

25  
2ej.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**SISTEMA DE INFORMACION DE TEMPERATURA  
DEL MAR A BORDO DE LOS BARCOS  
OCEANOGRAFICOS "EL PUMA" Y  
"JUSTO SIERRA" DE LA UNAM**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO EN COMPUTACION  
P R E S E N T A :  
GERMAN    CORREA GARCIA

DIRECTOR DE TESIS  
M. EN C. MIGUEL ANGEL ALATORRE MENDIETA

JULIO 1992

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **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.

---

## Tabla de Contenido

I. INTRODUCCION.....	1
I.1. RESEÑA HISTORICA .....	1
I.2. ESTACION OCEANOGRAFICA .....	2
II. PLANIFICACION DEL SISTEMA .....	6
II.1. DEFINICION DEL PROBLEMA .....	6
II.2. OBJETIVOS Y ENFOQUE DEL SISTEMA .....	6
II.3. RECURSOS DE SOFTWARE Y HARDWARE .....	7
II.3.1. RECURSOS HUMANOS .....	7
II.3.2. RECURSOS DE SOFTWARE .....	8
II.3.3. RECURSOS DE HARDWARE .....	8
II.4 JUSTIFICACION .....	8
III. ANALISIS DEL SISTEMA.....	10
III.1. DEFINICION DEL SISTEMA.....	10
III.2. DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS.....	10
III.3. DICCIONARIO DE DATOS .....	11
III.4. ELEMENTOS DEL SISTEMA Y CONFIGURACION BASICA .....	13
IV. DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA.....	14
IV.1. CAPTURA DE DATOS .....	14
IV.1.1. INSTRUMENTOS ELECTRONICOS UTILIZADOS .....	14
IV.1.2. PERFILADOR CTD NIEL BRAUN .....	15
IV.1.3. DATA LOGGER BATITERMOGRAFO.....	18
IV.1.4. REALIZACION DE UNA ESTACION OCEANOGRAFICA.....	20
IV.2. VALIDACION .....	22
IV.2.1. RUIDO EN LA CAPTURA DE DATOS.....	22
IV.2.2. ELIMINACION AUTOMATICA DE RUIDO .....	24
IV.2.3. DEPURACION MANUAL.....	26
IV.3. NORMALIZACION .....	27
IV.3.1. ESTANDARIZACION.....	28
IV.3.2. INTERPOLACION .....	28
IV.4. ESTRUCTURA DE DATOS .....	31
IV.4.1. ALMACENAMIENTO .....	31
IV.4.2. DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA BASE DE DATOS.....	33
IV.4.3. FORMATO DE DATOS.....	33
IV.5. APLICACIONES.....	35
IV.5.1. BREVE DESCRIPCION GENERAL .....	35
IV.5.2. CORTE VERTICAL POR ESTACION .....	37
IV.5.3. PLANO DE ESTACIONES .....	38
IV.5.4. CORTE VERTICAL POR TRANSECTO.....	40

---

---

---

1V.5.4.1 DISTANCIA ENTRE ESTACIONES .....	41
1V.5.4.2 INTERPOLACION DE UN PUNTO ENTRE ESTACIONES .....	42
1V.5.4.3 ECUACION DEL PLANO .....	43
1V.5.5. ARCHIVO PARA GRAFICACION TRIDIMENSIONAL .....	46
1V.5.6. CANTIDAD DE CALOR .....	48
1V.5.7. PROMEDIO DE TEMPERATURAS .....	50
V. DISCUSION .....	52
V1. CONCLUSIONES.....	56
APENDICE A. M A N U A L D E U S U A R I O.....	57
SISTEMA PARA EL MANEJO DE DATOS DE TEMPERATURA DEL MAR .....	57
MODULO DE DEPURACION .....	58
MODULO DE BASE DE DATOS.....	60
APLICACIONES .....	62
MODULO DE ESTACION .....	63
MODULO DE TRANSECTO .....	63
MODULO DE MAPA .....	63
MODULO GENERACION DE ARCHIVO PARA GRAFICA TRIDIMENSIONAL .....	64
MODULO CALCULO DE CANTIDAD DE CALOR .....	65
PROMEDIO DE TEMPERATURAS.....	65
BIBLIOGRAFIA.....	66

---

# I. INTRODUCCION

## I.1. RESEÑA HISTORICA

La oceanografía es una de las ciencias más recientes, el primer estudio sistemático se realizó en 1873 y fue una expedición inglesa denominada Challenger que dio la vuelta al mundo tomando muestras de agua y de organismos en la columna de agua (capa de agua oceánica) en diversos lugares de cada océano.

Durante poco más de 100 años los estudios oceanográficos se realizaron con la misma metodología de ese primer crucero con pocas variaciones, sin embargo desde hace 20 años la electrónica incidió fuertemente en el muestreo desarrollándose instrumental que ayudo a medir con una mejor resolución logrando obtener información que permitió medir con mayor precisión los fenómenos que se llevan a cabo en el mar.

La oceanografía tradicional se realiza con "calas oceanográficas" (bajar un objeto en el agua resbalando sobre otro), en las que se utilizan instrumentos tales como "botellas Nansen" que se colocan en forma muy espaciada a lo largo de un cable sumergido para capturar agua a diferentes profundidades en el mar. Se usan entre 10 y 20 botellas en un margen de 1000 m, lo que nos da en promedio 1 dato cada 50 m aproximadamente, y suministran variaciones de información no muy finas de los parámetros. Para comparar los datos entre distintas estaciones se definieron ciertas profundidades "estándar", como 0, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 150, 200 metros, etc., para comparar observaciones en diferentes lugares.

A fines de los 60's se inventaron las sondas continuas (instrumentos electrónicos oceanográficos, como el STD, CTD y batitermógrafos), las cuales capturan información con una resolución de cada metro de profundidad aproximadamente, lo que ya se puede considerar como un muestreo "continuo" para muchos fenómenos.

---

El flujo de datos es tal que el proceso tradicional que se realiza a mano con ayuda de tablas resulta inoperante cuando se cuenta con sondas automáticas. Es aquí donde la computación se hace necesaria para capturar y procesar grandes volúmenes de datos.

## I.2. ESTACION OCEANOGRÁFICA

Aún no se han desarrollado sondas electrónicas para todos los parámetros que usualmente se miden en el mar, por lo que muchos muestreos se realizan aún en forma tradicional. En la figura 1 se puede observar un muestreo que se realiza a bordo de los barcos oceanográficos.

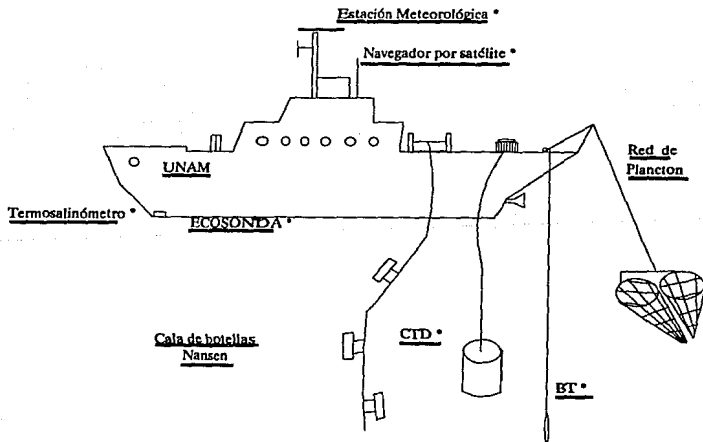


Figura 1. Algunos de los muestreos que se efectúan en una estación oceanográfica. Con se indican los muestreos automatizados.

---

A este muestreo se le conoce como "Estación Oceanográfica" y consiste en dejar al barco sin locomoción propia "Al Pairo". Todos los muestreos se realizan con instrumentos que descienden en general hasta profundidades cercanas al fondo. Algunos de los instrumentos más modernos muestrean "in Situ" (término que significa que se mide el parámetro directamente en el mismo lugar). Otros son leídos en la superficie como los termómetros reversibles (un ingenioso termómetro de mercurio que mantiene la lectura aún después de ser izado a la cubierta del barco). Otros instrumentos capturan muestras de agua a diferentes profundidades (botellas Nansen) para ser analizadas posteriormente en bordo o posteriormente en laboratorios. Las redes atrapan organismos que se analizan después.

La navegación se realiza con sextante cuya precisión es del orden de 1 Km. Sin embargo, recientemente (a partir de los ochentas) se usan posicionadores que utilizan satélites. Hay dos sistemas de posicionamiento por satélite a bordo de los barcos Puma y Justo Sierra de la UNAM, uno denominado "Transit" cuyo error es del orden de 200 metros que proporciona alrededor de una decena de posicionamientos "pasos" por día. Y más recientemente el "GPS" (Global Positioning System) cuyo error en posicionamiento es inferior a los 50 m (tamaño del barco) proporcionando posición continua las 24 horas, aunque por no estar en funcionamiento todos los satélites del sistema hay intervalos en los que no funciona dependiendo de la zona geográfica.

Los barcos "El Puma" y "Justo Sierra" tienen equipo muy moderno tanto en posicionamiento como de muestreo y para la captura de datos se han utilizado microcomputadoras. Los sistemas de cómputo que se han desarrollado están enfocados a la captura de datos, el procesamiento se realiza posteriormente en los centros de investigación en tierra.

---

El oceanógrafo mentalmente esta muy ligado al instrumento de tal forma que durante un crucero utiliza en general un solo tipo de instrumento para medir cierto parámetro. Por ejemplo: con la introducción de la sonda CTD se realizan investigaciones para observar ciertos fenómenos, y los resultados obtenidos así se publican.

Observaciones hechas por cámaras y otros instrumentos, así como a través de satélites en órbita, revolucionaron la oceanografía dando la posibilidad de detectar rápidamente cambios en las características del océano. El primer satélite diseñado para hacer observaciones oceanográficas fue el SEASAT lanzado en 1978. Los satélites dan ahora una perspectiva de desarrollo mucho más amplio y la captura y procesamiento de imágenes de satélite es un proyecto a mediano plazo a ser instalado a bordo de los buques oceanográficos de la UNAM.

Con esta breve descripción del "Estado de arte" de la investigación oceanográfica que se realiza actualmente en los barcos oceanográficos se presenta ahora un resumen del sistema desarrollado en el presente trabajo.

En esta tesis se analiza un parámetro, la "Temperatura", este parámetro tiene mucha importancia en los procesos oceánicos y para el cual han sido inventados instrumentos de medición muy finos con los que se ha obtenido un gran acervo de datos. Sin embargo, estructuralmente el sistema en sí es independiente del parámetro que se seleccione y podrá adaptarse a otros parámetros como: salinidad, clorofila, oxígeno, nutrientes, etc.

La depuración de los datos es muy compleja y se ha encontrado que no todos los criterios para validar un dato pueden ser programados. Existen una infinidad de ejemplos en los cuales se han desechado datos que se supusieron falsos y que resultaron ser verdaderos. No existe un criterio universal para considerar un dato como aceptable o erróneo. Hay ciertas normas que pueden ser programables, sin embargo, es necesario que



---

los datos antes de ser validados pasen un "examen" por el oceanógrafo antes de ser aceptados dentro de la base de datos. En este trabajo se utilizan criterios de validación dentro de los programas pero se mantiene abierta la posibilidad de ser evaluados y eliminados por el oceanógrafo (los datos se aceptan o se rechazan mas no se modifican ya que significaría inventar datos, lo cual es inaceptable). Para poder comparar los datos de dos puntos ya que en general no coinciden las profundidades de estaciones a las que se muestrean, se interpolan a ciertas profundidades conocidas como estandard. En el caso de los instrumentos mencionados la normalización cada metro es aceptable dada la resolución de los instrumentos y las características propias del muestreo (el movimiento del barco al paio a causa del olcaje es del orden de 1 metro) por lo que se decidió tomar 1 metro como patrón de normalización.

En este trabajo, este sistema maneja un archivo de datos de un dato por registro, y un archivo de control (maestro) con los datos generales de estación e índices para la ubicación de los datos. En esta organización (tipo base de datos muy sencilla) se tiene la opción de actualizar, es decir, añadir o eliminar registros. El sistema trabaja a base de "menús" para hacer transparente al usuario los procesos computacionales y se vea sólo una organización lógica sin que el usuario intervenga en la estructura física de los datos.

Dentro de las aplicaciones realizadas se mencionan las siguientes:

- Se desarrollaron algunos de los productos más frecuentemente utilizados: vista aérea de las estaciones realizadas a lo largo del crucero (plano de estaciones), cortes verticales (vista de las capas de la columna de agua con distinta temperatura, cálculo de cantidad de calor, gráficas de barras para promedios de temperaturas y cálculo de coordenadas para generar archivo a ser utilizado en el paquete de graficación SURFER.

El sistema puede ser utilizado a bordo de los barcos oceanográficos nacionales que cuenten con el instrumental para medición fina de temperatura y un equipo de cómputo adecuado.

---

## **II. PLANIFICACION DEL SISTEMA**

### **II.1. DEFINICION DEL PROBLEMA**

En el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM así como en otros centros de investigación oceanográfica se esta tratando de estandarizar el procesamiento de datos ya que en general los procesos son muy diversos lo mismo que las herramientas utilizadas como lo son lenguajes de programación y paquetes. Lo anterior ocasiona que se tenga información redundante grabada en distintos formatos que ocupa gran cantidad de espacio en discos.

Hacen falta crear sistemas que unifiquen esta gran variedad de opciones y que de manera más ordenada, rápida y sencilla, se tenga acceso a la información.

### **II.2. OBJETIVOS Y ENFOQUE DEL SISTEMA**

Se quiere cambiar el enfoque "Por Instrumento" que es el que utiliza el oceanógrafo normalmente, al enfoque "Por Parámetro o Dato" que es más acorde al de los sistemas computacionales. Los instrumentos de medición están cambiando rápidamente dando muchos de ellos resolución similar. Por lo que diversos instrumentos se pueden usar para estudiar el mismo fenómeno. Si se combinan las mismas mediciones del mismo parámetro provenientes de diferentes instrumentos el enfoque sera independiente del aparato y se podran estudiar los fenómenos desde un punto de vista más natural.

Desde la perspectiva del ojo humano el mar se ve uniforme, "simplemente azul" y los sentidos humanos no captan las grandes variaciones que existen en el mar. Existen desde el punto de vista de productividad; zonas áridas, fértiles, de riego (las surgencias son afloramientos de aguas de cierta profundidad a la superficie , estas aguas son ricas en nutrientes). Si esta información es captada directamente a bordo durante el desarrollo del

---

crucero, es posible estudiar con mayor detenimiento las zonas identificadas como más importantes, en lugar de muestrear "a ciegas" y obtener los resultados mucho tiempo después.

Desde el punto de vista Térmico, en el océano existen zonas calientes, templadas y frías. Con el sistema que se presenta en esta tesis podrán visualizarse de una manera clara y sencilla estas variaciones, inclusive hacia el fondo capas de diferente espesor, mostrando de acuerdo a un color determinado el rango de variación de temperatura, tratando de aprovechar la capacidad gráfica y de color de la computadora.

Se pretende poder compactar todos los datos de un crucero en un sólo archivo manejable en discos flexibles.

La estructura de Base de Datos debe ser muy simple, lo que implica el desarrollo de software previo adaptado a cada instrumento que estandarice los datos.

## **II.3. RECURSOS DE SOFTWARE Y HARDWARE**

### **II.3.1. RECURSOS HUMANOS**

El presente trabajo tiene un grado de complejidad tal que puede ser desarrollado por una sola persona. Se diseña el sistema como trabajo de tesis profesional de la carrera de ingeniero en computación. Se requiere del asesoramiento de gente experta en investigación oceanográfica que sepa de la problemática y las necesidades existentes en el manejo de la información.

---

### **II.3.2. RECURSOS DE SOFTWARE**

Hasta la fecha se ha contado con algunos programas elaborados en el Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas (IIMAS), otros adquiridos en el extranjero, y otros pocos desarrollados en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL), además de paquetería de uso general como el Lotus 123, Qpro, Harvard Graphics, Surfer, etc.

Para la creación del sistema se cuenta con el lenguaje de alto nivel Pascal, en este caso el compilador Turbo Pascal versión 5.5 de Borland. Este lenguaje posee características que permiten un manejo eficiente de datos, así como manejo de gráficas, además de también ser fácilmente transportable.

### **II.3.3. RECURSOS DE HARDWARE**

El volumen de datos de temperatura a manipular es perfectamente soportable por una computadora personal. Se requiere equipo XT y AT con entrada para discos flexibles, disco duro, memoria RAM de 640k y monitor tipo VGA de color.

Existe infraestructura computacional tanto en el ICMyL como en los barcos para poder realizar el sistema.

## **II.4 JUSTIFICACION**

El presente trabajo es útil, porque con programas diseñados en nuestro país para las necesidades en el campo de la investigación oceanográfica se adquiere independencia tecnológica en esta área, y se enfoca a la problemática propia.

---

Los programas hechos en México son mas costeables que los comprados en el extranjero, además las instrucciones y documentación, como lo son manuales y guías de usuario están escritos en español.

Este sistema es un aporte que puede ser parte de macrosistemas de datos oceanográficos.

---

---

## III. ANALISIS DEL SISTEMA

### III.1. DEFINICION DEL SISTEMA

Este es un sistema que permite la captura y manipulación de datos del parámetro oceanográfico temperatura, dejando estos en formatos sencillos y de fácil acceso a través de menús que nos permitan la consulta y generación de productos gráficos.

### III.2. DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS

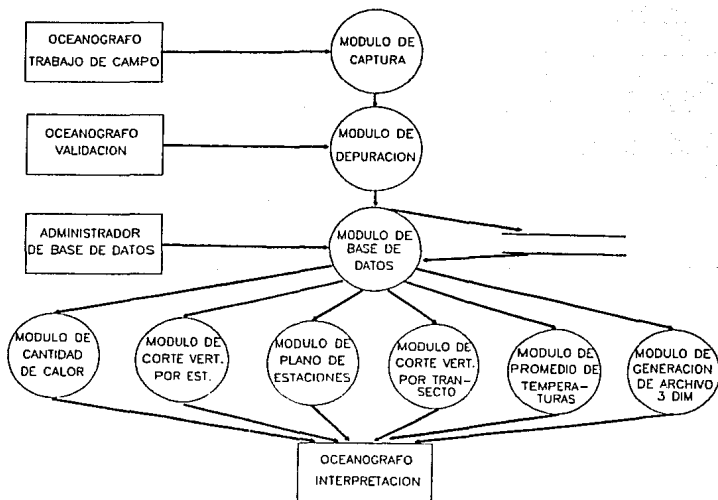


Figura 2. Diagrama de flujo de datos del Sistema de Información de temperatura

---

### III.3. DICCIONARIO DE DATOS

Nombre	: Datos de temperatura con basura
Donde se usa	: En módulo de depuración
Propósito	: Eliminar toda la basura existente en dicho archivo
Nombre	: Datos depurados y normalizados
Propósito	: Datos bien estandarizados sin basura en un archivo
Derivado de	: Módulo de depuración
Nombre	: Datos formateados para Base de Datos
Donde se usa	: En el módulo de Base de Datos
Propósito	: Introducirlo o eliminarlos de la Base de Datos
Nombre	: Datos de Temperatura
donde se usa	: En los módulos siguientes : Módulo de generación de calor, corte vertical plano de estaciones, corte vertical por transecto, promedio de temperaturas y generación de archivo para paquetes comerciales (surfer).
Propósito	: Obtención de varios productos gráficos visualizados en pantalla, además de generar archivos.
derivado de	: Módulo de Base de datos
Nombre	: Datos de cantidad de calor
Propósito	: Generar archivo con datos de cantidad de calor
derivado de	: Módulo de cantidad de calor
Nombre	: Datos de estación
propósito	: Visualizar en pantalla el corte vertical de una estación, mostrando profundidad y temperatura.

---

<b>Derivado de</b>	<b>: Módulo de corte vertical por estación</b>
<b>Nombre</b>	<b>: Datos de plano de estaciones</b>
<b>Propósito</b>	<b>: Visualizar en pantalla un mapa y las estaciones del crucero de acuerdo a su latitud y longitud</b>
<b>Derivado de</b>	<b>: Módulo plano de estaciones</b>
<b>Nombre</b>	<b>: Datos de corte vertical de estaciones</b>
<b>Propósito</b>	<b>: Visualizar en pantalla el corte vertical de varias estaciones mostrando su profundidad y temperatura.</b>
<b>Derivado de</b>	<b>: Módulo de corte vertical por transecto</b>
<b>Nombre</b>	<b>: Datos de promedio de temperaturas</b>
<b>Propósito</b>	<b>: Visualizar gráficamente a través de barras los promedios de temperatura de todas las estaciones de un crucero de acuerdo a cierta profundidad.</b>
<b>Derivado de</b>	<b>: Módulo de promedio de temperaturas</b>
<b>Nombre</b>	<b>: Datos para archivo con formato surfer</b>
<b>Propósito</b>	<b>: Generar un archivo con formato de 3 columnas conteniendo latitud, longitud y temperatura para una profundidad dada, para utilizarlo después en surfer.</b>
<b>Derivado de</b>	<b>: Módulo de generación de archivo surfer</b>

---



---

### III.4. ELEMENTOS DEL SISTEMA Y CONFIGURACION BASICA

El sistema desarrollado en este trabajo es modular, el primer módulo es el único que se adapta al formato y características del instrumento que capturó los datos, si el instrumento cambia el módulo tendrá que ser modificado, los demás módulos que conforman el sistema son generales.

Algunos de los instrumentos que pueden ser utilizados son: Batitermógrafo analógico marca Sippican, batitermógrafo digital tipo XL200, CTD Mark III Niel Braun, CTD Egg-Niel Braun, etc.

Se cuenta con un sistema de posicionamiento vía satélite del cual se obtiene la medición del tiempo referente al meridiano de Greenwich, y también un ecosonda (instrumento que nos proporciona la profundidad del fondo marino).

La configuración básica para que el sistema funcione es:

- Computadora PC
- Monitor a color tipo VGA
- Disco duro con espacio disponible, mayor a 5 Mbytes
- Memoria RAM de 512k
- Impresora de matriz de puntos
- Sistema Operativo MS-DOS versión 3.3 o mayor
- Compilador Turbo Pascal versión 5.5
- Paquete gráfico SURFER

---

## **IV. DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA**

### **IV.1. CAPTURA DE DATOS**

#### **IV.1.1. INSTRUMENTOS ELECTRONICOS UTILIZADOS**

Actualmente los instrumentos electrónicos mas usuales para medir la temperatura son : CTD ( medidor de conductividad, temperatura y profundidad), STD (medidor de salinidad, temperatura y profundidad), y Batitermógrafo (medidor de temperatura y profundidad). Existe un batitermógrafo mecánico cuyos resultados se graban en una placa de vidrio. Este instrumento ya ha caído en el desuso y no se contempla incluirlo en el sistema. Otra variante del batitermógrafo es el XBT que es desechable y cuya información es grabada gráficamente o en forma digital.

Debido a la grandes potencialidades de estos aparatos, regularmente se cuenta con algún tipo de interfaz con las computadoras. Pueden ser conectados a través del puerto serie (CTD Niel Braun, BT), en paralelo (con la interfase GPIB "General Purpose Interfase Bus"). También por señal analógica (XBT), o por digitalización de una gráfica XBT y STD.

Es importante mencionar que el sistema no incluye la captura de los datos, esta parte ya ha sido desarrollada por los fabricantes, en el ICMYL, y en el IIMAS. Se parte de los datos de los diferentes tipos de archivos con sus formatos específicos para cada instrumento. Ese archivo es la materia prima o puerta de entrada del sistema, sea del formato que sea.

Los casos concretos de instrumentos que se manejan son el CTD Niel Braun Mark III y el Batitermógrafo XL200 (Richard Brancker Research. Ottawa Canada).

---

#### **IV.1.2. PERFILADOR CTD NIEL BRAUN**

El perfilador CTD esta formado por una unidad sumergible y un "Deck" terminal denominado Unidad de Superficie, conectados entre sí por un cable unifilar con alma de acero (fig. 3). La unidad sumergible suministra un muestreo de conductividad, temperatura y presión 32 veces cada segundo a medida que el CTD desciende en el mar. Su formato es de teletipo, modulando la señal en frecuencia de llaveo (frequency shift key) con una frecuencia de 5 y 10 KHz. Esta señal de audio además de ser enviada a la unidad de superficie, también es almacenada en una grabadora de carrete libre. La unidad de Superficie decodifica la información, suministrándola en forma digital, tanto en transmisión serie como en paralelo para enviarla a la computadora.

La presión es sensada por un transductor de presión marca Paine protegido en un ambiente de aceite y con un rango de operación de 1 a 6500 decibares.

La temperatura es registrada mediante una combinación electrónica de salidas de un termistor de alta velocidad (30 milisegundos de respuesta) y un termómetro de resistencia de platino (material resistente a las inclemencias del medio ambiente marino), dando con esto una rápida respuesta térmica debida al termistor, así como buena estabilidad y linealidad a través del tiempo, debido al platino.

La salinidad es medida a partir de muestreo de presión, temperatura y conductividad eléctrica, siendo esta última registrada mediante una celda de cuatro electrodos de cerámica en miniatura.

## Especificaciones del CTD

	RANGO	PRECISION	RESOLUCION	ESTABILIDAD
CONDUCTIVIDAD	5-65	0.005	0.001	0.003
	mhos	mmhos	mmhos	mmhos/mes
TEMPERATURA	-32 a 32°C	0.005°C	0.005°C	0.001°C/mes
PRESION	0-320 db	0.5 db	0.005 db	0.1 %/mes
	0-650 db	1.0 db	0.01 db	0.1 %/mes
	0-1600 db	1.6 db	0.025 db	0.1 %/mes

Tabla 1. (Neil Brown Operation and Maintenance Manual, 1987)

En la figura 3 se observa el CTD (Unidad a bordo y unidad sumergible).

Unidad de Superficie

Unidad Sumergible

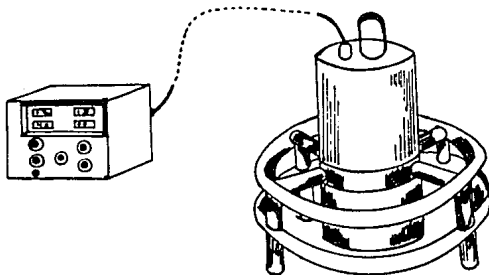


Figura 3. Esquema del CTD

El CTD registra 32 ciclos de mediciones de parámetros físicos por segundo. Dependiendo del programa de captura se pueden obtener 2 ciclos (sistema PDP 11) o los 32 con computadora AT, pero muchos datos deberán ser descartados porque corresponden a oscilaciones producidas por el oleaje. En la práctica se tiene de acuerdo con la profundidad de descenso entre 2 y 4 registros por segundo, lo que corresponde a una medición entre 10 y 40 cm. En la tabla 2 aparecen datos crudos del CTD.

Presión	Temperatura	Conductividad	Salinidad	
1.150	23.672	0.000	0.012	
1.100	23.677	0.000	0.012	
1.150	23.688	0.000	0.012	
1.200	23.696	0.000	0.012	
1.200	23.712	0.000	0.012	
1.150	23.724	0.000	0.012	
1.100	23.738	0.000	0.012	
1.150	23.746	0.000	0.012	
1.150	23.755	0.000	0.012	
1.150	23.771	0.000	0.012	
1.150	23.782	0.000	0.012	
1.150	23.789	0.000	0.012	
1.150	23.800	0.000	0.012	
1.150	23.801	0.000	0.012	
1.150	23.810	0.000	0.012	
1.200	23.825	0.000	0.012	
1.200	23.835	0.000	0.012	
1.150	23.824	0.000	0.012	
1.200	23.831	0.000	0.012	
1.200	23.830	0.000	0.012	
1.500	27.424	56.399	35.559	Momento en que el CTD
1.550	27.673	57.151	35.902	entra al agua.
1.550	27.566	57.411	36.169	
1.600	27.497	57.519	36.299	
1.650	27.476	57.596	36.371	
1.750	27.494	57.682	36.418	
1.950	27.498	57.714	36.437	
2.100	27.489	57.734	36.459	
2.300	27.491	57.739	36.461	
2.400	27.489	57.745	36.466	

Tabla 2. Inicio de una cala de CTD, se observa claramente el momento de entrar al agua, se ve el cambio en la salinidad de 0 a 35.

---

La profundidad se mide en decibares (1 db corresponde a la presión ejercida por 1.013 metros de agua. Para efectos de cálculos físicos tiene más sentido hablar de presión que de profundidad y por lo que se prefiere manejar presiones en vez de profundidades, sin embargo su equivalencia casi exacta permite manejar indistintamente los términos profundidad en metros y presión en decibares pero para efectos de cálculos se manejan con toda formalidad.

#### **IV.1.3. DATA LOGGER BATITERMOGRAFO**

El Batitermógrafo (BT) es un dispositivo electrónico formado por un tubo de aluminio pintado de negro y cerrado herméticamente diseñado para soportar presiones de una columna de agua de 1000 metros (Fig. 4). Contiene un reloj de tiempo real y se puede programar para hacer mediciones con intervalos de 1 segundo a 24 horas. Los tiempos de inicio y fin son programados en formato de año:mes:día:hora:minuto:segundo.

Esta provisto por 4 celdas alcalinas tipo AA de 1.5 volts. Estas celdas tienen un tiempo de duración del orden de los 6 meses de grabación. Incluye además una celda de litio para respaldar los datos contenidos en la memoria en el caso de fallas en las baterías.

La comunicación con el BT para programar y recuperar datos se realiza a través del puerto serial operando a 9600 baudios.

El BT es un "logger" de 2 canales provisto con sondas de temperatura y presión. Las medidas se realizan usando un par de termistores y un convertidor analógico digital que da una resolución de 0.1C en el rango de -20 a +50C. La capacidad de la memoria de datos es del orden de 16,000 lecturas.

Los datos proporcionados por este dispositivo, quedan en formato ASCII o en hexadecimal.

El software provisto para el BT incluye además un programa de captura y un conjunto de programas gráficos.

El programa corre en una PC IBM o compatible, memoria mínima de 256K de memoria. Los datos son almacenados directamente en memoria, permitiendo tener una rápida transferencia y recuperación de datos.

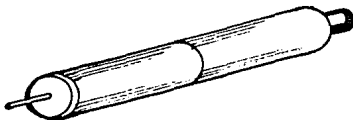


Figura 4. Esquema de BT

En la tabla 3 se puede observar el formato en el que quedan grabados los datos del BT.

```
RBR XL-200 2.2 002697
Host time 1990/11/07 01:26:46
Logger time 90/11/07 01:27:06
Logging start 90/11/07 01:10:00
Logging end 90/11/07 01:25:00
Sample period 00:00:02
Number of channels = 2, number of samples = 450, mode : 4
Calibration data from file 002697.cal :
created: 04 April 1989 for logger xl-200
D12%8.1f%8.1f
1 1 -51.716 0.07227 0 0 0 0 Degrees_C
2 1 5.444 0.597 0 0 0 0 KPascals

90/11/07 01:10:00
22.6 12.0 22.6 12.0 22.6 12.0 22.6 12.0 22.6
22.6 12.0 22.5 12.0 22.6 12.0 22.6 12.0 22.6
22.5 12.0 22.5 12.0 22.5 12.0 22.5 12.0 22.5
22.6 12.6 22.6 12.6 22.7 12.6 22.8 12.6 22.8
22.9 12.6 22.9 12.6 22.9 12.6 24.5 13.2 24.8
24.8 25.7 24.8 31.1 24.7 32.3 24.7 34.1 24.8
24.8 56.2 24.8 59.8 24.9 62.2 24.9 64.0 25.0
24.7 86.6 24.7 87.8 24.7 90.2 24.7 93.8 24.6
24.5 114.1 24.5 117.7 24.5 118.9 24.5 120.7 24.5
24.0 132.6 23.9 133.8 23.9 133.8 23.9 131.4 24.0
```

Tabla 3. Datos de Batitermógrafo, el formato es el que aparece por default y el cual posteriormente es cambiado para el proceso de validación.

---

Para ubicar y controlar cada estación de un crucero se crea un archivo maestro de control, conteniendo: número de la estación, posición (la posición en el mar se mide en latitud y longitud en grados y minutos), la fecha que se da en hora local pero que debe estar perfectamente controlada con la hora del tiempo de Greenwich. Estos datos se pueden pasar por la interfase del navegador por satélite (TRANSIT ó GPS), ó cargarlos en línea. Un dato también importante es el de la profundidad al fondo. Este dato lo proporciona una ecosonda que va midiendo la distancia del barco hasta el fondo marino. Este dato también se puede capturar mediante una interfaz o en línea.

#### **IV.1.4. REALIZACION DE UNA ESTACION OCEANOGRAFICA**

Se describe brevemente para el caso de temperatura cual es el proceso de medición para explicar cuales son los problemas que se originan durante el muestreo.

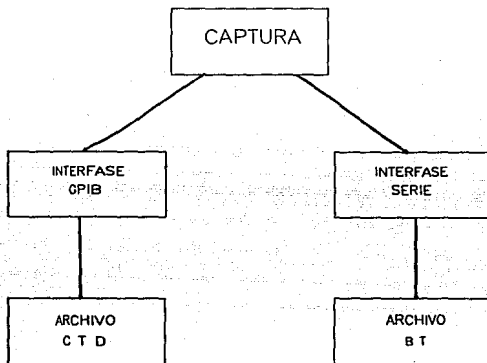
En el caso del CTD una vez que el barco está prácticamente en reposo se activa la unidad de superficie del CTD y se chequea que trabaje correctamente. Se activa el programa de la computadora y de otros periféricos como unidad de cinta y graficadores si se están usando. Se observa la profundidad máxima de muestreo, se avisa al operador del winche y los operarios de cubierta ayudan a colocar el aparato en superficie. Cuando los sensores dan lecturas estables se da la orden de descenso del instrumento; Cuando se llega a la máxima profundidad se interrumpe el muestreo y se cierran los archivos.

Para el BT, una vez que el barco esta en estación se activa el programa, el muestreo se realiza programando el tiempo inicial y final así como el intervalo. Se debe ser muy cuidadoso de programar correctamente estos datos dando un margen suficiente para medir aun en caso de retrasos por eventualidades. Se sujeta al winche el BT y se sumerge lentamente. Una vez recuperado se lleva a la sala de registros (laboratorio de cómputo e instrumentos del barco), se espera a que termine el tiempo de muestreo, se leen y se vacían los datos a la computadora.



---

En la Fig.5 se muestra la carta estructurada del módulo de captura.



**Figura 5. Carta estructurada del módulo de captura**

## IV.2. VALIDACION

### IV.2.1. RUIDO EN LA CAPTURA DE DATOS

El tener datos validados que han pasado por un estricto control de calidad es clave para obtener resultados y una base de datos sana.

Aún para los instrumentos más finos existe un riesgo muy elevado de tener datos erróneos, algunos errores son producto de problemas durante el muestreo, otros por mal funcionamiento en los instrumentos tanto en la transmisión de datos como de problemas de calibración.

En la tabla 4 se muestra un archivo generado por el CTD con datos erróneos.

Presión	Temperatura	Conductividad	Salinidad
1.350	25.823	0.000	0.013
1.300	25.819	0.000	0.013
1.250	25.810	0.000	0.013
1.350	25.814	0.000	0.013
1.300	25.826	0.000	0.013
1.350	25.824	0.000	0.013
1.350	25.831	0.000	0.013
1.300	25.828	0.000	0.013
1.300	25.832	0.000	0.013
1.350	25.830	0.000	0.013
1.300	25.832	0.000	0.013
1.350	25.831	0.000	0.013
3.500	27.572	56128.000	76214710.000
3.650	27.573	56480.000	77426610.000
3.700	27.569	56539.000	77650030.000
3.850	27.572	56479.000	77429120.000
4.050	27.576	56991.000	79203080.000
4.250	27.576	56967.000	79120560.000
4.400	27.571	57292.000	80291040.000
4.550	27.568	57352.000	80516830.000
4.800	27.568	57520.000	81114220.000

**A**

**B** Datos erróneos en el sensor de conductividad.

Tabla 4. Se observa que los datos en el intervalo marcado con A están fuera del agua por la conductividad cero. Los del intervalo B tienen errores, pues en el mar no existen estos valores de conductividad, sin embargo los sensores de temperatura y presión funcionan correctamente.

---

Algunos errores pueden ser identificados mediante algoritmos. Los problemas de calibración también pueden ser corregidos por programas, algún tipo de ruido cuando es muy notorio también puede ser identificado por programas, pero existen muchas otras posibilidades de errores que no pueden ser programados y para lo cual se necesita un experto en la materia, en este caso un oceanógrafo que dé el visto bueno, por ejemplo, puede identificar si los gradientes fuertes de cierto parámetro son razonables en determinada zona, inestabilidades después del paso de un temporal, si las inversiones en la temperatura por un enfriamiento repentino o por falta de tiempo de estabilización de los sensores, las altas temperaturas son consecuencia de descalibración de los sensores o condiciones climáticas, etc.

Esta posibilidad hace que no sea recomendable dejar totalmente automatizada la captura de los datos. Cuando los errores son identificables y corregibles vía software, se corrigen, pero se deja abierta la posibilidad de que el oceanógrafo de un visto bueno final a los datos, posibilitando descartar datos que considere falsos. Es importante hacer notar que en todo proceso los datos originales permanecen intactos. Se trabaja con un respaldo y solo los archivos de datos procesados son los que se pueden modificar.

Existen muchos problemas en la transmisión de datos, a continuación se describen brevemente algunos de ellos.

- El CTD tiene problemas de falsos contactos por el castigo del cable transmisor con el instrumento ocasiona ruido.
- Impurezas en los sensores de temperatura.
- La acumulación de partículas de sal en la celda de conductividad, provoca mediciones erróneas.
- Si la temperatura a bordo es muy diferente a la de la superficie del mar, el aparato no se aclimata inmediatamente, por lo que se recomienda dejarlo en la superficie alrededor de 20 segundos para que los datos leídos sean congruentes.

- 
- El sensor de presión es vulnerable a los cambios de la presión atmosférica, por esto no siempre marca un cero a bordo, por lo cual es necesario compensar con los demás datos este error.
  - Por otro lado, si se desciende muy lentamente, el oleaje hace que el aparato suba y baje, ocasionando con esto turbulencia.
  - También error en la calibración de los sensores, provoca error en los datos y encadena una serie de problemas.

Por otro lado, para el BT las fallas en la programación de muestreo traen muchos conflictos, por ejemplo la definición incorrecta de un intervalo de muestreo proporcionará solo datos incorrectos por no encontrarse en el rango apropiado de tiempo de muestreo.

Si el aparato desciende rápidamente no da tiempo a los sensores a aclimatarse, ocasionando que los primeros valores estén un poco desfasados. Por ejemplo cuando el aparato desciende lentamente y asciende rápidamente se genera un fenómeno de histéresis observado en las gráficas.

Un error frecuente en el batitermógrafo es la calibración de los sensores que frecuentemente es incorrecta, pero puede ser corregida con la ayuda de otros instrumentos abordo y por tanto corregir los datos.

Dentro del sistema de información de temperatura muchos de estos problemas están contemplados, y el manejo de los datos así como su depuración se describen a continuación.

## **IV.2.2. ELIMINACION AUTOMATICA DE RUIDO**

De una manera interna y transparente, toda la basura que pueda traer el archivo (como pueden ser datos de superficie, datos de subida, o simplemente datos disparados), es depurada en un 90% y en muchos casos en un 100%, lo cual trata de evitar al usuario esta tarea engorrosa.

---

En un paquete como Lotus 123, la depuración de datos es muy engorrosa, se elimina dato por dato o se hace una depuración rango por rango de datos. Por otro lado no se tiene la opción de ver datos y gráfica al mismo tiempo.

Una gráfica de presión contra temperatura en Lotus 123 se ve de la siguiente forma.

### GRAFICA DE PRESION CONTRA TEMPERATURA

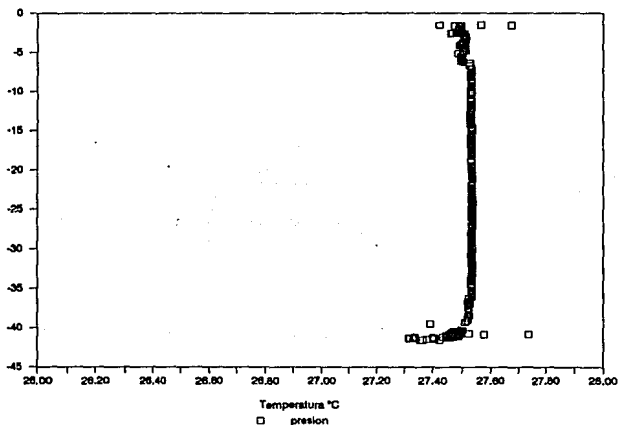


Figura 6. gráfica de presión contra temperatura en el paquete de graficación lotus. Obsérvese que no se pueden ver datos y gráfica al mismo tiempo. Además todos los datos erróneos hay que depurarlos manualmente.



Una vez eliminada una gran cantidad de datos se tiene la opción de quitar algunos más marcándolos de acuerdo al número de dato que se desee. Cabe mencionar que se puede cambiar de opinión por si se cometió un error, y desmarcar lo marcado anteriormente (fig. 8). Una vez que el archivo este listo se procede a grabarlo. Esta depuración se realiza bajo criterios oceanográficos, deben de tomarse en cuenta; la zona geográfica de estudio, la época del año, si es época de nortes, etc.

### IV.3. NORMALIZACION

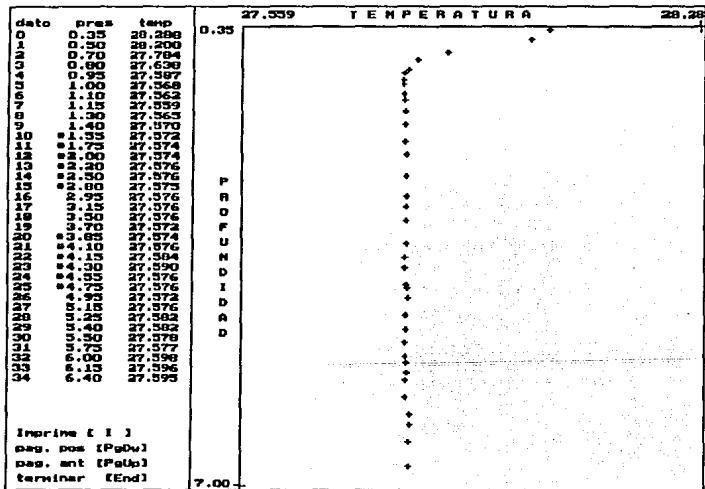


Figura 8. Gráfica de presión contra temperatura mostrando con asteriscos (\*) los datos a ser borrados manualmente.

---

### **1V.3.1. ESTANDARIZACION**

Esta es una parte muy importante en el manejo y manipulación de datos para conformar la base de datos, ya que entre más ordenados y estructurados estén, más eficiente sera su proceso.

Para poder comparar dos estaciones oceanográficas en las que usualmente se midió a diferente profundidad se interpola a ciertas profundidades. Tradicionalmente cuando se toman datos discretos se mide con mayor densidad en las capas superficiales donde se sabe que los cambios son más intensos y en puntos más distantes a mayor profundidad. Posteriormente se interpola a ciertas profundidades convencionales 0, 10, 20 m. etc..

Con los datos que se están utilizando de CTD y BT en los que prácticamente se tiene un continuo, se decidió interpolar a cada metro.

El CTD se ha utilizado con registros aproximados de 40 cm, y el BT cada 1.5 m, y el rango de movimiento del barco oscila cerca del metro, debido al oleaje.

En el sistema se seleccionó un intervalo de un metro de profundidad porque es representativo del intervalo de muestreo "Tipo" de los instrumentos actuales, y para el estudio de muchos fenómenos es suficiente.

### **1V.3.2. INTERPOLACION**

Como los datos no vienen dados para cada metro, se realiza una interpolación lineal entre los puntos anterior y posterior, tabla 5.



---

presión (db)	temperatura (c)
1.8	27.65
2.6	27.65
3.1	27.64
3.8	27.62

Tabla 5. Datos de presión y temperatura a interpolar

Para interpolar el dato de 3 m se utilizan los puntos 2.6 y 3.1 m.

La formula de interpolación lineal utilizada es :

$$T = \frac{(t_2 - t_1) (p - p_1)}{(p_2 - p_1)} + t_1$$

donde

$p_1$  = presión anterior a la deseada

$p_2$  = presión posterior a la deseada

$p$  = presión deseada

$t_1$  = temperatura anterior a la deseada

$t_2$  = temperatura posterior a la deseada

$T$  = temperatura deseada correspondiente a la presión  $p$

De donde sustituyendo los datos:

$$T = \frac{(27.64 - 27.65) (3 - 2.6)}{(3.1 - 2.6)} + 27.65$$

$$T = 27.642$$

Después de ser validado, el archivo depurado pasa automáticamente por el proceso de interpolación generándose un archivo de tipo entero con datos de temperatura normalizada. Finalmente el archivo interpolado queda como en la tabla 6.

presión (db)	temperatura (°C)
0	27.65
1	27.65
2	27.65
3	27.642

Tabla 6. Datos de presión y temperatura interpolados a metros

En la figura 9 se muestra la carta estructurada del módulo de validación.

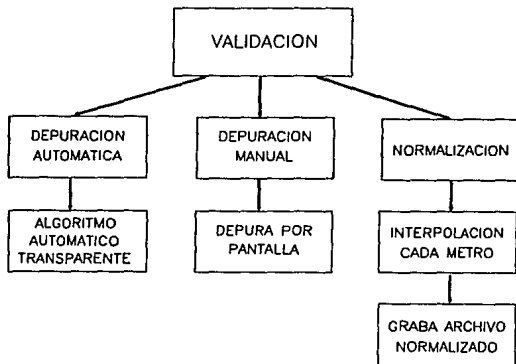


Figura 9. Carta estructurada del módulo de validación

---

## IV.4. ESTRUCTURA DE DATOS

### IV.4.1. ALMACENAMIENTO

Se diseñó una estructura que tiene las siguientes ventajas:

Los datos de las estaciones se van incorporando conforme se van depurando en un archivo que contendrá todas las estaciones de un crucero. La idea es que este archivo sea lo más compacto posible de manera que pueda ser almacenado en discos flexibles para que la información sea manejable y fácilmente transportable en caso de que se desee procesar posteriormente.

Un crucero típico consta de 100 estaciones, aproximadamente 50 de ellas profundas (teniendo alrededor de 1000 registros), y 50 someras con unos 100 registros. Teniendo en mente estas cifras, se manejan en el sistema datos de tipo entero. Cada dato ocupa 2 bytes. Para un crucero completo se tiene;

$$\text{Estaciones profundas } 50 \times 1000 \times 2 = 100\,000 \text{ bytes}$$

$$\text{Estaciones no profundas } 50 \times 100 \times 2 = 10\,000 \text{ bytes}$$

Lo que hace un total de 110,000 bytes alrededor de 100 Kb, lo cual es bastante aceptable para ser almacenados en un disco flexible.

Por supuesto que pueden existir cruceros que sean lo suficientemente grandes como para generar un archivo muy extenso. En estos casos se puede utilizar una unidad de discos de 720, 1.2 MB ó 2 MB.

El sistema maneja 2 archivos: uno maestro, con datos del crucero, y otro con los datos de temperatura. El archivo maestro contiene varios campos y es de tipo récord, y el otro archivo es de tipo entero de un solo campo.

Cabe mencionar que los datos de temperatura originalmente vienen de tipo real, para quitarles el punto se multiplican por 1000 y de esta forma el dato se convierte a tipo entero. Como la temperatura en el mar no puede ser mayor a los 32 o, el dato mas grande que pueda haber es de 32000 lo cual es un número que cae en el rango de los datos tipo entero de 2 bytes.

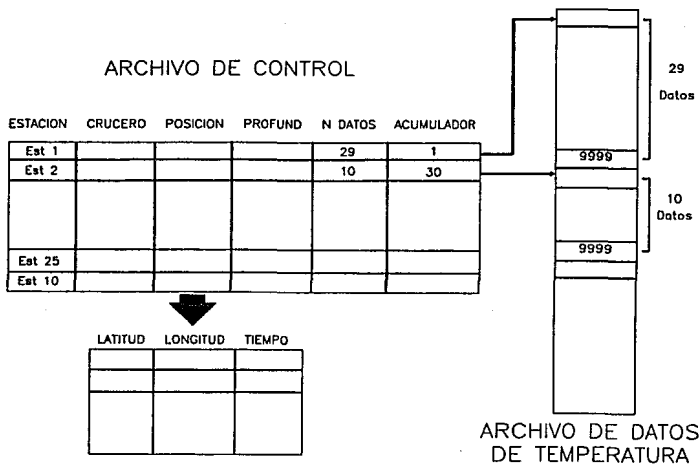


Figura 10. Esquema de la organización y estructura de los datos del Sistema de Información de Temperatura

---

## 1V.4.2. DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA BASE DE DATOS

Cabe mencionar que el archivo maestro se va creando en línea, al introducir el usuario los datos para cada estación.

## 1V.4.3. FORMATO DE DATOS

Descripción de campos del archivo maestro.

Dato	Tipo	Descripción
Posición	entero	La latitud, longitud y tiempo son tomados de las lecturas dadas por el GPS (navegador por satélite).
Nombre de estación	string.	Identifica el número de estación.
Nombre del crucero	string	Nombre de la campaña realizada.
Profundidad	entero	Profundidad del fondo de la estación
Número de datos	entero	Cantidad de datos de la estación ya depurada.
Acumulador	entero	Apuntador que da la localización del primer elemento de la estación en la tabla referenciada.

El archivo con datos de temperatura contendrá una gran cantidad de datos de temperatura de tipo entero correspondiente a cada una de las estaciones del crucero. De este archivo es del que se obtendrán todos los productos de que consta el sistema.

Es importante mencionar que para poder acceder la base se deben tener siempre presentes los 2 archivos, el de control y el de datos. Cada vez que se copie la estructura a otro disco, se copian los 2 archivos. Los dos tendrán el mismo nombre, pero con distinta extensión. ejem. base.dbf y base.ref. El archivo base.dbf es de tipo record conteniendo los campos que identifican las estaciones de un crucero, y el archivo base.dbf es de tipo entero y contiene los datos interpolados tomados de las estaciones capturadas por el CTD o BT.

---

Con esta estructura se pretende poder acceder cualquier estación e inclusive mostrar el comportamiento de varias al mismo tiempo.

En la fig. 11 se muestra la carta estructurada del módulo de base de datos.

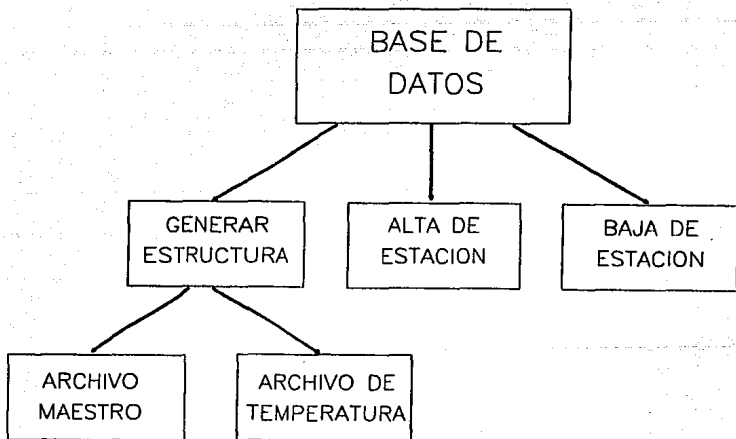


Figura 11. Diagrama de la estructura del módulo de Base de datos

## IV.5. APLICACIONES

### IV.5.1. BREVE DESCRIPCION GENERAL

Los procesos térmicos en el mar son muy importantes desde el punto de vista del clima. El agua por su alto calor específico sirve como amortiguador a las variaciones climáticas por lo que las variaciones de temperatura en lugares cercanos al mar son menos bruscas que tierra adentro.

La radiación solar calienta una capa superficial (alrededor de 10 m) y la luz solar penetra hasta 80 metros aproximadamente, por lo que en la capa superficial es donde se llevan a cabo los fenómenos fotosintéticos y de intercambio de calor con la atmósfera.

La frontera de esta capa "caliente" se denomina termoclina, y es un lugar donde existen gradientes intensos de temperatura. La ubicación de esta capa es clave para diversos estudios (fig. 12).

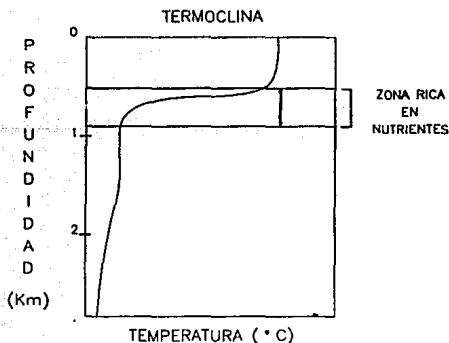


Figura 12. Termoclina en una columna de agua

---

La termoclina es un rango de profundidad en donde hay mucha variación de temperatura. La termoclina es especialmente prominente en áreas de mar abierto.

Las zonas de surgencia son muy importantes pues como se ha mencionado corresponden a áreas donde se presenta un afloramiento o elevación de aguas de las profundidades a la superficie, lo que produce un enriquecimiento por nutrientes. Las zonas mundiales de afloramiento son muy escasas y su ubicación en el espacio y tiempo es uno de los objetivos de la oceanografía. Este fenómeno no se capta a simple vista, pero con este sistema es posible ubicarlo.

En esta sección del sistema, se podrán acceder las estaciones de la base de datos, para mostrar en pantalla información gráfica y estadística.

En la parte gráfica se puede ver como fluctúa la temperatura en una estación determinada. Se tomó un patrón de colores que son los que delimitan los cambios de temperatura para rangos determinados (tabla 7).

#### Rango de temperatura y colores

25°C	Rojo	32°C
20°C	Anaranjado	25°C
15°C	Verde	20°C
10°C	Cyan	15°C
5°C	Azul claro	10°C
0°C	Azul oscuro	5°C

Tabla 7. Patrón de colores para rangos determinados de temperatura



El rojo representa las capas de mayor temperatura, y el azul oscuro las de menor temperatura. El amarillo no se utiliza porque es tan intenso en la pantalla similar al rojo. Por otro lado el fondo marino tendrá color amarillo con franjas negras.

El sistema puede mostrar cortes verticales (visualización de capas de agua con un corte perpendicular a la superficie), de acuerdo a rangos de temperatura. Se puede mostrar, por estación o por transecto (conjunto de estaciones que ubican una ruta preestablecida para un área de estudio).

### 1V.5.2. CORTE VERTICAL POR ESTACION

Si se elige la opción de corte vertical por estación, se desplegará una pantalla con una gráfica que simula capas oceánicas con colores, así mismo un barco sobre la superficie del agua. El barco así como las capas estarán a escala para dar mejor visión de lo que ocurre realmente.

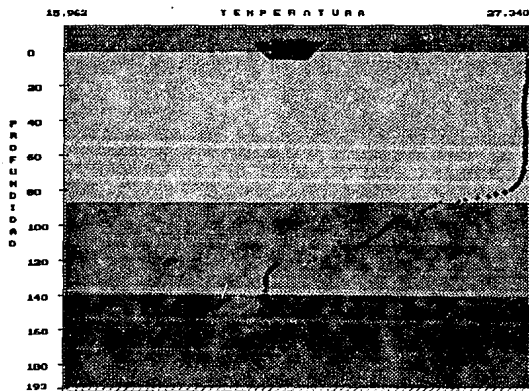


Figura 13. Gráfica de un corte vertical por estación

Las capas están determinadas de acuerdo a valores de profundidad y temperatura. La parte vertical de la pantalla nos muestra la profundidad, y los colores el rango de temperatura, (fig. 13).

Cabe señalar que la gráfica muestra la estación completa, con todos sus datos depurados.

### 1V.5.3. PLANO DE ESTACIONES

El sistema primero despliega como se ven las estaciones desde una vista aérea, en forma de puntos, para posteriormente pasar a elegir las que se quieren procesar (fig. 14). Las estaciones están ubicadas de acuerdo a su latitud y longitud, grabadas con anterioridad en

num	est	lon	lat
1	e1	22.33	89.68
2	e3	22.12	89.67
3	e4	21.97	89.68
4	e5	21.83	89.68
5	e7	21.33	89.68
6	e9	21.37	90.13
7	e8	21.42	90.08
8	e19	22.03	90.37
9	e14	22.23	90.40
10	e15	22.43	90.43
11	e17	22.06	91.33
12	e04	18.92	92.38
13	e87	18.82	92.80
14	e91	19.02	92.87

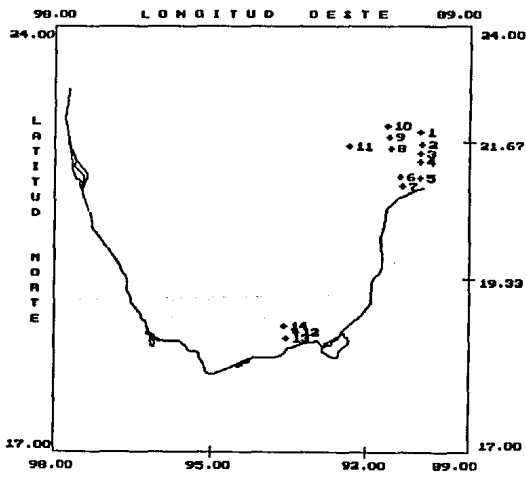


Figura 14. Gráfica de vista aérea del Golfo de México con las estaciones del crucero

la base de datos. En este módulo se pretende ver como fue, o como esta siendo el recorrido del barco. Aparece como punto de referencia de acuerdo a la zona de estudio, parte del mapa de la Republica Mexicana.

También se puede hacer un acercamiento para una zona en particular, y la gráfica mostrada aparece en la fig. 15. Esto ayuda a visualizar en forma mas clara las estaciones que aparecen muy juntas en una vista normal.

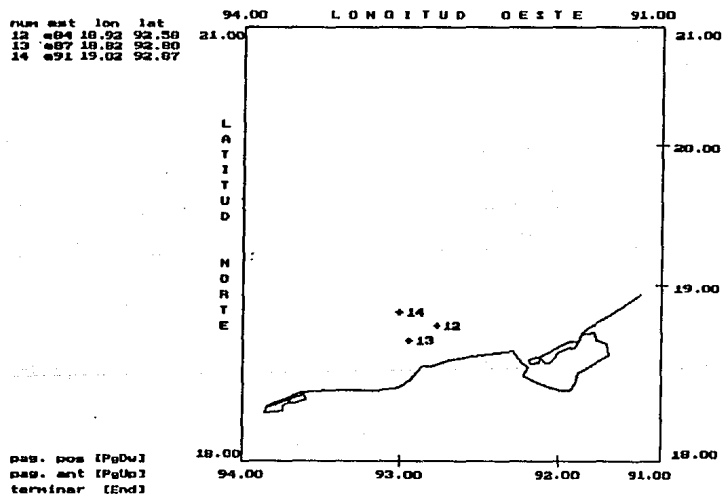


Figura 15. Gráfica con acercamiento para coordenadas específicas deseadas

En la fig. 16. se muestra la gráfica pedida por el oceanógrafo, con coordenadas erróneas.

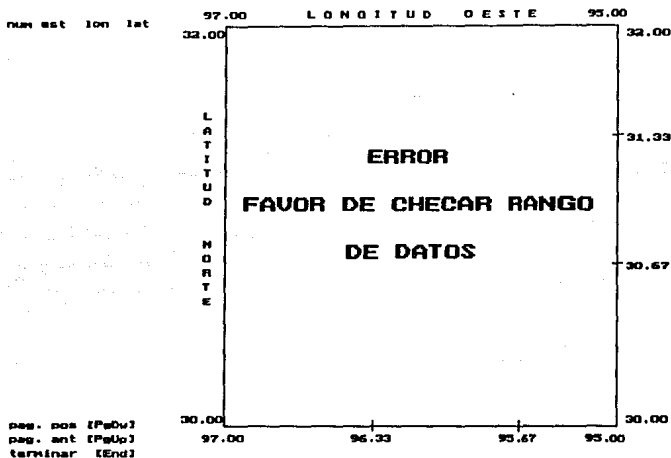


Figura 16. Despliegue de una pantalla a la cual se le introdujeron coordenadas erróneas

#### IV.5.4. CORTE VERTICAL POR TRANSECTO

Se pueden observar las relaciones existentes entre estaciones seleccionando algunas de interés en particular, la idea es seleccionar estaciones cercanas y de profundidades similares. Aparece entonces el fondo oceánico con las estaciones deseadas,

Se muestran tres parámetros, la distancia entre estaciones, su profundidad, y temperatura de cada una de ellas.

---

En la pantalla el eje de las abscisas corresponde a la distancia en millas náuticas comprendida entre las estaciones, es decir cada estación tendrá un valor de x. El eje de las ordenadas corresponde a la profundidad en metros. La profundidad está a escala y de acuerdo a la estación más profunda.

#### 1V.5.4.1 DISTANCIA ENTRE ESTACIONES

La distancia entre las estaciones se calcula con la siguiente formula:

$$D = (\arctan(Z)) (60) (57.29578)$$

$$Z = \text{sen}(Y_1) \text{ sen}(Y_2) + \text{cos}(Y_1) \text{ cos}(Y_2) \text{ cos}(X_2 - X_1)$$

$$X_1 = \text{longitud\_inicial} + \frac{\text{longitud\_inicial}}{60}$$

$$X_2 = \text{longitud\_final} + \frac{\text{longitud\_final}}{60}$$

$$Y_1 = \text{latitud\_inicial} + \frac{\text{latitud\_inicial}}{60}$$

$$Y_2 = \text{latitud\_final} + \frac{\text{latitud\_final}}{60}$$

## 1V.5.4.2. INTERPOLACION DE UN PUNTO ENTRE ESTACIONES

Por otro lado se conocen los valores de temperatura a determinadas profundidades que existen para cada estación, pero lo interesante de estas gráficas es el poder observar colores de temperatura a determinadas profundidades entre estaciones, o sea en lugares donde no hubo muestreo. Para lograr esto se realiza una interpolación lineal entre los datos de las estaciones. Esto se obtiene cambiando los datos reales a pixeles para visualizarlo gráficamente (fig. 17).

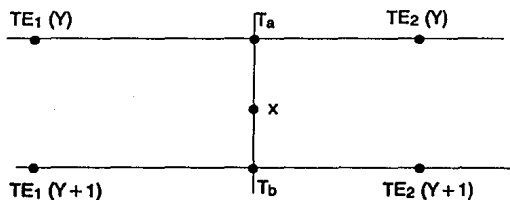


Figura 17. Gráfica de un punto a interpolar entre 2 estaciones y a determinada profundidad

La fórmula utilizada es :

$$T_a = \frac{(Te_2(y) - Te_1(y)) (x - dt(e_1))}{(dt(e_2) - dt(e_1))} + Te_1(y)$$

$$T_b = \frac{(Te_2(y+1) - Te_1(y+1)) (x - dt(e_1))}{(dt(e_2) - dt(e_1))} + Te_1(y+1)$$

$$T = (T_b - T_a) (z - \text{Int}(z)) + T_a$$

---

donde :

$T_{e2}(y)$  = temperatura de estación 2 a y metros de profundidad

$T_{e1}(y)$  = temperatura de estación 1 a y metros de profundidad

$T_{e2}(y+1)$  = temperatura de estación 2 a y+1 metros de prof.

$T_{e1}(y+1)$  = temperatura de estación 1 a y+1 metros de prof.

$dt(e_1)$  = distancia gráfica de la estación 1

$dt(e_2)$  = distancia gráfica de la estación 2

$X$  = distancia gráfica del punto a interpolar

$z$  = profundidad convertida a escala gráfica

#### 1V.5.4.3. ECUACION DEL PLANO

Por otro lado, cuando se desea hacer una interpolación en un punto el cual convertido a metros de profundidad sale del rango de una estación, es decir que es menos profunda a la otra con la que se esta relacionando (fig. 18), se utiliza otra formula de interpolación de un punto en un plano mostrada a continuación:

$T = AX + BY + C$  (un punto dentro de un plano)

$D = ((X_2 - X_1) (Y_3 - Y_1) - (X_3 - X_1) (Y_2 - Y_1))$

$$A = \frac{((T_2 - T_1) (Y_3 - Y_2) - (T_3 - T_2) (Y_2 - Y_1))}{D}$$

$$B = \frac{((X_2 - X_1) (T_3 - T_2) - (X_3 - X_1) (T_2 - T_1))}{D}$$

$$C = T_1 - AX_1 - BY_1$$

Donde X y Y están calculadas en coordenadas gráficas.

El valor de Y se va incrementando hasta llegar a un valor tope, dado por la ecuación de la línea recta entre dos puntos :

$$\text{Tope} = \frac{(Y_2 - Y_1) (X - X_1)}{(X_2 - X_1)} + Y_1$$

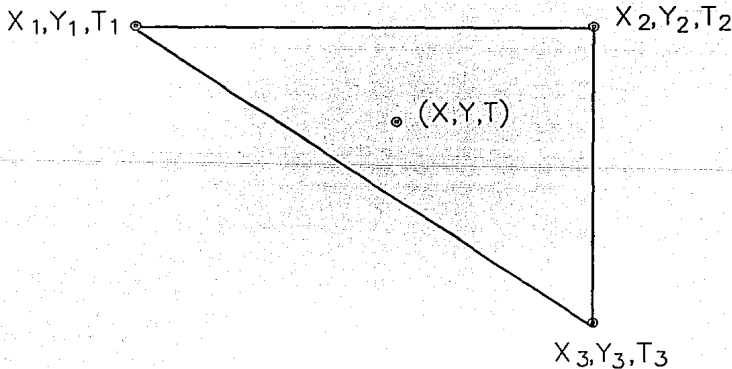


Figura 18. Gráfica de los puntos de un plano



De acuerdo al valor que tenga T le corresponderá su consiguiente color de temperatura.

Mediante las dos fórmulas de interpolación anteriormente descritas, es como se genera la gráfica de corte vertical de un transecto (fig. 19). El sistema pide las estaciones que van a ser representadas en dicha gráfica.

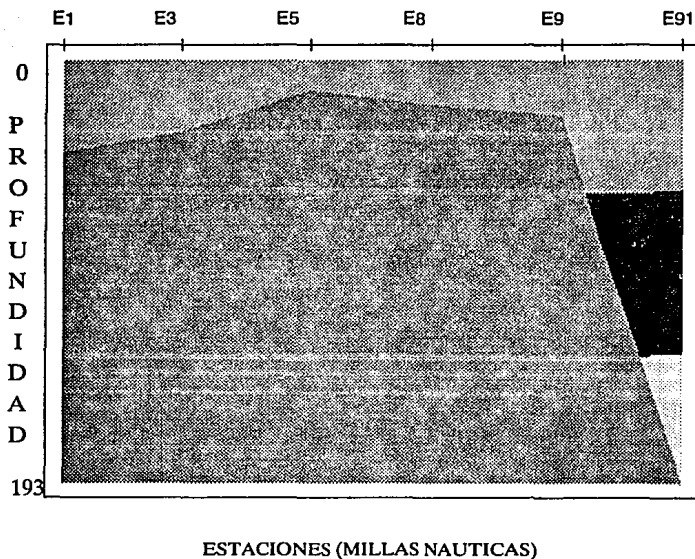


Figura 19. Gráfica de corte vertical por transecto

---

#### 1V.5.5. ARCHIVO PARA GRAFICACION TRIDIMENSIONAL

El sistema tiene la opción de poder generar a través de la base de datos un archivo con tres parámetros: longitud, latitud y temperatura a una profundidad dada.

Se elige en todo el crucero a que profundidad se desean obtener datos, y se obtiene un archivo conteniendo todas las estaciones a la profundidad pedida. Este archivo queda en un formato de tipo ASCII de tal forma que queda listo para ser utilizado por el paquete de graficación Surfer, para generar graficas tridimensionales.

En la fig. 20 se muestra un ejemplo de un archivo de este tipo.

longitud	latitud	temperatura
-89.68	22.33	27.585
-89.68	22.23	27.612
-89.67	22.12	27.535
-89.68	21.97	26.982
-89.68	21.83	27.057
-90.13	21.57	26.834
-90.08	21.42	27.467
-90.27	21.97	27.167
-90.32	21.98	27.236
-90.37	22.05	27.310
-90.40	22.25	27.434
-90.45	22.43	27.546
-91.35	22.08	27.615
-91.27	22.03	27.658
-92.65	19.05	27.860
-92.58	18.92	27.856
-92.80	18.82	28.155
-92.87	19.02	27.253

Figura 20. Archivo de datos para gráfica tridimensional

---

A través de Surfer se pueden generar gráficas como la vista en la fig. 21.

### Campo de Temperatura en la Bahía de Campeche

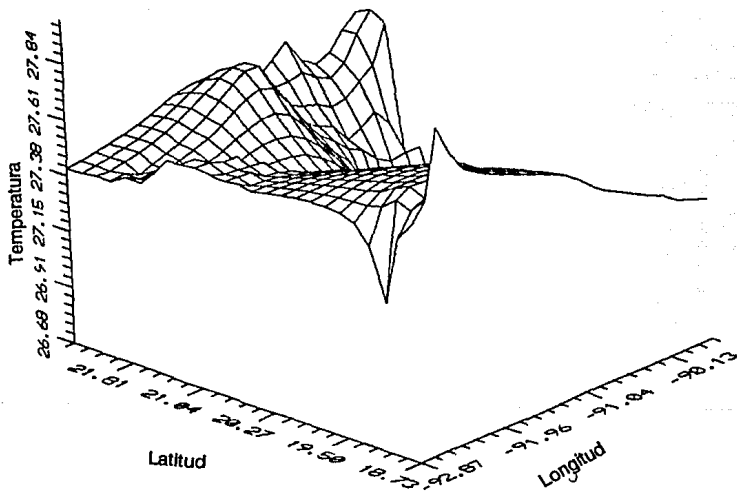


Figura 21. Gráfica en tres dimensiones en el paquete surfer

---

## 1V.5.6. CANTIDAD DE CALOR

Si se desean obtener resultados numéricos se tiene la opción de generar productos como el cálculo de calor por estación a una profundidad dada.

La ecuación del cálculo de calor es :

$$Q = \int C_p \rho T dz$$

$Q$  = calorías por centímetro cuadrado

$\rho$  = densidad = 1.025 gm/cm<sup>3</sup>

$C_p$  = calor específico a presión constante = 0.945 cal/°c

$t_1$  = temperatura para una profundidad  $p_1$

$t_2$  = temperatura para una profundidad  $p_1 + 1$

$\Sigma$  = sumatoria de todas las temperaturas de una estación para una profundidad dada.

como  $dz$  es un metro, y  $C_p$  y  $\rho$  se pueden considerar constantes, entonces la fórmula queda de la siguiente forma.

$$Q = \frac{(1.025) (0.945) \Sigma (T_1 + T_2)}{2}$$

La integración numérica se realiza con el método del trapecio, pero se puede usar sin problemas el de Simpson ó algún otro.

Se elige una profundidad deseada para todo el crucero. Los resultados se grabarán en un archivo de tipo texto para posteriormente poder visualizarlos o mandarlos a impresión.

Cuando la profundidad a la que se quiere calcular la cantidad de calor excede a la profundidad del fondo, entonces se calcula hasta la máxima profundidad y se pone un mensaje de la profundidad máxima.

En la tabla 8, se muestra un ejemplo de un archivo con datos de cantidad de calor.

\*\*\*\*\* CANTIDAD DE CALOR PARA ESTACIONES \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* A 20 METROS DE PROFUNDIDAD \*\*\*\*\*

ESTACION	CANTIDAD DE CALOR (cal/cm)	PROF. REAL (m)
e1	526.81	42
e3	525.69	42
e4	515.33	41
e5	516.81	33
e9	512.47	26
e8	510.65	21
e13	521.56	41
e14	523.87	42
e15	526.02	30
e17	527.45	26
e84	530.77	29
e87	532.24	24
e91	521.72	193

\*\*\*\*\* CANTIDAD DE CALOR PARA ESTACIONES \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* A MENOS DE 20 METROS DE PROFUNDIDAD \*\*\*\*\*

ESTACION	CANTIDAD DE CALOR (cal/cm)	PROF. REAL (m)
e7	349.69	14

Tabla 8. Archivo con datos de cantidad de calor para cada estación y a cierta profundidad

## 1V.5.7. PROMEDIO DE TEMPERATURAS

Se elige a la profundidad a la cual se desea hacer el promedio de temperaturas de todo el crucero, inmediatamente después aparece una gráfica de barras mostrando a intervalos de  $x$  metros el promedio de temperatura de todas las estaciones comprendidas entre el intervalo  $x_1$  a  $x_2$ . Este tipo de gráficas pueden ser útiles para detectar cambios muy sutiles en la temperatura y poder definir si se encuentra el fenómeno de termoclina o raras variaciones ocasionadas tal vez por la época en la cual se realiza el muestreo, fig. 22.

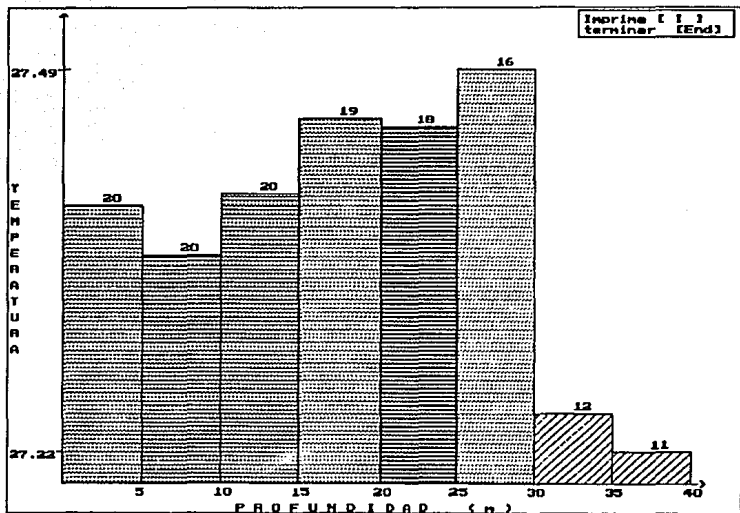
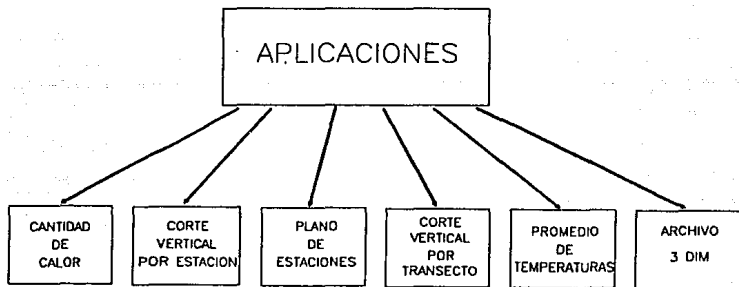


Figura 22. Gráfica de promedio de temperaturas de las estaciones del crucero a 40 metros de profundidad.

---

En la figura 23 aparece la carta estructurada del módulo de aplicaciones.



**Figura 23.** Carta estructurada del módulo de aplicaciones

---

## V. DISCUSION

Actualmente la computadora tiene un papel muy importante en el desarrollo de una gran cantidad de aplicaciones. La oceanografía por ser una ciencia muy reciente y de gran importancia no se escapa de la influencia de la computadora. Es por eso que se necesita crear sistemas de manejo de información que ayuden al desarrollo de la investigación.

El Sistema de Información de temperatura semiautomatiza mucho del trabajo rutinario de depuración que se ha venido realizando desde hace mucho tiempo en los barcos de la UNAM en el estudio de la temperatura.

Al usuario se le quita la tarea de manipular archivos a través de varios paquetes como lo es el lotus 123, que además de ser engorroso, genera más archivos que ocupan mucho espacio en disco. Con el sistema esta labor se automatiza en un 90 % por medio de una depuración automática, el resto se depura bajo criterios oceanográficos, además los archivos generados para la obtención de productos son mucho mas compactos que los archivos originales con los datos crudos. Esto ayuda a disponer de más espacio en disco y agiliza la búsqueda de información.

El almacenamiento de información se realiza en una base de datos que además de ser muy sencilla, es transparente para los usuarios, sólo con dar el nombre de la de base de datos (nombre del crucero) se pueden acceder todas y cada una de las estaciones que la conforman.

Cabe mencionar que el sistema tiene protecciones para no duplicar información en caso de equivocación, pero es responsabilidad del usuario llevar a cabo un buen manejo de datos en forma ordenada y lógica para que los productos obtenidos sean reales.



---

Es importante mencionar que en caso de falla de alguno de los instrumentos de medición mencionados en capítulos anteriores, el sistema puede seguir funcionando normalmente sin ser afectado en lo más mínimo, simplemente se reemplaza el instrumento y se toman los nuevos datos de entrada.

En ocasiones ha llegado a fallar el equipo de cómputo de los barcos, debido principalmente al movimiento que se tiene dentro de estos a causa del fuerte oleaje, además de las partículas de sal que se encuentran dispersas en el ambiente. Es por lo anterior que se recomienda tener respaldado el sistema de información de temperatura en discos flexibles para que en caso de ser necesario se instale rápidamente en otra máquina.

Los productos tradicionales a base de isóneas no son muy claros ya que se necesita un cierto entrenamiento para entenderlos, en ocasiones resulta más difícil entender un paquete específico, que analizar el producto de sus datos. Con este sistema, el color y figuras gráficas pueden dar un efecto más inmediato y claro.

Se utilizaron con cierto éxito productos gráficos en las computadoras para visualizar fenómenos térmicos. Además se realizaron programas que dejan archivos en un formato tal que puede utilizarse con paquetes gráficos para la creación de gráficas en tres dimensiones.

Se creó un software modular, el primer módulo es el único que está necesariamente ligado al instrumento, todos los demás son de uso general dentro del sistema.

Algunos módulos tienen la opción de mandar a imprimir lo que aparece en la pantalla, esto ayuda a analizar con más calma y cuidado el comportamiento del parámetro que se estudia.

---

Se pueden obtener estadísticas muy sencillas, como lo son el promedio de temperaturas y la cantidad de calor generado para una profundidad determinada en todo el crucero. Estos productos son obtenidos rápidamente.

Las pruebas que se han hecho, han sido con datos reales tomados de algunos de los cruceros que se han llevado a cabo. Los diagramas que aparecen en la tesis son obtenidos de datos tomados del crucero DINAMO II realizado en Octubre de 1990 a lo largo del suroeste del Golfo de México.

Con el presente trabajo se ha despertado el interés de varios profesionistas de diferentes áreas oceanográficas porque les sirve como herramienta de apoyo ajustándolo a necesidades específicas.

El sistema ya puede ser utilizado en los barcos oceanográficos, Puma y Justo Sierra ambos de la UNAM, y puede ser instalado en otros barcos oceanográficos de la Secretaría de Marina y de la Secretaría de Pesca, si cuentan con el instrumental adecuado.

#### Desarrollo a corto plazo.-

Un proyecto que se está llevando a cabo es la optimización del procesamiento de datos del navegador por satélite, esto se puede incorporar para capturar los datos de posición automáticamente en vez de hacerlo en línea.

Se pretende contar con batitermógrafos más modernos para obtener mejores productos. También Batitermógrafos desechables que incorporen datos de superficie (visualizar gráficas de la capa superficial del mar, es decir una vista aérea de la zona mostrando colores para distintos rangos de temperatura).

---

El sistema se puede generalizar para datos de otro parámetro como salinidad oxígeno o clorofilas, y hacer un mezcla "merge" de los dos o más sistemas.

La interpolación puede ser mejorada con algunos otros tipos de métodos de interpolación como el de las funciones "lofting" (funciones que utilizan datos existentes a lo largo de un polígono convexo).

Cabe mencionar que existen problemas muy particulares dentro de la oceanografía que se pueden ir incorporando dentro del ambiente de las computadoras.

Este sistema es un pequeño aporte, lo cual es un paso importante a seguir para que en un futuro muy próximo toda la investigación que se realiza en el mar se lleve a cabo a través de procesos computacionales. Vale la pena seguir utilizando las herramientas que nos ofrece la computación, para crear software que ayude a que la labor del investigador del mar sea más cómoda y productiva.

---

## V1. CONCLUSIONES

El desarrollo del sistema de información de temperatura por sus características nos permite concluir lo siguiente:

- El sistema se enfoca al parámetro para que el oceanógrafo se independice del instrumento de medición de temperatura.
- La depuración de los datos es semiautomática, rápida y sencilla.
- Los archivos generados son pequeños, fácilmente manipulables y transportables.
- Los productos gráficos son claros, sencillos y dan una respuesta inmediata del comportamiento del parámetro.
- La información de todo un cruceo se encuentra contenida en un solo disco flexible.
- Se pueden tener resultados rápidamente a bordo del mismo barco durante el viaje.
- El sistema puede ser generalizado para otros parámetros
- El sistema tiene la capacidad de seguir creciendo
- Se cuenta con el instrumental y equipo de cómputo que intervienen en el manejo del sistema.
- El lenguaje utilizado se presta a que fácilmente cualquier programador en Pascal le de mantenimiento al sistema, ya que es un lenguaje de uso generalizado en la actualidad.
- Se desarrollaron programas para necesidades de investigación oceanográfica mexicana.
- Este sistema fue desarrollado íntegramente con los recursos humanos y técnicos de la UNAM, por lo que no hay necesidad de recurrir a sistemas del extranjero.
- El sistema tiene algunos puntos en común a otros sistemas, pero por sus características generales es único.

# MANUAL DE USUARIO

## SISTEMA PARA EL MANEJO DE DATOS DE TEMPERATURA DEL MAR

En la figura 24 aparece el menú principal del Sistema de Información de Temperatura.

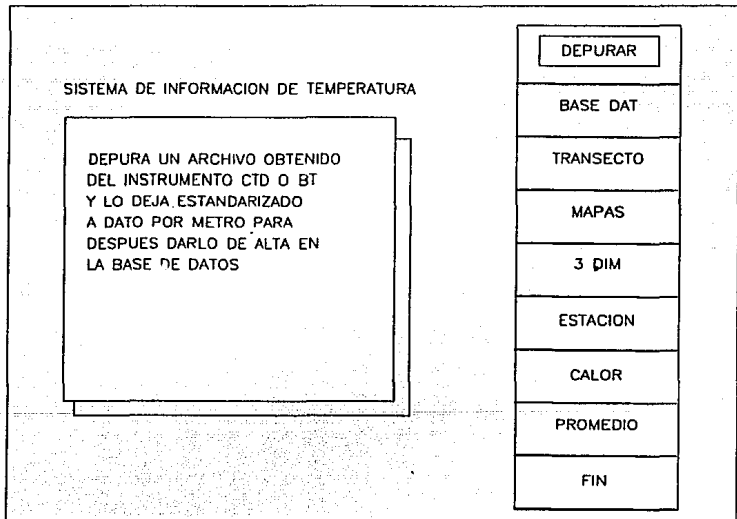


Figura 24. Pantalla del menú principal del Sistema de Información de Temperaturas a bordo de los B/O PUMA y Justo Sierra de la UNAM



### **1.- Grafica y despliega rango de datos**

Dentro de esta opción se pide una profundidad inicial y una final contenidas dentro de un rango, si no se da ningún valor y se oprime solo enter, por default, toma el primer dato para la presión inicial y el último para la presión fina

La pantalla mostrada esta dividida en 2 partes, del lado izquierdo aparecen los datos a graficar, estos únicamente pueden visualizarse, y se pueden ver por páginas, así hasta encontrar la última serie de datos, esto se logra con la tecla g Dw. También es posible regresarse de página con g Up. Si ya no se desea continuar, simplemente se oprime y regresa al menú principal.

Del lado derecho aparece la gráfica siempre fija para los datos que esta definida, la temperatura corresponde al eje de las abscisas, y la presión al eje de las ordenadas.

### **2.- Marca datos o rango de datos.**

En esta sección se podrá hacer una depuración de datos, una vez cargada la estación se podrán eliminar datos que estén equivocados colocándoles una marca.

Se pide de que dato a que dato se va marcar, sin importar a que profundidades corresponde. Si se da el mismo número para el dato inicial y para el final, solo se marcará un dato. Esto se reflejará directamente cuando se vuelva a observar la gráfica, ya que los datos aparecerán marcados con un "\*", y dichos datos aparecerán en color rojo en la gráfica, a diferencia de los otros, que están en color azul. Un ejemplo es:

---

### **3.- Desmarca datos o rango de datos.**

El proceso es el mismo que el paso No. 2, se pide un rango, o un dato, a ser desmarcado, lo que, elimina las marcas de la gráfica.

### **4.- Termina y graba salida.**

Con esta opción se sale del módulo de depuración, pero antes existe la opción de grabar o no el archivo depurado. Todos los datos que estén marcados no serán grabados porque es la información a eliminar.

## **MODULO DE BASE DE DATOS**

Este módulo es muy importante ya que es el soporte de todo el sistema, debido a que en esta sección se tiene la estructura sobre la cual se van a almacenar los datos, y de donde se obtendrán los productos desecados. Se tiene la opción de ir guardando todos los datos de las estaciones en un archivo que las contenga, y en otro más pequeño las características principales de estas.

El menú desplegado es el siguiente:

### **SISTEMA DE ACTUALIZACION DE TEMPERATURAS**

**CREAR BASE DE DATOS DE TEMPERATURA (1)**

**USAR BASE DE DATOS DE TEMPERATURA (2)**

**TERMINAR DE HACER ACTUALIZACIONES (3)**

**OPCION [ ]**



---

La opción 1 solo debe realizarse una sola ocasión por crucero, ya que es la que genera la estructura y nombre de la base de datos, aquí se da el nombre que se quiera que tenga la base.

La opción 2 es utilizada para añadir o eliminar estaciones del archivo de temperaturas. Todo cambio en la tabla, ya sea por alta o baja, afecta de igual manera al archivo maestro, o de control, actualizándose los apuntadores para no perder la referencia y las ubicaciones de las estaciones.

El menú para la opción 2 es :

**ALTA DE ARCHIVO DE ESTACION (1)**

**BAJA DE ARCHIVO DE ESTACION (2)**

**FIN DE ALTAS Y BAJAS (3)**

#### **OPCIÓN [ ]**

El menú de opción alta es :

**ARCHIVO DE ESTACION A DAR DE ALTA EN LA BASE DE DATOS [ ]**

**NOMBRE DE ESTACION [ ]**

**NOMBRE DEL CRUCERO [ ]**

**LATITUD [ ] [ ]**

---

**LONGITUD [ ] [ ]**

**TIEMPO [         ]         ]**

**PROFUNDIDAD AL FONDO [     ]**

Los datos anteriormente mencionados son tecleados en línea y hay que cargarlos para cada una de las estaciones que se quieran dar de alta. Estos datos son registrados en el archivo maestro, y en el de datos de temperatura se incorporan los datos de temperatura de la estación.

Si la opción es (2) aparece:

**ARCHIVO DE ESTACION A DAR DE BAJA EN LA BASE DE DATOS [     ]**

En ésta sección únicamente se proporciona el nombre que tiene la estación en el archivo maestro, y con esto también se eliminan sus registros correspondientes en el archivo de datos, actualizándose los apuntadores del archivo de control.

Si se tecléa (3) se regresa al menú principal.

Cabe mencionar que el nombre que tenga la estación en la base de datos, no necesariamente es el mismo que tiene su archivo correspondiente. En el caso del archivo D2V001.DAT el nombre de su estación correspondiente puede ser por ejemplo Estación1.

## **APLICACIONES**

En esta sección se muestran los módulos a través de los cuales se pueden obtener productos gráficos y estadísticos de los archivos de estaciones almacenados.

---

## **MODULO DE ESTACION**

Es módulo es el que despliega una grafica en la cual aparece el barco al paíro en una estación determinada. Se observan las capas de la columna de agua con distintos colores para rangos determinados de temperaturas.

**NOMBRE DE LA BASE DE DATOS** [    ]

**NOMBRE DE ESTACION** [    ]

En seguida aparece el corte vertical de la estación seleccionada. Se pueden ver las estaciones que se descen.

## **MODULO DE TRANSECTO**

Este módulo desplegara una vista en 2 dimensiones del recorrido del barco para un número determinado de estaciones, aparecera una vista desde el fondo marino (cortes verticales) mostrando el comportamiento del recorrido del barco. Se muestran las variaciones de temperatura y profundidad, así como la zona comprendida entre estaciones.

**NOMBRE DE LA BASE DE DATOS** [    ]

Después se introduce una secuencia de estaciones de acuerdo a como lo desee el usuario. Posteriormente aparecera una gráfica mostrando las relaciones existentes entre las estaciones.

## **MODULO DE MAPA**

Este módulo es muy util porque muestra como es o ha sido el recorrido del barco. Como referencia aparecerá parte del mapa de la republica mexicana correspondiente a la zona de estudio para tener una mejor ubicación. Las estaciones que se llevaron a cabo en el crucero se encuentran marcadas con puntos.

---

**NOMBRE DE LA BASE DE DATOS [   ]**

En seguida aparece parte del mapa de la republica mexicana para la zona de estudio, mostrando desde una vista aérea las estaciones que se realizarón a lo largo del crucero.

Se tiene la opcion de ver las estaciones para coordenadas especificas, y el menú que aparece es el siguiente:

**COORDENADAS DESEADAS**

**LATITUD INICIAL [   ]**

**LATITUD FINAL [   ]**

**LONGITUD INICIAL [   ]**

Cabe mencionar que no es necesario dar la longitud final ya que el sistema la genera automáticamente, esto con el fin de que el usuario no tenga oportunidad de distorsionar la gráfica. Para conservar dimensiones reales se genera un cuadrado de coordenadas.

## **MODULO GENERACION DE ARCHIVO PARA GRAFICA TRIDIMENSIONAL**

Este módulo es utilizado para acceder la base de datos y obtener la temperatura para una profundidad determinada para cada una de las estaciones, y posteriormente graficarlas en forma tridimensional con datos de latitud para el eje de las x, longitud para el eje de las y, y temperatura en el eje de las z.

**NOMBRE DEL CRUCERO A UTILIZAR [   ]**

---

**NOMBRE DEL ARCHIVO A GENERAR PARA SURFER [     ]**

**PROFUNDIDAD A LA QUE SE DESEA EL ARCHIVO [   ]**

En este momento se genera un archivo tipo ASCII con 3 columnas, en donde tiene datos de longitud, latitud y temperatura para una profundidad deseada.

### **MODULO CALCULO DE CANTIDAD DE CALOR**

Este módulo graba en un archivo la cantidad de calor generada para cada una de las estaciones del crucero a una profundidad determinada. Este archivo posteriormente se podrá comparar con los de otros cruceros de la misma ó diferente época del año.

**NOMBRE DE LA BASE DE DATOS ( CRUCERO ) [     ]**

**NOMBRE DEL ARCHIVO DE CANTIDAD DE CALOR A GENERAR [     ]**

**PROFUNDIDAD A LA QUE SE HARA EL CALCULO [   ]**

Se genera un archivo tipo ASCII el cual contiene la información de la cantidad de calor generada para las estaciones de un crucero, en una profundidad deseada.

### **PROMEDIO DE TEMPERATURAS**

Este módulo muestra de una manera rápida el comportamiento de la temperatura a lo largo de todo el crucero para distintas profundidades, además muestra en la parte posterior de cada barra, el número de estaciones que corresponden al rango de profundidad marcado por la barra en el eje de las x.

**NOMBRE DE LA BASE DE DATOS [     ]**

**PROFUNDIDAD A MUESTREAR [     ]**

---

## BIBLIOGRAFIA

C. J. DATE, 1986. Introducción a los Sistemas de Datos. Adison Wesley Iberoamericana 1986.

DAVID HALLIDAY Y ROBERT RESNICK PARTES 1Y2 2 edición 1983. Física Combinada.. CECSA Abril de 1983.

E. FAIRLEY RICHARD 1987. Ingeniería de Software.. Mc-Graw Hill

HEAR DONALD, BAKER M. PAULINE. Gráficas por Computadora. Prentice Hall-Hispanoamericana.

LOUIS LEITHOLD, 2 edición, 1972. El cálculo con Geometría Analítica. Harla 1972.

M. GRANT CROSS., 4 edición. 1987. Oceanography a View of the Earth . Prentice Hall.

NEIL BROWN INSTRUMENT SYSTEMS, 1987. CTD Operation and Maintenance Manual.

NIKLAUS WIRTH, 1984. Algoritmos + Estructuras de Datos = Programas. Ediciones del Castillo.

RICHARD BRANCKER RESEARCH L.T.D. Manual de Referencia de Batitermógrafo

S. PRESSMAN ROGER 1988. Ingeniería de Software.. Mc Graw Hill

---

---

**SHIRSAGO GERMAN BERNARDO. 1991: Hidrografía y análisis frontogenético en el sur de la bahía de Campeche. Tesis de maestría en Oceanografía Física. UNAM.**

**STEPHEN K. O'BRIEN. Turbo Pascal 5.5, The Complete Reference, Mc Graw hill**

**SUBMERSIBLE DATA LOGGERS, 1988. Software Reference Manual.**

**SVEDROP, JONSON, FLEMING 1970. The Oceans. Prentice Hall 1970.**