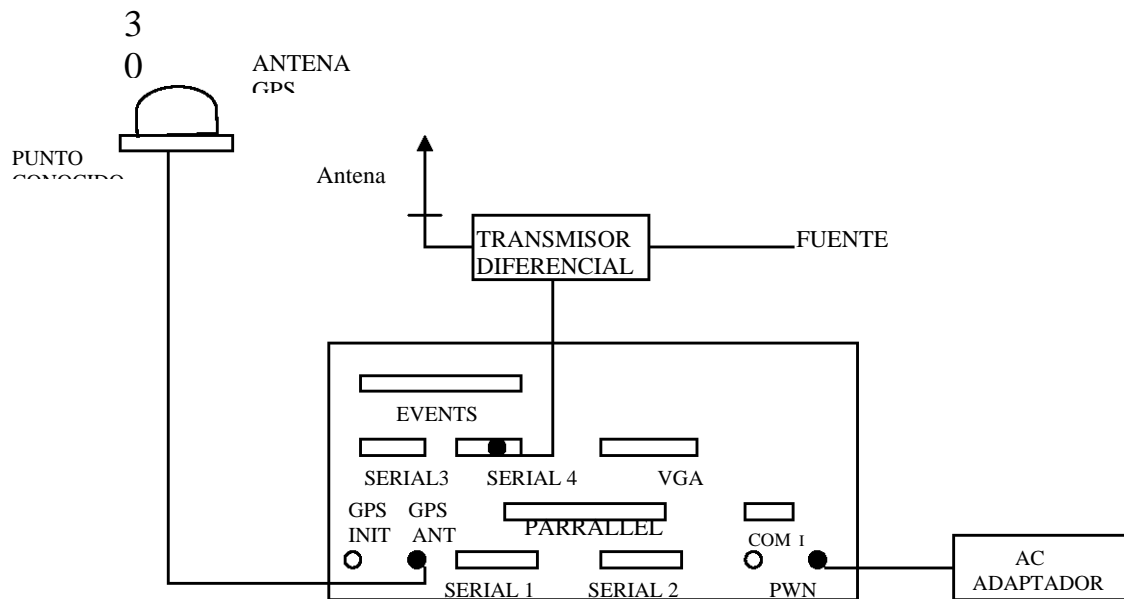


III.1.1 Modo de Operación Diferencial

La configuración diferencial es para la determinación de un punto dinámico o estático. Para esta configuración se requieren de dos receptores GPS y un sistema de radio enlace de datos para el envío de la señal de corrección diferencial.

Un receptor colocado en un punto de posición conocido donde funcionará como referencia. Este receptor transmitirla corrección de datos al receptor móvil (ubicado en la embarcación) a través del radio enlace de datos que puede ser por medio de radio. La comparación indirecta de las Pseudo distancias estimadas (provenientes de la posición conocida de la estación de referencia) con las pseudo distancias medidas posibilita la determinación de la corrección diferencial para cada satélite.

Al utilizar el receptor móvil, la posición dada por los satélites, en conjunto con la corrección de datos recibida desde la estación de referencia, generará una posición con la aproximación requerida. La configuración para la determinación de esta posición requiere de cuando menos 4 satélites



VENTAJAS QUE OFRECE EL POSICIONAMIENTO POR SATÉLITE

- ✘ No es necesaria la ínter visibilidad entre estaciones, ya que el sistema de medida es indirecto entre ellas y directo entre los satélites. Esto reduce el número de estaciones al poder salvar los obstáculos y reduce los errores accidentales y sistemáticos al no tener que realizar punterías. En definitiva, se reduce el tiempo de observación y los errores que se producen en ella, además, la observación nocturna es totalmente operativa.

- ✘ Al trabajar con ondas de radio, estas no sufren efectos a causa de la neblina, lluvia, fríos y calores extremos y otros tipos de accidentes.

- ✘ El rango de distancia que se puede alcanzar es mucho mayor, al no ser medidas directas.
- ✘ Dado que se dispone de sistemas ópticos, su fragilidad es menor y su mantenimiento y calibración no es requerido con la frecuencia que lo requieren los instrumentos ópticos.
- ✘ El servicio de las señales que ofrecen los sectores espaciales de control es totalmente gratuito, lo que supone sol desembolsos en instrumentos de observación y calculo.
- ✘ La obtención de los resultados es rápida y la variedad de métodos de posicionamiento hace que sean sistemas apropiados y aptos para cualquier tipo de trabajo.

DESVENTAJAS MÁS IMPORTANTES:

- ✘ No puede ser utilizado en obras subterráneas y a cielo cerrado.
- ✘ Tiene dificultades de uso en zonas urbanas, cerradas, con altos edificio y zonas arboladas y boscosas., debido a las continuas pérdidas de la señal de los satélites. Este problema, se esta solucionando, con el uso combinado de las constelaciones GPS y GLONASS para mantener siempre cinco o mas satélites sobre el horizonte.

III.1.2 Equipo de Medición a Bordo de la Lancha (Configuración)

Equipo de posicionamiento automático para realizar levantamientos hidrográficos. Consta de dos componentes: uno de naturaleza métrica que proporciona, desde una estación terrestre de seguimiento automático, y por telemetría, las coordenadas planimétricas del emisor/receptor de una ecosonda que va instalada en una embarcación. El segundo componente es un ordenador portátil que recibe los datos medidos, los procesa y almacena mediante el programa HIDRO.

Equipo

- ✘ 1 Laptop computadora completa.
- ✘ 1 Receptor de satélite DGPS con antena.
- ✘ 1 Ecosonda con transductor.
- ✘ 1 Radio receptor de mares
- ✘ 1 unidad de protección de descarga de voltaje.



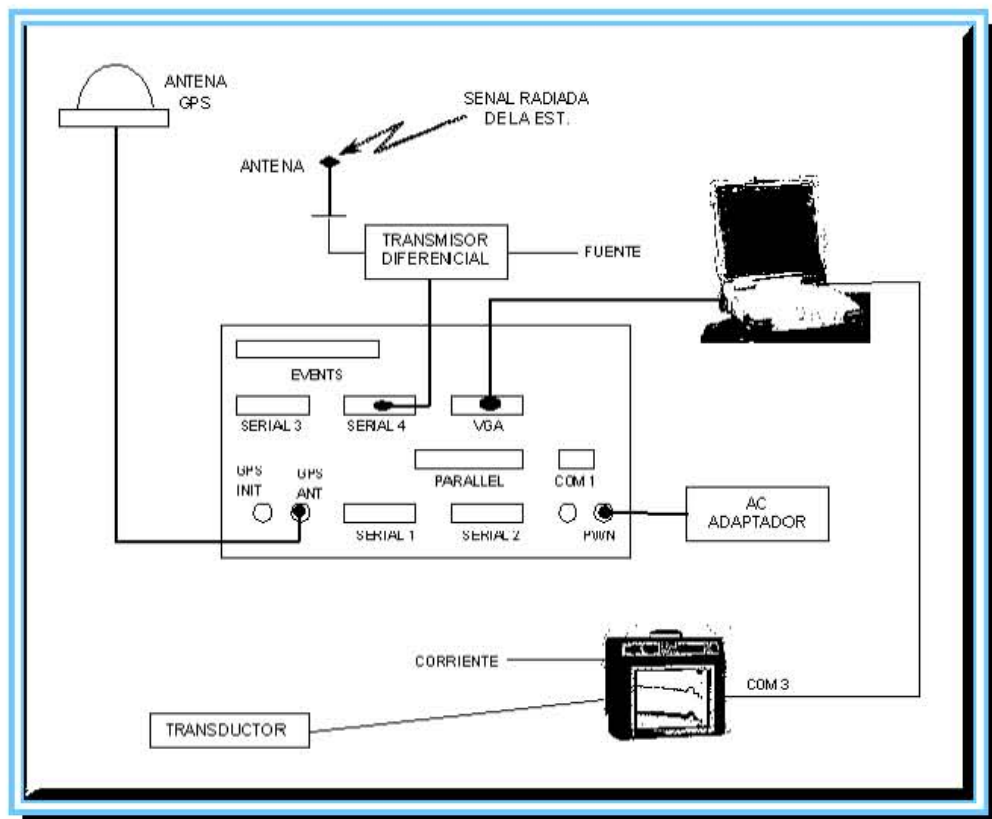
LAPTOP y ECOSONDA



ECOSONDA y GPS

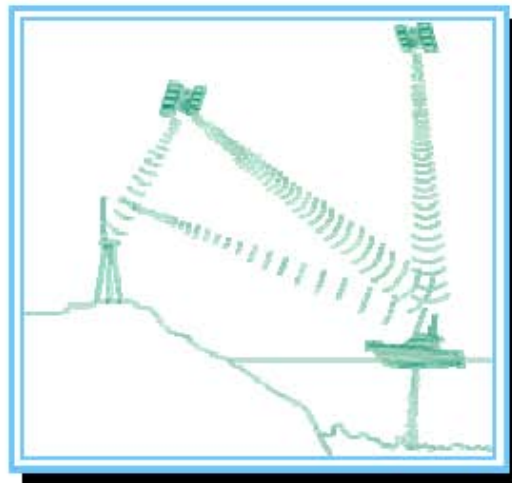


EMBARCACIÓN CON TODO LO NECESARIO

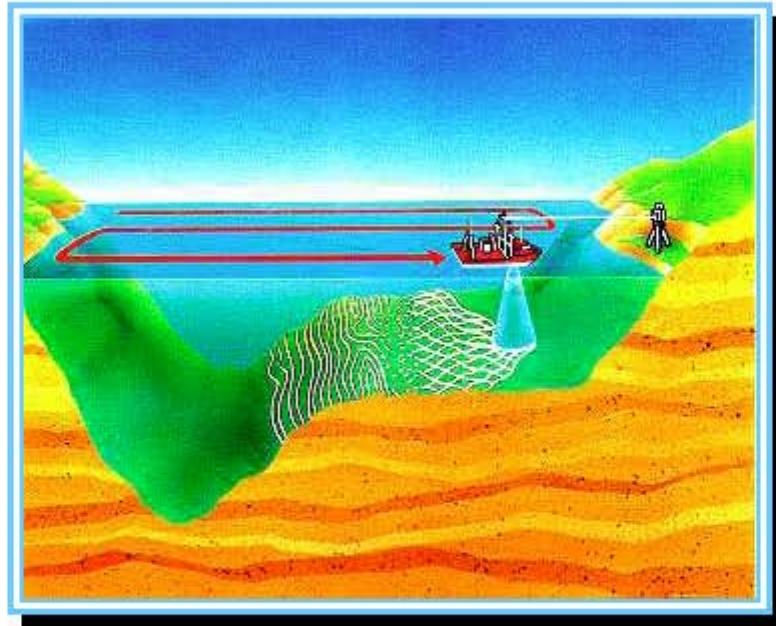


III.2 METODO PARA LA BATIMETRIA

La batimetría es la ciencia que mide las profundidades marinas para determinar la topografía del fondo del mar, actualmente las mediciones son realizadas por GPS diferencial para una posición exacta, y con sondadores hidrográficos mono o multihaz para determinar la profundidad exacta, todo ello se va procesando en un ordenador de a bordo para confeccionar la carta batimétrica.



Una Carta batimétrica es un mapa que representa la forma del fondo de un cuerpo de agua, normalmente por medio de líneas de profundidad, llamadas isobatas, que son las líneas que unen una misma profundidad, las líneas isibáticas son los veriles que nos indican la profundidad en las cartas de navegación.



III.3 METODO CON EL SOFTWARE

PROCESAMIENTO DE DATOS DE LA MEDICIÓN BATIMETRICA POR MEDIO DE UN SOFTWARE ESPECIALIZADO

Equipo instalado en el departamento de trabajo:

- ✘ 1 PC completa, impresora y monitor
- ✘ 1 Graficador (Plotter)
- ✘ 1 Unidad de protección de descarga de voltajes

Con la ayuda de un software especial se produce de la siguiente manera:

- 1) Captura de datos: a través de la computadora para batimetría, la cual esta conectada al sistema de posicionamiento y el ecosonda, las coordenadas "X", "Y" y la profundidad "Z" son capturadas en el disco duro de esta.

Durante los sondeos, la posición de la lancha será visible perpendicular al centro de la línea y sobre la línea deseada a sondear.

Todas las mediciones batimétricas serán llevadas a cabo a lo largo de líneas predeterminadas, paralelas entre si y con ángulos de ruta

definidos. El espacio y la longitud de las líneas de sondeo estarán diseñados de acuerdo a las especificaciones del proyecto.

- 2) **Procesamiento:** En seguida de la captura de los datos de la batimetría, las profundidades serán reducidas por la marea tomada, serán removidos los falsos ecos y reintegradas después de su verificación.

El procedimiento será llevado a cabo en Gabinete.

- 3) **Presentación:** Los datos procesados pueden ser graficados como planos batimétricos con curvas de nivel, secciones, etc.; los datos pueden ser grabados en discos para cargarse en la PC de la draga o para ser ocupados en otros fines.

CAPITULO IV.- POSTPROCESO

A todo trabajo de dragado precede el de planificación y el control del mismo, para lo cual es necesario conocer la zona o zonas donde se va a dragar y efectuar los levantamientos de la región a fin de delimitar la línea de costa, márgenes de los ríos, canales, barras, lagunas, zonas portuarias, etc. Efectuar los sondeos correspondientes para conocer la configuración del fondo, cuantificar los volúmenes por dragar y limitar las áreas de dragado.

En este post proceso se considera la obtención de los volumen dragados para cuantificar el material que se esta extrayendo y así llegar a la especificación ya planificada, también obtendremos el dibujo de la zona que se esta trabajando con sus respectivas alturas para que los que estén manejando la draga puedan ver en que partes de la zona ya se llevo a la altura estipulada y a las partes que todavía les falta y así poder localizar esos puntos gracias a todos los implementos de tecnología que manejan en la draga para conocer las coordenadas de dichos puntos.

Estas dos partes son muy importantes ya que con esto llevamos a un buen final de este trabajo para tener en pleno los puertos.

IV.1 CÁLCULO DE VOLÚMENES

La estimación del material sólido dragado puede realizarse en distintos modos, quedando la elección a la cantidad de material dragado, al tipo de draga y al sistema empleado para ejecutar la obra.

Los métodos que se pueden utilizar para la cuantificación del material dragado son:

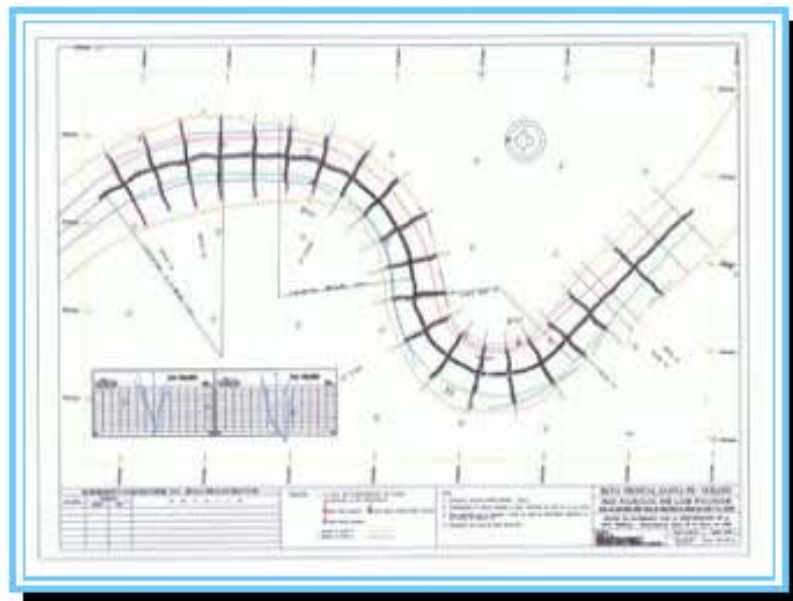
- Suma de volúmenes trasportados por chalán o en tolvas de draga.
- Volumen teórico dragado deducido del tiempo de operación de la draga y según el rendimiento de esta.
- Volumen deducido de la comparación de dos planos de sondeos sucesivos
- Volumen cubicado en la zona de depósito en tierra.

En esencia los sistemas que se emplean pueden reducirse a tres:

- El cálculo se basa en la comparación de los planos batimétricos levantados antes e inmediatamente después del trabajo dragado
- El cálculo por medio de la tubería de descarga
- El cálculo utilizando el software

IV.1.1 Basado en Plano Batimétricos

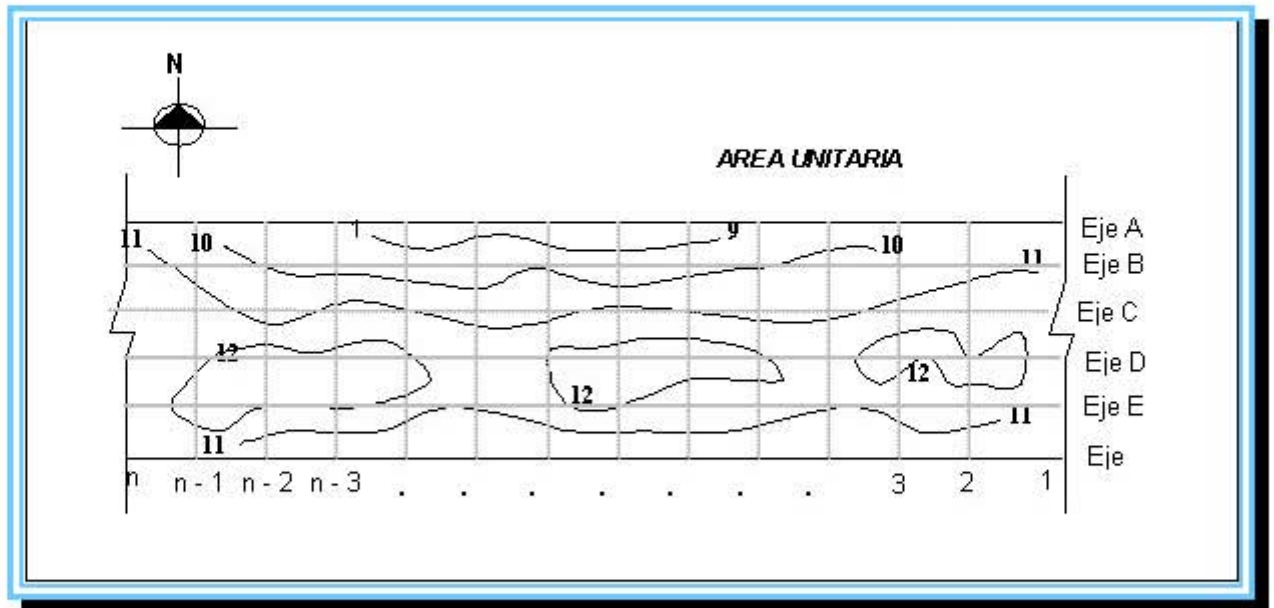
El método para la determinación de el volumen se base en obtener una medida de las alturas obtenidas de la diferencia entre los niveles existentes del terreno y el nivel al que se quiere llegar, para después multiplicarla por el área que se esta considerando.



Plano Batimétrico

Se realiza de la siguiente manera:

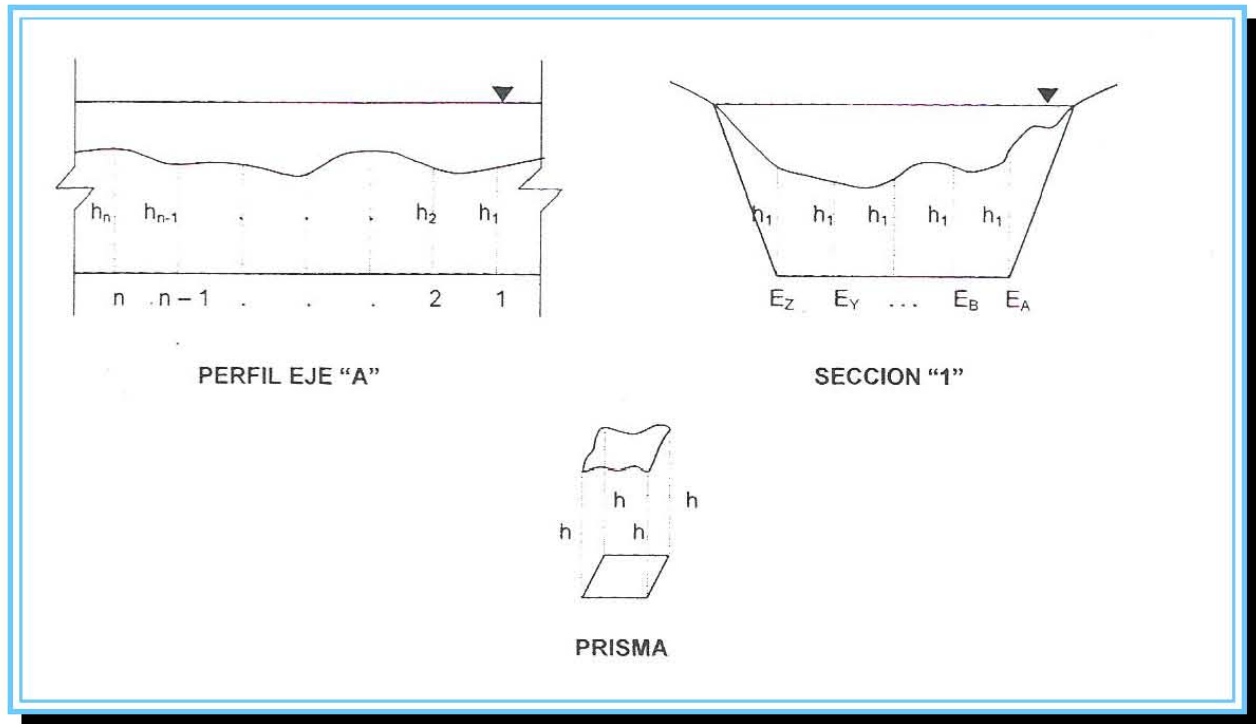
- 1) En el plano batimétrico se define la zona que se desea dragar y se divide a todo lo largo en ejes para después formar rectángulos unitarios, cuyo tamaño depende del grado de aproximación que se desee obtener. Cada uno de estos rectángulos es la base d un prisma de material a extraer.



2) Tomando en cuenta las curvas de nivel y con la ayuda de la interpolación podemos conocer las elevaciones de cada uno de los puntos que forman a todos los rectángulos. Se crea una plantilla para facilitar el desarrollo de esto, en la cual las elevaciones se van anotando por secciones en la columna 2

3) Se obtienen las profundidades a las que se requiere llegar. Cuando se quiere saber el volumen del material que se ha extraído se obtiene las profundidades a las que se dragó en el punto anterior, y se anotan en la columna 3 de la plantilla.

4) La altura de cada uno de los puntos de los rectángulos se obtienen mediante la resta de los niveles después de dragar, menos los niveles antes de dragar. Puede suceder que existan profundidades mayores al proyecto por lo que para evitar cantidades negativas se eliminan. Si se toman en cuenta, es como si tendríamos que poner material para la altura requerida. Estas alturas se anotan en la columna 4 por eje.



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

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

Esta formula se deduce de la siguiente forma:

De la figura del punto 4 se obtiene una suma de las medias de las alturas de cada prisma que corresponde a un solo eje.

$$\begin{aligned} \sum \text{ejeA} &= [(h_1 + h_2)/2] + [(h_2 + h_3)/2] + \dots + [(h_{n-2} + h_{n-1})/2] + [(h_{n-1} + h_n)/2] \\ \sum \text{ejeA} &= \frac{1}{2}[h_1 + 2h_2 + 2h_3 + \dots + 2h_{n-2} + 2h_{n-1} + h_n] \\ \sum \text{ejeA} &= \frac{1}{2}h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_{n-2} + h_{n-1} + \frac{1}{2}h_n \end{aligned}$$

6) tenemos entonces una sola sección, en la cual las alturas son las sumatorias obtenidas de cada eje. Después se hace la suma de todas las alturas medias entre los ejes, que en si son las alturas del otro lado de los prismas. Esto se obtiene de la siguiente forma:

$$\sum_{desnivel} = \frac{1}{2} \sum E_A + \sum E_B + \dots + \sum E_Y + \frac{1}{2} \sum E_z$$

7) obteniendo el desnivel, tenemos entonces la altura total de un solo prisma; por lo tanto, multiplicamos a este resultado por el área unitaria de los rectángulos con esto obtenemos el volumen del material dragado o a dragar

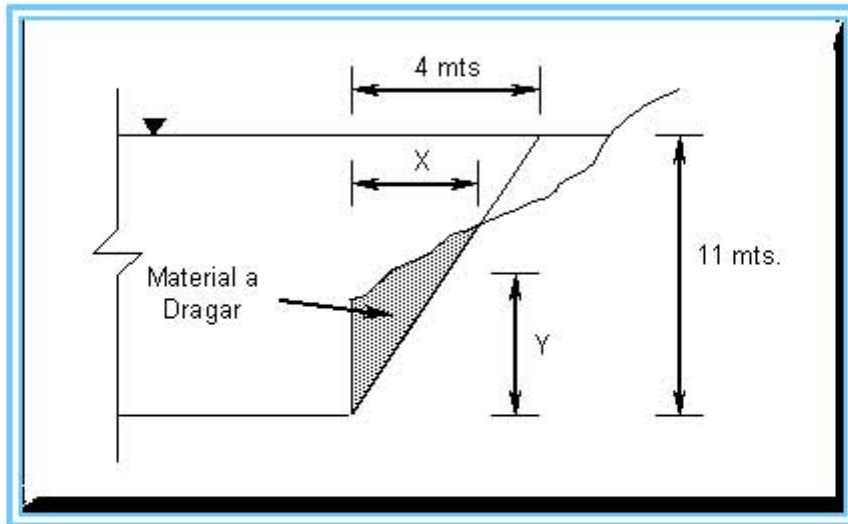
$$V_T = (\sum_{desnivel})(A_{unitaria})$$

8) Para poder calcular el volumen total de dragado se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Sobre dragado .es el volumen de material extra que sirve como un factor de seguridad al estar dragando o por error en las medidas que e toman, por lo regular se le da un valor al sobre-dragado de 30m cm.

$$V_{S/D} = 0.30A_T \quad \text{donde } A_T = \text{Area total}$$

- Taludes: Se toma en base al tipo de material del lugar de dragado. Por lo regular un material semisuave se toma un talud de 4:11



Para obtener el volumen de los taludes se parte de los ejes donde se efectúan estos, por lo regular son los de los márgenes del canal (en este caso son ejes A y Z). Por cada eje se obtiene una medida de todas las alturas de cada uno de los puntos de este, para obtener una altura promedio (Y) para después calcular la X promedio, esto lo realizamos por medio de una regla de tres simple.

$$\frac{4}{11} = \frac{X}{Y} \quad X = Y \frac{4}{11}$$

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

$$A_{TAL} = \frac{XY}{2} \quad V_{tal} = A_{tal} (L)$$

Entonces el volumen total de dragado de un canal de navegación se obtiene:

$$V_t = V_t + V_{talA} + V_{talz} + V_{S/D}$$

Hojas de registro:



S. C. T.

PUERTOS MEXICANOS

PLANILLA PARA CALCULO DE VOLUMENES

LUGAR :	No. PLANO :	FECHA :	S / D :
OBRA :	PROF :	TALUD :	

No.	F=														
	F=	F=	F=	F=	F=	F=	F=	F=	F=	F=	F=	F=	F=	F=	F=
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															

Σ P															
(Σ P) F															
Σ F															

Σ (Σ P) F =	m	AREA UNITARIA $x = \frac{(\Sigma P) F}{\Sigma F}$	m ²	PROFUNDIDAD EQUIVALENTE $P_E = \frac{(\Sigma P) F}{\Sigma F}$	m	VOLUMEN A DRAGAR	m ³
Σ Σ F =		AREA TOTAL ANALIZADA $A_T = (\Sigma F) A_U$	m ²	$P_P - P_E$		VOLUMEN DEL TALUD	m ³
FECHA DE CALCULO :		CALCULARON :		VOLUMEN A DRAGAR $V_D = (DIF) (A_T)$		VOLUMEN SOBREDRASADO	m ³
				VOLUMEN POR SOBREDRASADO $V_E = S_D A_T$		VOLUMEN TOTAL	m ³

VI.1.2 Volumen por medio de la tubería de descarga

Los factores que intervienen en el cálculo de m^3 extraídos por una draga son:

- Área de tubería de descarga
- Velocidad de la mezcla medida en el extremo del tubo
- El tanto por ciento de sólidos de la mezcla

✖ Área de tubería de descarga

Es el área del tubo por el cual va descargando la mezcla que se va dragando.

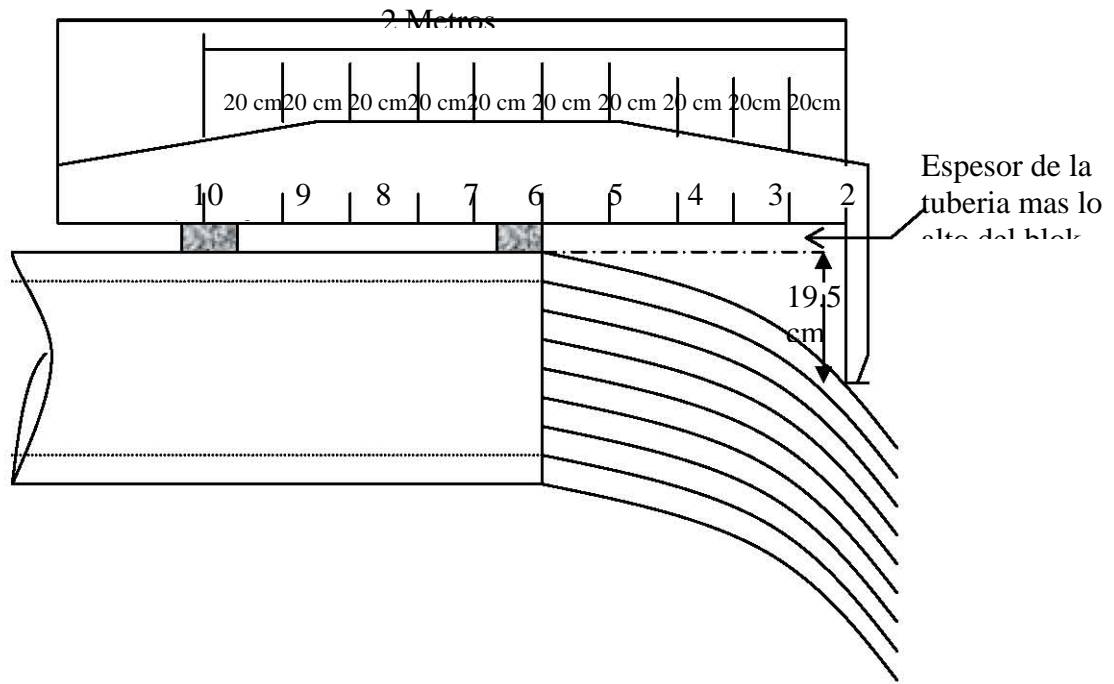
✖ Velocidad del material de descarga

La velocidad de descarga depende indudablemente de la clase de materia y de la longitud de la línea de descarga. Las velocidades elevadas demandan mayor potencia de la bomba sin ningún beneficio, en cambio la propia bomba y las tuberías sufren desgastes, limitando la vida útil de estas.

Un método muy sencillo y exacto de medir la velocidad del agua en el tubo de descarga, tal como se observa en la siguiente figura, procurando que el último tramo de la línea se encuentre horizontal las caras superiores de estos prismas deberán estar alineados con la superficie interior del tubo de descarga.

Se hace una regla de madera de 2.50 m de longitud y con una saliente en uno de sus extremos de 19.5 cm. Formando un ángulo recto con ello. E la longitud saliente se le agregara el grueso de los soportes mas el espesor del tubo.

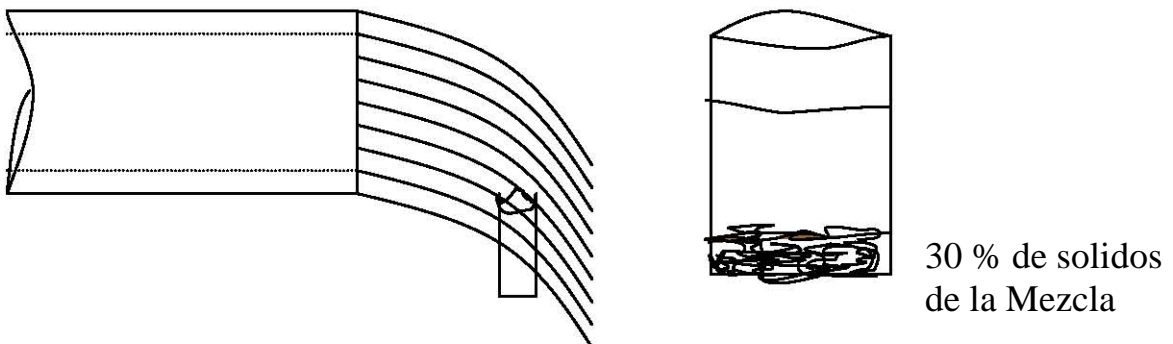
Para medir la velocidad, deslícese la regla sobre los soportes de madera hasta el extremo inferior saliente, enrase la superficie superior del chorro de descarga entonces podrá leerse directamente la velocidad en metros por segundo en lugar en que la regla este en condiciones, coincide el extremo del tubo.



Dispositivo para medir la Velocidad de Descarga

✦ El tanto por ciento de Sólidos

Para determinar el porcentaje de sólidos de la mezcla es necesario tomar una muestra de la mezcla del tubo y dejarla reposar y así determinar por medio de aproximación que porcentaje de sólidos tiene la mezcla.



Ejemplo para una draga Estacionaria

El diámetro interior de una tubería de descarga es de 500mm

Área de la sección de la tubería: 0.196m^2

Velocidad calculada: 3.66 m/seg

Se tendrá que un segundo: $.196 * 3.66 = .72\text{ m}^3$

En una hora: $3600 * .72 = 2.592\text{ m}^3$

Y si la cantidad de sólidos es de 10% se tendrá 260 m^3 por hora aproximadamente

IV.1.3 Utilizando el software

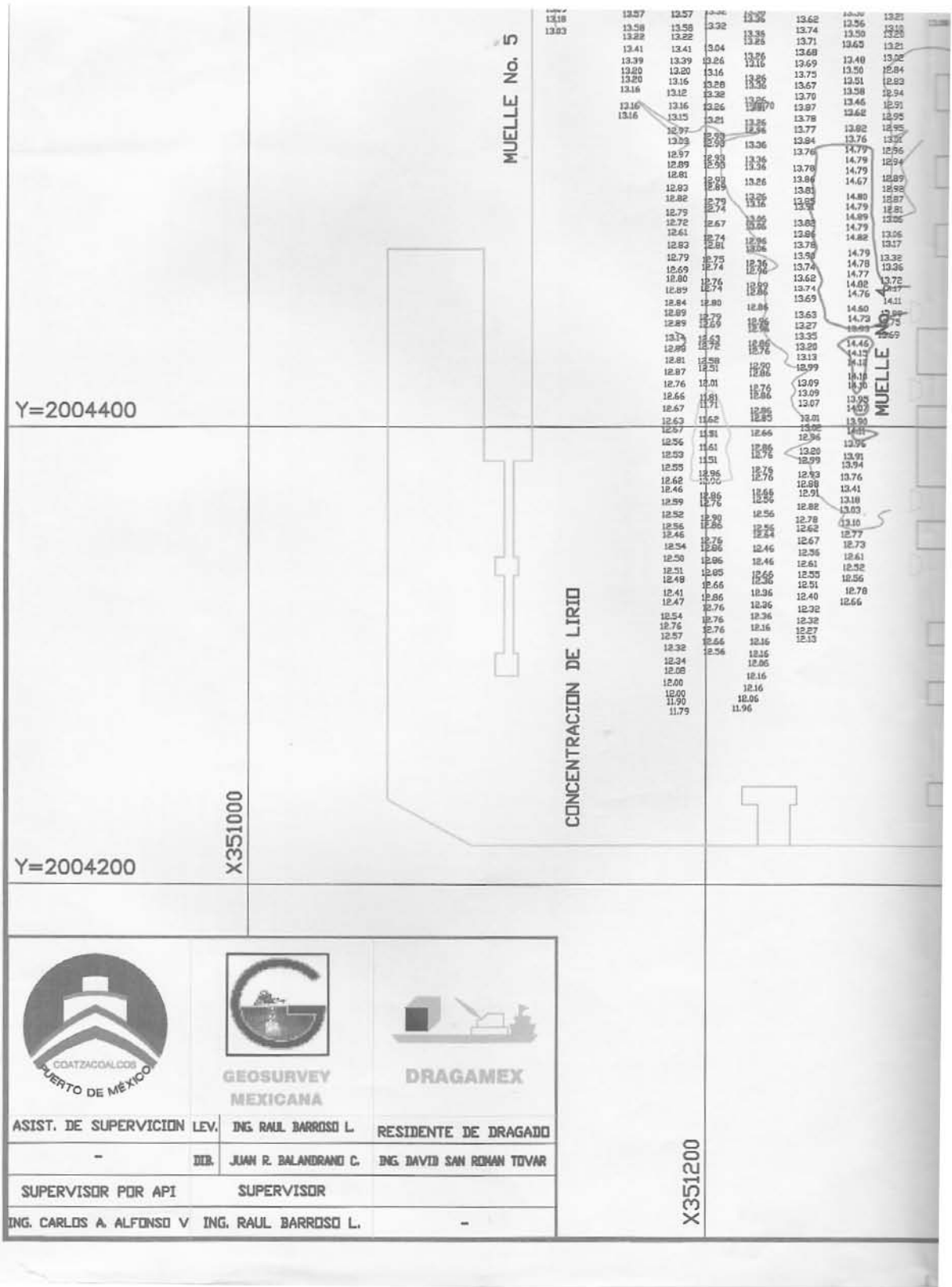
Calculo de Volumen. Esta hecho por medio del MDT (Modelo Digital del Terreno) que crea dos capas, una teórica y otra de la medición batimétrica para calcular la diferencia entre ambas por medio de pequeñas celdas, que son llenadas con la medición batimétrica, de acuerdo con las características del proyecto.

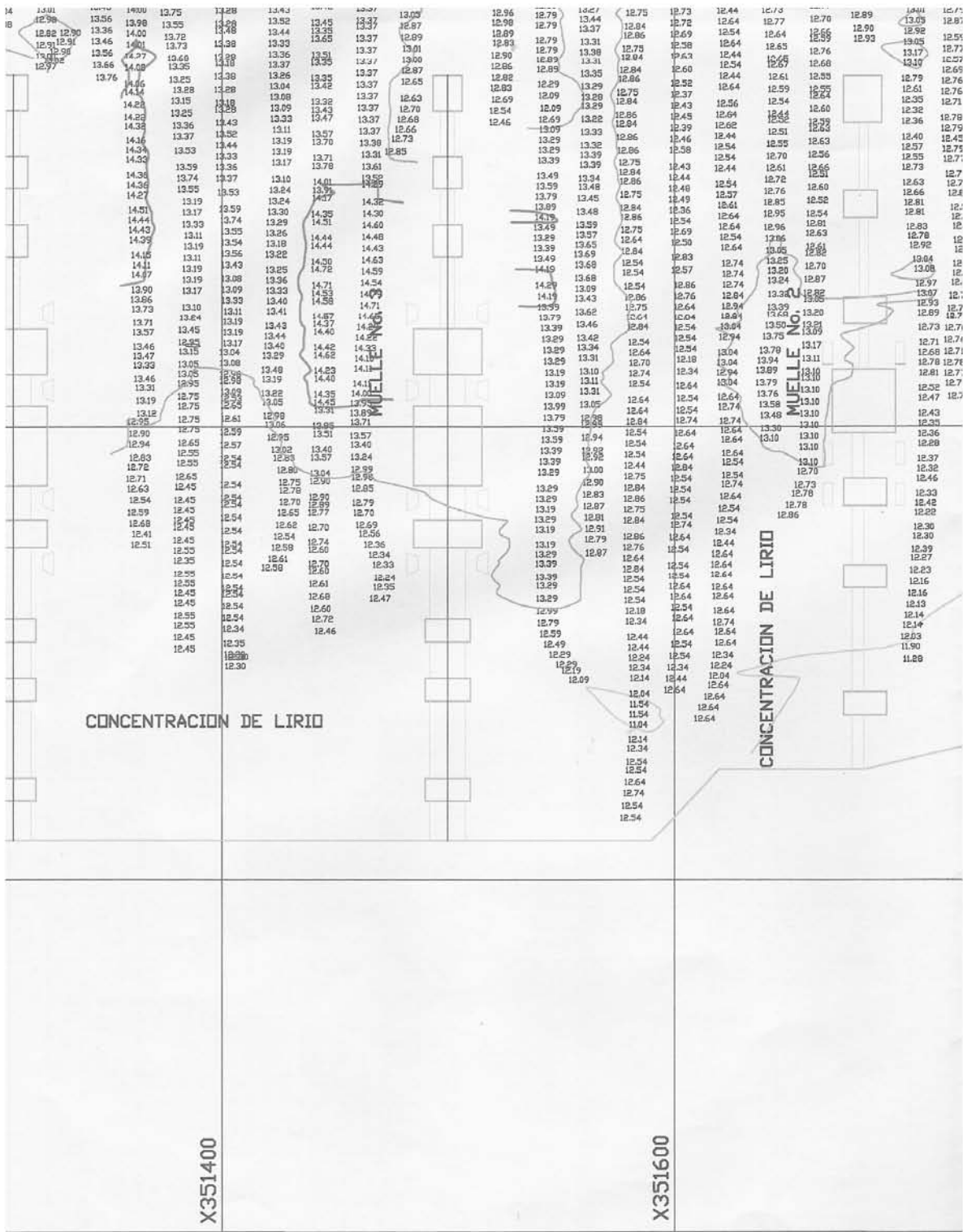
El calculo del volumen por medio del software se realiza por medio de los datos obtenidos del levantamiento hidrográfico que se realizo y esto ya se podría clasificar como trabajo de gabinete.

IV.2 DIBUJO

El dibujo que se obtiene son las cartas conocidas como "Cartas Hidrográficas" en las cuales podemos obtener información como es la profundidad de un punto, también las coordenadas "X" y "Y" en tiempo real.

Se presenta una parte de un plano de un levantamiento que se realizo en Coatzacoalcos Veracruz.





V. CONCLUSIONES

En las obras marítimas existen un estudio que es de gran importancia para la ejecución de estas, dicho estudio se refiere a los levantamientos hidrográficos para el control del dragado, dicho dragado puede clasificarse en dos tipos: de construcción y de mantenimiento.

En el dragado de construcción se realiza la primera vez un levantamiento hidrográfico para efectuar el proyecto de la obra, posteriormente durante la ejecución de dicha obra se realizaran continuamente otros levantamientos hidrográficos para tener el control de la ejecución de la obra marítima

Teniendo en cuenta las marejadas, corrientes marinas y ríos, así como el viento, provocan acarrees de material provocando azolves en las zonas de interés por lo que es necesario dar mantenimiento continuo a los puertos o zonas de interés mediante el dragado denominado de Mantenimiento por lo que es necesario continuar realizando levantamientos hidrográficos entre dos o tres veces al año. Con el fin de mantener la obra en óptimas condiciones.

Por lo anterior se puede apreciar claramente que el campo de trabajo relacionado con los levantamientos hidrográficos tiene mucha demanda de empleo y los únicos capacitados para desarrollarlo son los egresados de la carrera de Ingeniería Topográfica y Geodésica.

El presente trabajo permite al profesional tener las bases principales para el desarrollo de los levantamientos hidrográficos. No obstante recomiendo a los egresados interesados a desarrollarse en este campo, que deben seguir actualizándose con respecto al equipo hidrográfico que continuamente esta cambiando de acuerdo a la evolución de la tecnología, así mismo recomiendo adecuar nuevas metodologías que permitan disminuir los actores tiempo y costo.

BIBLIOGRAFÍA

"Manual de Dragado"

Vicealmirante Ing. M.M. Mario Lavalle Argudin
Secretaria de Marina

"Topografía"

Miguel Montes de Oca
ED. Alfaomega

"Topografía"

Russell C. Brinker
ED. Alfaomega

Ing. Marina y Portuaria

Guillermo Mcdonal Martinez
ED. Alfaomega

http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/067/htm/sec_9.htm

<http://www.angelagaleano.freesevers.com/eco2.html>

<http://www.nautigalia.com/otrostemas/articulos.php4?id=2&pag=1>

<http://www.hydroacoustics.com/multibeam.htm>

http://espanol.geocities.com/pablojavierbarrera/top3.html#_5

<http://html.rincondelvago.com/levantamientos-topograficos-e-hidrograficos.html>

http://hercules.cedex.es/equipos_ceh/barco.htm

www.clubdelamar.org/batimetria.htm

<http://www.hyo.com.pe/index.htm>

www.waterwitch.com/espanol/dragado_es.htm

www.conama.cl/coain/article-16961.html - 35k