

T
551.470
P227

Escuela Superior Politécnica del Litoral
Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar

**'Estudio de Corrientes Marinas
en la Zona Valdivia - San Pedro'**

TESIS DE GRADO

**Previa a la Obtención del Título de:
Licenciado en Oceanografía**

Presentado por:

Raúl Eduardo Paredes Siguenze

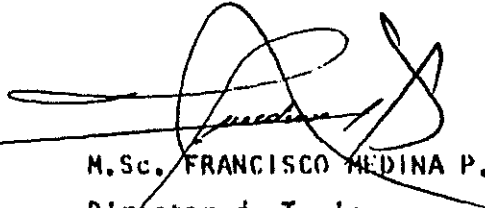
Guayaquil

Ecuador

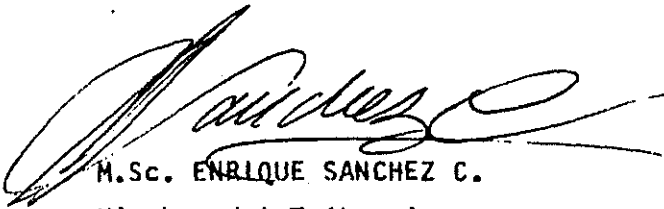
1984



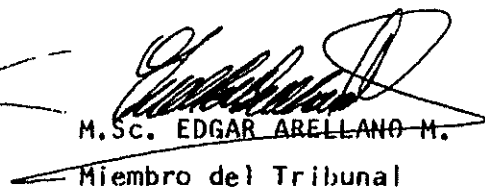
ING. MARCO VELARDE T.
Sub-Decano Facultad de
Ing. Marítima y Ciencias del Mar
Presidente del Tribunal



M.Sc. FRANCISCO MEDINA P.
Director de Tesis



M.Sc. ENRIQUE SANCHEZ C.
Miembro del Tribunal

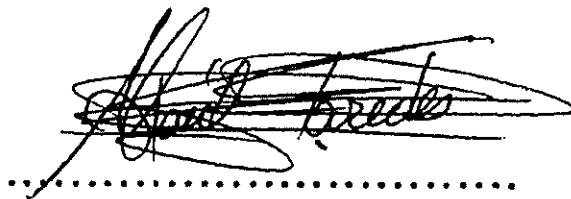


M.Sc. EDGAR ARELLANO M.
Miembro del Tribunal

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Raul E. Paredes S.", is written over a horizontal dotted line.

RAUL E. PAREDES S.

NOTAS

RESUMEN

La realización de este estudio de corrientes se basó en observaciones de campo, empleando las técnicas Euleriana y Lagrangiana de medición, utilizando instrumentos de flotación fija y libre respectivamente. Se desarrolló un programa de mediciones directas, distribuidas con respecto al área, tiempo y profundidad, que permitiese obtener un criterio sobre las corrientes en relación a fuerzas conocidas (periódicas) y parámetros posiblemente determinantes como el viento, batimetría, mareas, etc..

Las series temporales (discretas y finitas) representan la sobreposición de oscilaciones de alta frecuencia, baja frecuencia y frecuencia intermedia, subdividiendo el espectro de las observaciones en bandas de baja, central y alta frecuencia.

La información continua en tiempo se procesó empleando técnicas de filtrado, análisis de Fourier y análisis de frecuencias (estimados espectrales). El proceso de filtrado desarrollado fue del tipo suavizamiento, pasa bajo y pasa banda. Además se desarrolló un análisis cuantitativo de las trayectorias, en base de parámetros estadísticos.

Los resultados son definidos para las fechas de mediciones (julio-noviembre), obteniéndose que las corrientes en el área de estudio obedecen a causas oceánicas, y que las corrientes de marea, en promedio, representan

intensidades menores al 10% de la velocidad. La gran estabilidad de la corriente (90%) indica un fuerte flujo permanente dirigiéndose hacia la costa. El flujo medio fue de 0.2194 nudos en la dirección de 131.58° , durante el período correspondiente a la primera instalación del sistema de anclaje. La velocidad disminuye en 0.1 nudos aproximadamente, entre la superficie y el fondo. Los efectos de la topografía del fondo tienden a disminuir la velocidad del agua conforme se acerca a la costa, hasta el veril de 5 m., a partir del cual la velocidad de la capa superficial experimenta un incremento a medida que se acerca a la playa.



INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	V
INDICE GENERAL	VII
INDICE DE FIGURAS	IX
INDICE DE TABLAS	XII
INDICE DE CARTAS	XIII
INTRODUCCION	14
I. EL AREA DE ESTUDIO	17
1.1. Generalidades del área	17
1.2. Selección del punto de medición	20
II. METODO DE MEDICION	27
2.1. Generalidades	27
2.1.1. Planificación de Actividades	28
2.1.2. Método de Medición de corriente costera ..	33
2.1.3. Posicionamiento	36
2.2. Instrumentación	39
2.3. Los Datos	71
III. ANALISIS DE LOS DATOS	77
3.1. Procesamiento	77
3.1.1. Filtrado	83
3.1.2. Análisis de Fourier	96
3.1.3. Estimados Espectrales	105
3.2. Evaluación	108
CONCLUSIONES	160

	Pag.
RECOMENDACIONES	163
ANEXO 1	166
ANEXO 2	172
ANEXO 3	178
ANEXO 4	189
ANEXO 5	192
BIBLIOGRAFIA	201

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1.- Límites del área de estudio
- Figura 2.- Carta de campo
- Figura 3.- Carta de campo
- Figura 4.- Diagrama de boya de posición
- Figura 5.- Diagrama para obtener las coordenadas U.T.M. de un punto posicionado.
- Figura 6.- Configuración de un flotador
- Figura 7.- Flotadores superficial y subsuperficial
- Figura 8.- Correntómetro Hydroproducts Modelo 505-A
- Figura 9.- Unidad de registro de correntómetro modelo 505-A
- Figura 10.- Indicadores de lectura de correntómetro perfilador
- Figura 11.- Forma de instalación del anemógrafo
- Figura 12.- Diseño del sistema de anclaje
- Figura 13.- Elementos de la estructura de la boya subsuperficial
- Figura 14.- Revestimiento final de boya subsuperficial
- Figura 15.- Configuración de anclas
- Figura 16.- Diagrama de fuerzas de arrastre sobre los componentes del sistema de anclaje.
- Figura 17.- Desplazamiento del sistema con respecto a la posición de equilibrio.
- Figura 18.- Características espectrales de los operadores de filtrado
- Figura 19.- Observaciones de magnitud de velocidad de corriente
- Figura 20.- Observaciones de dirección de velocidad de corriente
-

- Figura 21.- Componente Este del vector velocidad de corriente
- Figura 22.- Componente Norte del vector velocidad de corriente
- Figura 23.- Curva de alturas de marea
- Figura 24.- Estimado espectral normalizado de alturas de marea
- Figura 25.- Componente Este del vector velocidad de viento
- Figura 26.- Componente Norte del vector velocidad de viento
- Figura 27.- Elipse de corrientes de marea (Vieques-julio)
- Figura 28.- Elipse de corriente de marea (Marea media)
- Figura 29.- Elipse de corriente de marea (Cuadratura)
- Figura 30.- Elipse de corriente de marea (Vieques-agosto)
- Figura 31.- Circulación superficial (agosto-1,964)
- Figura 32.- Circulación superficial (agosto-1,965)
- Figura 33.- Magnitud y dirección de velocidad de corriente
- Figura 34.- Componente Este y Norte del vector velocidad de corriente
- Figura 35.- Magnitud de velocidad por niveles
- Figura 36.- Dirección de la velocidad por niveles
- Figura 37.- Magnitud de la velocidad por niveles
- Figura 38.- Magnitud de la velocidad por niveles
- Figura 39.- Dirección de la velocidad por niveles
- Figura 40.- Dirección de la velocidad por niveles
- Figura 41.- Polígono de frecuencias relativas acumuladas para la dirección de flotador 1 subsuperficial.
- Figura 42.- Polígono de frecuencias relativas acumuladas para la dirección de flotadores subsuperficiales.
- Figura 43.- Polígono de frecuencias relativas acumuladas para la dirección
-

ción de todos los flotadores.

Figura 44.- Rosa de vientos

Figura 45.- Frecuencia de dirección para los flotadores superficiales

Figura 46.- Frecuencia de dirección para flotadores profundos

Figura 47.- Frecuencia de dirección de todos los flotadores

Figura 48.- Histogramas de frecuencias relativas para magnitud y dirección de Flotadores.

INDICE DE TABLAS

- Tabla I.- Límites de la Carta (Area de estudio)
- Tabla II.- Sumario de actividades para las mediciones de campo
- Tabla III.- Cronograma de actividades de las mediciones de campo
- Tabla IV.- Perfiles de velocidad y dirección de corriente
- Tabla V.- Elementos de conexión
- Tabla VI.- Dimensiones de estructura de la boya subsuperficial
- Tabla VII.- Peso en el agua de los elementos del sistema de anclaje
- Tabla VIII.- Sumario de observaciones
- Tabla IX.- Fecha de observación de trayectorias del flujo
- Tabla X.- Valores medios en diversos verjes.

INDICE DE CARTAS

- Carta I.- Sistema de anclaje completo posicionado en coordenadas UTM
 - Carta II.- Trayectorias del flujo (5 de agosto de 1981)
 - Carta III.- Trayectorias del flujo (6 de agosto de 1981)
 - Carta IV.- Trayectorias del flujo (7 de agosto de 1981)
 - Carta V.- Trayectorias del flujo (8 de agosto de 1981)
 - Carta VI.- Trayectorias del flujo (9 de agosto de 1981)
 - Carta VII.- Trayectorias del flujo (10 de agosto de 1981)
 - Carta VIII.- Trayectorias del flotador I profundo
-

I N T R O D U C C I O N

Uno de los aspectos importantes que conllevan al entendimiento de las condiciones físicas oceanográficas, involucra el estudio científico de las corrientes locales, de especial interés en la Ingeniería Oceánica, así como también en los trabajos de Ingeniería Costera.

En la perspectiva de construcción de un muelle pesquero artesanal a ubicarse contiguo a las localidades de San Pedro y Valdivia, resulta necesario poseer la información básica de ciertos parámetros oceanográficos, entre ellos los relacionados con corrientes costeras, que servirán de apoyo en la planificación y diseño del muelle final.

Este estudio describe las observaciones de corrientes obtenidas en aguas someras, cerca de la localidad de San Pedro, durante el período comprendido entre julio y noviembre de 1981. Y se basa de mediciones directas de corriente en un "punto fijo", así como de las trayectorias del flujo dentro del área de investigación; consecuentemente se emplearon las técnicas Eulerianas y Lagrangianas de medición.

En este estudio se utilizaron instrumentos de flotación libre (flotadores), e instrumentos de flotación fija, esto es, un correntómetro de registro continuo autocontenido y un correntómetro perfilador para mediciones In-Situ. Además se instaló un anemógrafo mecánico para mediciones de viento. Fue necesario construir un sistema de anclaje, que

·pudiere representar un punto fijo en el mar, minimizando los movimientos causados por las fuerzas dinámicas bajo el agua. —

Puesto que los procesos determinísticos en la naturaleza están interrelacionados, bajo la forma causa-efecto, se intenta entender las variaciones de la corriente debidas a fuerzas conocidas (periódicas), además de relacionarlas con parámetros determinantes como: viento, mareas, profundidad, fondo, espacio, tiempo, etc.. ✓

Las observaciones continuas en tiempo, fueron consideradas como series temporales discretas de longitud finita, que representan la superposición de oscilaciones de alta frecuencia, baja frecuencia, fluctuaciones periódicas de frecuencia intermedia. Por esta razón se subdividió el rango de frecuencias de las observaciones en tres porciones: banda de baja frecuencia, banda central y banda de alta frecuencia.

✓ El procesamiento desarrollado involucró técnicas modernas como: Filtrado, análisis de Fourier, incursionándose además en la estimación espectral. Los procesos de filtrado realizados fueron del tipo suavizamiento (smoothing), pasa bajo (low pass) y pasa banda (band pass). El análisis de Fourier fue desarrollado a las observaciones filtradas (pasa banda) indicativas de una periodicidad definida, correspondiente a la constituyente semidiurna de la corriente de marea. La estimación espectral se la realizó sobre datos cuyo período dominante en relación a la longitud del registro era mucho menor.

Las cantidades vectoriales fueron consideradas como una subsecuencia de cantidades escalares, descomponiéndolas en sus componentes cartesianas Este y Norte.

Las observaciones de las trayectorias fueron procesadas asumiendo una consideración muy particular; tratando de representar al área de medición como un todo dentro de una escala mayor de tiempo y espacio. Permitiendo un análisis cuantitativo de la parcela de agua, mediante la argumentación basada en parámetros estadísticos como: Distribución de frecuencias, polígono de frecuencias relativa acumulada, histogramas de frecuencias, media aritmética.

✓ El objetivo final del presente estudio fue una evaluación de las observaciones que esté acorde con la realidad; limitada por el parámetro tiempo. Así, los resultados son definidos para el período de mediciones, obteniéndose un criterio sobre las corrientes en el área de estudio, tal como: Las trayectorias horizontales, ✓ la variación de la corriente con profundidad, ✓ el efecto del fondo, la acción del oleaje, el aporte del viento, los cambios periódicos inducidos por los movimientos de marea, el flujo medio predominante, corriente residual, ✓ estabilidad del flujo, ✓ oscilaciones cuasiperiódicas en el patrón de viento, ✓ determinación de la curva de marea correspondiente a las oscilaciones periódicas dominantes, etc. ✓

CAPITULO I

EL AREA DE ESTUDIO

Los organismos integrantes de la Comisión Interinstitucional, formada para la administración del Proyecto Valdivia (CIV), iniciaron desde el año 1.976, un programa de ayuda a grupos artesanales de pescadores en las poblaciones de Valdivia y San Pedro. Esta acción ha llevado a la consecución en la actualidad de tres embarcaciones pesqueras, con proyecciones de construcción de un muelle pesquero - artesanal al sur de la localidad de San Pedro.

Este Comité Interinstitucional pretende con la colaboración de entidades nacionales, ejecutar un proyecto de desarrollo rural y artesanal en la mencionada región del país. De esta forma se firmó un convenio con la Escuela Superior Politécnica del Litoral para asistencia técnica, investigación y servicios.

Con este propósito se escogió esta región de la costa ecuatoriana y se desarrolló un programa general de trabajo para la obtención de datos, que involucran las investigaciones de campo mínimo indispensables para desarrollar un estudio de corrientes marinas, en el que participaron estudiantes de oceanografía y se utilizaron recursos de la ESPOL, como son: Equipos, instrumentos, embarcación, facilidades de movilización, etc..

1.1. Generalidades del Area

Las poblaciones de San Pedro y Valdivia, son colindantes, tienen como límite la casa parroquial; políticamente están ubicadas en el Cantón Santa Elena, Provincia del Guayas y la zona geográficamente se encuentra ubicada en los $1^{\circ}56'30''$ S. $80^{\circ}-43'30''$ W.. Hasta la población se llega desde Guayaquil por vía asfaltada en un recorrido aproximado de 170 Km..

La modalidad de organización existente en estas poblaciones, se conoce con el nombre de "Comuna" y caracteriza la estructura económica y social de la localidad. Estas poblaciones poseen un estimado de 3,032 habitantes, según el censo poblacional de 1.974 (I.N.E.C.), distribuidos en la forma siguiente:

Valdivia	1.513 habitantes
San Pedro	1.519 habitantes.

El clima de la zona geográficamente pertenece al trópico, y debido a que es una zona relativamente llana, no se presentan radicales variaciones con la altura. "La temperatura media anual es de $24.5^{\circ}\text{C}.$ " (31). Durante el período comprendido entre mayo y diciembre, la cuenca del río Valdivia está cubierta por una capa de nubes bajas, aunque en los días de cielo despejado la visibilidad es de aproximadamente 8 Km. "el 40% de la precipitación anual ocurre en el verano" (31).

Se conoce que el:

"Litoral Ecuatoriano está sometido a un régimen de mareas de gran amplitud. La amplitud de marea en la costa ecuatoriana es de 2.5 m. a 3 m., siendo semidiurnas con muy poca diferencia entre las alturas alcanzadas durante el día" (5).

Debido a la poca información de corrientes existente para el área, sólo se ha podido recabar datos históricos para los años 1.964-1.965 sobre las "fluctuaciones estacionales en las aguas costaneras del Océano Pacífico de Sudamérica" (36).

De la clasificación geológica de los ambientes costeros de la Provincia del Guayas, se conoce que el tipo de costa al sur de San Pedro está formado por acantilados y salientes rocosas con playas embolsadas (2).

Cabe mencionar algunos estudios previos, referentes al área de investigación que se utilizaron en la etapa de planificación y desarrollo del trabajo de campo:

- Hoja topográfica "Manglaralto", serie J-721, escala : 1:50.000. Preparado por el Instituto Geográfico Militar (IGM) año 1.963.
 - Levantamiento hidrográfico "aproximación a Valdivia y Monteverde" I.O.A. 1.051, escala 1:25.000, realizado por el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), año 1.979.
-

- Desarrollo rural y artesanal del área de Colonche, Península de Santa Elena, Provincia del Guayas-Proyecto Valdivia. Estudio preparado por C.E.S.A. y cofinanciado por el Banco Central del Ecuador para el Comité Interinstitucional "Proyecto Valdivia". Quito 1.978.
- Levantamiento hidrográfico para el diseño del terminal pesquero artesanal de Valdivia, tesis de grado realizada por L. Fernando Zambrano H., ESPOL 1.982. Este estudio permitió utilizar como puntos de apoyo en tierra 3 hitos de tercer orden denominados Val-1, Val-2, Val-3, cuyas coordenadas UTM figuran en la tabla I-b. Se obtuvo además de esta misma publicación la línea de playa correspondiente al área de observación.



1.2. Selección del Punto de Medición

Las condiciones geológicas del terreno descritas anteriormente brindan facilidades naturales para la instalación del muelle pesquero artesanal en proyección y obras complementarias tales como: "Instalación de fábrica de hielo, planta de conservación (cámara frigorífica)" (31), vías de acceso, etc..

Con la intención de obtener las trayectorias de corrientes en un lugar próximo al sitio de ubicación del proyectado muelle,

se delimitó la zona de estudio en un área de 1.100 m. en el eje Norte-Sur y 1.400 m. en el eje Este-Oeste (ver figura 1). Utilizando la hoja topográfica "Manglaralto", se obtuvo coordenadas U.T.M. de los límites de la carta (ver tabla a). Con estos valores se elaboró la carta que abarcó el área de estudio en escala 1:2.000, que permitió relacionar la circulación con la topografía del fondo marino, así como para obtener la suficiente precisión al graficar las trayectorias del flujo (± 2 m. en el posicionamiento). Con fines de presentación, las cartas del área han sido reducidas al 45 % de su tamaño original. Durante el trabajo de campo se necesitó de una "carta adicional" que permitió tener criterio de decisión cuando se observaron las trayectorias (ver figura 2, 3).

El "punto fijo" de medición para el correntómetro de registro continuo fue previamente localizado en el veril de los 8 m., por medio de la carta del INOCAR I.O.A. 1051, donde se tomó en cuenta que aquel punto se encuentre aproximadamente perpendicular a la costa. Posteriormente dicho punto se ubicó en una carta de campo que serviría para las maniobras de la instalación del sistema de anclaje. En la salida de reconocimiento al área se instaló en el agua una boya de señalamiento de este punto (ver figura 4), además se tomaron lecturas de velocidad de corriente que serviría para el diseño de sistema de conexión (ver tabla 4).

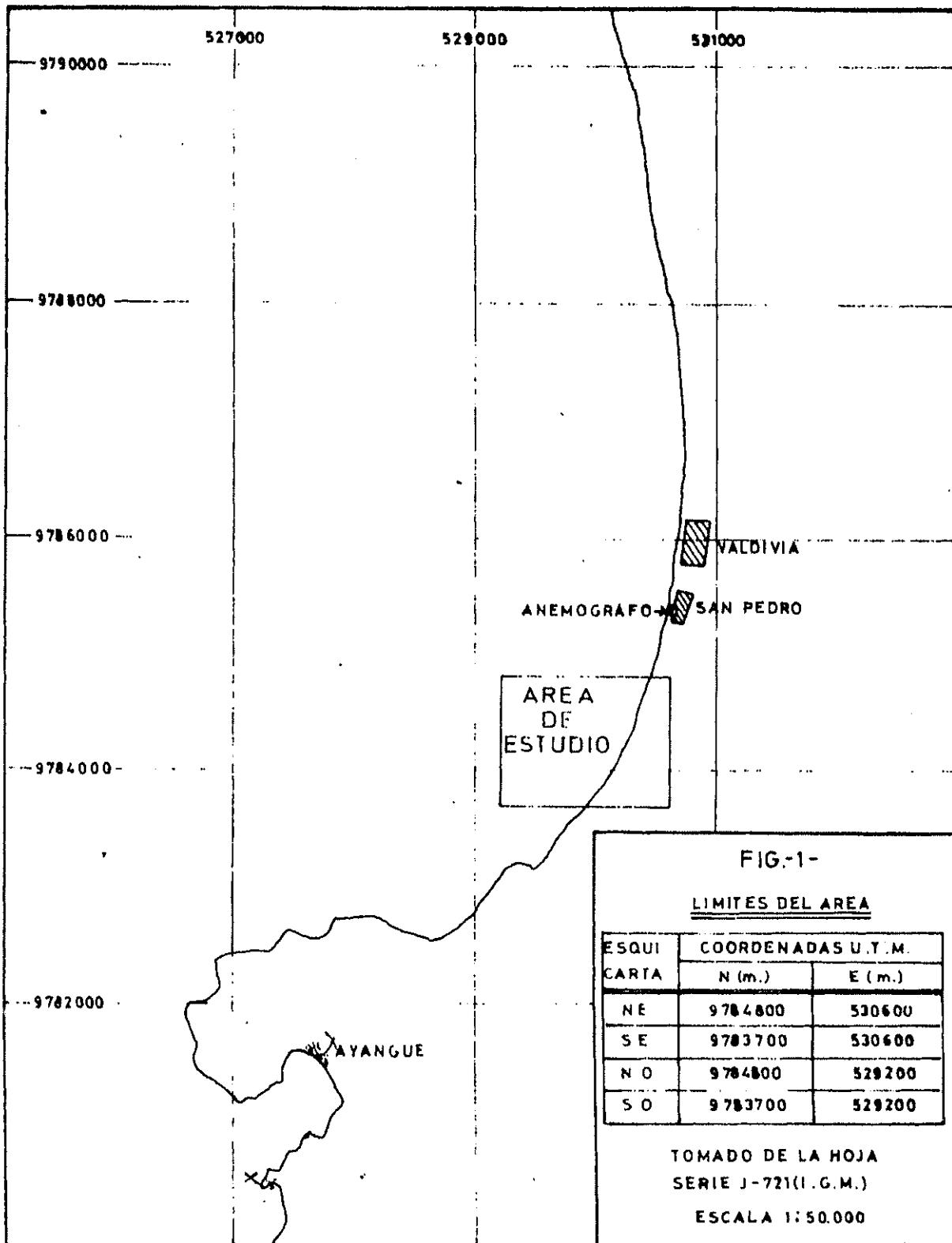


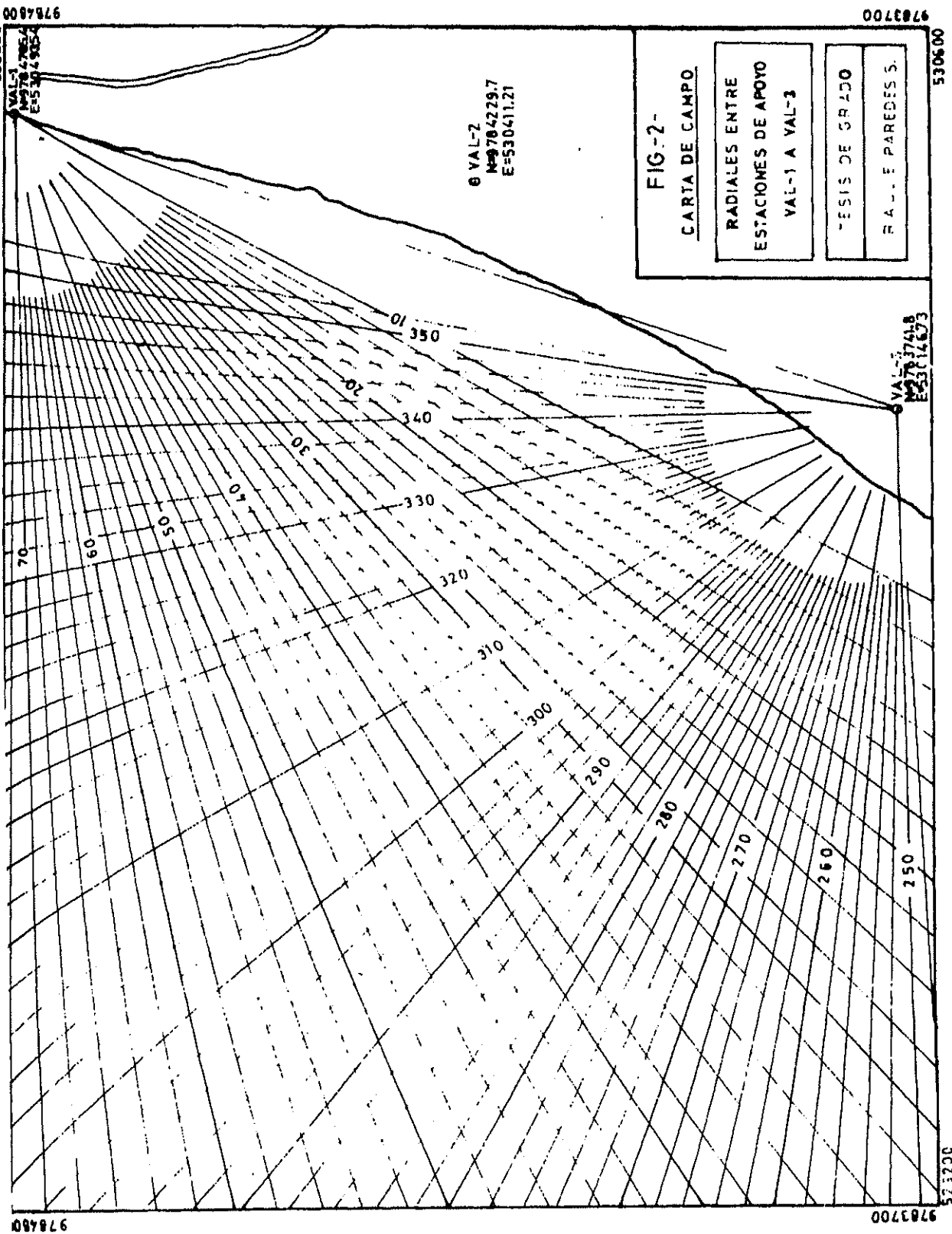
TABLA - I-

a) LIMITES DE CARTA (AREA DE ESTUDIO)

ESQUINA	COORDENADAS U.T.M.		COORDENAS GEOGRAFICAS	
	ESTE	NORTE	OESTE	SUR
N. E.	530600	9'784800	80°43'29.5"	01°56'09"
S. E	530600	9'783700	80°43'29.5"	01°57'23.75"
N. O.	529200	9'784800	80°44'15"	01°56'09"
S. O.	529200	9'783700	80°44'15"	01°57'23.75"

b) COORDENADAS U.T.M. DE PUNTOS DE APOYO EN TIERRA

ESTACIONES DE APOYO	COORDENADAS U.T.M.	
	ESTE	NORTE
VAL - 1	530493.548	9'784785.46
VAL - 2	530411.215	9'784729.77
VAL 3	530146.739	9'783741.81



9784800

9783700

009600

9784800

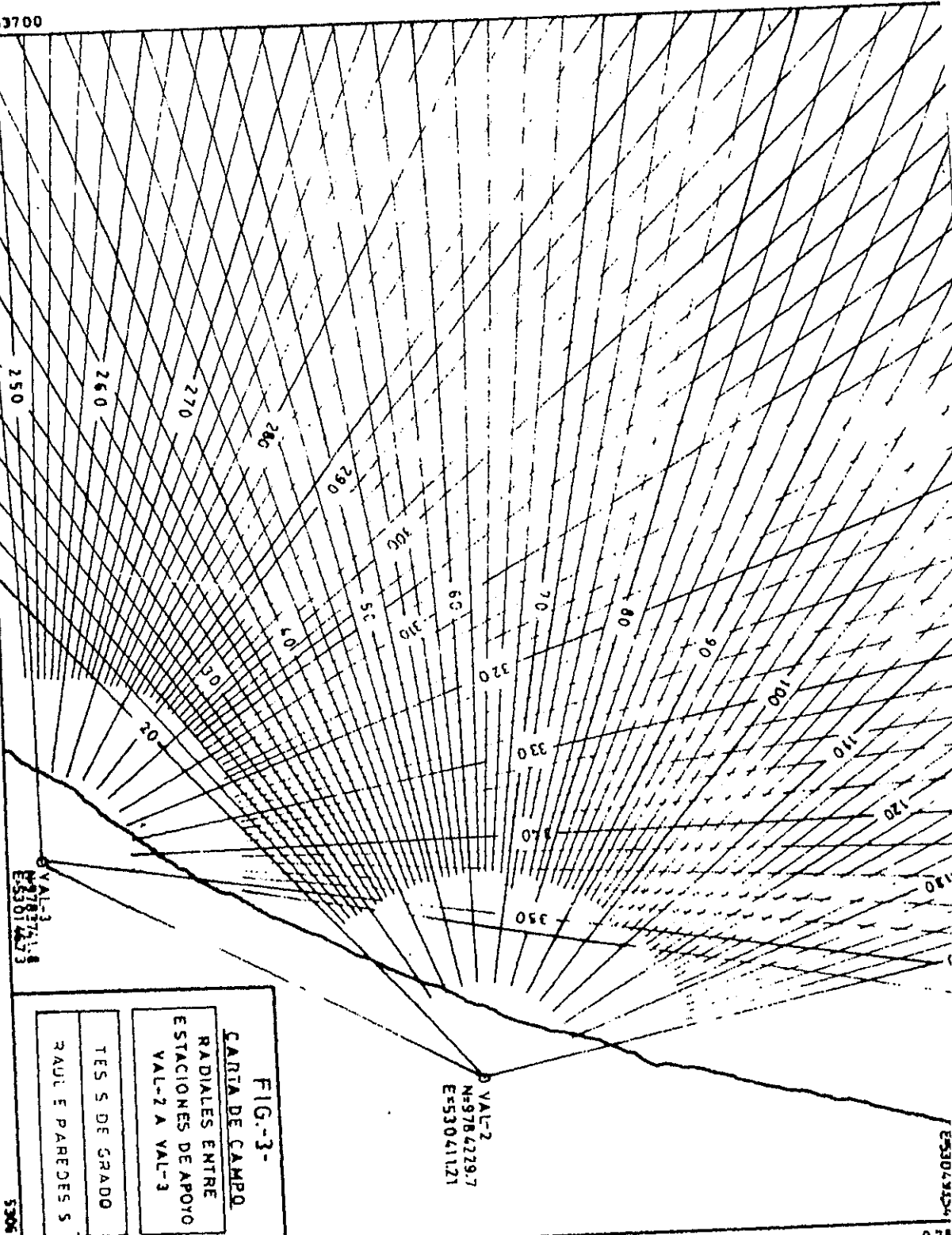
9783700

533200

9784801

9783700

519200



VAL-3
 N=9784229.7
 E=53041121

VAL-2
 N=9784229.7
 E=53041121

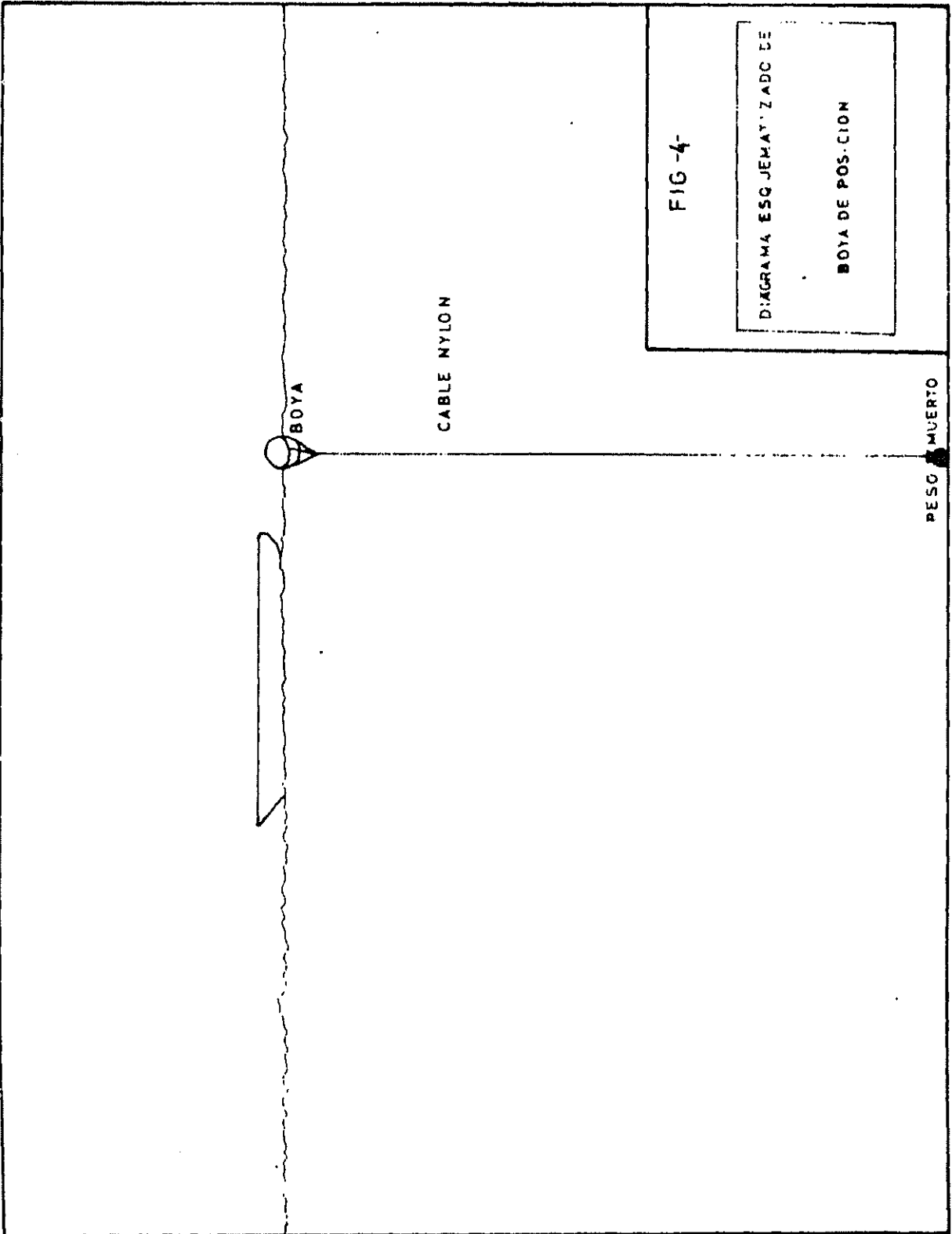
FIG.-3-
CARTA DE CAMPO
 RADIALES ENTRE
 ESTACIONES DE APOYO
 VAL-2 A VAL-3

TES S DE GRADO
RAUL E PAREDES S

5306 00

9783700

ES304824
978



PROCESO DE INVESTIGACIÓN

CAPITULO II

METODO DE MEDICION

✓ En este capítulo se describen los métodos empleados para mediciones de corrientes en aguas costeras, así como también todas las consideraciones prácticas necesarias para la obtención de los datos que se utilizaron en este estudio. ✓

2.1. Generalidades

- ✓ Según criterio general de varios investigadores, se resume que las mediciones de corrientes son además de costosas y difícil de tomar, complicadas en su análisis, por presentar fluctuaciones en espacio y tiempo. De esta forma y, puesto que en la naturaleza, los procesos están inter-relacionados bajo la forma, causa-efecto, se intentó estudiar las variaciones causadas por fuerzas conocidas, como las astronómicas, ✓
- ✓ además de relacionar con posibles parámetros determinantes como el viento, profundidad, fondo, espacio, tiempo, etc.. ✓
- ✓ En las mediciones de campo se necesitó de la participación de los estudiantes de oceanografía, ✓ los cuales realizaron prácticas académicas con tal propósito. Esto motivó tener énfasis especial en el escogitamiento de las fechas de medición; ✓ pues
- ✓ por un lado había que tener en cuenta las fases de marea con la finalidad de muestrear en aquellos días en que la acción

de la fuerza productora de marea sean máximas y mínimas, y por otro lado tener en cuenta la disponibilidad de estudiantes para trasladarse al sitio de observación, además de considerar las condiciones ambientales como visibilidad y precipitación.

Otro aspecto importante de tener en cuenta fue el concerniente a la logística que involucró: Transporte terrestre, disponibilidad de embarcaciones en el área de estudio, alojamiento del personal que participó en el proyecto, etc.. Según esto tenemos que la ESPOL prestó facilidades de transporte y administrativas en lo referente a viáticos y financiamiento para la construcción del sistema de anclaje, utilización de instrumentos y equipos, etc..

Existió un imprevisto, imposible de calcular y fue que el 1º de septiembre un grupo de pescadores arrastró el sistema completo de anclaje (a pesar que tenía hoyo de señalamiento) hacia la costa, imposibilitando la obtención de un registro continuo durante 60 días del correntómetro, para poder correlacionar las observaciones de los últimos 30 días con las del viento obtenidas por un anemógrafo (ver actividad 10, 11 de la tabla II).

2.1.1. Planificación de Actividades

Lo especificado anteriormente nos permite comprender la importancia de la planificación para efectuar las observaciones de campo.

Puesto que los métodos de análisis moderno involucra series de tiempo relativamente largas, se intentó - instalar el correntómetro continuo durante 60 días en dos fechas que pudieren representar a las estaciones húmeda y seca existente en nuestro litoral. Como las variaciones del viento a menudo son temporalmente menores que las de la corriente, se instalaría el anemógrafo a partir del segundo mes de mediciones del correntómetro. La obtención de las trayectorias resultaba ser la operación más costosa, por lo que se muestrearía en un período de 6 días, tratando en lo posible observar en diferentes intervalos de tiempo, tal que se logre un ciclo completo de marea. Los perfiles se realizarían en dos ocasiones debido a la dificultad e inexactitud que involucran estas mediciones.

Con este criterio se elaboró un sumario de actividades (ver tabla II), que permitió evaluar los recursos necesarios. Con las consideraciones mencionadas en la sección 2.1., se elaboró el cronograma de activi-



TABLA-II- SUMARIO DE ACTIVIDADES PARA MEDICIONES DE CAMPO

OBSERVACIONES		LUGAR TRABAJO		INSTRUMENTOS				SISTEMA ANCLAJE			CARTA CAMPO	EQUIPOS Y ACCESORIOS		
ORDEN	ACTIVIDAD	LABORATORIO	CAMPO	CORRENT. 505-A	CORRENT. PERFILADOR	FLOTADORES	ANEMOGRAFO	BOYA SUBSUPERFIC.	ANCLAS	SISTEMA CONEXION		EMBARCACION	TEODOLITOS	RADIOS
1	CHEQUEO Y CALIBRACION	X		X	X		X						X	X
2	ELABORACION CARTA CAMPO	X									X			
3	SALIDA RECONOCIMIENTO		X		X			SUPERF. X		X	X	X	X	X
4	CONSTRUCCION SIST. ANCLAJE	X		X				X	X	X				
5	SALIDA DE INSTALACION CORRENTOMETRO		X	X				X	X	X	X	X	X	X
6	SALIDA OBSERVACION TRAYECTORIA		X			X					X	X	X	X
7	SALIDA PERFILES		X		X						X	X		X
8	SALIDA MANTENIMIENTO		X	X				X	X	X				
9	MANTENIMIENTO BATERIAS	X		X										
10	SALIDA MANTENIMIENTO CAMBIO ROLLO		X	X				X	X	X	X	X	X	X
11	INSTALACION ANEMOGRAFO		X				X							
12	SALIDA MANTENIMIENTO		X	X			X							
13	RETIRO ANEMOGRAFO CORRENTOMETRO		X	X			X	X	X	X	X	X	X	X
14	CHEQUEO CALIBRACION	X		X	X			X	X	X				X
15	SALIDA INSTALACION CORRENTOMETRO		X	X				X	X	X	X	X	X	X
16	PERFILES		X		X						X	X		X
17	† RETIRO EQUIPOS		X	X	X				X	X	X	X	X	X

dades para las mediciones de campo (ver tabla III), que sirvió para cuantificar el personal que entraría a participar, así como su disponibilidad y distribución.

Este cronograma se cumplió como se había planificado, con el único inconveniente mencionado del retiro del sistema de anclaje, lo que fue posible conocer en la quinta salida al área de estudio (ver tabla III), que correspondía a la de mantenimiento del sistema de londeo y del anemógrafo, el que también había sido obstaculizado en sus sensores; situación que se pudo solucionar.

Es menester también anotar que a los pocos días de haber instalado por segunda vez el correntómetro de registro continuo ocurrieron problemas mayores en el área de estudio, por lo que se decidió finalmente dar por terminado las mediciones de campo, con la intención que los instrumentos sean reintegrados al Departamento de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar en perfecto estado de funcionamiento.

Las salidas 3 y 7 de la tabla III, que constan de los índices A, B, C, significa que dentro del mismo perío-

TABLA-III- CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES EN MEDICIONES DE CAMPO

N° SALIDA	N° COMPARTACION CON TABLA: H	ACTIVIDAD DE SALIDA	FECHA	ESTADO MAREA	HORA CON ID.A.S.	RECURSOS DE PERSONAL Y DISTRIBUCION	TOTAL PERSONAL
1	3	RECONOCIMIENTO Y OBSERVACION DE PUNTO DE FONDEC	18-7-81		1	PUNTOS DE APCYC EMBARCACION	3
2	5	INSTALACION DEL CORRENTOMETRO	25-7-81	MEDIA	1	PUNTOS DE APCYC EMBARCACION BUZO	4
3A	6	OBSERVACION DE TRAYECTORIAS	5-8-81	MEDIA CUADRATURA	5	PUNTOS DE APCYC MESA DE PLOTEC EMBARCACION	6
3B	7	PERFILES	9-8-81	CUADRATURA	3	EMBARCACION I TURNO EMBARCACION II TURNO	4
3C	8	MANTENIMIENTO	10-8-81		1	EMBARCACION BUZO	2
4	10	MANTENIMIENTO Y OBSERVACION DE ANEMOGRAFO	23-8-81		2	PUNTOS DE APCYC EMBARCACION BUZO	5
5	12	MANTENIMIENTO	6-9-81		1	EMBARCACION BUZO	2
6	13	RETIRO DE CORRENTOM. Y ANEMOGRAFO	26-9-81		1	TORRE	1
7A	15	INSTALACION CORRENTOMETRO	13-11-81	SICIGIA	1	PUNTOS DE APCYC EMBARCACION BUZO	6
7B	16	PERFILES	13-11-81	SICIGIA	3	EMBARCACION I TURNO EMBARCACION II TURNO	4
7C	17	RETIRO EQUIPOS	16-11-81		1	PUNTOS DE APCYC EMBARCACION	4

do de tiempo se realizaban simultáneamente otras actividades, incrementando para estas fechas el número de personal y embarcación; especialmente cuando se perfiló ya que esto se cumplió ininterrumpidamente durante un intervalo de 45 y 33 hrs. respectivamente.

✓ 2.1.2. Método de Medición de Corriente Costera

// Debido a la naturaleza de las corrientes costeras, fue necesario establecer un programa de mediciones directas, distribuidas con respecto al área, tiempo y profundidad, que permitiese definir las condiciones de la corriente en el área de estudio.

TECNICA ✓ La dirección de la corriente en oceanografía es aquella hacia donde fluye el movimiento de agua, mientras que la dirección del viento es registrada desde donde este procede. Los métodos de mediciones directas generalmente pueden ser clasificados en dos formas: Método Lagrangiano y Método Euleriano. ✓

✓ El Método Lagrangiano permite estudiar el comportamiento de la partícula de fluido en su movimiento a través del espacio, mediante el trazo de la ruta se

guida por la parcela de agua, durante un intervalo de tiempo. Ello establece una curva denominada trayectoria (equivalente a representar el recorrido de un flotador), según esto, la trayectoria de una partícula del fluido es definida por su posición como u na función del tiempo. ✓ La graficación de varias de estas trayectorias nos permite elaborar una carta de trayectoria (ver carta II-VIII)[?]. Trayectorias ideales son establecidas en tres dimensiones, sin embargo con mucha frecuencia estas son obtenidas y representadas como trayectorias horizontales; que son parte del objeto de este estudio. ✓

✓ El procedimiento de observación se lo realizó instalando un teodolito en cada estación de apoyo en tierra; así mediante triangulación se obtuvo la posición de los flotadores en el instante de insertarlos en el agua, para luego de un intervalo de tiempo con una nueva lectura de los ángulos, conocer su siguiente posición. Esta operación se efectuó durante el tiempo de permanencia de los flotadores en el área de estudio. Cuando el flotador salía del área o se deseaba insertarlo en otro lugar, se dirigía la embarcación para retirarlo luego de tomar su posición. En esta faena se utilizó la "carta de campo" en la

que siempre los flotadores fueron posicionados por intersección de ángulo. ✓

✓ El Método Euleriano es otra manera de describir el flujo en movimiento y es usado para contestar la pregunta "Qué ocurre en un determinado punto, en un espacio ocupado por un flujo en movimiento?" (21), es aplicado a un "punto fijo" en donde se observan las características de la corriente como si la partícula de agua pasara por dicho punto (equivalente a las mediciones obtenidas por el correntómetro de registro contínuo anclado). Mediante este método se miden en un punto la magnitud y dirección del vector horizontal de la velocidad de corriente. ✓



Como ya se mencionó en la sección 1.2., la ubicación del "punto fijo" fue establecido en un sector cercano al sitio de posible instalación del proyectado muelle. En dicho punto se instaló un correntómetro con autonomía de registro de 30 días, el que permaneció fondeado a una profundidad de 3 m. referida al nivel medio de bajamares de sicigia (MLWS), consecuentemente bajo una capa de agua de 3 m. en marea baja. Previo a la realización de esta maniobra es necesario realizar cálculos para minimizar el movimiento horizontal del

sistema de anclaje. ✓ En un lugar muy cercano a este punto se tomaron observaciones de magnitud y dirección de corriente con un correntómetro perfilador a varios niveles de profundidad. ✓

✓ Ambos métodos de mediciones de corriente al ser así utilizados en este estudio nos determinan "una descripción más completa de corrientes costeras" (30).

✓ Puesto que las corrientes costeras podrían variar en el tiempo, los resultados obtenidos del análisis de estas observaciones han sido referidos a las fechas de medición, sin embargo, estos tienen valor y son de interés práctico. ✓

2.1.3. Posicionamiento

Como ha sido mencionado el posicionamiento tanto del sistema de anclaje como el del perfilador y flotadores en el sitio de estudio fue realizado mediante triangulación, es decir por la intersección de dos ángulos medidos desde estaciones fijas ubicadas en tierra.

✓ Para la representación en cartas y análisis fue neces-

sario conocer las coordenadas UTM para todos los puntos posicionados por triangulación. Puesto que las estaciones de apoyo estaban encerradas entre sí y con coordenadas UTM conocidas, para estos cálculos se emplearon relaciones trigonométricas sencillas que son descritas a continuación.

En la figura 5 observamos que:

ΔN .- Diferencia de coordenadas UTM Norte entre las dos estaciones.

ΔE .- Diferencia de coordenadas UTM Este entre las dos estaciones.

D .- Distancia que une a las dos estaciones.

L .- Distancia entre la estación 1 y el punto posicionado.

N_p .- Coordenada UTM Norte del punto posicionado.

E_p .- Coordenada UTM Este del punto posicionado.

α .- Angulo medido por el teodolito desde la estación 1.

β .- Angulo medido por el teodolito desde la estación 2.

Se sabe que:

$$\Delta N = N_1 - N_2$$

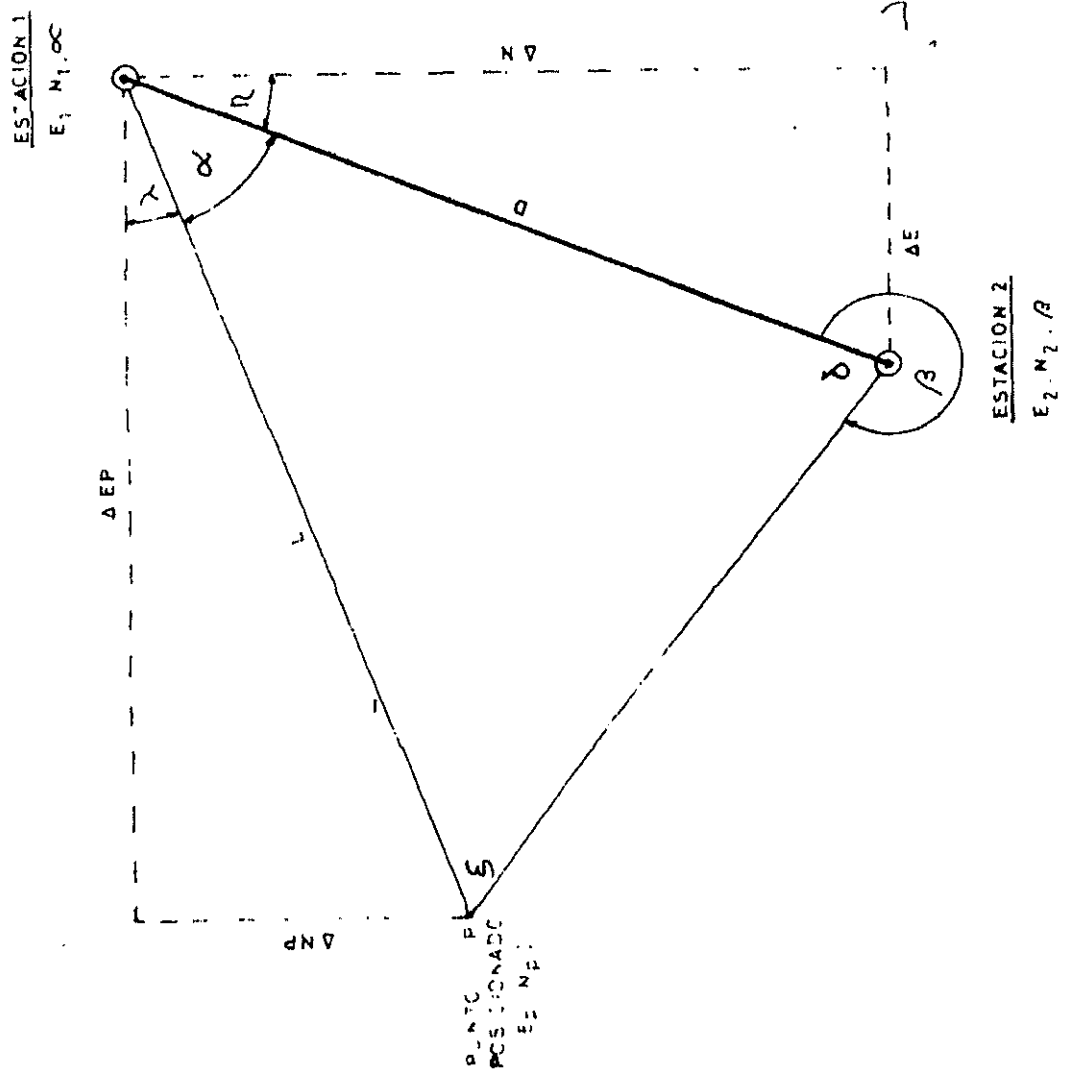
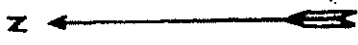


FIG. 5-

DIAGRAMA PARA OBTENER
 LAS COORDENADAS U.T.M.
 DE UN PUNTO A PARTIR
 DE 2 ESTACIONES DE
 APOYO CON COORDENADAS
 U.T.M. CONOCIDAS,
 ENCERADAS ENTRE SI,
 (PARA ESTE PROYECTO)

$$\Delta E = E1 - E2$$

$$\delta = 360 - \beta$$

$$\xi = 180 - (\alpha + \delta)$$

$$D = ((\Delta N)^2 + (\Delta E)^2)^{1/2}$$

Por ley de senos tenemos:

$$L = D(\text{Sen}\delta / \text{Sen}\xi)$$

Luego;

$$\eta = \text{Tg}^{-1} (\Delta E / \Delta N)$$

$$\lambda = 90 - (\alpha + \eta)$$

$$\Delta N_p = L (\text{Sen}\lambda)$$

$$\Delta E_p = L (\text{Cos}\lambda)$$

$$N_p = N1 - \Delta N_p$$

$$E_p = E1 - \Delta E_p$$



Donde N_p , E_p , son las coordenadas Norte y Este del punto posicionado.

2.2. Instrumentación

Los métodos de mediciones dependen fundamentalmente de los instrumentos utilizados. Se realizaron mediciones directas de co

rrientes, siguiendo el método Euleriano; estas fueron obtenidas usando un correntómetro autocontenido instalado en el punto de medición. Se utilizaron flotadores para la determinación de las trayectorias del flujo, empleando el método Lagrangiano de medición. Las mediciones de viento fueron obtenidas mediante un anemógrafo instalado en la localidad de San Pedro.

A continuación se describirá los instrumentos empleados en las mediciones de los datos observados:

✓ a) Flotadores.-

✓ Según Pickard, G. L., 1.975 "los simples indicadores Lagrangianos de corriente son objetos flotando en el agua, con una pequeña superficie expuesta a la acción del viento" (29). Con este criterio se seleccionaron los flotadores a usarse, cuya configuración está en la figura 6, y constan de 3 boyarines colocados en el tubo galvanizado de diámetro 1/2 pulgada; en el borde inferior del tubo se une la pantalla metálica (lata galvanizada de espesor 1/40 de pulgada) de arrastre en forma de planos en cruz, en la parte superior del tubo va colocada una varilla metálica de diámetro 3/4 de pulgada sobre la que se coloca un plástico indicador del tipo usado. Pa-

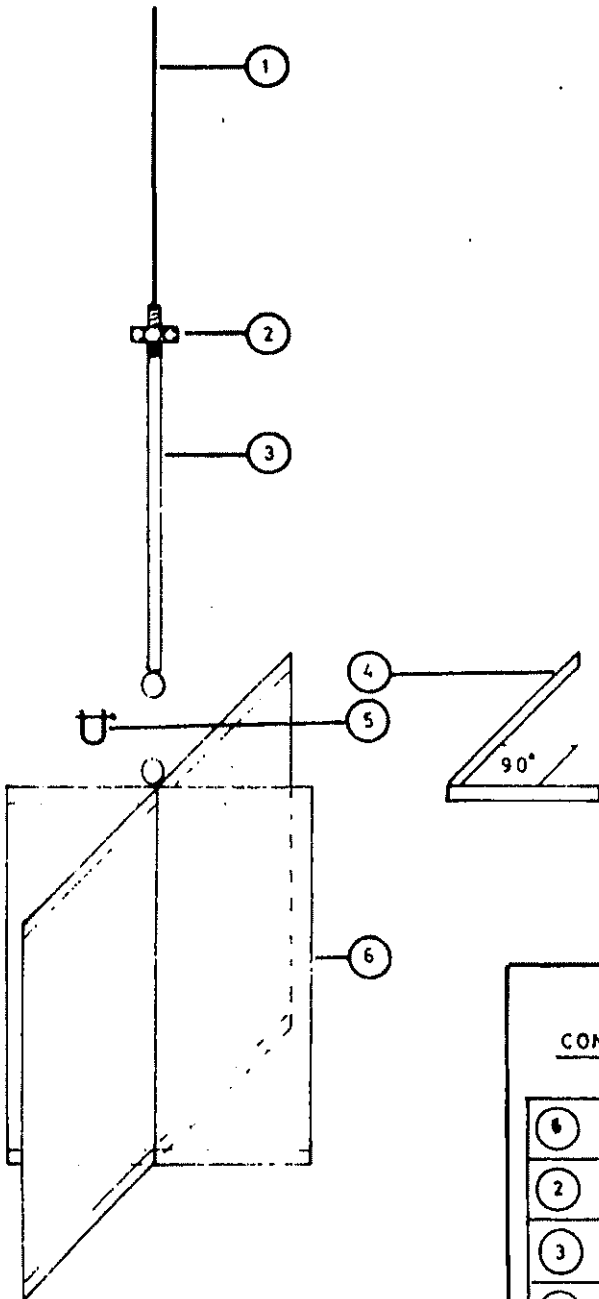


FIG.-6-

CONFIGURACION DE UN FLOTADOR

6	PANTALLAS DE ARASTRE DE ZINC DE 1/40" (30x40cm)
2	TUERCA
3	TUBO GALVANIZADO Ø1/2"
4	VARILLA ANGULO DE 1/2"x1/8"
5	GRILLETE Ø3/8"
1	VARILLA Ø1/4"

ra los flotadores subsuperficiales, la pantalla fue suspendida a 3 m..

El flotador después que ha quedado instalado en el agua, permanece parcialmente sumergido como lo indica la figura 7.

b) Correntómetro con sistema de registro autocontenido.-

El correntómetro con sistema de registro continuo utilizado (ver figura 8), fue el modelo 505-A marca Hydro Products. Este correntómetro posee un paquete instrumental autocontenido, para registrar la magnitud, dirección de velocidad y temperatura en el sitio de estudio. Su operación continua es de 30 días (en el caso de registro cada 1/2 hora).

El modelo 505-A consiste de un sensor de magnitud de velocidad (modelo 460); un sensor de dirección de corriente (modelo 465); un recipiente de aluminio en forma cilíndrica que contiene el sensor de temperatura, unidad de registro, carga de baterías y el sistema electrónico (ver figura 9). Estas unidades están colocadas verticalmente dentro de un armazón de acero inoxidable de 4 pies de alto, con los sensores y el sistema electrónico conecta-

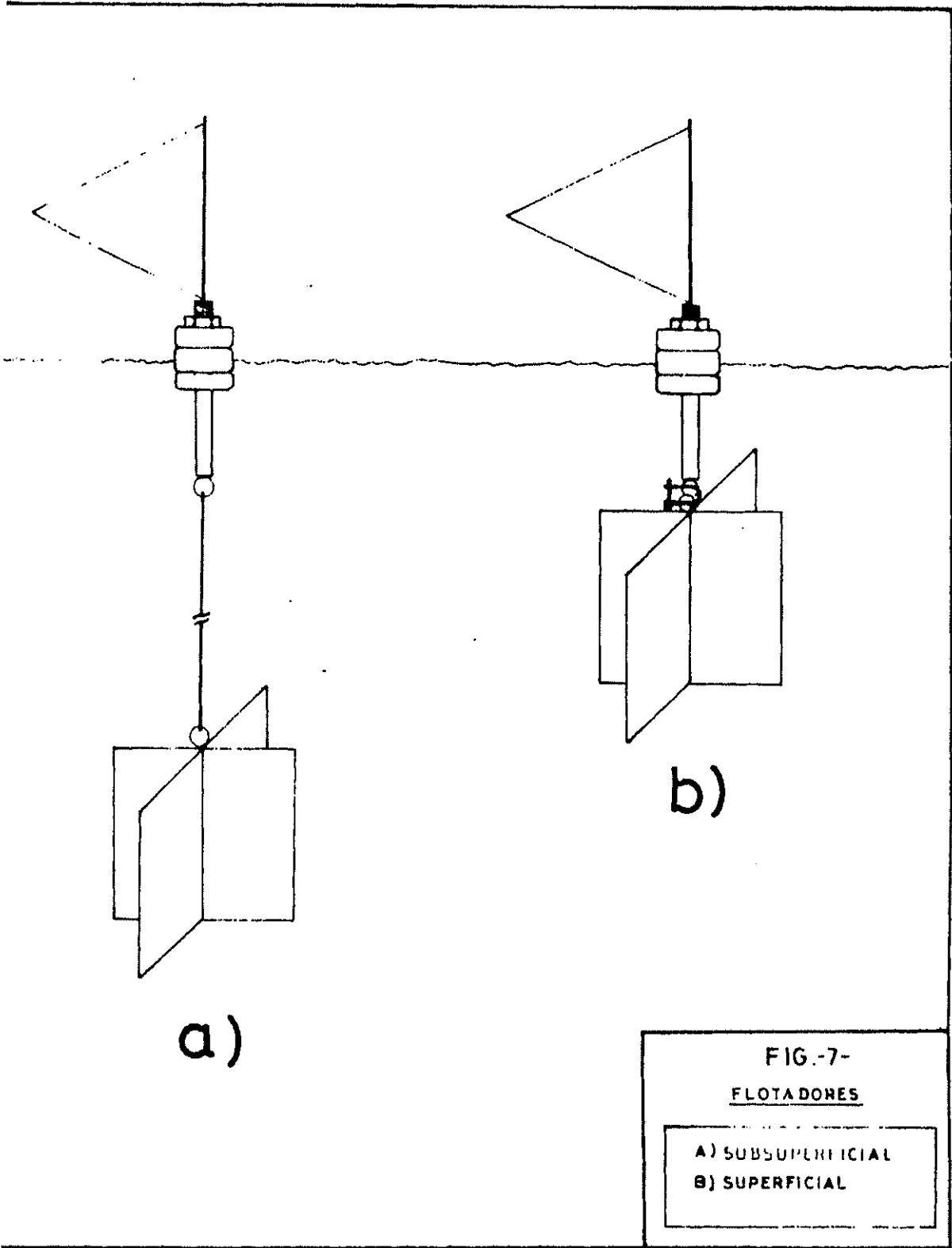


FIG.-7-

FLOTADORES

A) SUBSUPERFICIAL

B) SUPERFICIAL

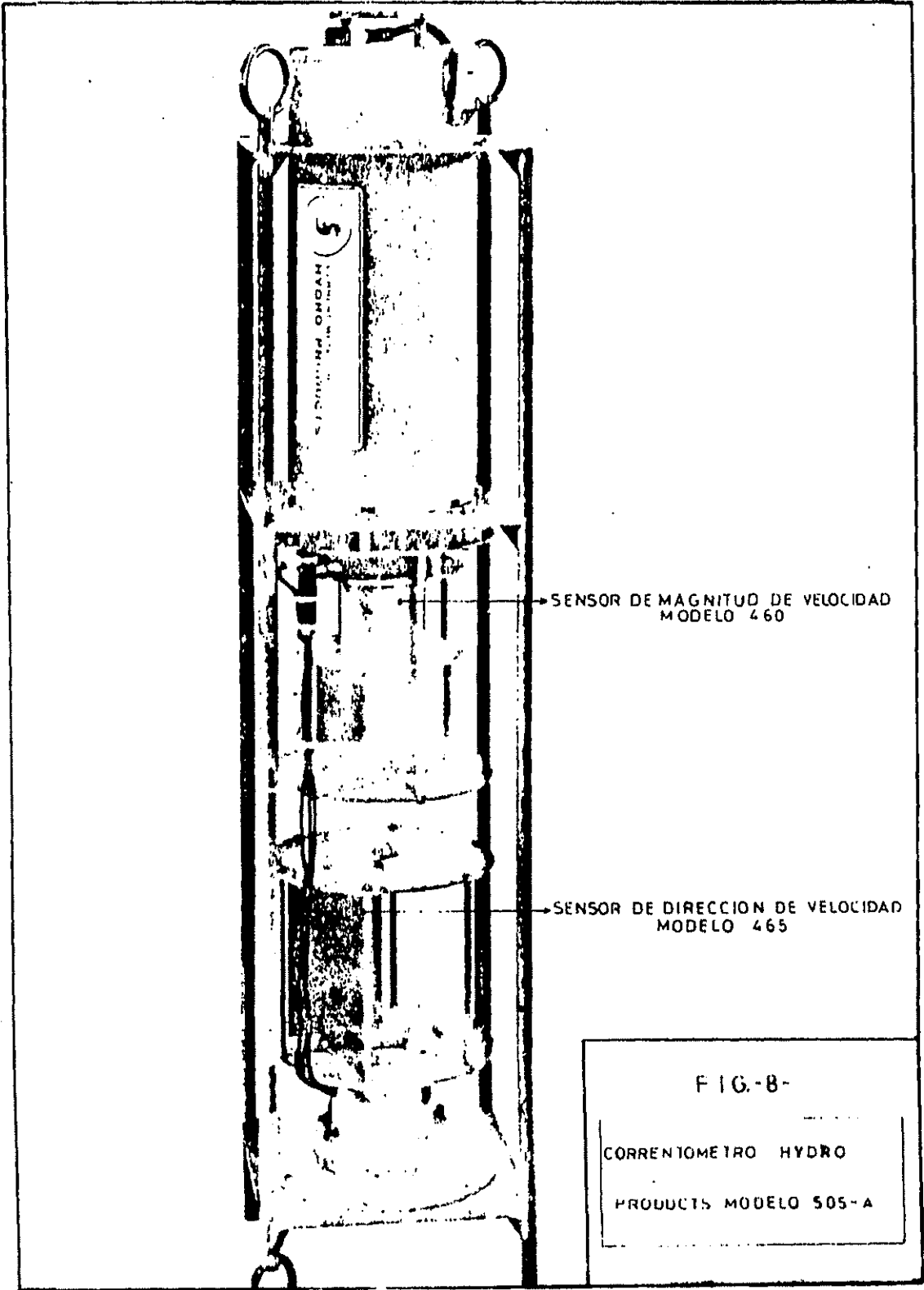


FIG.-8-

CORRENTOMETRO HYDRO
PRODUCTS MODELO 505-A

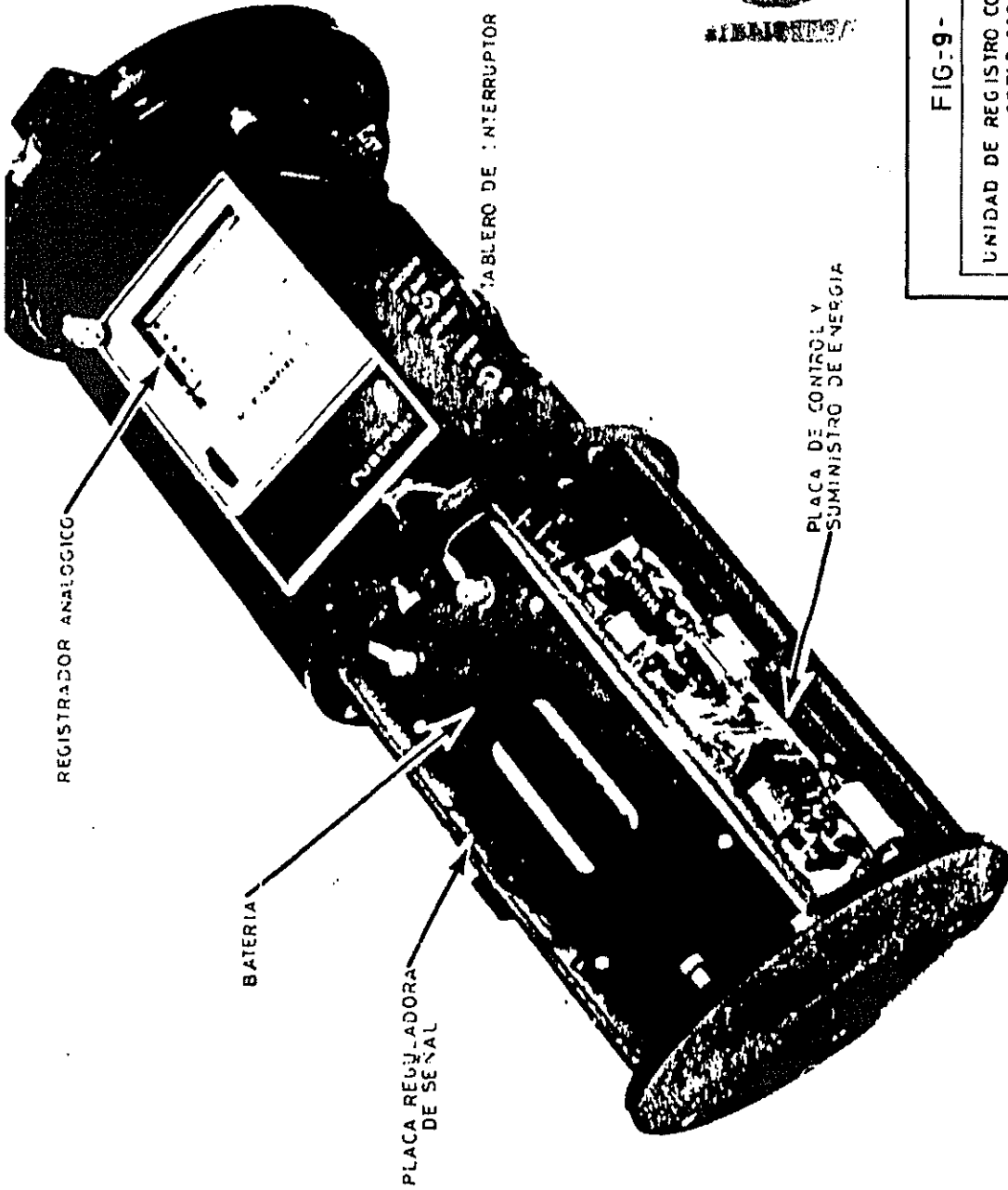


FIG-9-
UNIDAD DE REGISTRO CORRENTOMETRO
MODELO 505-A

dos por cables externos conductores bajo el agua.

El sensor subacuático de velocidad, incluye un rotor savonius no sensible a movimientos verticales, estando formado por medios cilindros cóncavos montados sobre un eje vertical. El rotor es fabricado de plástico y posee hoyantez neutral, con el objeto de reducir la fricción de tal forma que permita tener sensibilidad a corrientes pequeñas hasta 2.5 cm./s.. El rotor está unido en la parte superior a 10 imanes distribuidos dentro de una circunferencia, que inducen momentáneamente 10 pulsaciones eléctricas por cada revolución, siendo el número de pulsaciones por segundo proporcional a la velocidad del agua. El movimiento del fluido hace que gire el rotor savonius con una tasa angular proporcional al flujo; así, por cada nudo de velocidad, el rotor gira 90 R.P.M., induciendo 15 pulsaciones por segundo.

El sensor de dirección incluye una veleta plástica montada sobre un eje vertical, un potenciómetro y un compás magnético. La veleta oscila libremente en respuesta al movimiento de la corriente y está conectada magnéticamente al potenciómetro lineal, que es sensible al ángulo de la veleta con respecto al norte magnético del compás, registrándolo eléctricamente. El sensor permite inclina

ciones de hasta 10° con la vertical para que exista un mínimo error en la dirección.

El registrador de información imprime un punto al golpear el estilete sobre la cinta de papel sensibilizado, cada 4 segundos, tanto para velocidad como dirección, durante 5 minutos y medio, el siguiente minuto se alterna entre temperatura y velocidad. Las observaciones, así obtenidas constituye una recolección de fragmentos de 6 y medio minutos de medición cada 1/2 hora, pudiendo ser identificados por sus respectivas longitudes, esto es: Continúa para velocidad, señal larga para dirección y señal corta para temperatura.

A continuación se detallan las especificaciones (caso de 0-1 nudo) de este instrumento:

- Conjunto

Largo total	1,219 m.
Ancho máximo	0,381 m.
Peso	42,6 Kg. en el aire
	22,7 Kg. en el agua

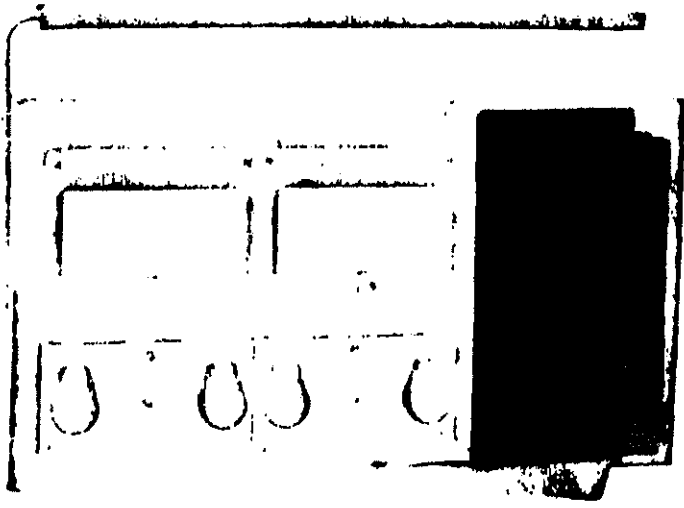
- Velocidad de corriente

Rango de velocidad	2,5 - 50 cm./seg.
--------------------	-------------------

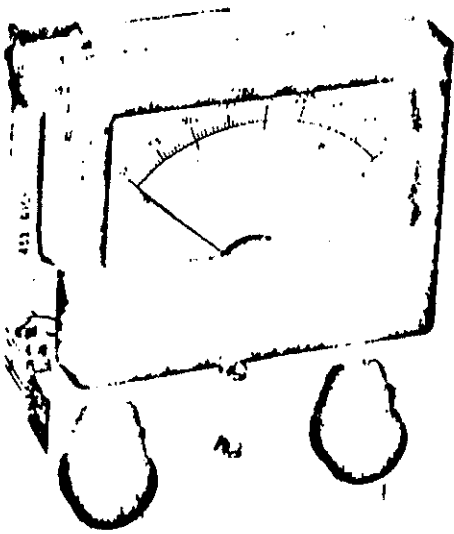
Exactitud	$\pm 3\%$ de escala total
Sensibilidad al rotor	90 R.P.M. a 1 nudo
Mecanismo sensor	Interruptor magnético.
- Dirección de corriente	
Rango de dirección	$353^\circ \pm 2^\circ$
Exactitud	$\pm 5^\circ$
Máxima inclinación	$\pm 30^\circ$
Mínimo error inclinación	$\leq \pm 10^\circ$ de la vertical.
- Registrador	
Cinta de papel	Sensitivo a presión
	Ancho 0,0635 m.
	Largo 19,2 m.
Batería	Paquete de 15 V.
Tiempo	30 días de registro c/30 min.

J c) Correntómetro Perfilador.-

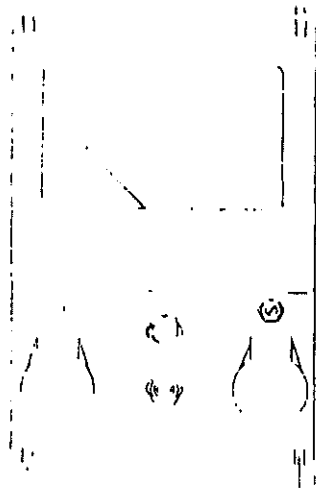
El correntómetro perfilador de lectura directa está formado por los sensores de velocidad y dirección descritos anteriormente; para efectos de lectura consta también de una caja lectora, dentro de la que está instalado un módulo indicador de velocidad (modelo 451) y un módulo indicador de dirección (modelo 452), como lo indica la figura 10. Cons



CAJA LECTORA



MODULO DE DIRECCION



MODULO DE VELOCIDAD

FIG -10-

Indicadores de lectura del
Correntometro Peritador

ta también de un tambor y cable que conecta los sensores con los módulos de lectura.

Las especificaciones del módulo de lectura de velocidad, son las siguientes:

Rango útil de velocidad	2,5-50 cm./s. (en low)
Precisión	$\pm 3\%$ de las lecturas
Tipo de batería	De mercurio, 5.6 V.
Tiempo	200 hrs. uso continuo.

Las especificaciones del módulo de lectura de dirección, son las siguientes:

Rango útil de dirección	$353 \pm 2^\circ$
Escala	0-360°
Precisión	$\pm 10^\circ$
Tipo de batería	De mercurio, 5.6 V.

d) Anemógrafo.-

El registrador de viento utilizado fue un anemógrafo mecánico marca Kahlsico 02 AM 300, con autonomía de registro continuo durante 35 días. El instrumento registra la dirección y velocidad del viento en una cinta de papel sen-

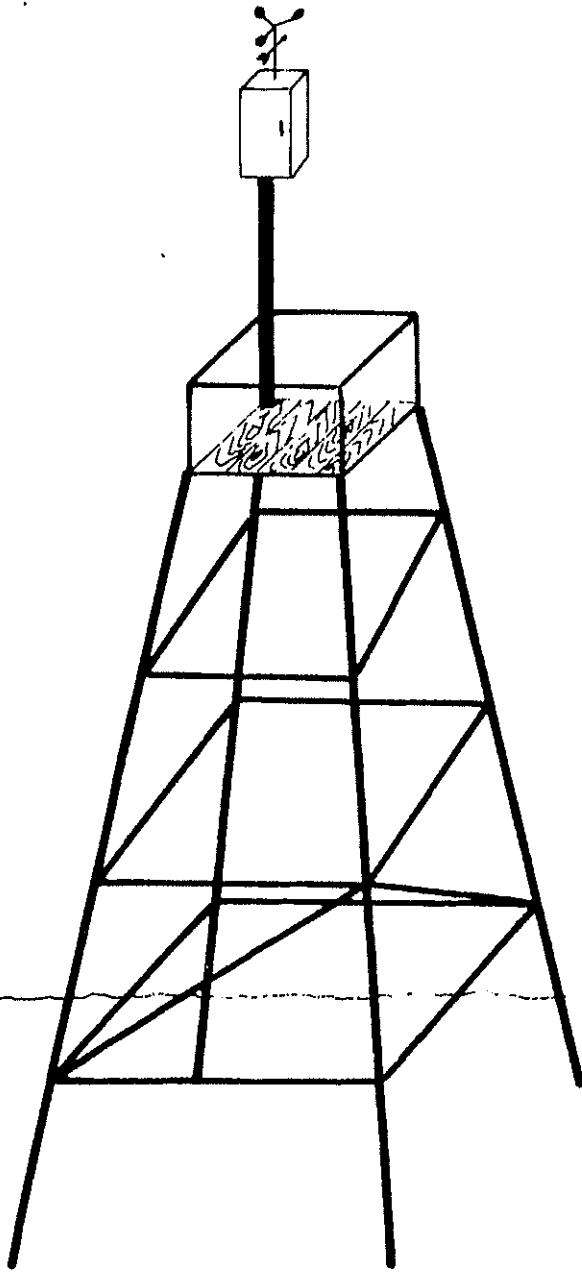
sibilizado, que es autopulsado por la acción de una cuerda. Consta de dos sensores, uno para dirección y otro para velocidad, los que están instalados con respecto a un eje vertical en la parte superior del equipo.

El sensor de velocidad consta de 3 tazas cónicas simétricamente colocadas; el sensor de dirección lo constituye una veleta metálica. La acción del viento produce movimientos en los sensores, que son transmitidos al registrador por medio de un sistema mecánico.

El instrumento fue instalado a una altura de 10 m. (ver figura 11). En la instalación se tomó en cuenta las siguientes condiciones:

- La puerta del anemógrafo indicó el Norte, para que las mediciones de dirección sean correctas.
- El instrumento fue nivelado horizontal y verticalmente, para que las mediciones de velocidad sean correctas.
- Localización cercana a la línea de playa.
- Lugar libre de obstáculos, que pudieran modificar el patrón de vientos.

e) Sistema de anclaje.-



PLAYA

FIG-11-

FORMA DE INSTALACION
DE ANEMOGRAFO

Antes de diseñar el sistema de anclaje fue necesario con
siderar: Tipo de instrumento, profundidad a la que iba
a permanecer suspendido, característica de la corriente
en la zona de instalación, etc.; esto motivó a realizar
una salida de reconocimiento donde se obtuvieron datos
(ver tabla IV), que permitieron tener una idea del ran-
go de la velocidad existente en el área; de acuerdo a
esto se decidió un rango de magnitud de 0-1 nudo, además
se consideró también los recursos propios de construc-
ción como son: Cable, cabo, elementos de conexión, boya,
ancla, etc..

Puesto que en la realidad un sistema de anclaje para re-
gistrar información mediante el uso de un correntómetro
difiere un poco de representar un "punto fijo" en el si-
tío de estudio, debido a que el sistema puede tener movi-
mientos tales como: Giratorios, rotacionales, de inclina-
ción, etc.. Se trató de minimizarlos mediante un diseño
y cálculos adecuados del arreglo a fondearse.

Se decidió utilizar como boya de sustentación del sistema
una subsuperficial, para evitar cualquier movimiento ver-
tical del equipo ocasionado por el continuo y periódico
ascenso y descenso de la superficie del mar. En vista de
que la zona de estudio es un área de pescadores, la boya

TABLA -IV- SALIDA DE RECONOCIMIENTO

PROFUNDIDAD	MEDICION 1		MEDICION 2		MEDICION 3	
	Velocidad (nudos)	ángulos (grados)	Velocidad (nudos)	ángulos (grados)	Velocidad (nudos)	ángulos (grados)
SUPERFICIE	0.3	190	0.3	135	0.3	230
1 m.	0.2	270	0.25	180	0.25	200
3 m.	0.25	370	0.25	180	0.25	180
5 m.	0.15	270	0.15	225	0.20	250
7 m.	0.3	180	0.175	315	0.225	230
FONDO	0.2	270	0.2	315	0.2	220

subsuperficial se instaló a una altura desde el fondo del piso oceánico de 7.5 m., como medida de seguridad para evitar cualquier peligro o arrastre del sistema por parte de las canoas a motor.

Con la intención de evitar movimientos giratorios, el instrumento se lo instaló en el eje mismo del sistema, por lo que se diseñó un cable de mantenimiento que ocuparía el lugar del correntómetro cuando este sea retirado para el mantenimiento. Como el sistema de anclaje debía permanecer estático se decidió utilizar como anclas pesos de hormigón, desde donde saldría paralelo al fondo marino un cabo de recuperación, con dirección hacia la playa (ver figura 12).

Como elemento de conexión se utilizaron los aditamentos necesarios para estos casos, cuyas longitudes interiores fueron consideradas en los cálculos, de tal forma que se pudiese tener el diseño deseado. La tabla V indica el número de elementos de conexión usados así como también las longitudes totales de cable y cabo. La figura 13 indica el diseño de la amazona de la boya subsuperficial utilizada.

La construcción del sistema se la realizó basándose en los

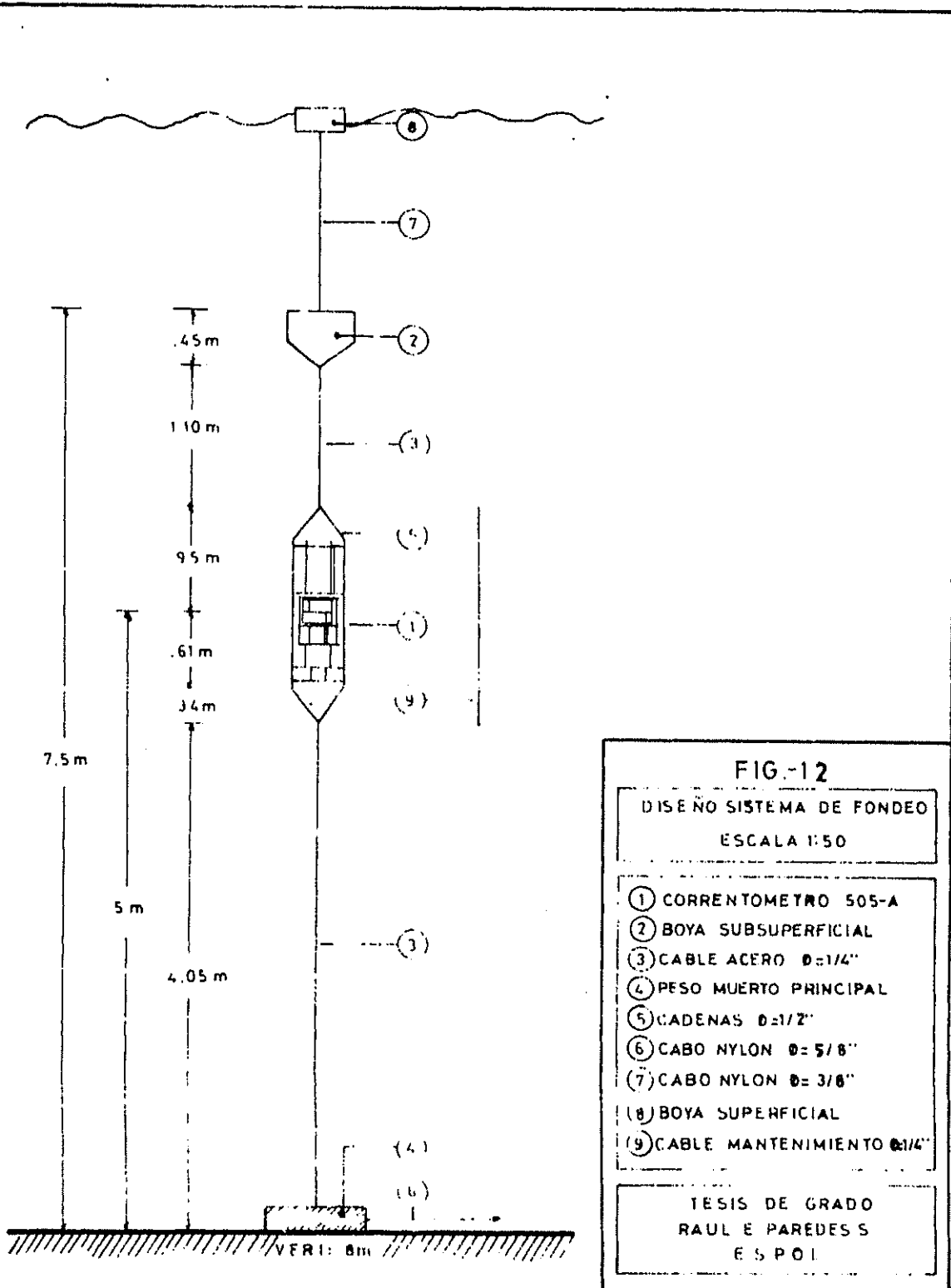


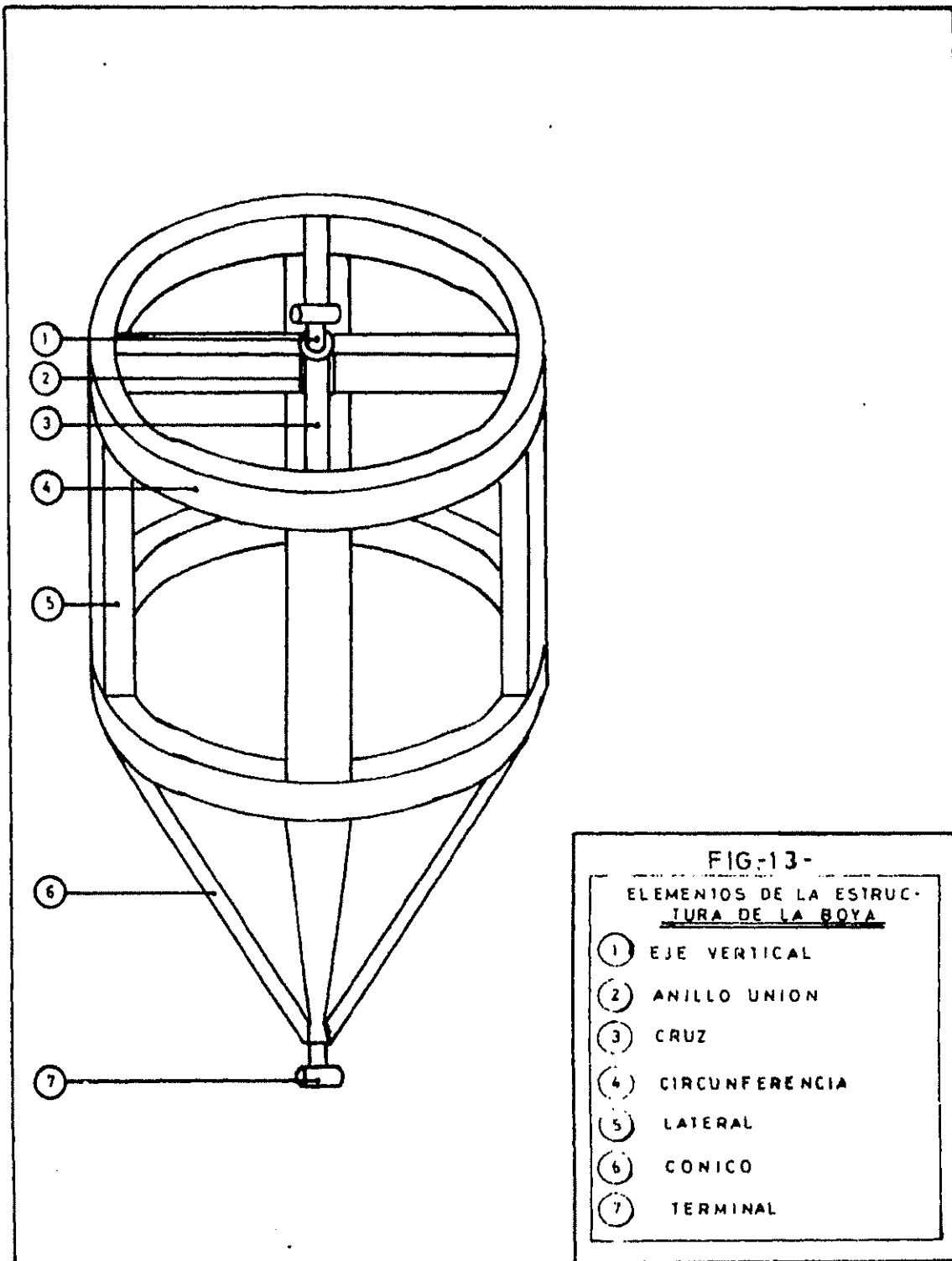
TABLA -V- ELEMENTOS DE CONEXION

A) TOTAL USADOS EN DISEÑO

TIPO	DIAMETRO (PULGADAS)			
	1/4	3/8	1/2	5/8
GRILLETES (UNIDADES)		18		2
AJUSTADORES (UNIDADES)	18			
ESLABON GIRATORIO (UNIDADES)		2		
CADENA (m.)			2	
GUARDA CABO (UNIDADES)	6	4		2
CABLE ACERO (m.)	8.1			
CABO NYLON (m.)		18		160

B) EMPLEADOS EN CALCULOS DE FUERZAS

TIPO	CONEXION		
	BOYA →	505 A	505-A → ANCLA
GRILLETES Ø3/8 (UNIDADES)	6		6
AJUSTADORES (UNIDADES)	6		6
ESLABON GIRATORIO (UNIDADES)	1		1
CADENA (N° ESLABONES)	17		17
CABLE (m.)	145		4 15



cálculos que servirían luego para minimizar el movimiento del mismo; objetando de esta forma errores en el registro de la observación. La boya debía proveer la boyantez necesaria para soportar el peso en el agua del instrumento y el cable con los elementos de conexión, además de ser lo suficientemente resistente para soportar condiciones extremas ambientales. La tabla VI indica las dimensiones de la estructura como de la lata galvanizada que la cubriría; finalmente en su construcción es ta fue forrada con fibra de vidrio para evitar la corrosión (ver figura 14).

Las dimensiones exteriores de la boya son:

$$R = 10.3 \text{ pulgadas}$$

$$H = 10.3 \text{ pulgadas}$$

$$h = 6.7 \text{ pulgadas}$$

Donde,

R.- Es el radio de la parte cilíndrica

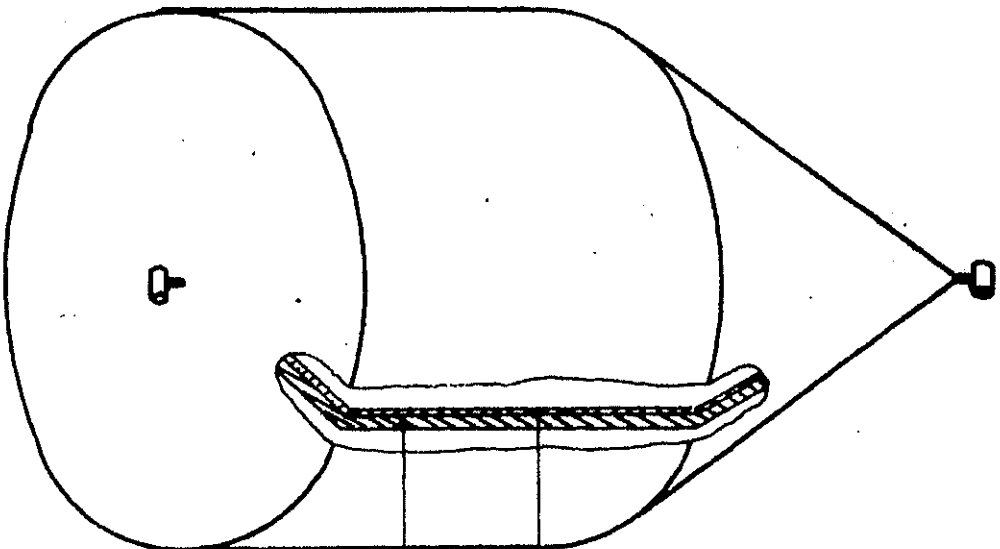
H.- Es la altura de la parte cilíndrica

h.- Es la altura de la parte cónica.

Para efectos del cálculo de las fuerzas verticales en el

TABLA - VI- DIMENSIONES DE ESTRUCTURA DE BOYA SUBSUPERFICIAL

DENOMINACION DE LA PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD	DIMENSION (PULGADAS)			
			LONGITUD	ANCHO	ESPESOR	DIAMETRO
EJE	VARILLA REDONDA	1	17			5/8
ANILLO	TUBO GALVANIZADO	2	1			3/4
CRUZ	PLATINA	4	9.5	3/4	1/8	
CIRCUNFERENCIA	PLATINA	2	62.6	3/4	1/8	20
LATERAL	PLATINA	4	6.5	3/4	1/8	
CONICO	PLATINA	4	11.5	3/4	1/8	
TERMINAL	TUBO GALVANIZADO	2	0.75			1.5
CARA CIRCULAR SUPERIOR	LATA GALVANIZADA	1			1/40	20
CARA RECTANGULAR LATERAL	LATA GALVANIZADA	1	63	10	1/40	20
CARA INFERIOR CONICA	LATA GALVANIZADA	1	ARCO 63	GENERATRIZ 12	1/40	20



FIBRA DE VIDRIO

PLANCHA GALVANIZADA

FIG.-14-

REVESTIMIENTO FINAL
DE BOYA SUBSUPERFI-
CIAL.

sistema, se consideró que al ser la gravedad la única fuerza estática en el océano, ésta actúa de igual forma sobre el agua del mar y sobre cualquier objeto sumergido, provocando una variación en su peso real. Arquímedes enunció este hecho de la siguiente forma: "Todo cuerpo sumergido total o parcialmente en un fluido experimenta una pérdida de peso igual al peso del volumen del fluido desalojado", la pérdida del peso recibe el nombre de empuje, según esto tenemos:

$$E - P_c = P_a$$

2.2.1.

Siendo:

E.- Empuje

P_c.- Peso del cuerpo en el aireP_a.- Peso del cuerpo en el agua.

La ecuación 2.2.1, puede escribirse en términos del peso específico:

$$V \delta_f - V \delta_c = P_a$$

2.2.2

Donde:

V.- Volumen del cuerpo

δf .- Peso específico del agua del mar (64.2 lb/pie³)

δc .- Peso específico del cuerpo.

Con la ecuación 2.2.1 y 2.2.2, se calculó el peso en el agua para todos los elementos del sistema de anclaje - (ver tabla VII), así la boyantez neta del sistema (peso en el agua) es aproximadamente 62 lbs.. Para que el sistema permanezca estático los pesos de concreto tuvieron las dimensiones de 0.8 m. x 0.8 m. x 0.2 m. reforzado con varilla diámetro 1/2 pulgada, cuyo peso en el agua fue aproximadamente 275 lbs. (ver figura 15).

Puesto que la baya de sustentación estaría 0.5 m, por debajo del nivel medio de bajamares de Sicigia, las fuerzas dinámicas que actúan sobre todo el sistema siempre estarán dentro del agua. El movimiento del agua debido a las corrientes producen una fuerza de arrastre horizontal sobre cualquier objeto que ofrezca resistencia, produciendo un desplazamiento (D) con respecto al eje vertical de instalación del sistema, causando inclinación en el equipo; que pudiere ocasionar datos erróneos. De las especificaciones del instrumento (sección 2.2-b), se conoce que éste, permite la inclinación de 10° con respecto a la vertical para que exista un míni-

TABLA -VII- PESO EN EL AGUA (BOYANTEZ NETA) DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE FONDEO

ELEMENTOS DEL SISTEMA	DIAMETRO (PULGADA)	VOLUMEN (PIE ³)	Unidad (Lb.)	PC/unidad (Lb.)	PA/unidad (Lb.)	CANTIDAD	PA TOTAL (Lb.)	BOYANTEZ NETA SISTEMA (Lb.)	SISTEMA ESTatico (Lb.)
BOYA SUBSUPERFICIAL	20.6	2.417	155.17	24.6	130.57	1	130.57		
CORRENTOMETRO 505-A(✱✱)			4	94	-50	1	-50		
CADENA (ESLABON)	1/2	4.5x10 ⁻⁴	0.029	0.3375	-0.3085	34	-10.49		
GRILLETES	3/8	2.5x10 ⁻⁴	0.016	0.3	-0.284	12	-3.41	61.86	213.36
ESLABON GIRATORIO	3/8		0.05	0.68	-0.63	2	-1.26		
AJUSTADORES (✱)	1/4				-0.1	12	-1.2		
CABLE (5.6m.)	1/4	6.26x10 ⁻³	0.40	2.75	-2.35	1	-2.35		
ANCLA CEMENTO		4.52	290.18	565.4	-275.22	1	-275.22		

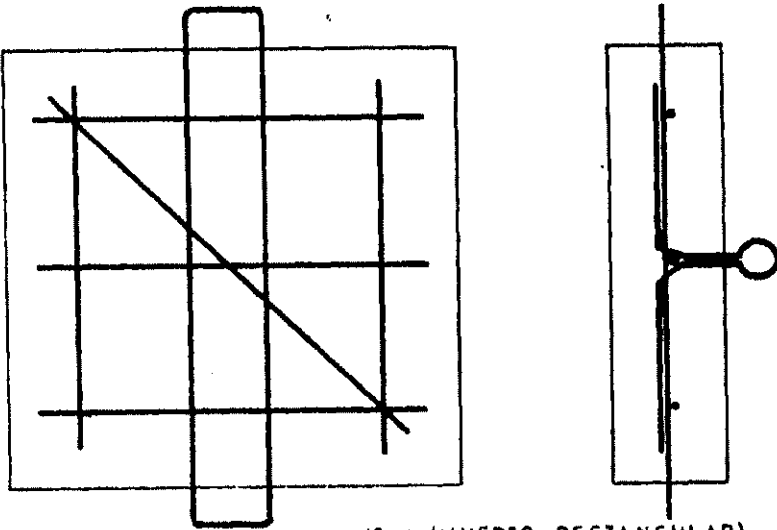
(✱) ESTIMADO

(✱✱) TOMADO DEL MANUAL

(-) EL SIGNO NEGATIVO SIGNIFICA QUE EL CUERPO DESCENDE

RELACION: CEMENTO ARENA GRAVA	PESO DE 1 m. ³	VOLUMEN PARA 50 Kg. CEMENTO	RELACION AGUA CEMENTO	TAMAÑO MAXIMO DE SOLIDOS	RECOMENDACION: NO USAR SOLIDOS ALCALI- NOS O SIMILARES QUE PUEDAN REACCIONAR CON EL AGUA, PUES FORMA POROSIDAD EN EL CONCRETO.
1 : 3 : 6	197 Kg.	0.259 m. ³	0.40	19 mm.	

ANCLA (MUERTO CUADRANGULAR)



ANCLA (MUERTO RECTANGULAR)

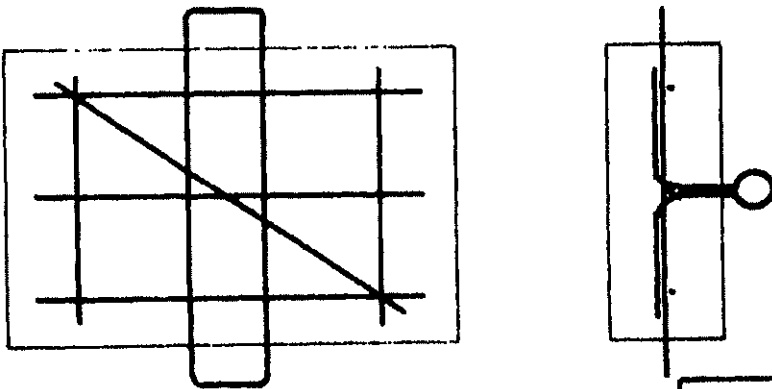


FIG-15-
DISEÑO Y ESPECIFICACIONES
DE
PESOS MUERTOS

mo error en el registro.

La fuerza de arrastre horizontal sobre los elementos del sistema puede ser calculada de la siguiente fórmula:

$$FH = 1/2 \rho C_d A V^2 \quad 2.2.3$$

Donde

FH.- Fuerza de arrastre ejercida sobre un objeto sumergido, en lbr.

ρ .- Densidad de masa del agua de mar en, Slug/pie³ *

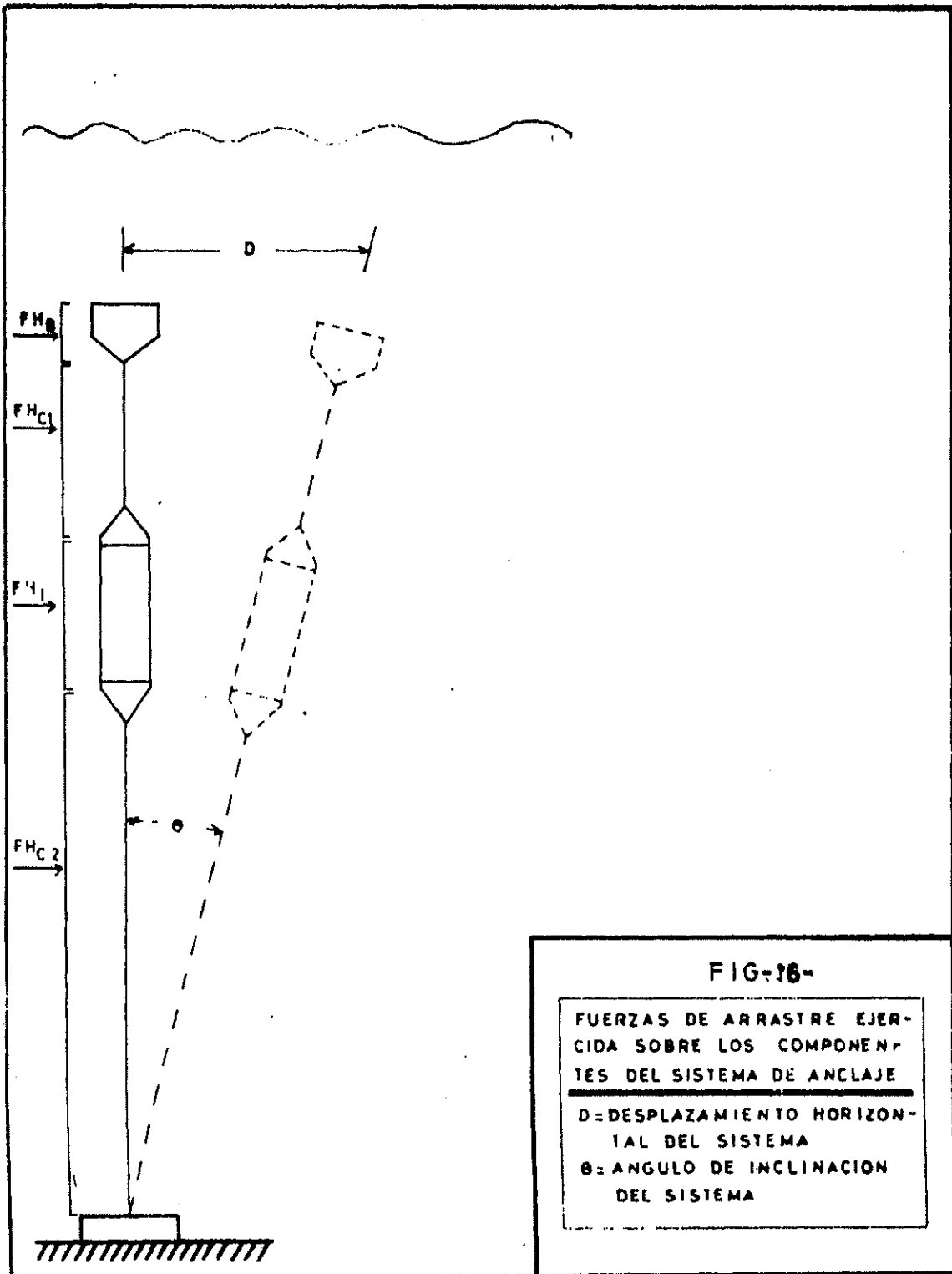
Cd.- Coeficiente de arrastre, adimensional.

A .- Área lateral del objeto proyectado sobre un plano perpendicular a la dirección del flujo de corriente, en pie².

V .- Velocidad máxima asumida (1 nudo = 1.6892 pies/s.)

Los valores para la fuerza de arrastre ejercida sobre los componentes del arreglo (ver figura 16) son como sigue:

* Puede ser tomado como 1.99 lbr.s²/pie⁴ a temperatura y presión standard, pero como este valor se incrementa hasta alrededor de 2.1 a 0°C. y 1.000 atm., es comúnmente tomada igual a 2 lbr.s²/pie⁴.



$$FH_b = 3.9 \text{ lbr.}$$

$$FH_{c1} = 1.61 \text{ lbr.}$$

$$FH_i = 3.65 \text{ lbr.}$$

$$FH_{c2} = \underline{2.24} \text{ lbr.}$$

$$FH_s = 11.4 \text{ lbr.}$$

2.2.4

Donde:

FH_b .- Fuerza de arrastre horizontal ejercida sobre la boya.

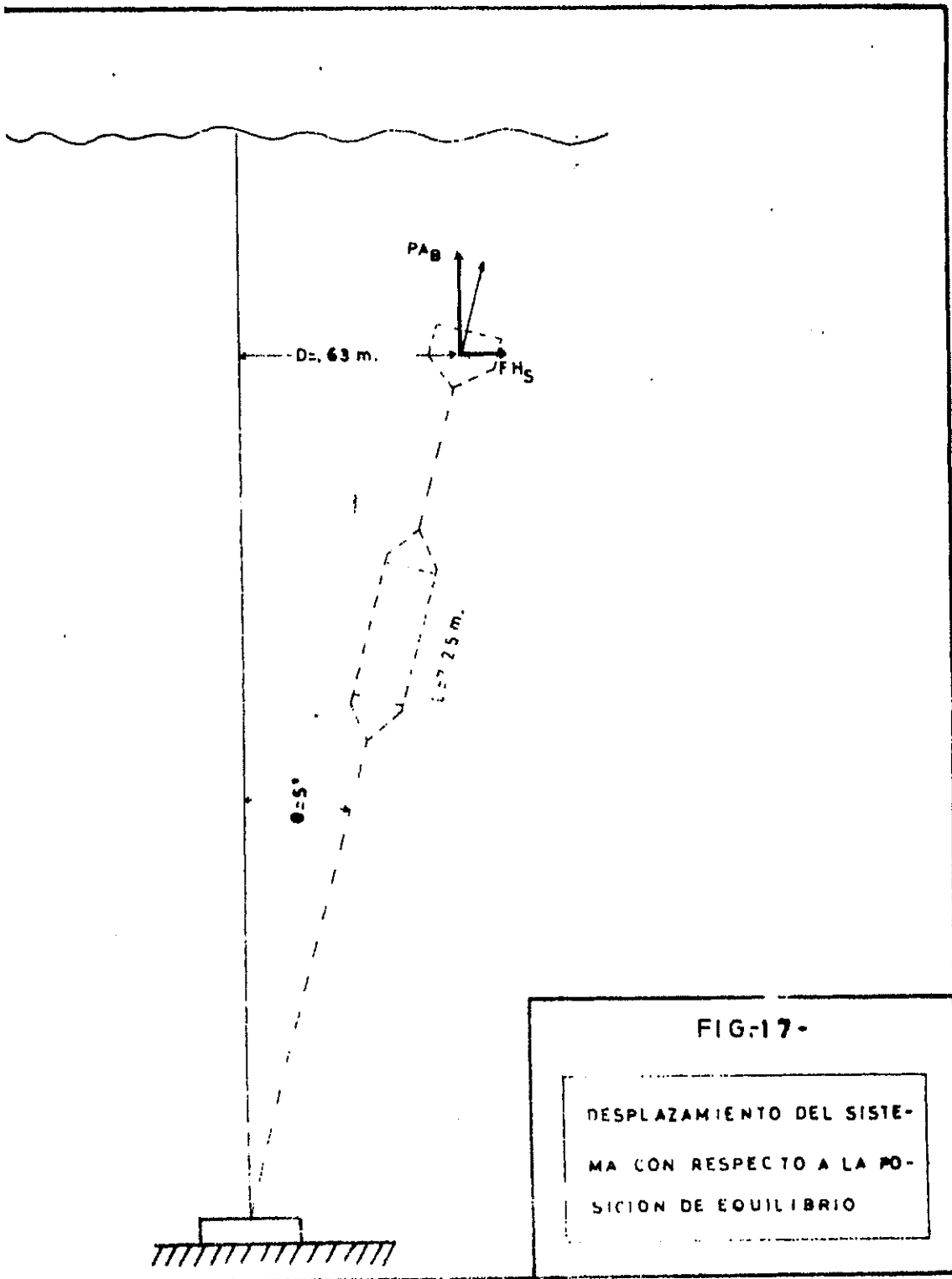
FH_{c1} .- Fuerza de arrastre horizontal sobre el cable que conecta la boya al instrumento.

FH_i .- Fuerza de arrastre horizontal ejercida sobre el instrumento.

FH_{c2} .- Fuerza de arrastre horizontal sobre el cable que conecta el instrumento al ancla.

FH_s .- Fuerza de arrastre horizontal ejercida por la corriente máxima asumida sobre todo el sistema.

De acuerdo a Fofonoff, N.P., 1.965, en lo concerniente al desplazamiento horizontal del sistema (D), la acción de las fuerzas de arrastre sobre todo el sistema, puede ser equivalente a una fuerza horizontal de la misma magnitud (FH_s) actuando sobre la boya del sistema (Ver figura 17).



Para pequeños desplazamientos la fuerza de restauración es proporcional al desplazamiento de la boya desde su posición vertical de equilibrio. Debido a que tanto la fuerza de arrastre horizontal del sistema como la fuerza de restauración horizontal son mayores en comparación a las aceleraciones, la inercia del sistema puede ser despreciada y el balance de la ecuación es simple; la fuerza de arrastre del sistema es igual a la fuerza de restauración, esto es:

$$FH_s = Pa_b (D/L) \quad 2.2.5$$

Donde:

FH_s .- Fuerza de arrastre horizontal del sistema sobre la boya.

Pa_b .- Peso aparente o boyantez neta de la boya.

D .- Desplazamiento desde la posición de equilibrio.

L .- Longitud del sistema de anclaje (7.25 m.).

De la ecuación 2.2.5 se despeja el término de desplazamiento horizontal, quedando:

$$D = FH_s L / Pa_b \quad 2.2.6$$

Introduciendo en la ecuación 2.2.6 el valor de FH_5 de 2.2.4, y el correspondiente al peso en el agua de la boya (tabla VII), se obtiene el valor del desplazamiento que es:

$$D = 0.63 \text{ m.}$$

El ángulo máximo de inclinación del sistema (θ) será entonces:

$$\theta = \text{Sen}^{-1} (D/L)$$

$$\theta = 5^\circ$$

Valor que está dentro del rango permisible de inclinación del instrumento.

El sistema completo de anclaje posicionado en coordenadas UTM está presentado en la carta # 1. Las maniobras figuradas de la instalación del sistema de anclaje se encuentran en el anexo 1.

✓ 2.3. Los Datos

Los datos obtenidos durante las mediciones de campo están resumidos en la tabla VIII, de la que se puede notar que las ob

TABLA-VIII- SUMARIO DE OBSERVACIONES AÑO 1981

TIEMPO DE OBSERVACION		TIPO DE MEDICION				
MES	DIA	OBSERVACION DE CORRIENTES CORRENTOMETRO 505-A	PERFILES CORRENTOMETRO IN-SITU	TRAYECTORIAS FLOTADORES	OBSERVACION DE VIENTOS ANEMOGRAFO K-02AM300	
JULIO	25					
AGOSTO	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
10						
11						
23						
29						
31						
SEPTIEMBRE	6					
	26					
NOVIEMBRE	13					
	14					
	15					
	16					

servaciones con el correntómetro continuo fueron interrumpidas a partir del 1º de septiembre, fecha en que el sistema fue arrastrado hacia la costa.

Se considera que existió la información suficiente como para proceder con las técnicas y análisis descritas en el capítulo siguiente. Con el correntómetro modelo 505-A se pudo obtener 38 días ininterrumpidos de mediciones, esto es 1.820 valores tanto para magnitud como dirección, observados cada 1/2 hora. La serie temporal para el anemógrafo en forma ininterrumpida abarca 480 horas. Debido a los problemas que existieron en la segunda instalación del sistema de anclaje, se pudo recopilar 66 horas de mediciones.

Los perfiles de corrientes fueron realizados para los niveles superficial, 1 m., 3 m., 5 m., 7 m. y fondo, en dos fechas, - durante 45 y 33 horas ininterrumpidas respectivamente.

Para las observaciones de las trayectorias se emplearon 4 flotadores superficiales y 4 subsuperficiales, especificados en la tabla IX, en la que se incluye también la hora de inicio y culminación de mediciones, y la curva de altura de marea que indica con puntos el intervalo correspondiente a las observaciones. Mediante interpolación se obtuvo la posición, velocidad, dirección, velocidad Este y velocidad Norte, para aque-

TABLA-IX- FECHAS DE OBSERVACION DE TRAYECTORIAS.

D'A	FECHA	HORA		N° OBSERV.	NUMERO FLOTADORES		ESTADO DE MAREA	CURVA DE ALTURAS DE MAREA
		INICIO	FINAL		SUPERFICIAL	PROFUNDO		
1	5-8-81	11:14	16:36	72	2	2		
2	6-8-81	11:34	15:00	68	4	4	MEDIA	
3	7-8-81	10:15	17:00	72	4	4		
4	8-8-81	10:43	16:00	53	4	4		
5	9-8-81	10:39	17:49	107	4	4		
6	10-8-81	08:53	16:16	93	4	4	CUADRATURA	

Las medias horas involucradas dentro de una corrida de flotador, con la finalidad de posteriormente realizar un análisis cuantitativo de las trayectorias. Estos valores se encuentran en el anexo 2.

En un lugar cercano al sitio de fondeo, se insertó siempre un flotador profundo (dentro de un área de 50 m. aproximadamente), con la finalidad de relacionar las trayectorias de un punto con las del área.



BIBLIOTECA

La dirección ha sido referida al norte geográfico para todas las mediciones, la magnitud de velocidad está dada en nudos, la de los flotadores en cm./s. y la del viento en km./hr..

Debido a que sería muy extenso presentar los datos originales sólo se presentan aquellas tablas, las que mediante técnicas de análisis han procesado la información existente, esto se resume en los anexos 3, 4 y 5.

En el análisis de las observaciones continuas, las cantidades vectoriales han sido consideradas como una subsecuencia de cantidades escalares al descomponerlas en sus componentes cartesianas Norte y Este. Se emplean técnicas digitales, así los datos fueron procesados en forma de serie de tiempo discretas de longitud finita, de valores representativos de un fenómeno conocido, esto es cuando se analiza los corrientes de marea

fenómeno conocido, esto es, cuando se analizan las corrientes de marea.

CAPITULO III

✓ ANALISIS DE LOS DATOS

En este capítulo se intenta realizar un estudio analítico sobre los datos recopilados en las observaciones de campo. En el subcapítulo de procesamiento se desarrollarán los lineamientos teóricos con los que se procesó la información, para luego proceder con la evaluación. Esto nos permitirá obtener un criterio sobre las corrientes en el área de medición, definidas durante el período de observación como objetivo final del presente estudio.

3.1. Procesamiento

Laplace enunció el siguiente principio:

"El estudio de un sistema de cuerpo en el cual las condiciones primitivas del movimiento desaparecen en virtud de las resistencias que se oponen a ese movimiento, es periódico, como las fuerzas que sobre él actúan".

Donde se concluye que si el mar está afectado por fuerzas periódicas de atracción gravitacional, resultará un movimiento vertical de agua, periódico, denominado marea. Este movimiento vertical está acompañado de un movimiento horizontal periódico denominado corriente de marea.

Puesto que el desplazamiento de las partículas de fluido en un cuerpo de agua es un vector tridimensional, se puede usar un marco de referencia rectangular y tomar uno de los tres planos de referencia paralelo a un plano de nivel, así enton-

ces, la componente vertical del desplazamiento puede ser medida, con la ayuda de un mareógrafo, mientras que la componente horizontal será medida por medio de un correntómetro.

La componente horizontal es una cantidad bidimensional y puede ser tratada separadamente de la componente vertical. Si medimos el desplazamiento horizontal en un punto fijo, por unidad de tiempo, obtenemos la observación de corriente. Esta observación de corriente sobre un intervalo razonable de tiempo revelará oscilaciones en la amplitud y dirección de la corriente, las cuales, al ser periódicas representan las corrientes de marea y se deben casi exclusivamente a las fuerzas de marea.

Con el objeto de evitar confusión con la terminología empleada, a continuación se describe definiciones importantes de ser consideradas:

Se denomina observación de corriente a la velocidad de la partícula del fluido medida en un punto e instante dado. Se la denotará por $V(t)$, y como es un vector bidimensional puede ser descrita por:

$$\vec{V}(t) = (V_1(t), V_2(t)) \quad 3.1.1$$

Donde $V_1 (t)$ y $V_2 (t)$, son números reales que representan las componentes en las direcciones Este y Norte al tiempo t .

La magnitud de la observación de corriente está dada por:

$$|V (t)| = [(V_1 (t))^2 + (V_2 (t))^2]^{1/2} \quad 3.1.2$$

La dirección será:

$$\theta (t) = \text{Tg}^{-1} \left[\frac{V_1 (t)}{V_2 (t)} \right] \quad 3.1.3$$

Considerando que la observación de corriente obtenida por el instrumento registra los valores de magnitud y dirección, y los cálculos son más fácil de ejecutarlos con sus componentes rectangulares, para el análisis es necesario obtener las cantidades:

$$V_1 (t) = |V (t)| \text{Sen}\theta (t) \quad 3.1.4$$

$$V_2 (t) = |V (t)| \text{Cos}\theta (t) \quad 3.1.5$$

Entendemos por corrientes de marea a la constituyente periódica de la corriente causada por los efectos de marea, que pueden ser reconocidas solamente por la observación de corriente durante un determinado intervalo de tiempo.

La corriente residual es la constituyente de la corriente en un punto y tiempo dado que es causada por otras fuerzas diferentes a las de marea.

El flujo medio vectorial representa una corriente que fluye con velocidad constante (VM) en una dirección (θM), y, está dada por la resultante de la suma vectorial de N observaciones de corriente, que para llegar al punto de desplazamiento de la partícula de agua, tiene que fluir N veces el intervalo de observación. Para N observaciones de corriente tomadas a un intervalo de tiempo constante, tendremos:

$$VM_1 = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N |V(n)| \text{ Sen} \theta(n) \quad 3.1.6$$

$$VM_2 = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N |V(n)| \text{ Cos} \theta(n) \quad 3.1.7$$

$$VM = ((VM_1)^2 + (VM_2)^2)^{1/2} \quad 3.1.8$$

$$\theta M = \text{tg}^{-1} \left(\frac{VM_1}{VM_2} \right) \quad 3.1.9$$

Siendo VM_1 y VM_2 , valores escalares que representan el valor medio de las observaciones de corriente en las direcciones X , Y , durante un intervalo de tiempo correspondiente al de las N observaciones discretas.

El flujo medio escalar es establecido al promediar la magnitud de velocidad (VP) y la dirección (θP) separadamente, de las N observaciones de corriente.

$$VP = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N |V(n)| \quad 3.1.10$$

$$\theta P = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \theta(n) \quad 3.1.11$$

La estabilidad (ET) de la corriente es con frecuencia definida como la relación de la velocidad del flujo medio vectorial (VM) y la velocidad promedio del flujo escalar (VP), - expresado en porcentaje, según esto:

$$ET = \frac{VM}{VP} (100) \quad 3.1.12$$

Las observaciones de corriente durante el período de mediciones constituye un registro discreto. Así el proceso de digitalización consiste de dos operaciones separadas y distintas, a ser: Examinación y Cuantificación. La examinación es el proceso para definir los puntos instantáneos en los que los datos del registro serán cuantificados, mientras que la cuantificación es la conversión en forma numérica de los valores de registro en los puntos examinados.

Los datos digitados pueden ser escritos como una secuencia de la forma:

$$\{v_j(n \Delta t_k)\} \quad n = 1, 2, \dots, N ; j = 1, 2 \quad 3.1.13$$

Donde Δt_k es el intervalo de tiempo entre dos observaciones sucesivas examinadas, el subíndice j , indica las componentes rectangulares del vector velocidad.

Las observaciones de corriente no siendo necesariamente equidistantes en tiempo, son usualmente examinadas a intervalos regulares, entonces tomamos:

$$\Delta t_k = \Delta t, \text{ para todas las observaciones.}$$

"El intervalo de tiempo standard para una secuencia de observaciones suavizadas de corrientes de marea es 1 hr." (Godín, G., 1.972), entonces:

$$\Delta t = 1 \text{ hr.}$$

Por lo tanto, los datos digitados sobre los que se aplicará el análisis pueden ser escritos como una secuencia discreta de la forma:

$$\{V_j(n)\}; n = 1, 2, \dots, N; j = 1, 2 \quad 3.1.14$$

En zonas costeras cuyas aguas están directamente influenciadas por el mar, como es el caso del área de estudio en Valdivia, las corrientes de marea serán rotatorias, esto es debido a que una partícula de agua bajo la influencia únicamente de corrientes de marea tenderá a viajar sobre una elipse alrededor de su posición media.

3.1.1. Filtrado

Puesto que los datos digitados podrían contener oscilaciones no deseadas, causadas por turbulencias, movimientos pequeños de instrumento, errores en la cuantificación del registro, un proceso de filtrado es aplicado a la serie de tiempo observada. Esto permitirá extraer aquellas señales y así realizar el análisis de Fourier a las frecuencias intermedias del registro.

El término "smoothing" (suavizamiento) implica una eliminación parcial o total de las componentes de corto período del registro, al promediar n valores sucesivos; así pues el suavizamiento es un proceso perfectamente equivalente al filtrado y consiste en promediar en ca-

da intervalo de longitud $\Delta t'$ los valores del registro original.

En realidad las corrientes marinas representan una mezcla complicada de diferentes tipos de movimientos de agua, periódicos y/o aperiódicos, extendiéndose sobre una amplia escala de medidas de velocidad y tiempo. Adicional a los cambios estacionales y cambios periódicos de corta duración incluidos los movimientos por marea, un espectro entero de movimientos oscilatorios se pueden superponer a la circulación, haciendo de las observaciones de corriente, un registro complicado de estudio.

En síntesis un registro típico de corrientes costeras consiste de 3 partes esenciales (Godín, G., 1967):

$$V(t) = V1(t) + V2(t) + V3(t) \quad 3.1.15$$

Donde:

$V1(t)$.- Son efectos por turbulencia (alta frecuencia).

$V2(t)$.- Es el flujo estable o corriente residual (baja frecuencia).

V3 (1).- Son efectos por marea (diurno y semidiurno)

Para propósitos prácticos dividimos el rango de frecuencia en 3 bandas:

i) Banda de baja frecuencia

$$\sigma \leq 0 - 0.015 \text{ c.p.h.}$$

ii) Banda central (ó banda de marea)

$$0.015 \text{ c.p.h.} - 0.133 \text{ c.p.h.}$$

iii) Banda de alta frecuencia

$$\sigma > 0.133 \text{ c.p.h.}$$

Con la finalidad de aislar cualquier porción del espectro de la secuencia de observaciones, la convolución de las observaciones con un filtro adecuado podría ser usado. Esta separación depende de las características del espectro del filtro ($F(\sigma)$). Si el espectro del filtro desaparece para todas las frecuencias mayores que σ_f , el filtro no permite el paso de las frecuencias más altas que σ_f , y es llamado filtro pasa bajo (low pass). Es así natural esperar que sobre el rango útil, $F(\sigma)$ sea igual a 1, de esta forma la parte del espectro de las observaciones que pasó por el filtro deberá presentarse sin deformación, lo que es raramente posible de obtener sin el empleo de una cantidad considerable de datos

disponibles para el análisis.

Las características espectrales para un filtro pasabajo ideal está dado por:

$$F(\sigma) = \begin{cases} 1, & (-\sigma_1 \leq \sigma \leq \sigma_1) \\ 0, & (\sigma < -\sigma_1, \sigma > \sigma_1) \end{cases} \quad 3.1.16$$

A cualquier secuencia de números $\{f_k\}$ se le puede atribuir un espectro de la forma:

$$F(\sigma) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} f_k \exp(-2\pi i k \Delta t \sigma) \quad 3.1.17$$

Entonces, cualquier operación o secuencia de operaciones realizadas sobre los datos tiene también su espectro propio, modificando por consiguiente el espectro de las observaciones; siendo importante que $F(\sigma)$ posea las características espectrales deseadas, con el objeto que pueda ser usado como un filtro.

El operador que indica la adición de n consecutivos elementos de una secuencia (A_n) , tiene un espectro de la forma (Godín, G., 1.972):



$$A_n(\sigma) = \frac{\text{Sen}(n\pi\Delta t\sigma)}{\text{Sen}(\pi\Delta t\sigma)} \quad 3.1.18$$

El operador de filtrado (F) mediante un mecanismo - transforma la serie observada (X (t)) en otra serie de tiempo (Y (t)), lo que se denota como:

$$Y (t) = F [X (t)] \quad 3.1.19$$

Estos operadores de filtrado obedecen también a las leyes conmutativa, asociativa y distributiva de las funciones algebraicas.

El estudio de los métodos tradicionales de análisis, consiste principalmente en examinar la calidad de - los filtros inventados por sus autores, aunque,

"no deberíamos objetar en ellos, sobre la distorsión en el espectro de registro inducida por el uso de la porción baja del filtro, puesto que esto puede ser - remediado al dividir el espectro de la serie filtrada por el espectro del operador de filtrado, para así obtener un espectro sin distorsión" (12).

Se puede considerar como un efectivo filtro pasa bajo al operador de la forma:

$$\frac{A_n? A_{n+1}}{n^2(n+1)} \quad 3.1.20$$

Donde: $1/n^2 (n + 1)$, es una cantidad constante.

Las series de velocidad de corriente en las figuras 19a, 20a, 21a, 22a, nos permite visualizar por inspección que las oscilaciones de alta frecuencia y las oscilaciones periódicas de marea se encuentran sobrepuestas sobre una señal más fuerte de baja frecuencia, aparentemente aperiódica. Con este criterio se aisló la banda con señal periódica, despreciando las variaciones con períodos de hasta 3 hrs. y las fluctuaciones con periodicidades mayor de 28 horas.

Consecuentemente se utiliza un procedimiento de filtrado sucesivo a la misma serie de tiempo, lo cual tiene la ventaja de permitirnos visualizar las diferentes operaciones, cuya descripción es dada luego. Según esto, el espectro del operador de la forma 3.1.20 para $n = 24$ está indicado en la figura 18b, - siendo claro que éste desaparece efectivamente fuera de $t = 0.035$ c.p.h.. La aplicación de este operador requiere un número limitado de observaciones (relativamente pequeño). Para $\Delta t = 1$ hr., este produce una separación muy efectiva de las variaciones causadas por el efecto de las componentes diurnas y semidiur-

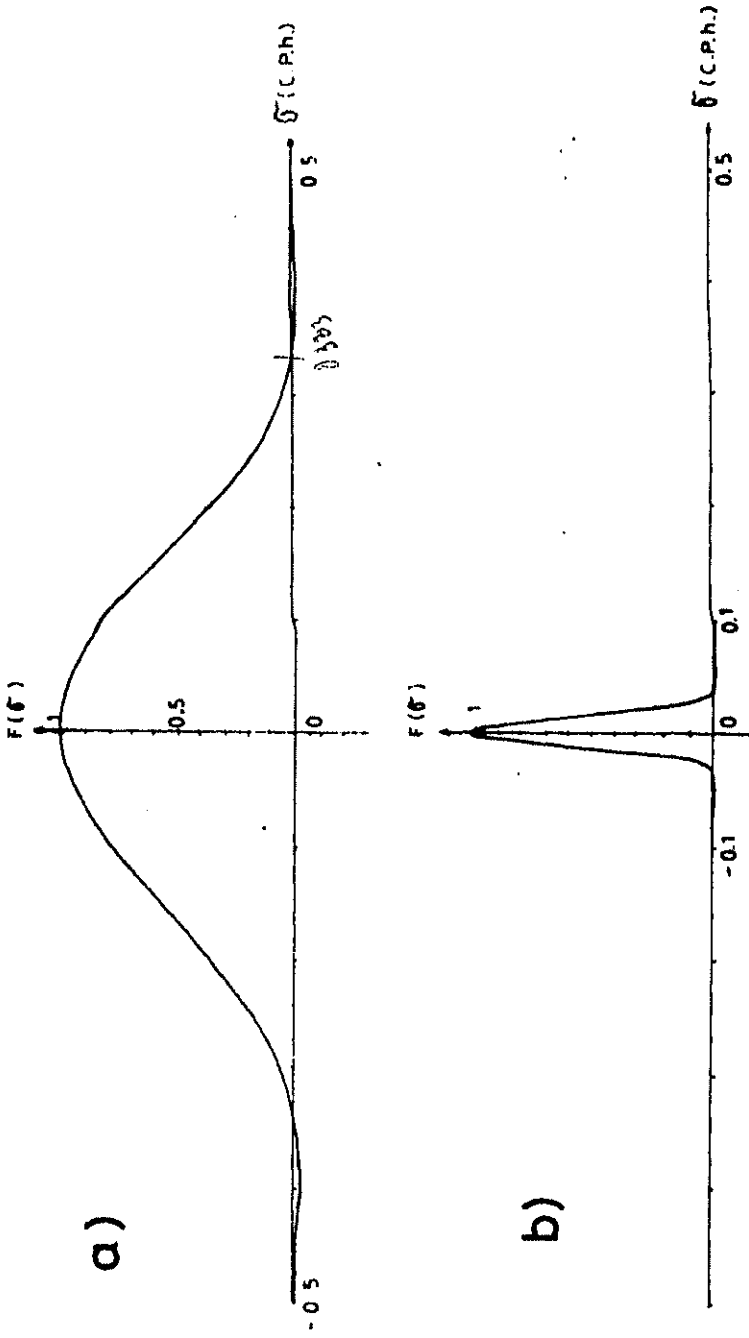
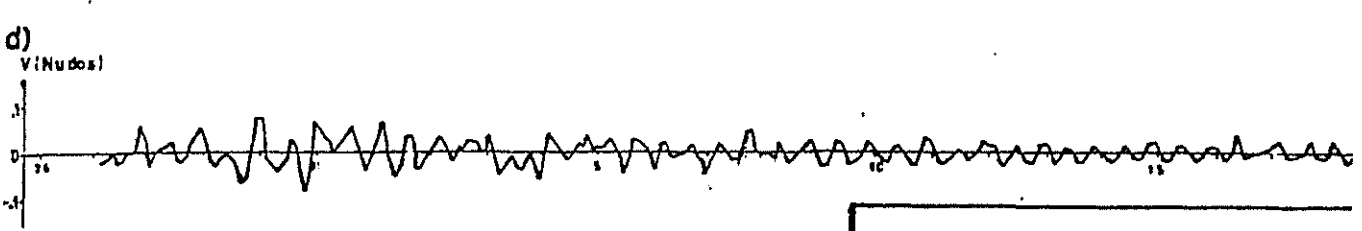
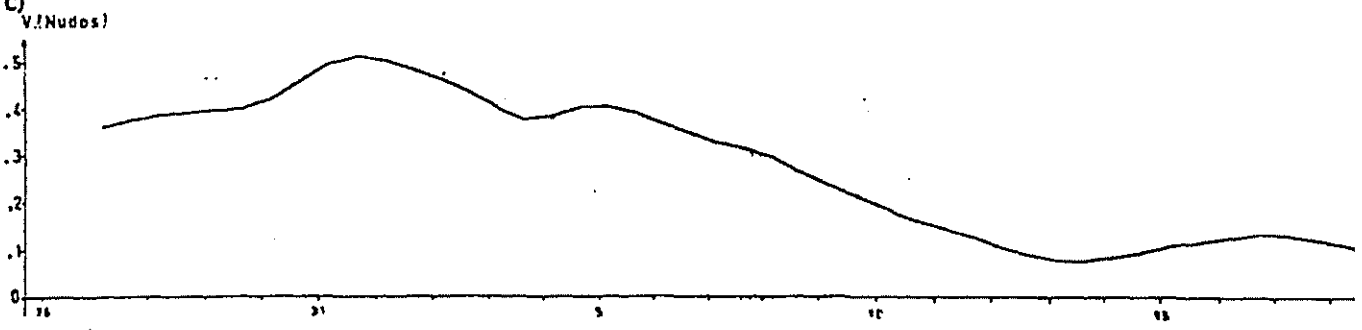
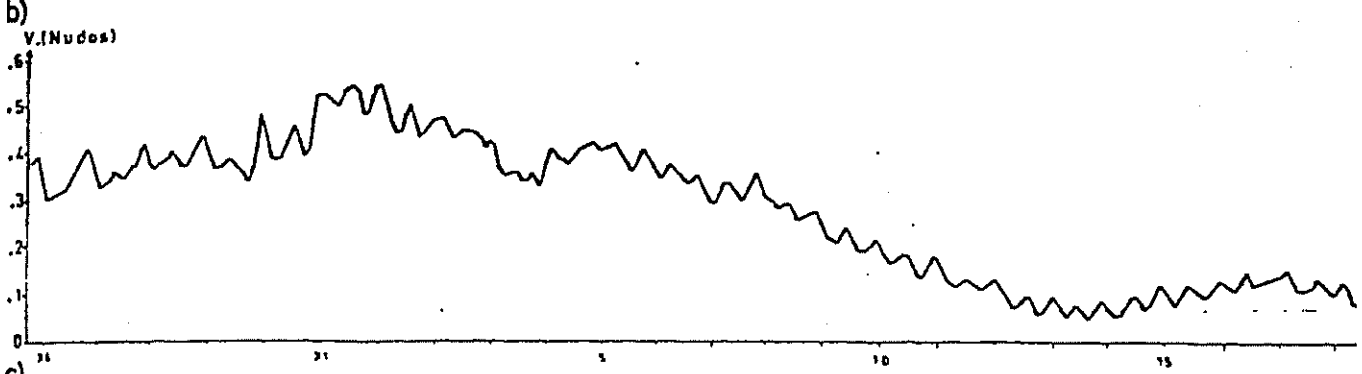
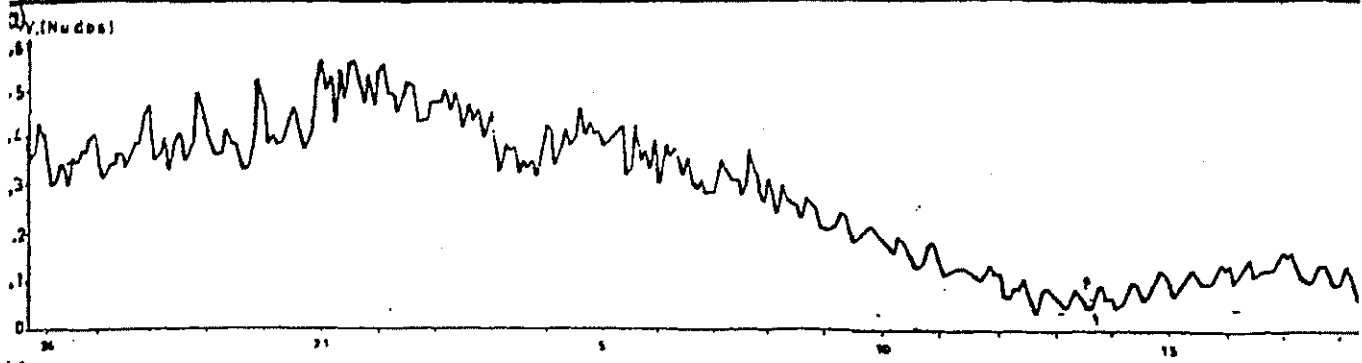


FIG-18-

CARACTERISTICAS ESPECTRALES DE LOS OPERADORES DE FILTRADO :

a) TIPO SMOOTHING: $\frac{22.3}{22.3}$ ($\Delta t = 1h.$); $\bar{f} = 0.333$ C.P.H.

b) TIPO PASO BAJO: $\frac{22.3}{22.25}$ ($\Delta t = 1h.$); $\bar{f} = 0.035$ C.P.H.



OBSERVACIONES DE MAGN
LUGAR: VALDIVIA

a) REGISTRO ORIGINAL: DIGITADO CADA MEDIA HORA
b) REGISTRO SUAVIZADO: FILTRADO TIPO SMOOTHING
c) VARIACIONES DE BAJA FRECUENCIA: 1 A 1 HORA
d) VARIACIONES DE BANDA CENTRAL: 1 Y 30-42 30

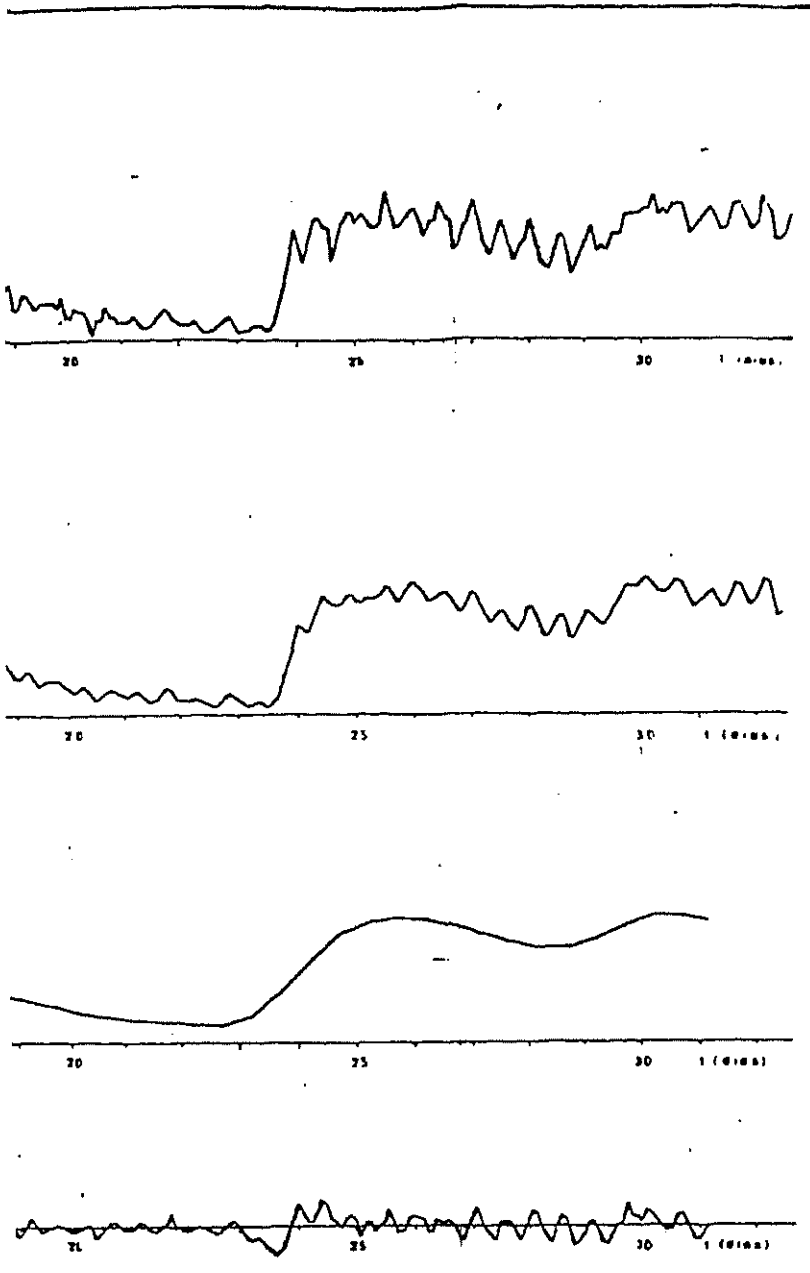
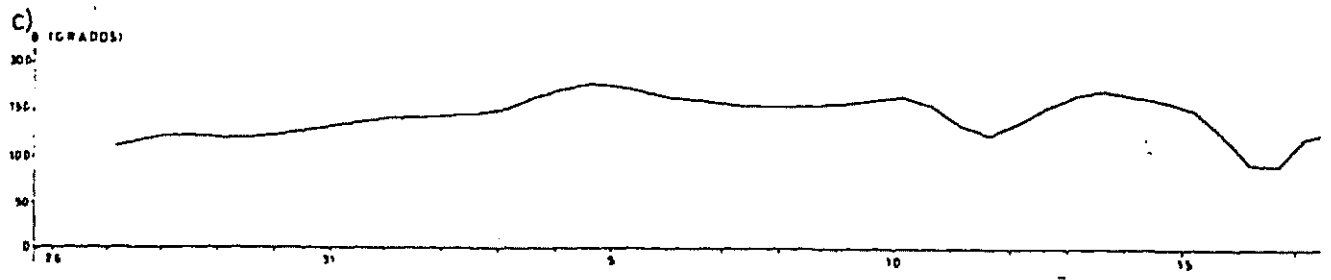
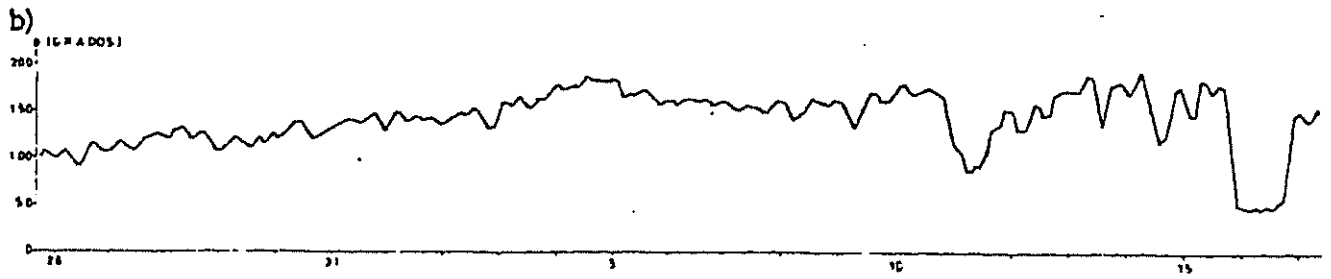
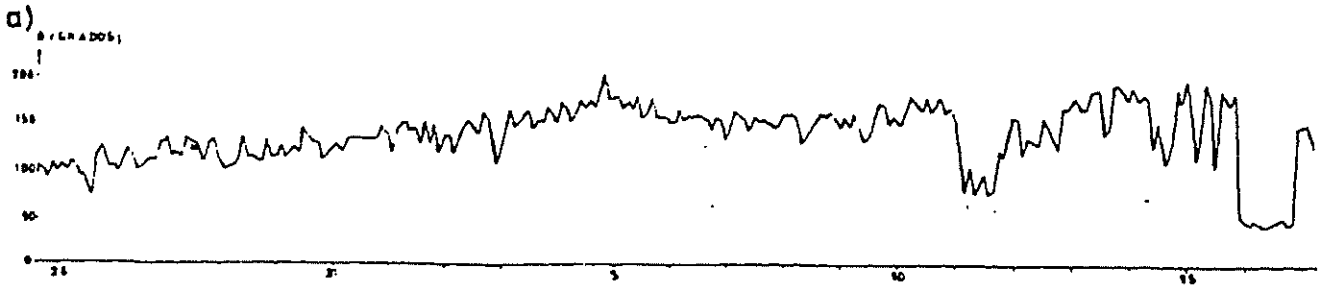


FIG-19-

TUD. DE VELOCIDAD DE CORRIENTE
FECHA: 25/VII/1981 - 1/IX/1981

PRATICADO CADA 2 HORAS
 HDRA: (70.333) MUESTREADO CADA HDRA/GRAFICADO CADA 2 HORAS
 (0.033) MUESTREADO CADA 12 HORAS / GRAFICADO CADA 12 HORAS
 (1.111) MUESTREADO CADA HDRA/GRAFICADO CADA 2 HORAS



**OBSERVACIONES DE D
LUGAR: VALDIVIA**

- a) REGISTRO ORIGINAL: DIGITADO CADA 1
- b) REGISTRO SUAVIZADO FILTRADO TIPO
- c) VARIACIONES DE BAJA FRECUENCIA: 1

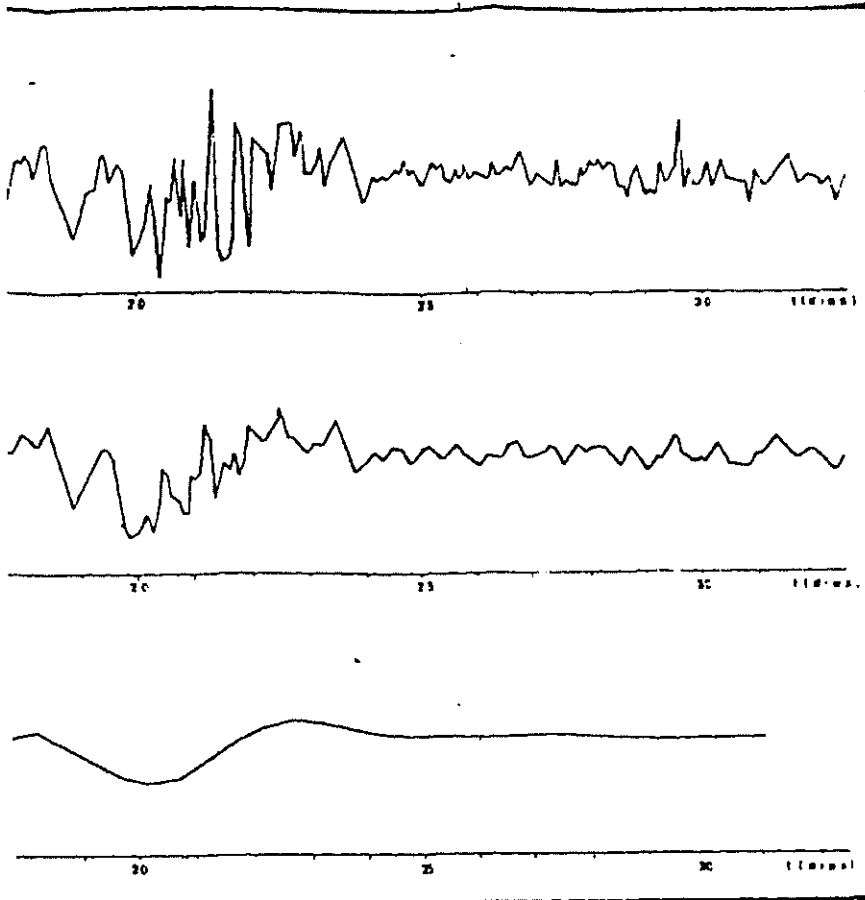


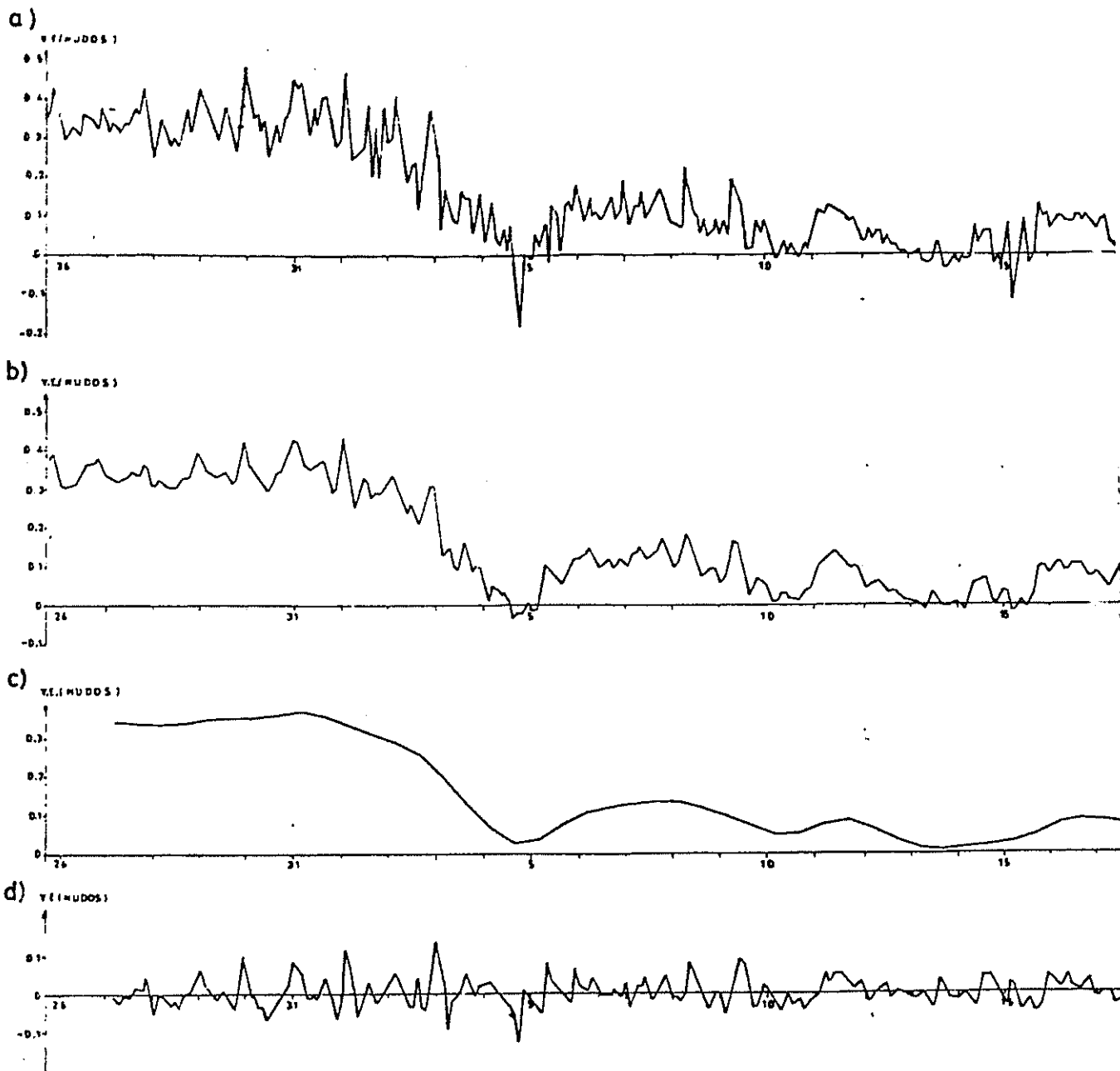
FIG.-20-

RECCION DE VELOCIDAD DE CORRIENTE
 FECHA: 25/VII/1981 - 1/IX/1981

0.6 HORA / GRAFICADO CADA 2 HORAS

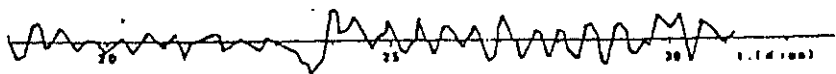
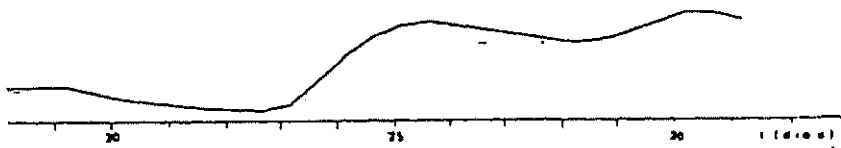
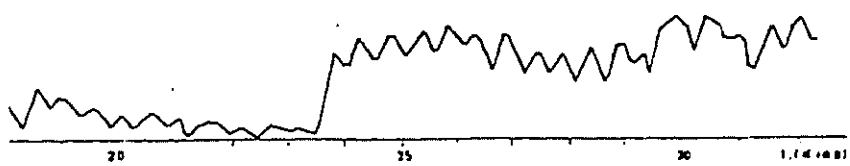
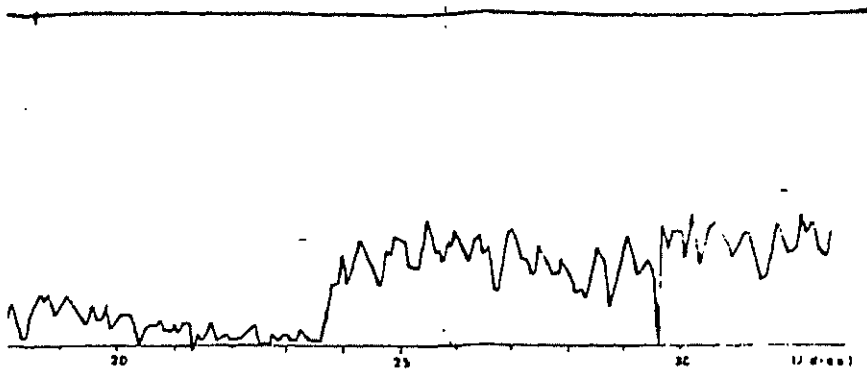
40 DÍGITALES / 1 HORA, (L.D. 0.025) MUESTREADO CADA HORA / GRAFICADO CADA 2 HORAS

1 HORA, (L.D. 0.025) MUESTREADO CADA 12 HORAS / GRAFICADO CADA 12 HORAS



**COMPONENTE ESTE DEL VECTOR VELO
LUGAR: VALDIVIA**

- a) REGISTRO ORIGINAL: REGISTRO CADA 0.5 HORAS / GRAFICADO CADA 3 HORAS
- b) REGISTRO SUAVIZADO: FILTRADO TIPO SMOOTHING (A 1 HORA: $f_c = 10.000$ CPM)
- c) VARIACIONES DE BAJA FRECUENCIA: (A 1 HORA: $f_c = 10.000$ CPM. 16 COMPONENTES)
- d) VARIACIONES CON PERIODICIDADES 12h-125h (A 1 HORA) C/ COMPONENTE



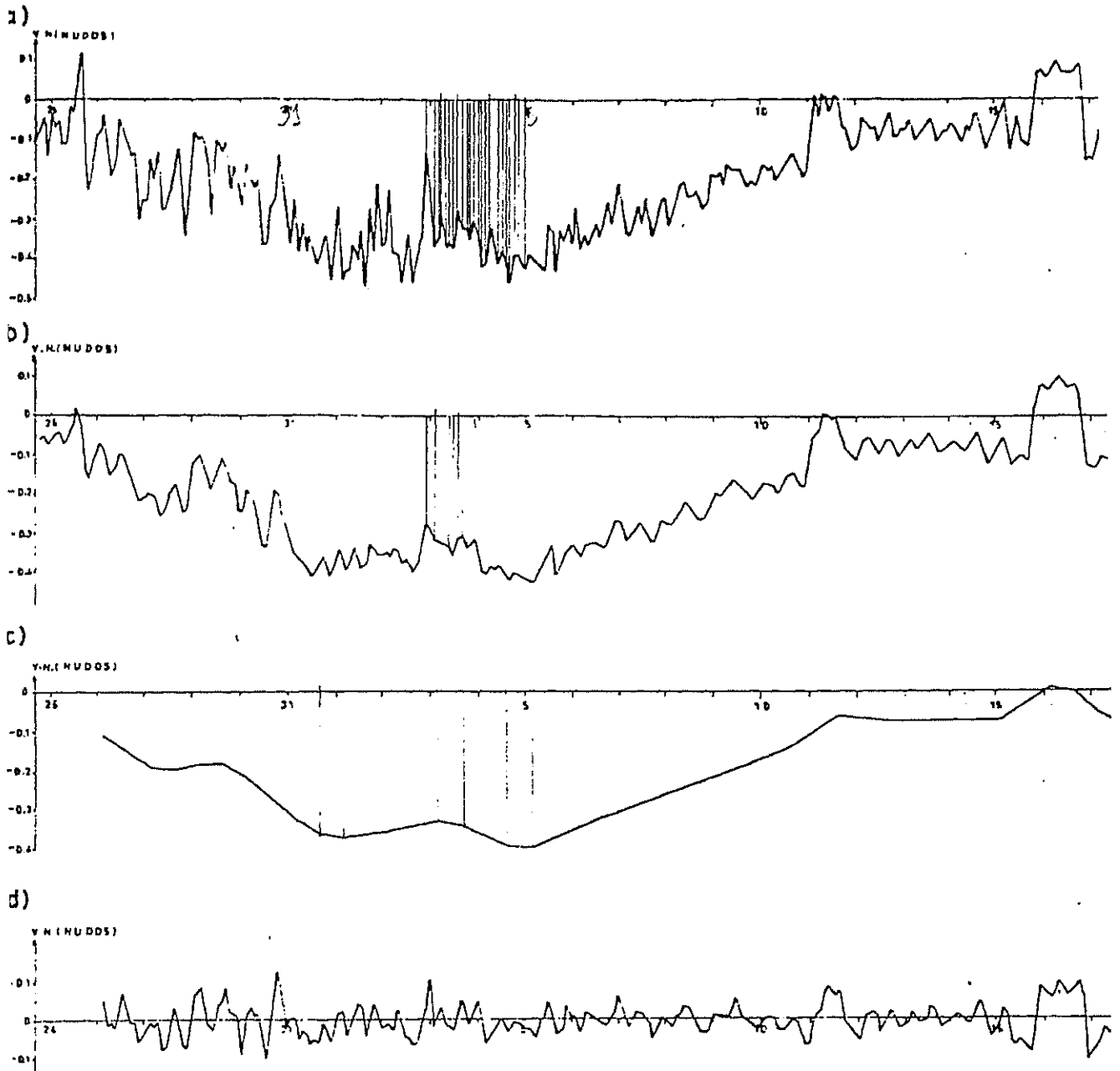
IG-21-

JAD DE CORRIENTE
CHA: 25/VII/1981 - 1/IX/1981

MUESTREADO CADA HORA / GRAFICADO CADA 2 HORAS

SIGNAL ESTE C. (1); MUESTREADO CADA 12 HORAS / GRAFICADO CADA 12 HORAS

1. MAREA ESTE; MUESTREADO CADA HORA / GRAFICADO CADA 2 HORAS



**COMPONENTE NORTE DEL VECTOR
LUGAR: VALDIVIA**

- a) REGISTRO ORIGINAL : DIGITADO CADA 0.5 HORAS / GRAFICADO CADA
- b) REGISTRO SUAVIZADO : FILTRADO TIPO SMOOTHING (A 1 HORA) ; 6
- c) CONSTITUYENTE DE BAJA FRECUENCIA : F&T (HORA) : 0.003 C.P.
- d) VARIACIONES DE ALTA FRECUENCIA : 15 EN 15 MIN (A 1 HORA) ; 6

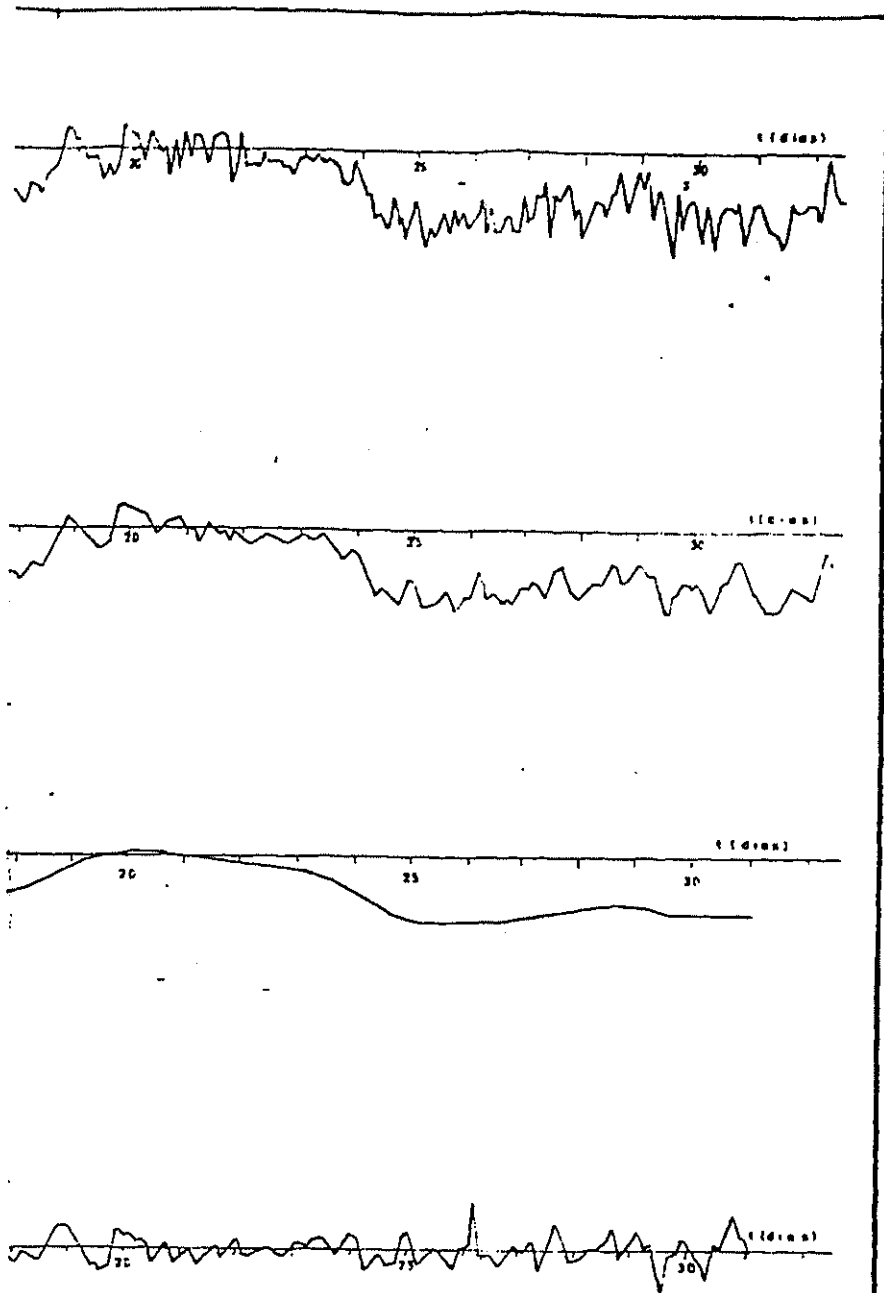


FIG.-22-

ELOCIDAD DE CORRIENTE
 FECHA : 25 /VII/1981-1/IX/1981

IDRAS

3 CAN. 1 MUESTREADO CADA HORA / GRAFICADO CADA 3 HORAS

CORRIENTE RESIDUAL NORTE IC₀(1), MUESTREADO CADA 12 HORAS / GRAFICADO CADA 12 HORAS

12 DE MARÍA NORTE; MUESTREADO CADA HORA / GRAFICADO CADA 3 HORAS

nas de la corriente de marea, permitiendo solamente el paso de las variaciones de baja frecuencia.

Se puede considerar como un buen filtro de suavizamiento al operador de la forma mencionada en 3.1.20, cuando $n = 2$, ya que este permite un paso mínimo de las variaciones cuya frecuencia es mayor de 0.333 - c.p.h.. El espectro de este operador es indicado en la figura 18a.

La constituyente residual de la corriente usualmente tiene un espectro que cubre todas las frecuencias; sin embargo se puede aislar la parte baja de este espectro al aplicar el filtro pasa bajo antes mencionado a la serie de tiempo suavizada. Emplear "este filtro es preferible a otros más sofisticados con características rígidas, los que causan una gran pérdida de datos" (12).

La secuencia filtrada de baja frecuencia puede ser muestreada a intervalos de 12 hrs. y es interpretado como la corriente residual.

"Una buena combinación de filtrado conduce al paso de frecuencias intermedias, esto es equivalente al

filtrado de pasa banda' (3). Frecuentemente esto es necesario para someter la serie observada a una secuencia de operaciones de filtrado, para aislar un fenómeno particular con la finalidad de realizar luego un estudio adicional como lo es, el determinar las elipses de marea.

En forma breve y esquemática partiendo de la ecuación 3.1.15 estas operaciones son como siguen:

- i) Despreciar $V_1(t)$ de $V(t)$ por filtrado pasabajo (tipo smoothing), resultando una nueva serie de tiempo:

$$V'(t) = V(t) - V_1(t) = V_2(t) + V_3(t).$$

- ii) Separar $V_3(t)$ de $V'(t)$ por otro filtrado pasabajo, quedando la serie:

$$V''(t) = V(t) - V_1(t) - V_3(t) = V_2(t).$$

- iii) Restando ii) de i), resultan las variaciones causadas por efectos de marea:

$$V'(t) - V''(t) = V_3(t).$$



Estos procedimientos están presentados en las figuras 19, 21 y 22.

3.1.2. Análisis de Fourier

Una de las herramientas importantes en el análisis de datos observados (no solamente dentro del dominio tiempo), es el análisis armónico ó desarrollo en series de Fourier de una secuencia de observaciones dadas. La posibilidad de resolver un fenómeno periódico dentro de una serie de funciones senos y cosenos, ha sido interpretado con el nombre de Análisis de Fourier. Por la naturaleza de este análisis, este es aplicado solamente a fenómenos que poseen un bien definido período fundamental o un sospechoso período fundamental, así un fenómeno con un bien definido período son las mareas y corrientes de mareas.

De acuerdo al teorema de Fourier, tenemos que cualquier función en el tiempo ($f(t)$) que satisfaga ciertas restricciones puede ser representada como una suma de un infinito número de términos senusoidales. Estas restricciones se conocen con el nombre de condiciones de Dirichlet, siendo importante anotar que estas condiciones para $f(t)$ son suficientes, pe

ro no todas necesarias. Así Fejér (1.904) demostró que solamente se requería que $f(t)$ sea integrable. Sin embargo esta propiedad es más de interés matemático que de significancia física. En conclusión, - según Bath, M. (1.974) "todas las funciones conocidas encontradas en el mundo físico, cumplen con las más restrictivas condiciones de Dirichlet" (3).

De acuerdo al teorema de Fourier, una función $f(t)$ que posea un período fundamental (T) y que satisfaga las condiciones de Dirichlet, puede ser representada por la siguiente serie infinita de Fourier:

$$f(t) = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (A_n \cos(2\pi nt/T) + B_n \sin(2\pi nt/T)) \quad 3.1.21$$

Donde:

$$\begin{aligned} A_0 &= 1/T \int_0^T f(t) dt, \\ A_n &= 2/T \int_0^T f(t) \cos(2\pi nt/T) dt, \\ B_n &= 2/T \int_0^T f(t) \sin(2\pi nt/T) dt. \end{aligned} \quad 3.1.22$$

Los coeficientes A_n y B_n son llamados coeficientes de Fourier.

Puesto que el desarrollo en series de Fourier de las observaciones (discreta y finita) de corrientes ($V(t)$) implica una sumatoria sobre un período entero fundamental, y como una hora media (solar) difiere de la hora media lunar en apenas dos minutos, se puede asumir que la velocidad horaria de corrientes poco diferirá si se considera cualquiera de ellas, y que además el período entero fundamental (T) del registro a analizar es igual a 12 horas, sin que esto involucre un gran error, por no considerar el período de medio día lunar correspondiente al de la componente semi diurna lunar (que es el tiempo real en el que la constituyente semi diurna de la corriente de marea completa una oscilación).

Si la muestra discreta del registro de la observación de corriente ($V_j(t)$) es periódica, con un período fundamental (T) y una frecuencia fundamental $f_0 = 1/T$, entonces $V_j(t)$ puede ser representada por series de Fourier. Se asume que la muestra a analizar es una secuencia de longitud finita, que $T_r = T$, es el período fundamental de los datos. Además se asume que el registro está constituido de un número igual de N puntos espaciados uniformemente una distancia $\Delta t = 1$ hora, considerando el punto inicial del

registro igual a cero, lo que implica repetición de fenómeno sobre un rango infinito fuera del intervalo de la secuencia. Entonces de la ecuación 3.1.14, la secuencia discreta examinada será como sigue:

$$V_{j,n} = \{V_j(n \Delta t)\} = \{V_j(n)\}, n = 1, 2, \dots, N$$

$$; j = 1, 2. \quad 3.1.23$$

La versión discreta y finita de la serie de Fourier que pasará a través de estos n valores de datos, según Bendat, J.S., 1.971 (4), será:

- i) Para cualquier punto t en el intervalo $(0, T)$, el desarrollo de Fourier es:

$$V_j(t) = A_0 + \sum_{q=1}^{N/2} A_q \cos(2\pi q t / T) + \sum_{q=1}^{N/2-1} B_q \sin(2\pi q t / T) \quad 3.1.24$$

- ii) En los puntos particulares:

$t = n \Delta t$, $n = 1, 2, \dots, N$, donde $T = N \Delta t = N$, el desarrollo de Fourier es:

$$V_{j,n} = A_0 + \sum_{q=1}^{N/2} A_q \cos(2\pi q n / N) + \sum_{q=1}^{N/2-1} B_q \sin(2\pi q n / N) \quad 3.1.25$$

Siendo $j = 1$ ó 2 y representa a los ejes X , Y respectivamente;

Donde los coeficientes A_q y B_q están dados por:

$$\begin{aligned} A_0 &= 1/N \sum_{n=1}^N V_j n, & 3.1.26 \\ A_q &= 2/N \sum_{n=1}^N V_j n \cos(2\pi qn/N), \quad q = 1, 2, \dots, N/2 \\ B_q &= 2/N \sum_{n=1}^N V_j n \sin(2\pi qn/N), \quad q = 1, 2, \dots, N/2 - 1 \end{aligned}$$

La función $f(t)$ representada por la serie trigonométrica en la ecuación 3.1.21, mediante el empleo de un artificio puede ser representada por la forma siguiente:

$$f(t) = C_0 + \sum_{n=1}^{\infty} C_n \cos(n\omega_0 t - \delta_n) \quad 3.1.27$$

Donde $\omega_0 = 2\pi/T =$ frecuencia angular fundamental,

$$C_n = (A_n^2 + B_n^2)^{1/2},$$

$$C_0 = A_0,$$

$$\delta_n = \text{Tg}^{-1}(B_n/A_n)$$

La ecuación 3.1.27, nos permite visualizar que la representación de una función periódica en series de Fourier, representa a dicha función como la suma de componentes senusoidales que tienen diferentes frecuen

cias. La componente senusoidal de frecuencia $\omega_n = n\omega_0$ se denomina la n -ésima armónica de la función periódica. La primera armónica comúnmente se conoce como la componente fundamental, porque tiene el mismo período de la función y, $\omega_0 = 2\pi/T = 2\pi/T$, se conoce como la frecuencia fundamental. Los coeficientes C_n y los ángulos δ_n son las amplitudes armónicas y ángulos de fase respectivamente.

De esta forma la representación de una función periódica como una serie de Fourier, implica que la especificación de sus coeficientes determina unívocamente la función.

Hay que considerar que en el análisis de corrientes, ésta representa un vector bidimensional; por lo que los números complejos facilitan el tratamiento de estas cantidades. Resulta conveniente expresar la serie de Fourier en término de los exponenciales complejos $\exp(\pm in\omega_0 t)$.

Haciendo $\omega_0 = 2\pi/T$ en la ecuación 3.1.21 y aplicando las ecuaciones de Euler, obtenemos la representación siguiente:

$$f(t) = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{1}{2} (A_n - iB_n) \exp(in\omega_0 t) + \frac{1}{2} (A_n + iB_n) \exp(-in\omega_0 t) \right]$$

Obteniendo las fórmulas de conversión para los coeficientes, de la siguiente forma:

$$C_0 = A_0$$

$$C_n = \frac{1}{2} (A_n - iB_n) \quad 3.1.28$$

$$C_{-n} = \frac{1}{2} (A_n + iB_n)$$

Entonces:

$$f(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} C_n \exp(in\omega_0 t) \quad 3.1.29$$

La ecuación 3.1.29, es la representación compleja de la serie de Fourier.

Como se expresó anteriormente, la observación de corriente $\vec{V}(t)$ es una cantidad vectorial, siendo necesario descomponerla en cada una de sus componentes cartesianas, obteniendo el vector:

$$\vec{V}(t) = (V_1(t), V_2(t))$$

"Se asume que cada una de las dos componentes rectan

gulares está formada por la corriente residual y la corriente de marea" (12), esto es:

$$v_j(t) = c_{j0}(t) + \sum_{n=-\frac{N}{2}}^{\frac{N}{2}} c_{jn} \exp(in\omega_0 t),$$

$$n \neq 0; j = 1, 2 \quad 3.1.30$$

para un registro discreto y finito.

La ecuación 3.1.30, en forma vectorial sería:

$$\vec{V}(t) = \vec{c}_0(t) + \sum_{n=-\frac{N}{2}}^{\frac{N}{2}} \vec{c}_n \exp(in\omega_0 t) \quad 3.1.31$$

Donde: $\vec{c}_n = (c_{1n}, c_{2n})$.

Todo vector bidimensional puede ser considerado algebraicamente como un número complejo por lo que el vector, $\vec{V}(t)$ es igual al número complejo $V(t)$, que tiene la siguiente representación:

$$V(t) = \begin{cases} (v_1(t), v_2(t)) \\ v_1(t) + iv_2(t) \end{cases}$$

Finalmente la representación 3.1.31, en números com

plejos será:

$$V(t) = C_0(t) + \sum_{n=-\frac{N}{2}}^{\frac{N}{2}} C_n \exp(in\omega_0 t) \quad 3.1.32$$

La kaésima constituyente en la ecuación 3.1.32, con tribuye a la corriente la cantidad:

$$E_k(t) = C_{-k} \exp(-ik\omega_0 t) + C_k \exp(ik\omega_0 t) \quad 3.1.33$$

$E_k(t)$ es una función periódica de t , con período $T_k = 2\pi/\omega_0 k$; el extremo del vector correspondiente traza una elipse en el plano (X, Y) , en este intervalo de tiempo, el semieje mayor y semieje menor según Taylor, G.I., 1.921, tienen las longitudes siguientes:

$$M_k = |C_k| + |C_{-k}| \quad 3.1.34$$

$$m_k = |C_k| - |C_{-k}|$$

Donde:

M_k .- Es el semieje mayor

m_k .- Es el semieje menor

3.1.3. Estimados Espectrales

La mayoría de las principales contribuciones al entendimiento del estado del mar, en los años recientes han sido hechas usando técnicas espectrales.

Kinsmann, B. 1.965, dice:

"El Dr. Pierson, W. J., no inventó la energía o potencia espectral. Esto es más antiguo; la potencia espectral de un registro tomado en un punto fijo es básicamente no más que la transformada coseno de Fourier de la función de autocorrelación del registro, y se podría suponer que Fourier podría probablemente haber trabajado con la transformada coseno de una función".

El método clásico (indirecto) para la estimación espectral de un registro discreto, se obtiene mediante el suavizamiento de la función de autocorrelación.

La función de autocorrelación ($C(\tau)$) aplicada a las lecturas digitales del registro de observación, se obtiene mediante la relación siguiente (Bath, M., 1.974):

$$C(\tau) = \frac{1}{N-\tau} \sum_{t=1}^{N-\tau} x(t) x(t+\tau) -$$

$$\left[\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N x(t) \right]^2$$

3.1.35

Donde:



N .- Es el número total de observaciones

τ .- Es un desplazamiento temporal denominado lag.

$X(t)$.- Valor del registro al tiempo t .

$t = 1, 2, \dots, N$.

En la práctica τ es limitado a pequeñas fracciones de N , y diversos autores recomiendan que no sea más grande que el 10-25% de N .

La autocorrelación normalizada a la unidad se define como el cociente resultante de dividir la autocorrelación por la varianza.

El cálculo de los estimados ($E(\tau)$) de potencia espectral áspersos, se lo obtiene mediante la aplicación de la transformada coseno de Fourier a las auto correlaciones mediante la relación:

$$E(\tau) = \frac{1}{m} \left[C(0) + 2 \sum_{q=1}^{m-1} C(q) \cos(\tau\pi q/m) + C(m) \cos(\tau\pi) \right] \quad 3.1.36$$

Donde:

m .- Es el número total de lags.

q .- Es el número de lags variando desde 1 hasta $m-1$.

τ .- Varía desde 0 hasta m.

$E(\tau)$ también se conoce como estimado de densidad - espectral, puesto que esta físicamente representa la contribución a la energía total que aporta cada frecuencia.

Los estimados espectrales suavizados (\bar{E}) con el uso de los coeficientes de suavizamiento de Hamming puede ser expresado matemáticamente como:

$$\begin{aligned}\bar{E}(0) &= 0.54 E(0) + 0.46E(1) \\ \bar{E}(r) &= 0.23E(r-1) + 0.54E(r) + 0.23E(r+1), \\ &\quad \text{para } r = 1, 2, \dots, m-1. \\ \bar{E}(m) &= 0.46E(m-1) + 0.54E(m)\end{aligned}\tag{3.1.37}$$

Cada uno de estos estimados representa la parte de la varianza total del registro, que se estima a ocurrir con cierta periodicidad.

El período correspondiente a cada estimado de frecuencia es denotado por la relación siguiente:

$$T(\tau) = 2m \Delta t / \tau\tag{3.1.38}$$

Siendo Δt el intervalo de muestreo de la serie obs
ervada.

Como la serie observada es discreta; las variaciones de alta frecuencia aparacerían en los resultados del análisis como correspondientes al de una frecuencia menor. Estas imperfecciones se denominan "Aliasing". Sin embargo esto podría ser evitado puesto que el grado de aliasing es dependiente del muestreo de los datos; por lo que un intervalo de tiempo adecuado en la digitación satisface la relación:

$$\Delta t = 1/(2\sigma_0)$$

Donde σ_0 es la frecuencia máxima observable y es a la cual y fuera de la cual el espectro de las obs
ervaciones desaparece.

3.2. Evaluación.

El proceso evaluativo comprenderá dos aspectos: Series Con-
tínuas en tiempo y observaciones de las trayectorias del flu
jo. De esta forma, los resultados se interpretarán mante-
niendo en mente que el estudio fue limitado por el factor -
tiempo. Las series temporales serán evaluadas en el orden -

siguiente:

a) Mareas.-

De los valores de altura de marea (39) para el período comprendido entre el 1º al 17 de agosto de 1.981, en Valdivia (ver figura 23a), se observa claramente la existencia de una periodicidad dominante (semidiurna), sobrepuesta a algún cambio de baja frecuencia. La aproximación presentada siguiendo las técnicas de la estimación espectral (figura 24a), permite verificar con mayor precisión que la periodicidad dominante se encuentra entre el rango de 11.5 a 13.5 horas. La figura 24b, cuantifica que cerca del 80% de la varianza total se estima a ocurrir en periodicidades cercanas a las 12 horas (esto es: 10.6 a 13.7 horas), con muy pocas variaciones diurnas, además de la existencia de variaciones de largo período estimadas a ocurrir aproximadamente en un 12% de la varianza total. La aparición de un estimado significativo en el período más corto indica que probablemente exista algún "aliasing" de la varianza de alta frecuencia, efecto que es eliminado en la figura 24a, permitiendo una mayor resolución para los períodos más cortos.

En vista de que el espectro de las alturas del nivel de

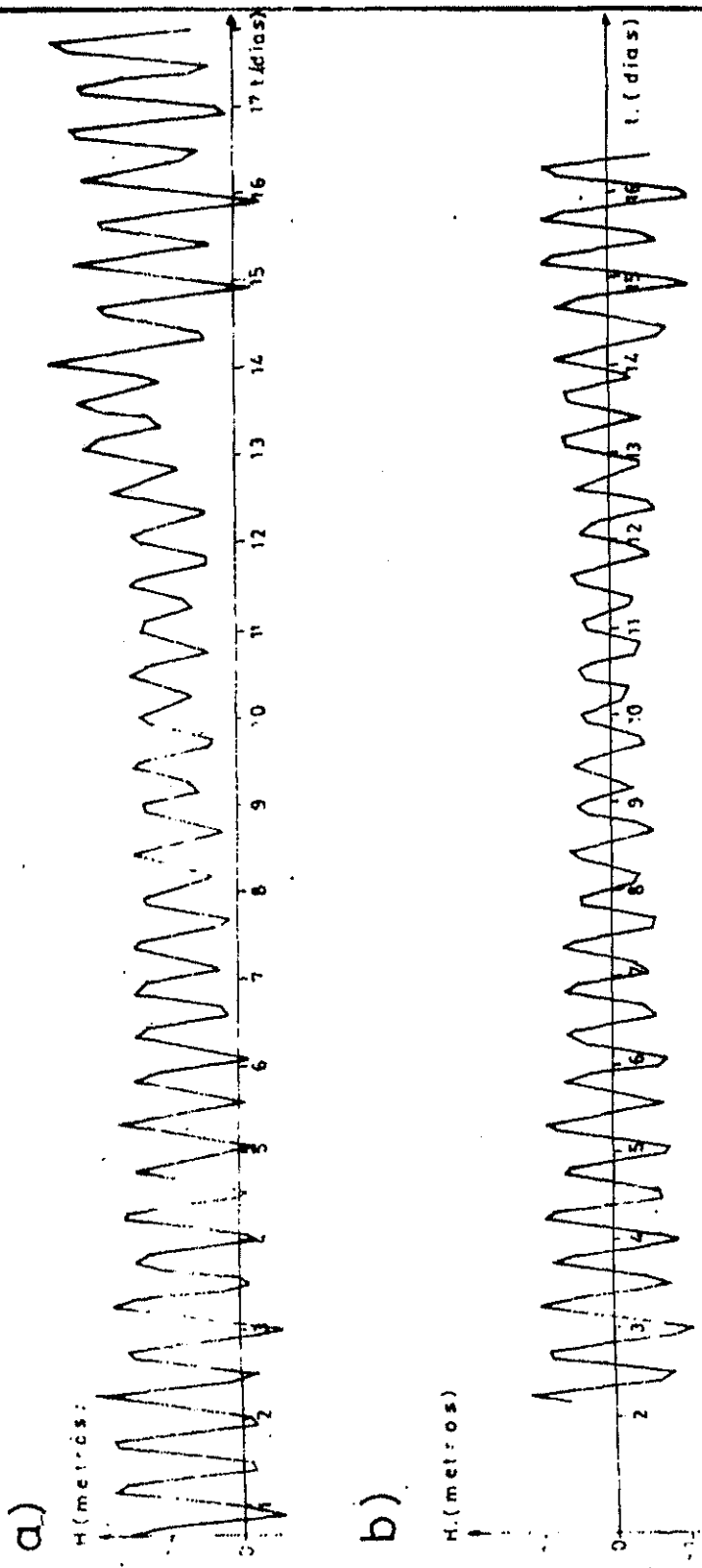


FIG - 23 -

CURVA DE ALTURAS DE MAREA
LUGAR : VALDIVIA FECHA : AGOSTO / 1981

a) REGISTRO ORIGINAL DIGITADO CADA 0.5 HORAS GRAFICADO CADA 2 HORAS
 b) VARIACIONES DE BAJA FRECUENCIA (Δt = 1 h) (ω = 0.035 C/P) MUESTREO C / M GRAFICADO C / 2 h.



BIBLIOTECA

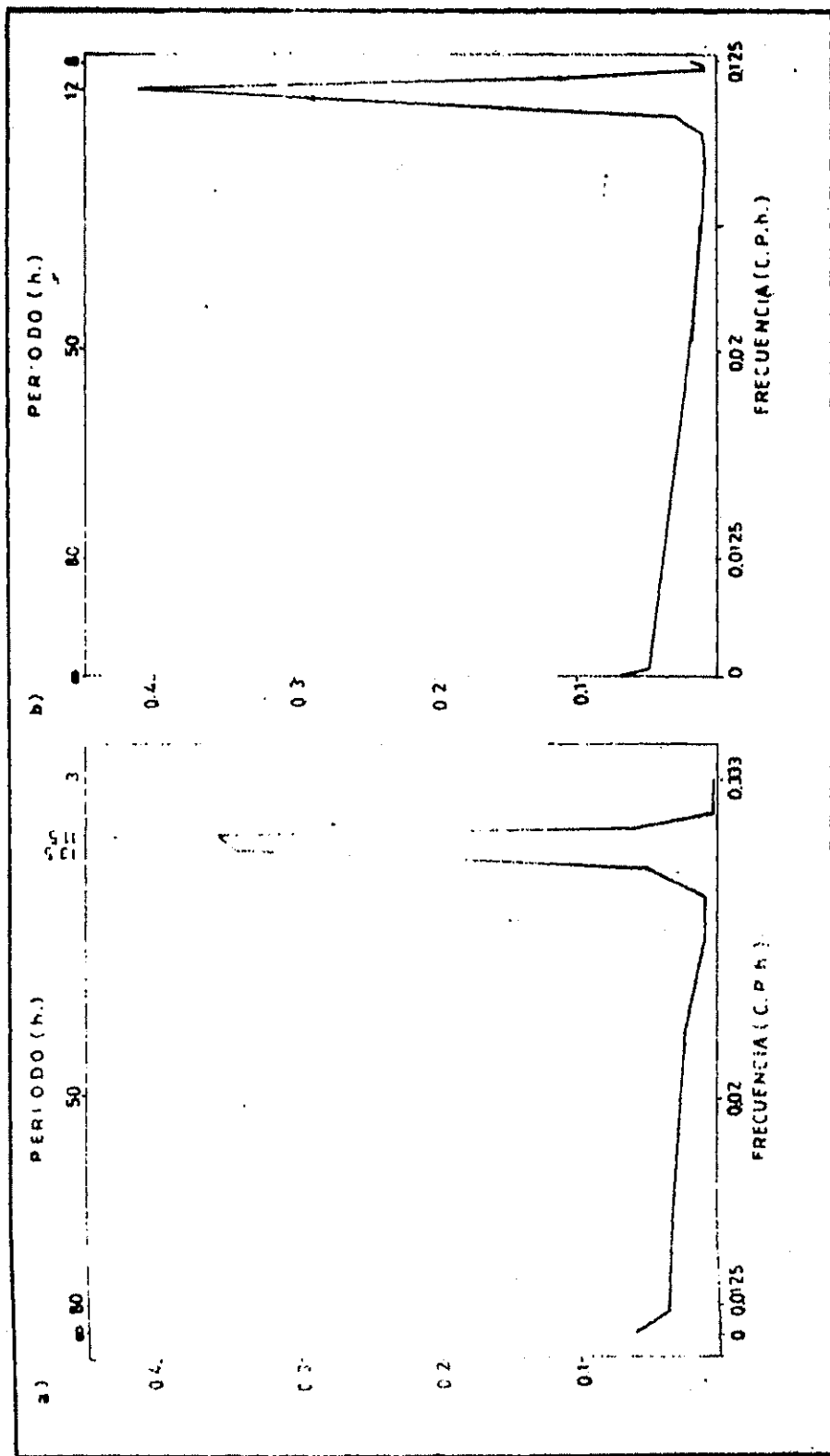


FIG-24-

ESTIMADO ESPECTRAL NORMALIZADO DE ALTURA DE MAREAS
 LUGAR VALDIVIA FECHA AGOSTO/1981
 a) A1=15h. N2 Obs = 276 b) A1=4h N2 Obs = 104
 VARIANZA = 0.387 VARIANZA = 0.3717

agua tiene valores significativos sobre una banda angosta, se aisló la banda de marea correspondiente a las variaciones dominantes, lo que permitió obtener la curva de marea centrada sobre el nivel medio (o nivel "sin marea"), como lo indica la figura 23b.

b) Vientos.-

"Las fluctuaciones estacionales en el flujo de viento para los meses de agosto - octubre, indica una predominancia de vientos del S., SW. y W. " (14). El promedio de la dirección encontrada para el registro de vientos locales en Valdivia (septiembre) es de 266° con una fuerza de 5.25 km./h.. La variabilidad existente del 30% posiblemente responde a las fluctuaciones de baja frecuencia, más las fluctuaciones temporales (diarias) denominadas brisas marinas y terrestres, producidas por la diferencia de presión barométrica existente entre el mar y la zona continental adyacente, que se deben a la presencia o ausencia de la radiación solar. Las figuras 25b y 26b permite visualizar la existencia de oscilaciones "cuasi" periódicas aproximadamente diarias, afectadas principalmente por oscilaciones de baja frecuencia. Esta periodicidad aproximada experimenta cambio de sentido E.-W.-E. y N.-S.-N., respectivamente, lo que induce a interpretar -

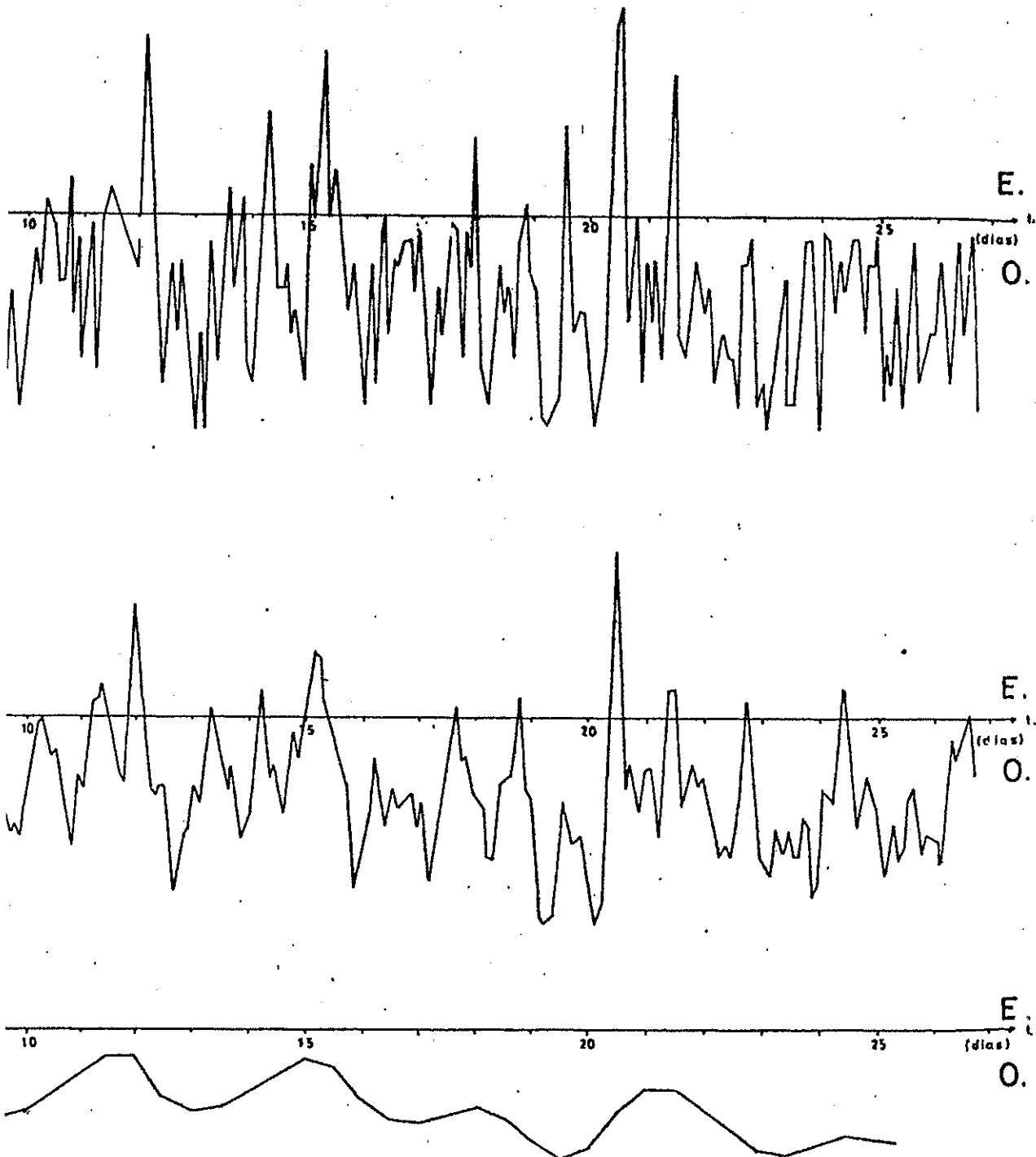


FIG-25-

COMPONENTE ESTE DEL VECTOR VELOCIDAD (VIENTO)

LUGAR: VALDIVIA

FECHA: 7/IX/1981-26/IX/1981

a) REGISTRO ORIGINAL: DIGITADO CADA HORA / GRAFICADO CADA 2 HORAS

b) REGISTRO SUAVIZADO: ($\Delta T = 1h.$; $\sigma_f = 0.333$ C.P.H.) MUESTREADO C./H.; GRAFICADO C./2h.

c) CONSTITUYENTE DE BAJA FRECUENCIA: ($\Delta T = 1h.$; $\sigma_f = 0.035$ C.P.H.) MUESTREADO C./12h.; GRAFICADO C./2h.

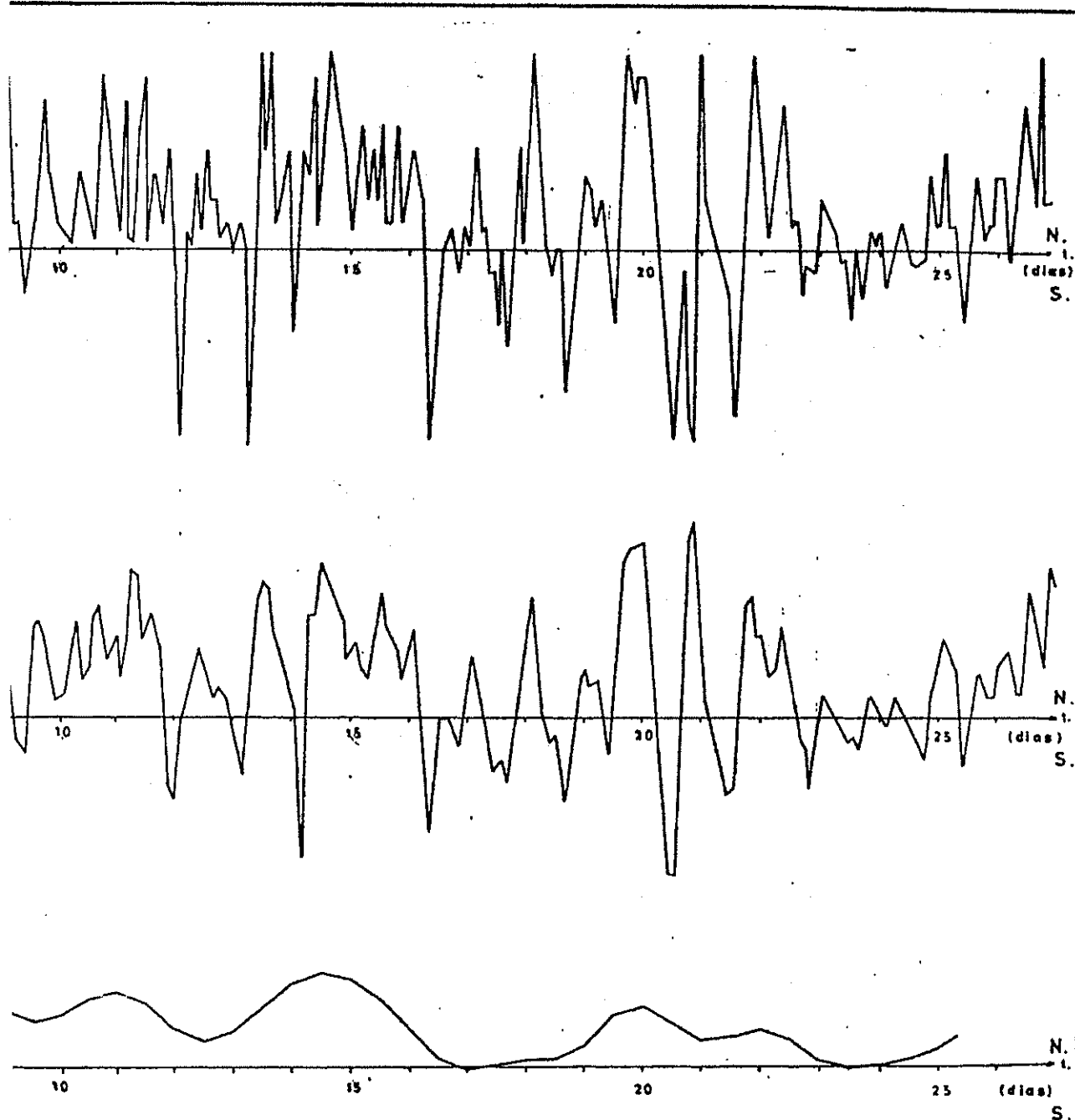


FIG-26-

COMPONENTE NORTE DEL VECTOR VELOCIDAD (VIENTO)

LUGAR: VALDIVIA

FECHA: 7/IX/1981-26/IX/1981

a) REGISTRO ORIGINAL: DIGITADO CADA HORA / GRAFICADO CADA 2 HORAS

b) REGISTRO SUAVIZADO: ($\Delta T = 1h$; $f_s = 0.333$ C.P.H.) MUESTREADO C./h.; GRAFICADO C./2h.

c) CONSTITUYENTE DE BAJA FRECUENCIA ($\Delta T = 1h$; $f_s = 0.035$ C.P.H.) MUESTREADO C./12h.; GRAFICADO C./12h.

que el vector resultante experimenta un flujo - del mar hacia la costa y viceversa.

Las series filtradas (baja frecuencia) graficadas en las figuras 25c y 26c, indican la existencia de oscilaciones de 3 a 5 días en las componentes Este y Norte; sobrepuestas a otras variaciones de frecuencia mucho menor. Una explicación para la presencia de estas oscilaciones no están consideradas; sin embargo por su configuración se podría afirmar que provienen del O-este-Noroeste, consecuentemente dicho rango está dentro del de la dirección media para las observaciones (295°), variando en intensidad.

c) Corrientes.-

La observación de magnitud de la velocidad de corriente (figura 19a, b) muestra la existencia de una periodicidad aproximada de 12 horas en el registro de velocidad de corriente, periodicidad que también se manifiesta en el gráfico - que muestra la dirección (figura 20a, b), aun-que no de una forma tan evidente como lo hace - la magnitud.

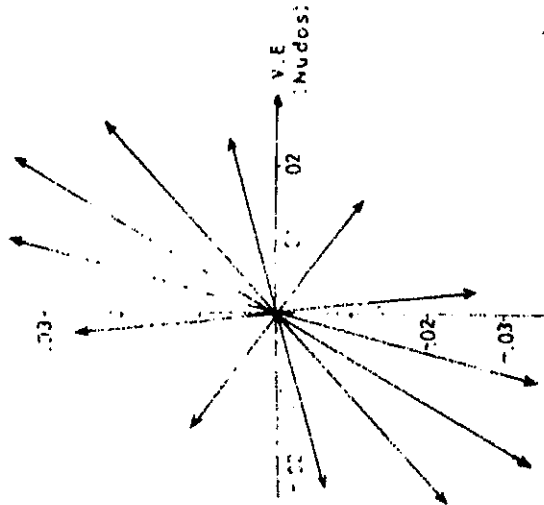


Los procedimientos de filtrado presentado en las figuras 21d, 22d, acredita la existencia de corrientes de marea, esto no descarta sin embargo que las componentes Este y Norte de la corriente de marea dejen de estar influenciadas por otros efectos o variaciones causantes de movimiento de agua, cuya periodicidad esté dentro de los límites del filtrado pasa banda desarrollado.

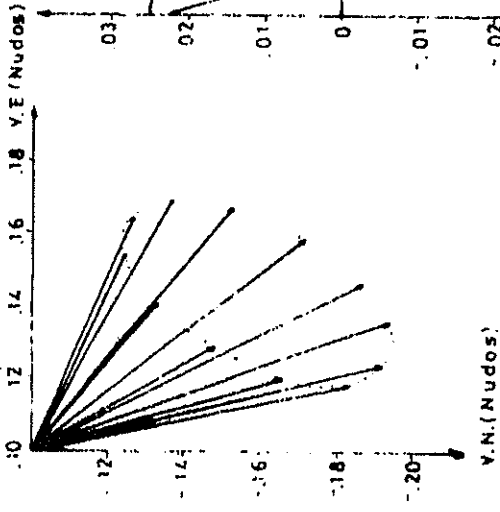
Las figuras 23a, b, indican que las fases lunares para mareas media y cuadratura corresponden al 6 y 10 de agosto de 1981 respectivamente. De la tabla de marea para Puerto López, se observa que las sicigias mayores corresponden a julio 31 y agosto 30. Fechas en las que se desarrolla el análisis de Fourier a los valores filtrados pasa banda, con lo que se logra aislar los efectos en la corriente de marea causado por la constituyente "semidiurna".

Las armónicas resultantes describen una elipse centrada sobre su posición media como lo muestran las figuras 27, 28, 29 y 30. Estas gráficas indican que el semieje mayor experimenta un

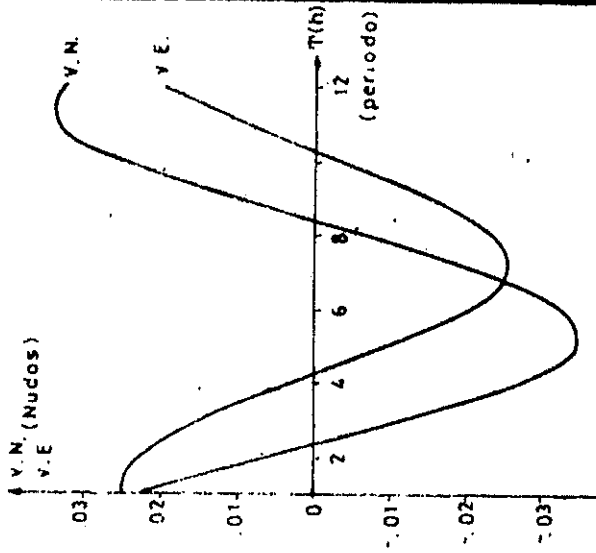
COMPONENTE SEMIDIURNA
SEMIDIURNA
V.N. (Nudos)



COMPONENTE SEMIDIURNA
FLUJO PERMANENTE



COORDENADAS ESTE Y NORTE
(C. SEMIDIURNA)



DATOS

FLUJO MEDIO = 0.5247 Nudos

DIRECCION = 135.47°

INCLINACION ELIPSE 29°

SEMIEJE MAYOR = 0.0389 Nudos

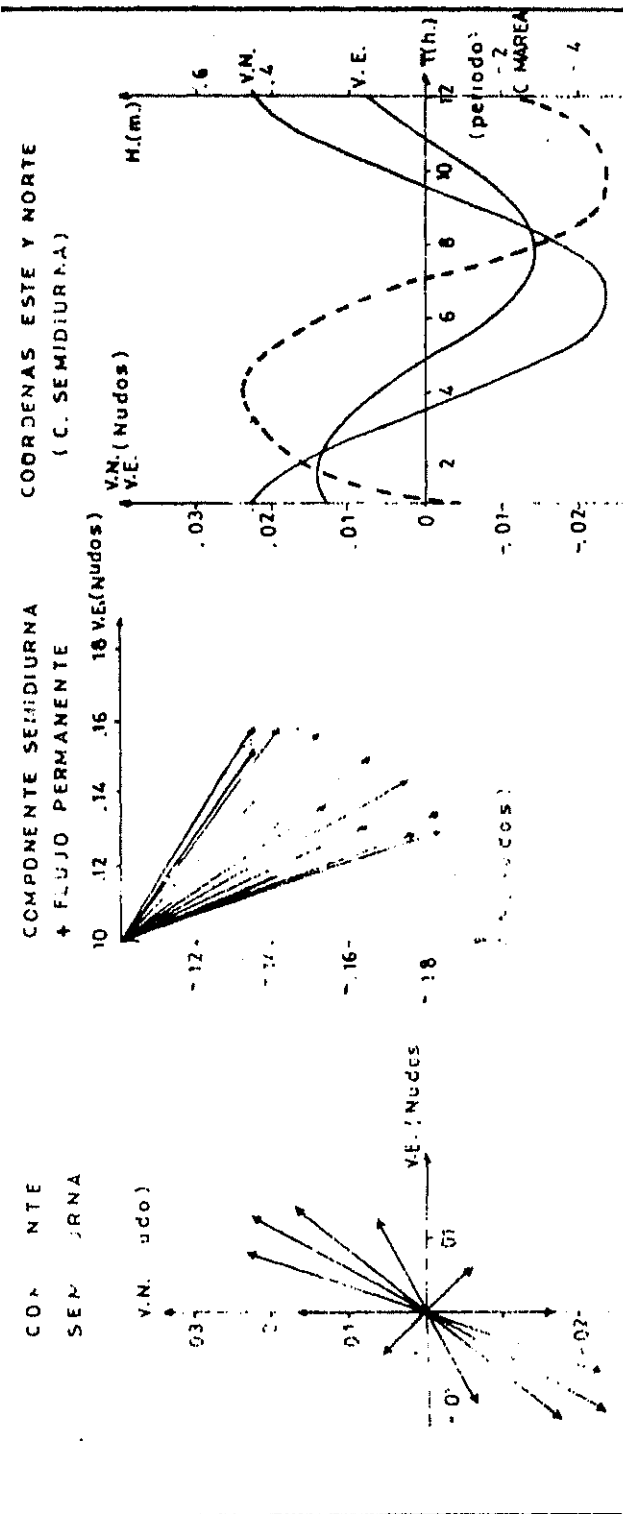
SEMIEJE MENOR = 0.0191 Nudos

FLUJO. 295° - 119°

REFLUJO 119° - 299°

FIG.-27-

ELIPSE DE CORRIENTE DE MAREA
LUGAR: VALDIVIA
FECHA: 31/VII/1981
(SICIGIA)



DATOS

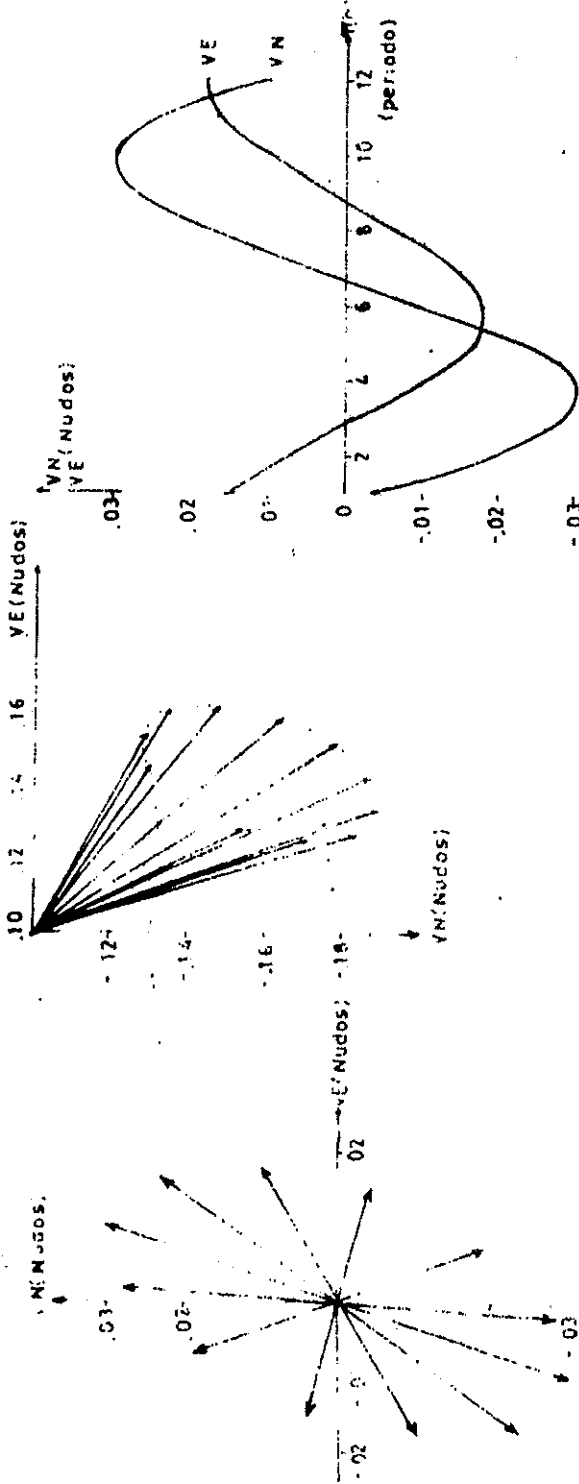
FLUJO MEDIO = 0.1573 NUDOS
 DIRECCION = 158.71°
 INCLINACION ELIPSE 27°
 SEMIJE MAYOR = 0.02784 NUDOS
 SEMIJE MENOR = 8.83×10^{-3} NUDOS
 FLUJO 297° - 117°
 REFLEJO: 117° - 297°

FIG-29-
 ELIPSE DE CORRIENTE DE MAREA
 LUGAR: VALDIVIA
 FECHA: 10 / VIII / 1961
 (CUADRATURA)

COORDENADAS ESTE Y MORTE
(C. SEMIDIURNA)

COMPONENTE SEMIDIURNA
+ FLUJO PERMANENTE

COMPONENTE SEMIDIURNA



DATOS

- FLUJO MEDIO = .75729 Nudos
- DIRECCION = 116.67°
- ORIENTACION ELIPSE 21°
- SEMIEJE MAYOR = .03212 Nudos
- SEMIEJE MENOR = .01594 Nudos
- FLUJO : 291° - 111°
- REFLUJO : 111° - 291°

FIG-30-

ELIPSE DE CORRIENTE DE MAREA
LUGAR VALDIVIA
FECHA 30/VIII/1968
(SICIGIA)

na fluctuación de 9° para las diferentes fechas analizadas. La relación de las coordenadas Este y Norte de la componente semidiurna - con la curva de altura de marea referida al nivel medio en la figura 23b (ver figura 28 y 29), demuestran que dichas curvas están desfasadas - aproximadamente en un cuarto de período; consecuentemente durante el flujo, la corriente de marea fluye hacia la costa y durante el reflujó fluye hacia el mar. Esto está de acuerdo con - el enunciado que:

"El ascenso y descenso del nivel de agua en la costa es simplemente una consecuencia de la convergencia o divergencia ocurriendo ahí, cuando las corrientes de marea fluyen hacia o fuera de la costa" (30).

Es claro también que la curva de altura de marea no completa un ciclo, puesto que su período dominante es algo mayor.

La estabilidad para las observaciones de corriente, durante la primera instalación del sistema - de anclaje tiene un valor muy cercano al 90%, indicativo de un fuerte flujo permanente (definido para el período de mediciones), consecuentemente la intensidad en promedio de las corrientes de

Teoría

marea es inferior al 10% de la corriente, razón por la que esta no gira totalmente durante un ciclo de marea.

TEORÍA

La combinación de la corriente de marea (rotativa) con el flujo permanente, crea una corriente resultante que tiene un rango restrictivo en la dirección, asociada con velocidades mayores.

El flujo permanente encontrado para el tiempo total de medición, permite especular que probablemente se deba a fluctuaciones estacionales propia de la temporada en que se realizaron las mediciones.

De recopilación bibliográfica sobre el movimiento de agua oceánica cercana al ecuador se puede anotar lo siguiente:

Cronwell y otros, (1.954), sugiere que las observaciones de corriente superficial hacia el Este, cerca del ecuador, es el resultado de una subcorriente hacia el Este extendiéndose a la superficie. Pudiendo ser causada por el ascenso de la subcorriente cuando la fuerza del vien

to disminuye.

731
Knauss (1.966) y Stevenson y Taft (1.971) han encontrado flujo hacia el Este desde la parte oriental de las Islas Galápagos, la que se considera una extensión de la Subcorriente Ecuatorial con velocidades menores a 10 cm/s., hasta 37 cm/s., encontrándose tanto al Norte como Sur del ecuador.

Glenn H. y otros (1.975), establece que para la zona del Ecuador, las corrientes relativas a la inclinación de la superficie del mar, fluyen hacía el Norte fuera de la costa Sur del Ecuador, ramificándose en un flujo principal dirigiéndose hacia el Oeste y un debil ramal de la corriente girando hacia el Noreste, hacia la costa del Ecuador y Colombia.

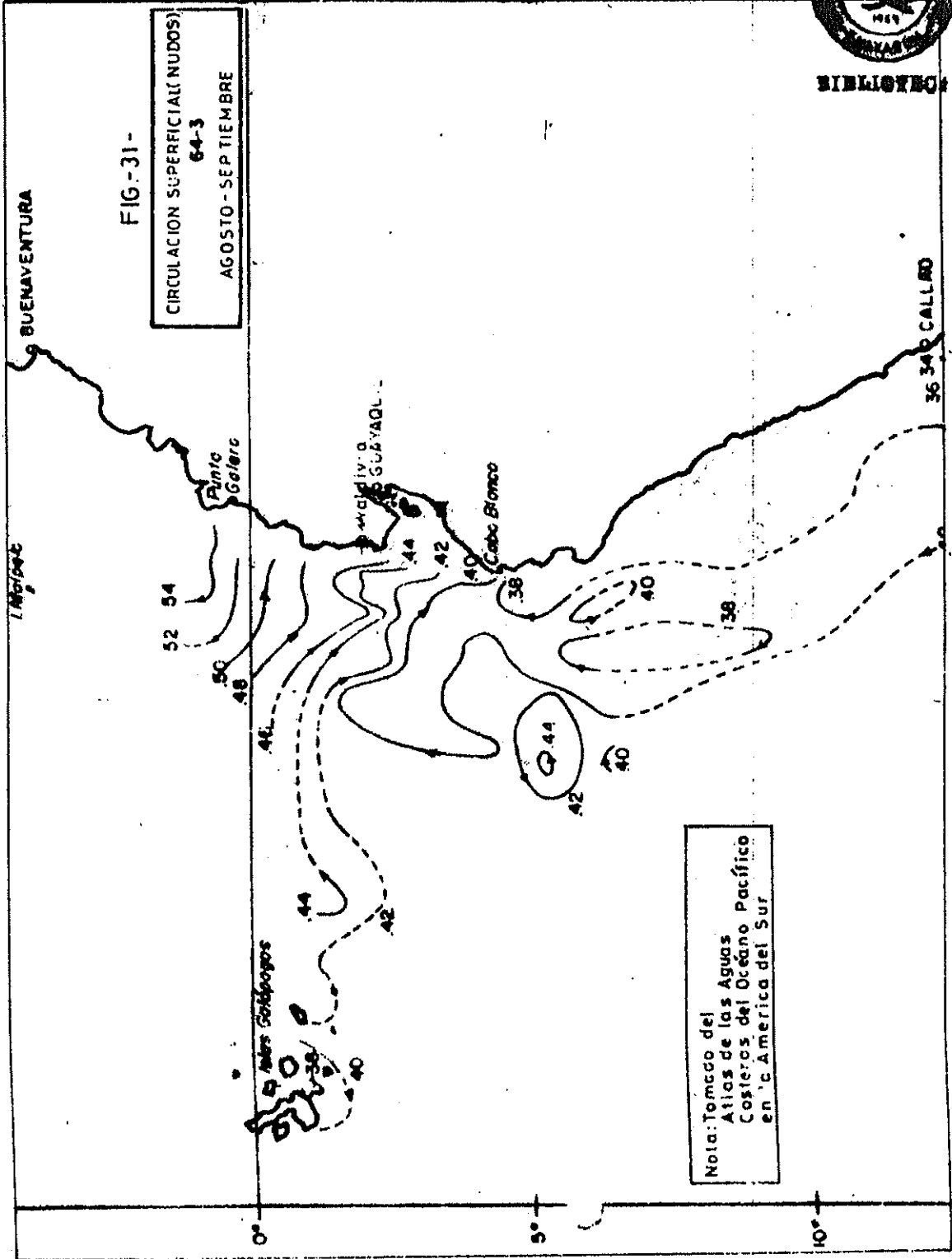
Wyrtki (1.965), considera dos periodos bien definidos de circulación para la región comprendida desde los 5° Sur hasta los 15° Norte, que abarcan los meses de mayo a diciembre y diciembre a mayo.

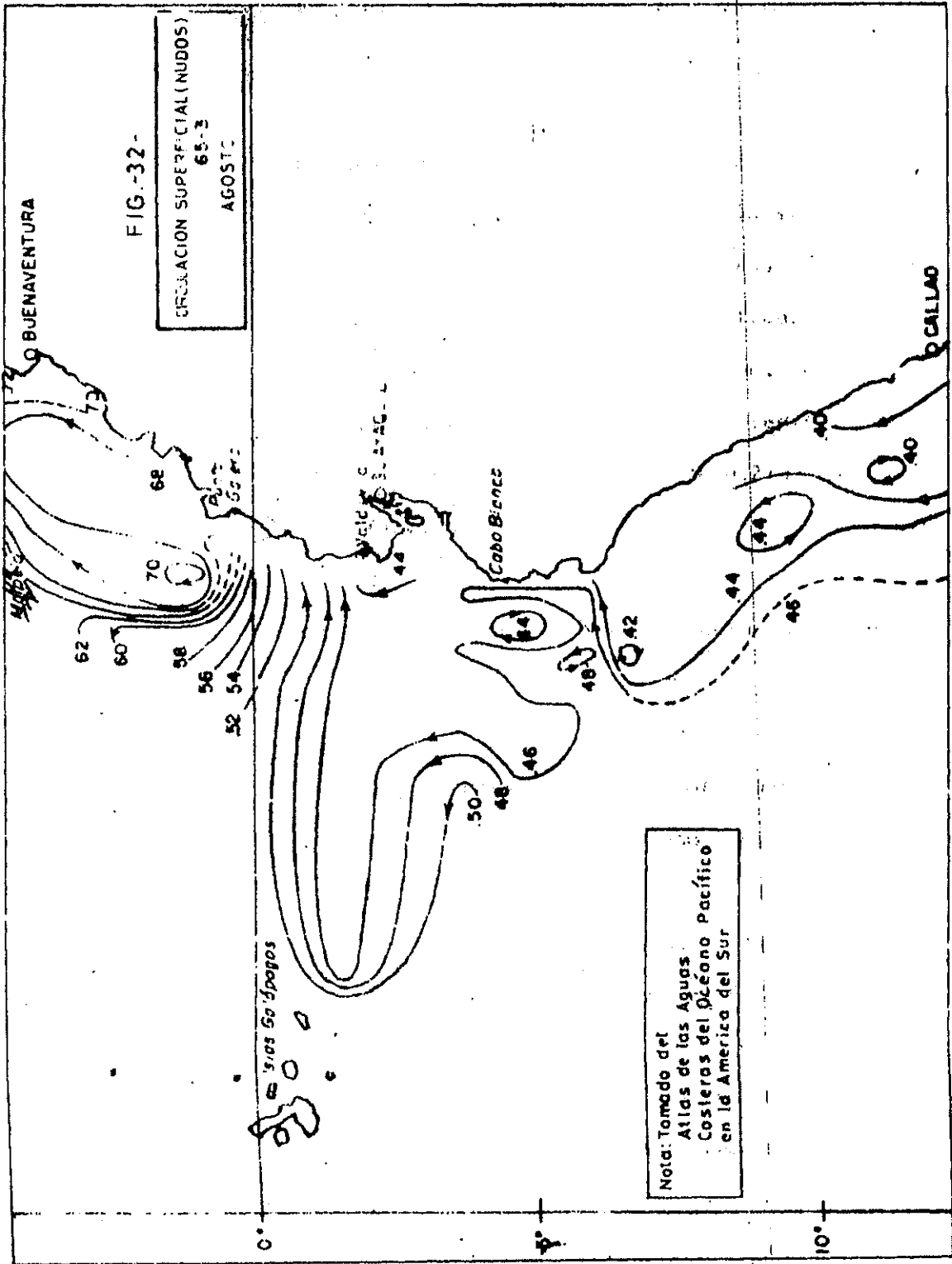
Las mediciones indirectas del flujo geostrófico están basadas sobre una relativa inclinación de isóbaras entre consecutivos niveles de presión, lo cual es una función de la latitud (fuerza de coriolis), como también de la velocidad de corriente. Cerca del ecuador las fuerzas de coriolis son pequeñas y limita la aplicabilidad del método. Por esta razón "datos geostróficos fueron usados para indicar la tendencia general de la circulación superficial solamente" (36). Sin embargo esta información (ver figura 31 y 32), por su característica es indicativa de las fluctuaciones para el mes de agosto (año normal) y revela que para dicho mes la masa de agua va hacia la costa, tal como lo indica la topografía dinámica. Probablemente la reducción en la magnitud para el flujo encontrado en Valdivia, se deba a la cercanía a la costa del punto de medición.

Las corrientes residuales Este y Norte (ver figura 21c, 22c) indican una aparente aperiodicidad (definida para el período de mediciones), no sin ello pudiendo ser periódico dentro de una escala mayor de tiempo, tal como la suficiente



BIBLIOTECA





te para que se pueda visualizar variaciones estacionales.

La velocidad de corriente máxima observada fue de 0.61 nudos, correspondiente a la sicigia del mes de julio y la mínima de 0.01833 nudos. Estos valores no se observan en la figura 19a, puesto que para efectos de presentación, se han graficado los valores originales del registro cada 2 horas. El flujo medio fue de 0.2194 nudos en la dirección de 131.58° .

Las observaciones registradas para la segunda instalación del sistema de anclaje, presentadas en las figuras 33 y 34 no pudieron ser tratadas con los procedimientos anteriores debido a que el uso de los filtros empleados involucran una cantidad mínima de 72 horas. El flujo medio para estos días fue 0.2738 nudos y la dirección 105.4° , con una estabilidad del 92%.

Los perfiles de corriente presentados en las figuras 35, 36 para el período comprendido entre el 9-11 de agosto, revela una disminución de velocidad con profundidad de aproximadamente 0.1

*Perfil de corriente
de la segunda
instalación de anclaje*

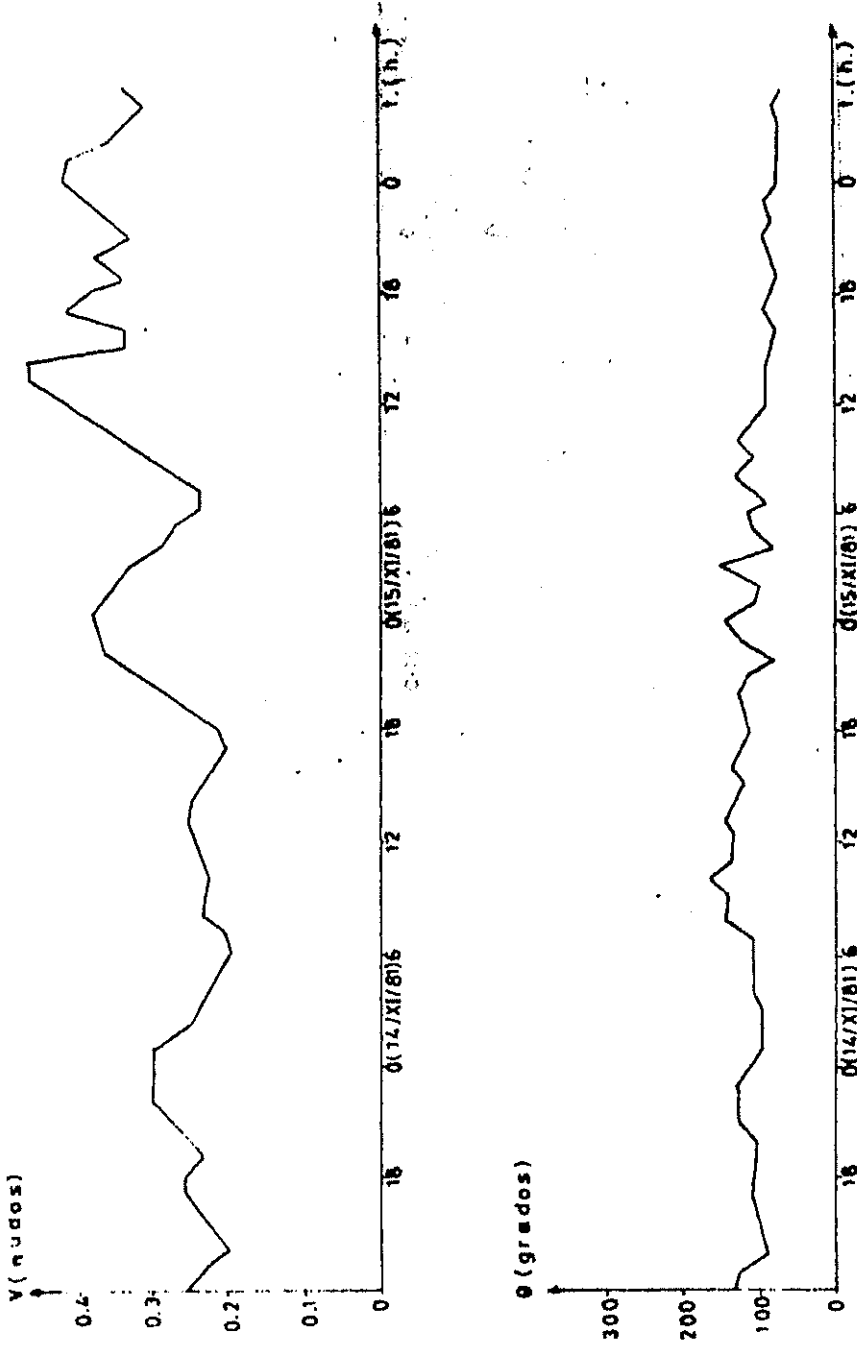


FIG-33-

MAGNITUD Y DIRECCION DE VELOCIDAD DE CORRIENTE
LUGAR VALDIYIA

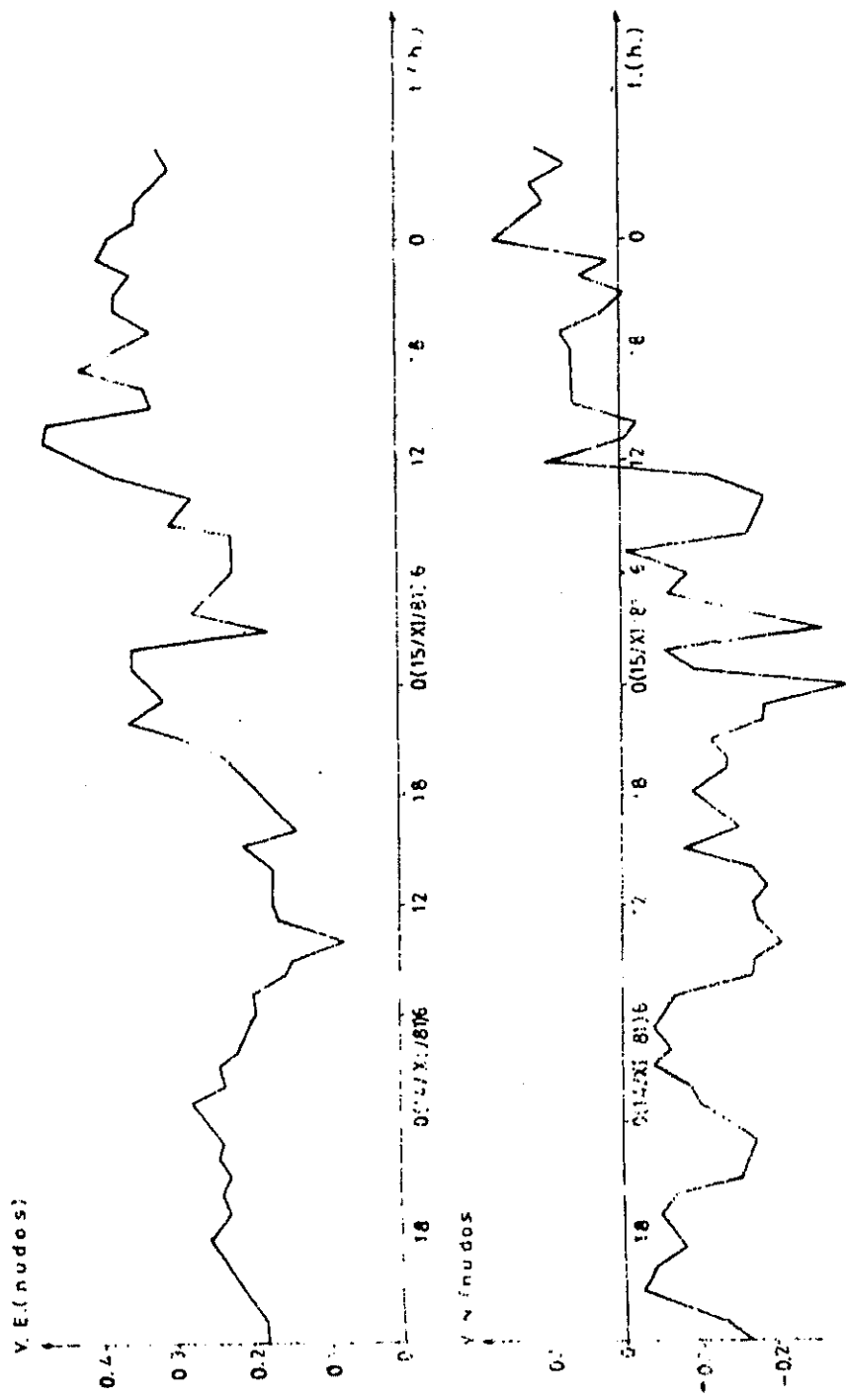


FIG-34-

COMPONENTE ESTE Y NORTE DEL VECTOR VELOCIDAD DE CORRIENTE
 LUGAR: VALDIVIA

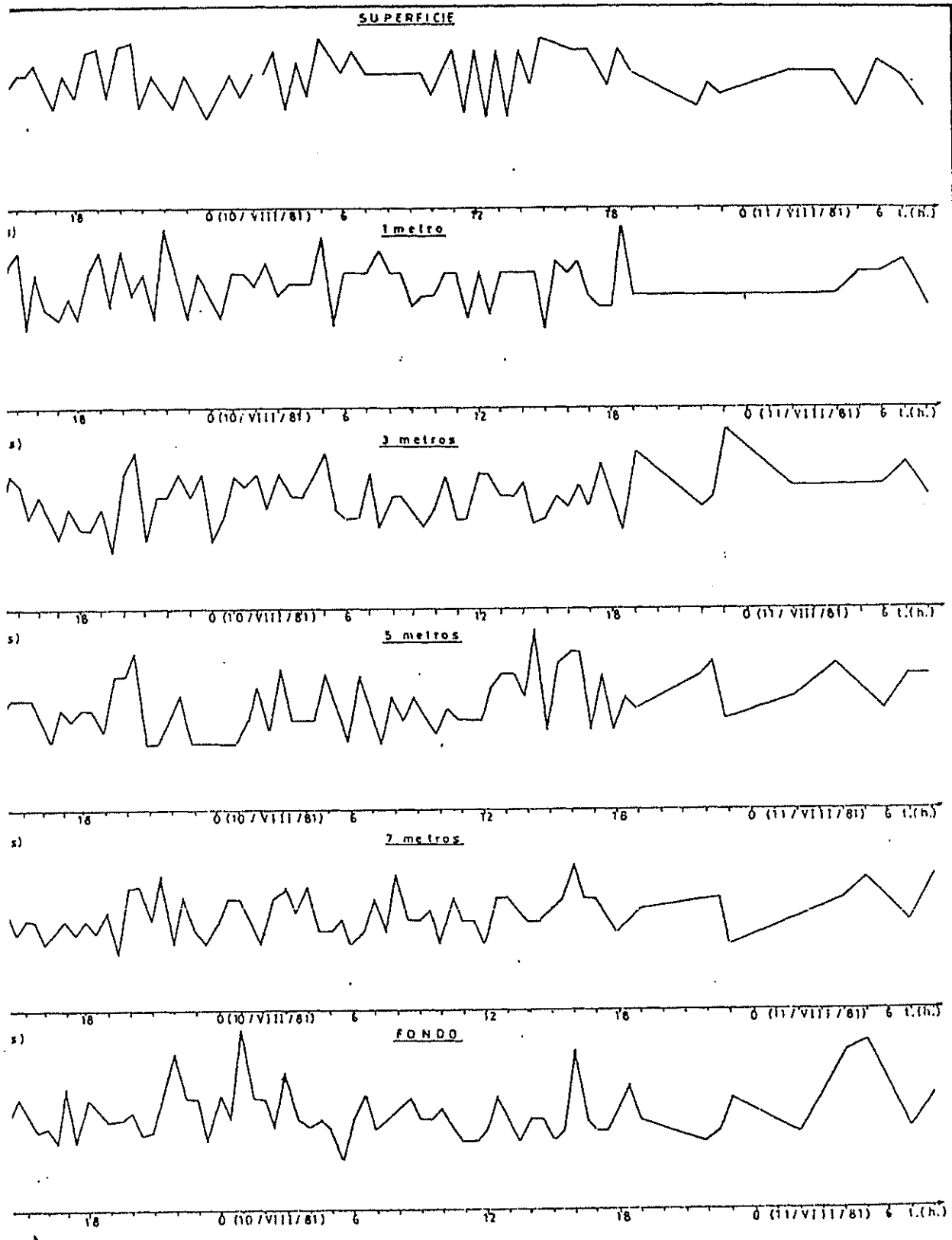


FIG-35-
MAGNITUD DE VELOCIDAD POR NIVELES
LUGAR: VALDIVIA

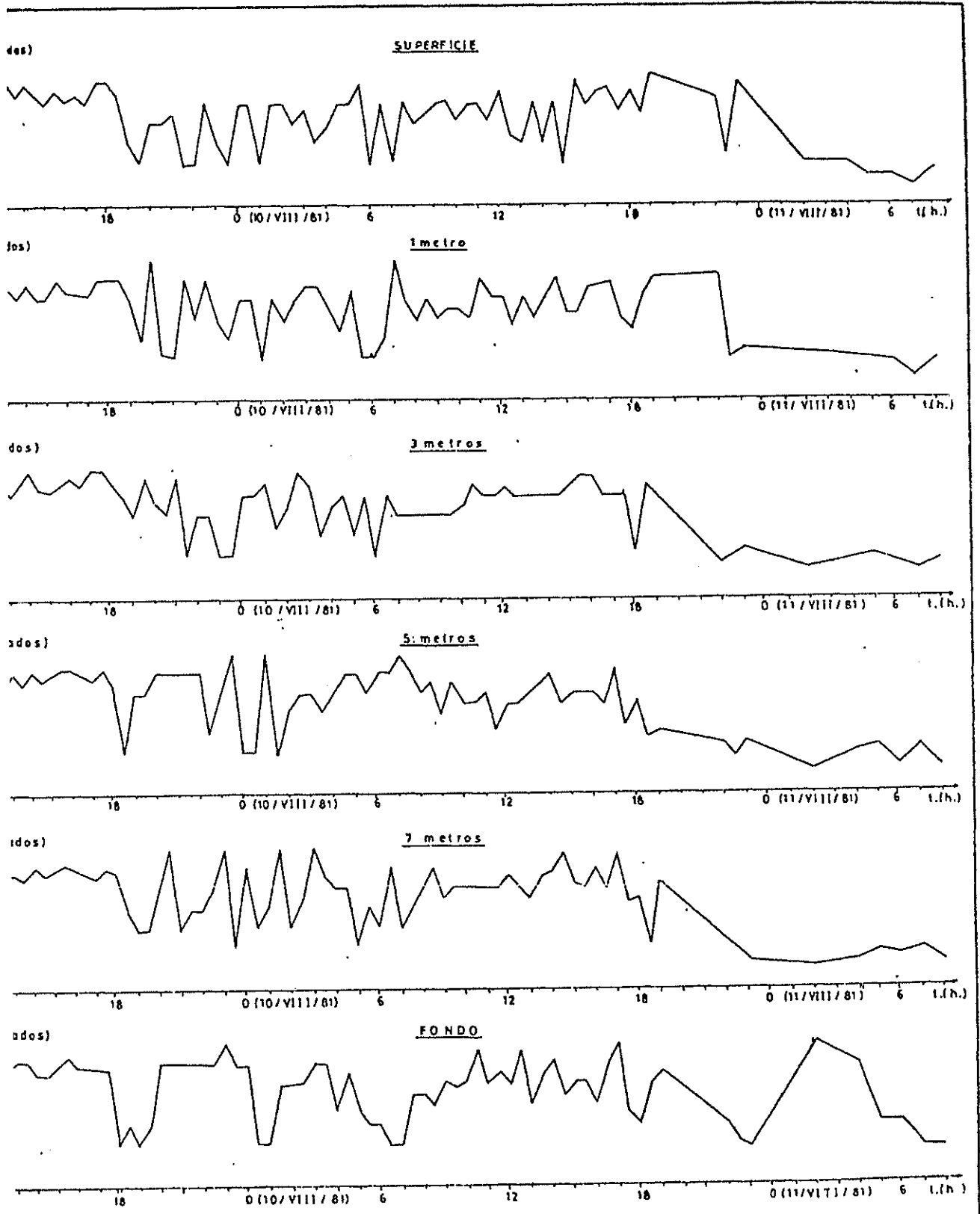


FIG.-36-
 DIRECCION DE LA VELOCIDAD POR NIVELES
 LUGAR : VALDIVIA

nudo, entre la superficie y el fondo. Los perfiles para noviembre (ver figura 37 y 38) presentan resultados parecidos al período anterior.

Es necesario aclarar que este tipo de información posee errores en su medición, puesto que a pesar que las lecturas se registraban luego de que las agujas del galvanómetro se estabilizaban, este instrumento estaba sujeto a movimientos tanto de la embarcación como del cable que lo suspendía. Esto no sucedió con el instrumento de registro continuo debido a que el diseño de anclaje fue realizado de tal forma que minimizaba estos movimientos.

Las trayectorias del flujo obtenida mediante flotadores fueron observadas en un intervalo de 6 días (ver carta 11-VII) y manifiestan una tendencia general de dirigirse hacia la costa.

Debido a que las observaciones de corriente fueron indicativas de un flujo muy estable y que las trayectorias en el área presentaron un patrón bastante similar en su dirección para cada fecha de observación, se desarrolló una consideración muy particular (para

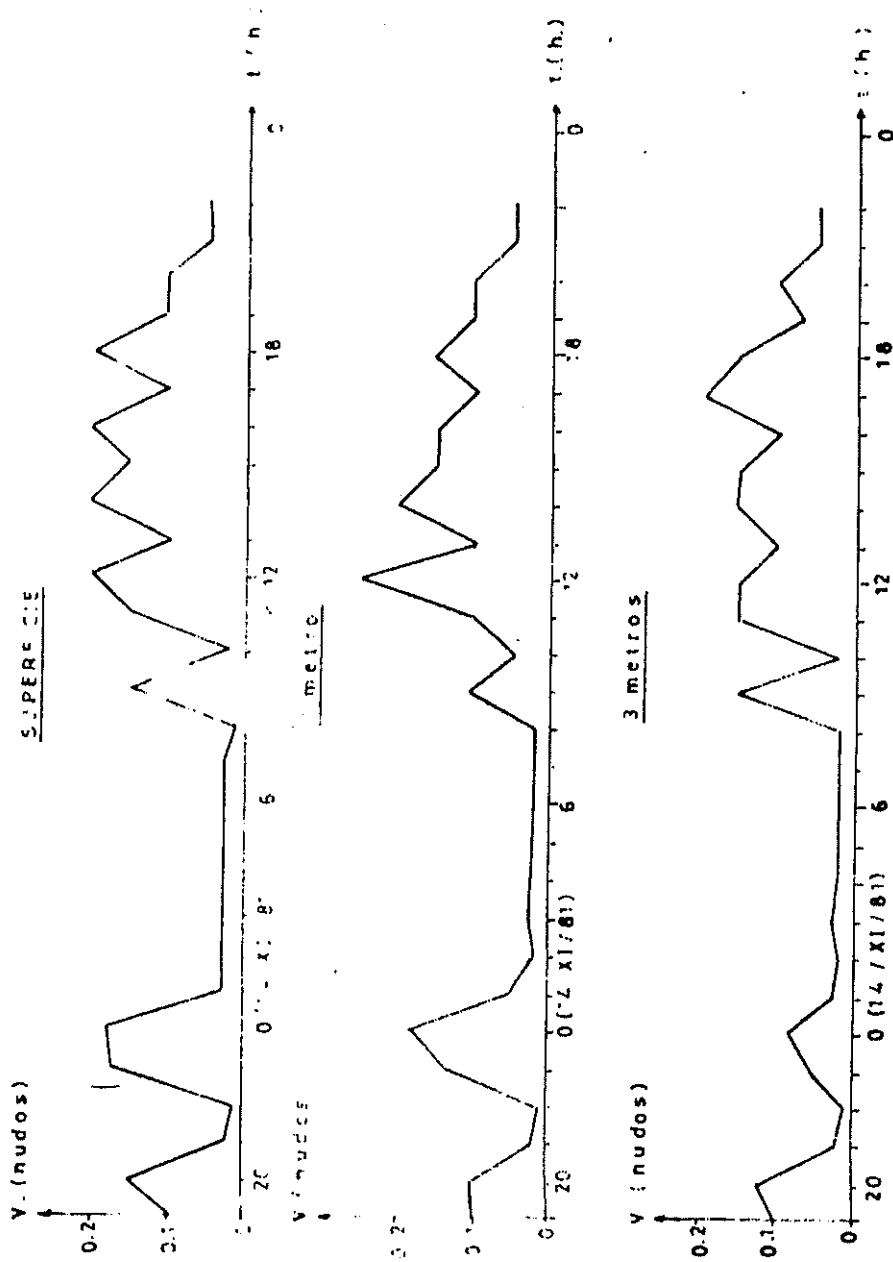


FIG-37-

MAGNITUD DE VELOCIDAD POR NIVELES
LUGAR: VALDIVIA

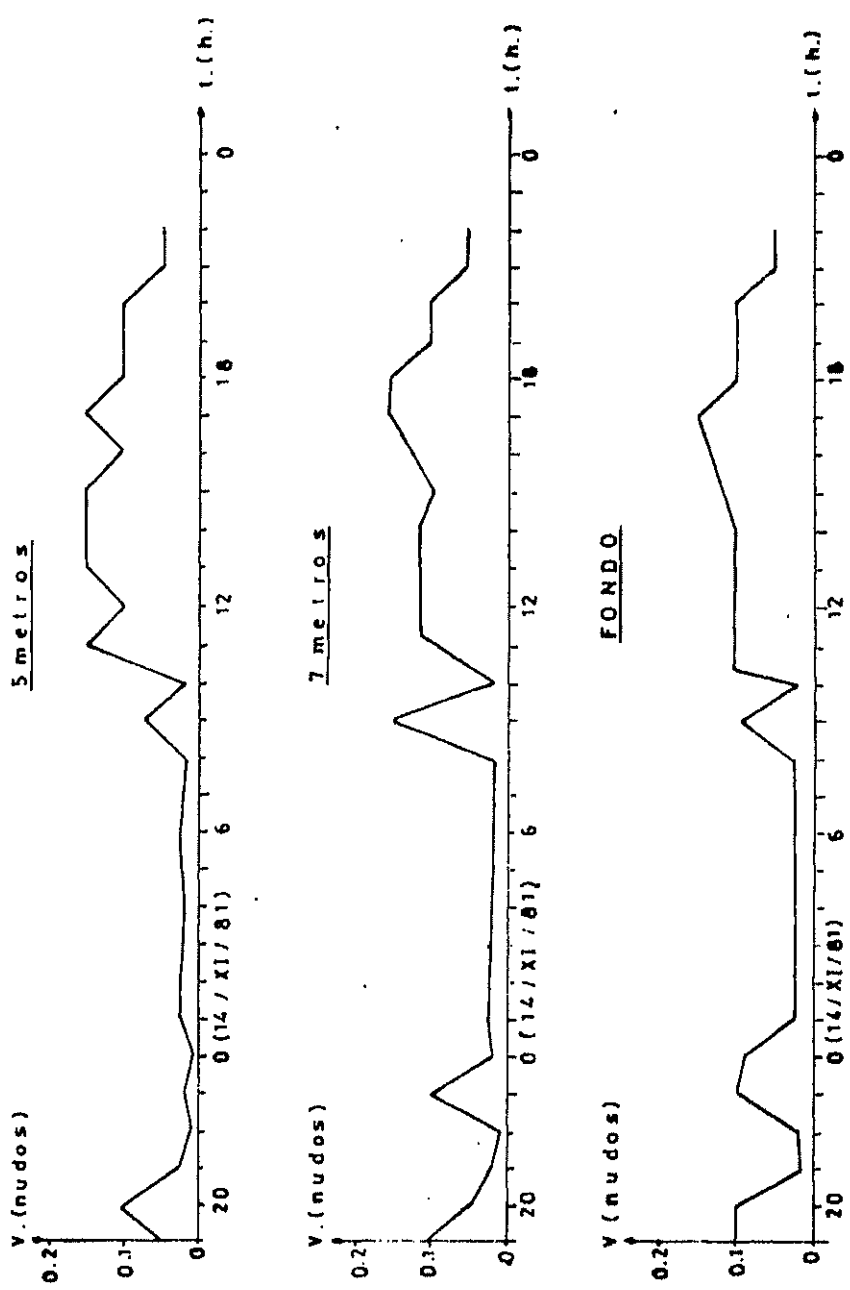


FIG-38-
MAGNITUD DE VELOCIDAD POR NIVELES
LUGAR VALDIVIA

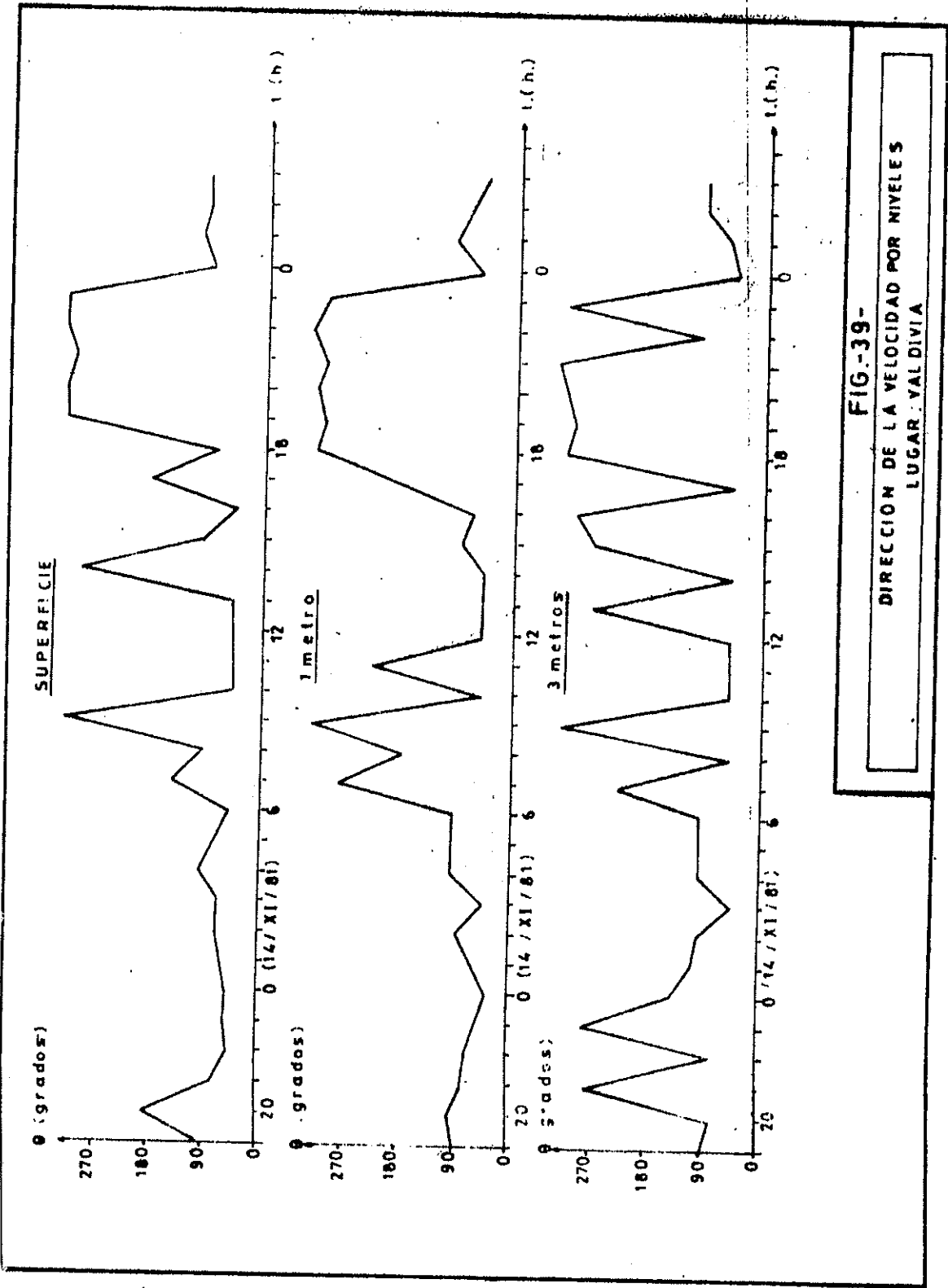


FIG-39-
DIRECCION DE LA VELOCIDAD POR NIVELES
LUGAR: YALDIVIA

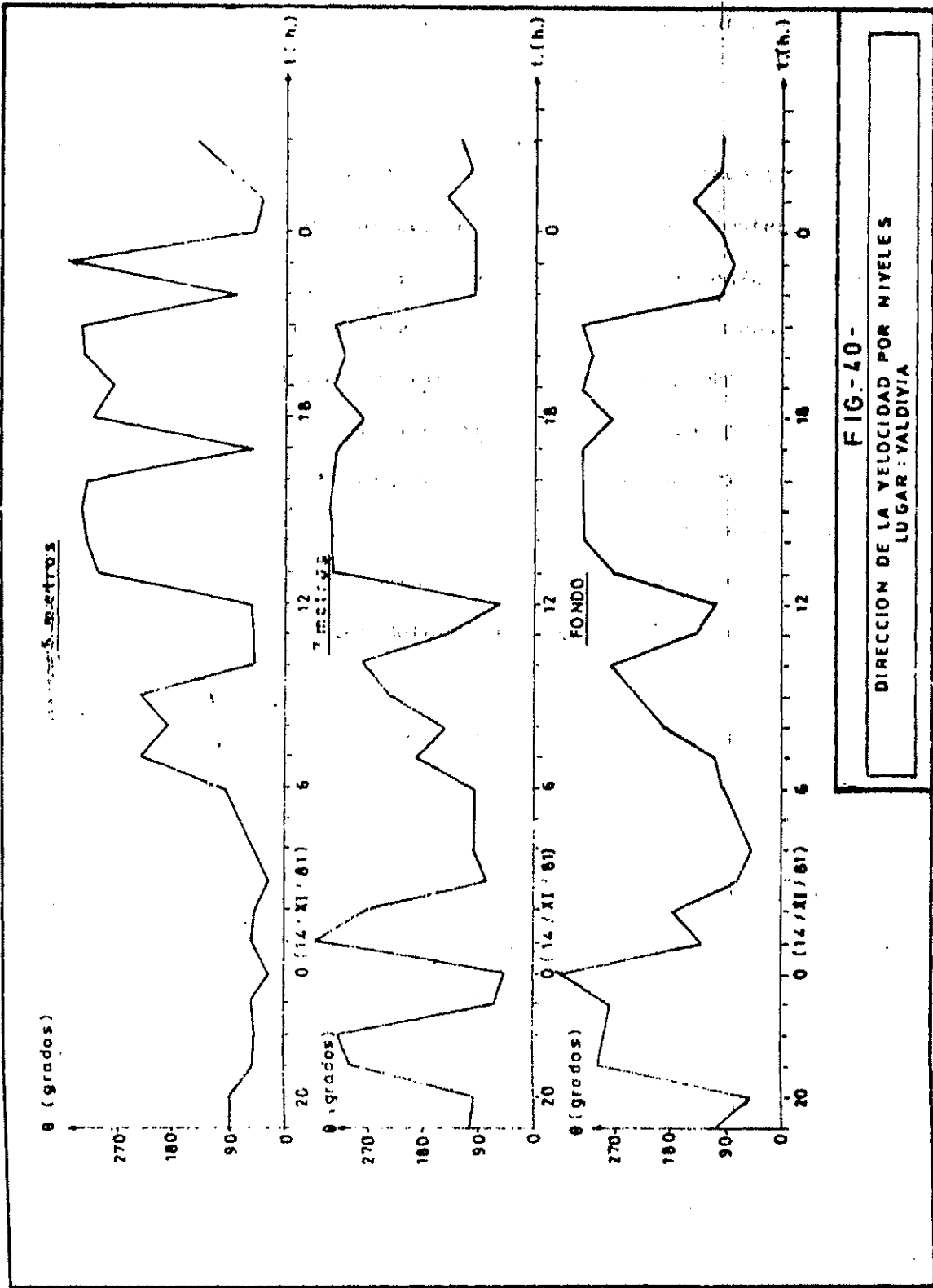


FIG-40-
DIRECCION DE LA VELOCIDAD POR NIVELES
LUGAR: VALDIVIA

Este método, que fue la de representar a la zona de estudio como un todo.

Al interpolar los valores de las trayectorias (magnitud y dirección) con el objeto de obtener datos - cada 1/2 hora (ver anexo 2), se intenta representar estos valores como muestras instantáneas. Debemos aclarar por cierto que estos no simbolizan valores representativos de líneas de flujo, pues no fueron tomados exactamente en la correspondiente 1/2 hora, ni tampoco corresponden en algunos casos a una sola corriente, durante el intervalo de observación para - cualquier determinado día. Sin embargo tal representación nos permitirá un análisis más cuantitativo - sobre el comportamiento de la parcela de agua, durante el período de mediciones.

La carta VIII permite observar las trayectorias obtenidas por un flotador subsuperficial, insertado - en lugares muy cercanos al punto fijo de medición, - durante 5 días. Se podría asumir por consiguiente, que las trayectorias correspondientes a este flotador se insertaron en un sólo punto, y así considerar a este flotador como una muestra de todos los subsuperficiales, para de esta forma obtener una idea re-

presentativa de aquellos. Spiegel, N.R., (1.970) establece que:

"La estadística está ligada con los métodos científicos en la toma, recopilación, organización, presentación y análisis de datos, tanto para la deducción de conclusiones como para tomar decisiones razonables".

Acogiendo esta declaración, representamos la distribución de frecuencia relativa, establecida a intervalos de clase de 10° en la dirección, por los polígonos de frecuencias relativas acumuladas, en la figura 41-42. Estas figuras demuestran que poseen cierta similitud al mantener la misma tendencia, con una pequeña variación en la parte central de la gráfica, posiblemente causados por otros efectos (locales), a ser analizados luego. Esto nos permite considerar - en forma aproximada al área o cualquier sección de ella como si se tratara de un punto. En la figura - 43 intervienen los flotadores superficiales y subsuperficiales, siendo su tendencia muy similar (ver figura 43), permitiendo establecer el mismo razonamiento con las trayectorias superficiales.

La rosa de vientos con un intervalo de clase de 10° , para el período de mediciones en septiembre, está representada en la figura 44. Se podría asumir conociendo que las fluctuaciones de baja frecuencia en

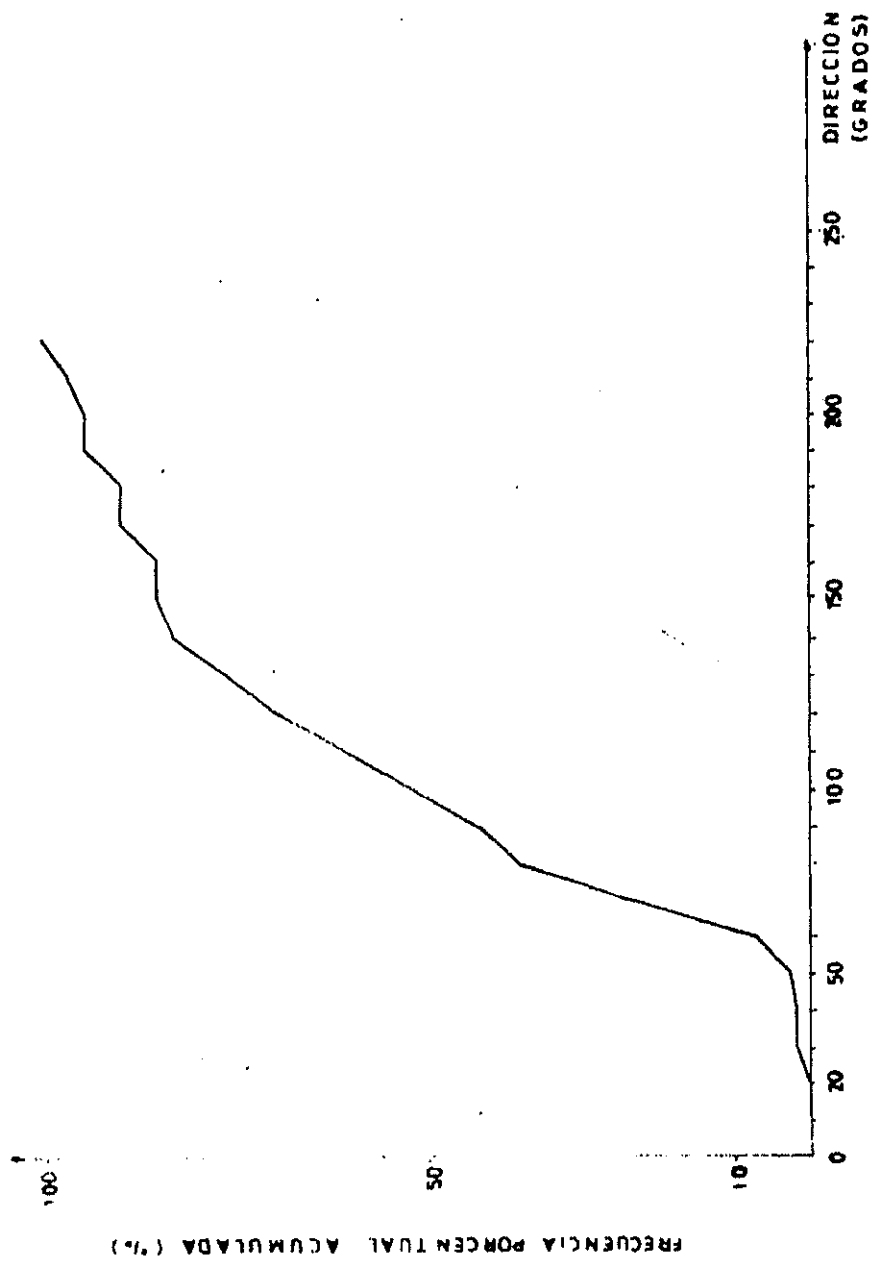


FIG.-41-
POLIGONO DE FRECUENCIAS RELATIVAS ACUMULADAS PARA LA DIRECCION
DEL FLOTADOR I PROFUNDO DURANTE EL PERIODO DE MEDICIONES

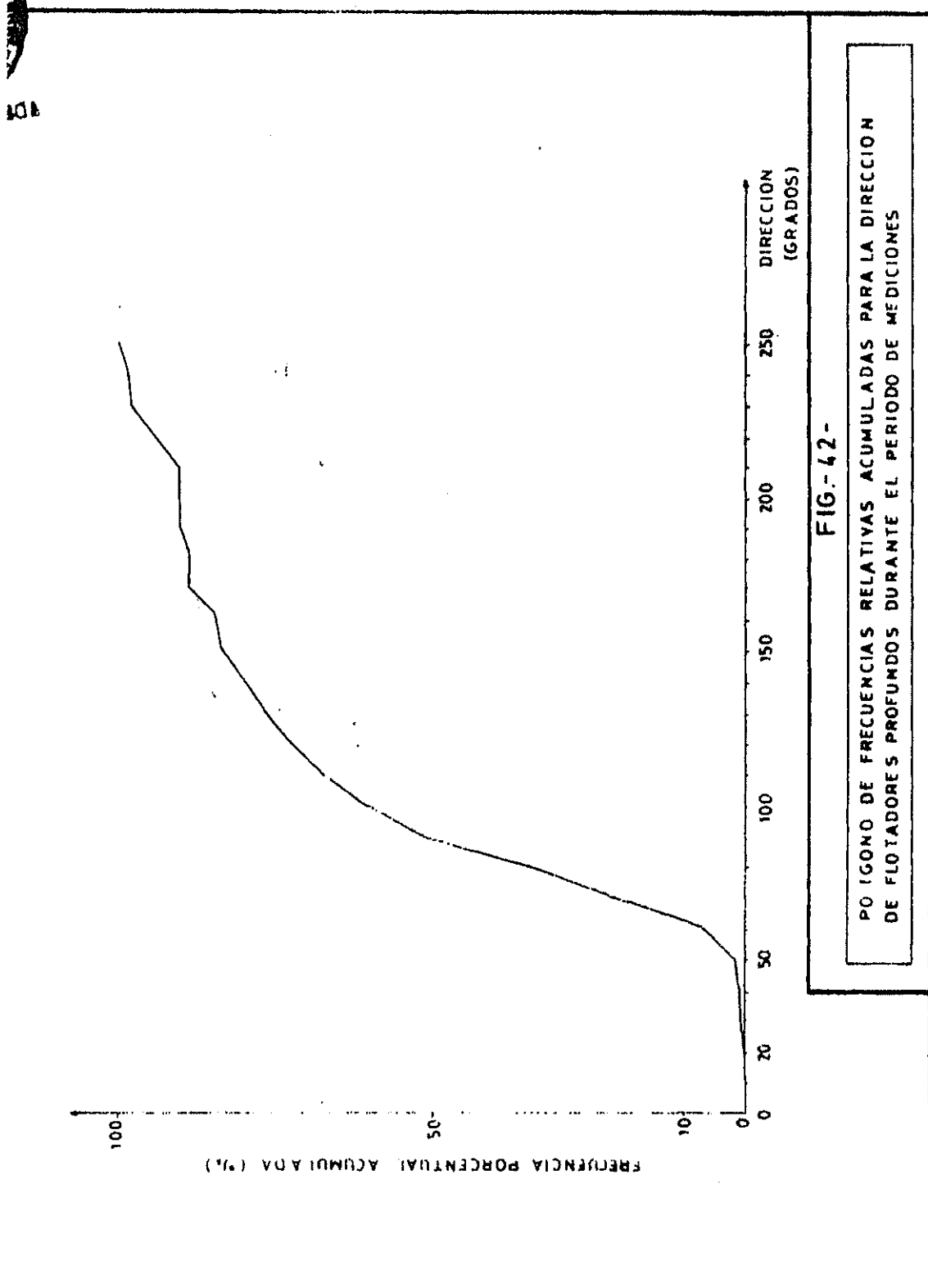


FIG-42-

PO IGONO DE FRECUENCIAS RELATIVAS ACUMULADAS PARA LA DIRECCION DE FLOTADORES PROFUNDOS DURANTE EL PERIODO DE MEDICIONES

100

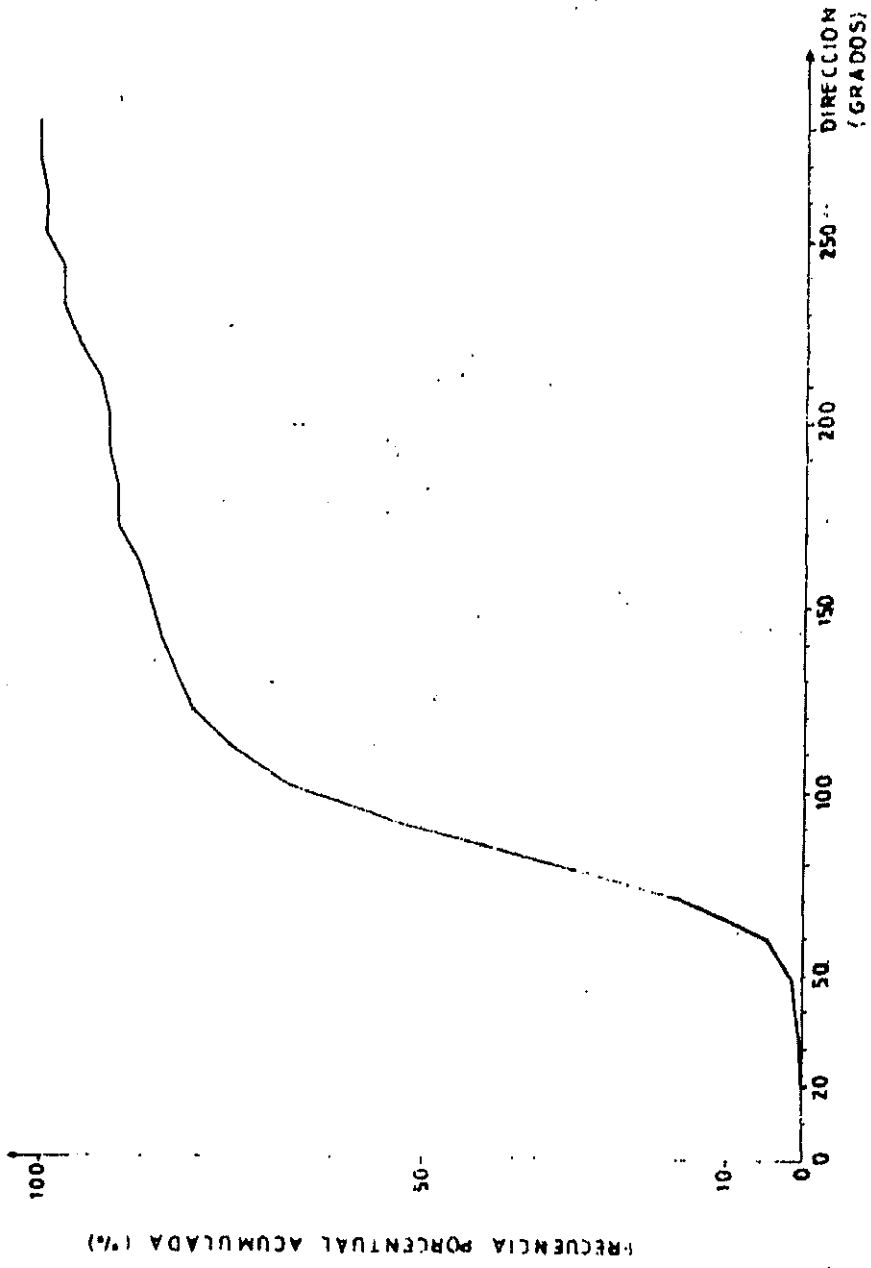
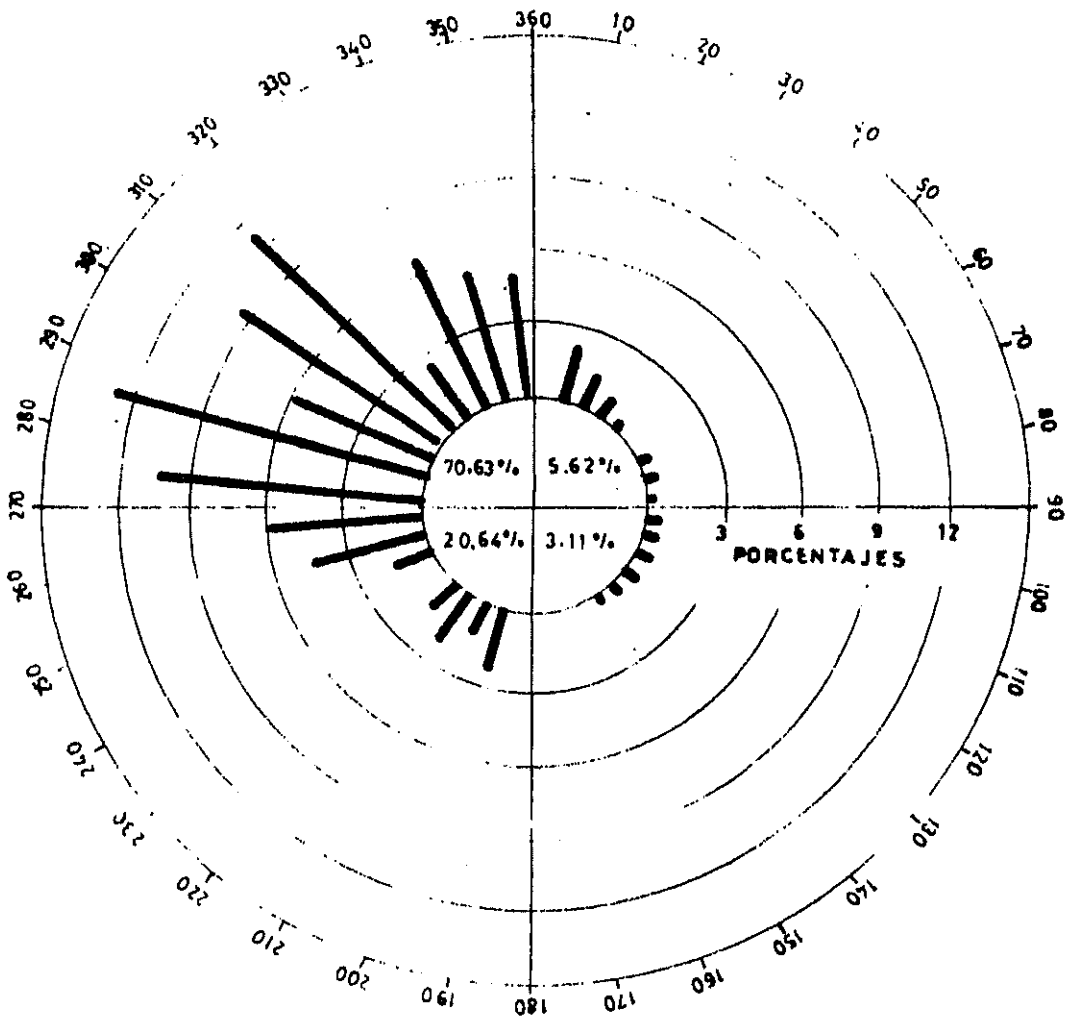


FIG-43-
POLIGONO DE FRECUENCIAS RELATIVAS ACUMULADAS PARA LA DIRECCION
DE TODOS LOS FLOTADORES (CAPA 0-3 M) DURANTE EL PERIODO DE MEDICIONES



Nota La direccion del viento es desde donde viene

FIG-44-
DIRECCION - VIENTOS
VALDIVIA - SEPTIEMBRE - 1981

el patrón de vientos responde a variaciones periódicas, que tal periodicidad podría haberse presentado en agosto, y consecuentemente dicho mes probablemente experimentó un comportamiento parecido al de septiembre.

Las figuras 45 y 46 representan las frecuencias de dirección para los flotadores superficiales y subsuperficiales. La comparación de estas gráficas, asumiendo un comportamiento de viento similar para agosto, permite establecer que este régimen le puede estar afectando al movimiento de la masa de agua, en tal forma que su influencia en la dirección del flujo probablemente sea mayor para aguas superficiales que subsuperficiales y que la dirección del agua subsuperficial en la dirección (opuesta) al viento presenta mayor porcentaje de incidencia que la de los superficiales. La figura 47 resume lo que ocurre en la capa de 0 a 3 m. y permite visualizar una inclinación hacia la izquierda entre las direcciones predominantes del viento y del movimiento de la masa de agua.

De un estudio anterior (14), se establece que la velocidad del movimiento originada por el arrastre del

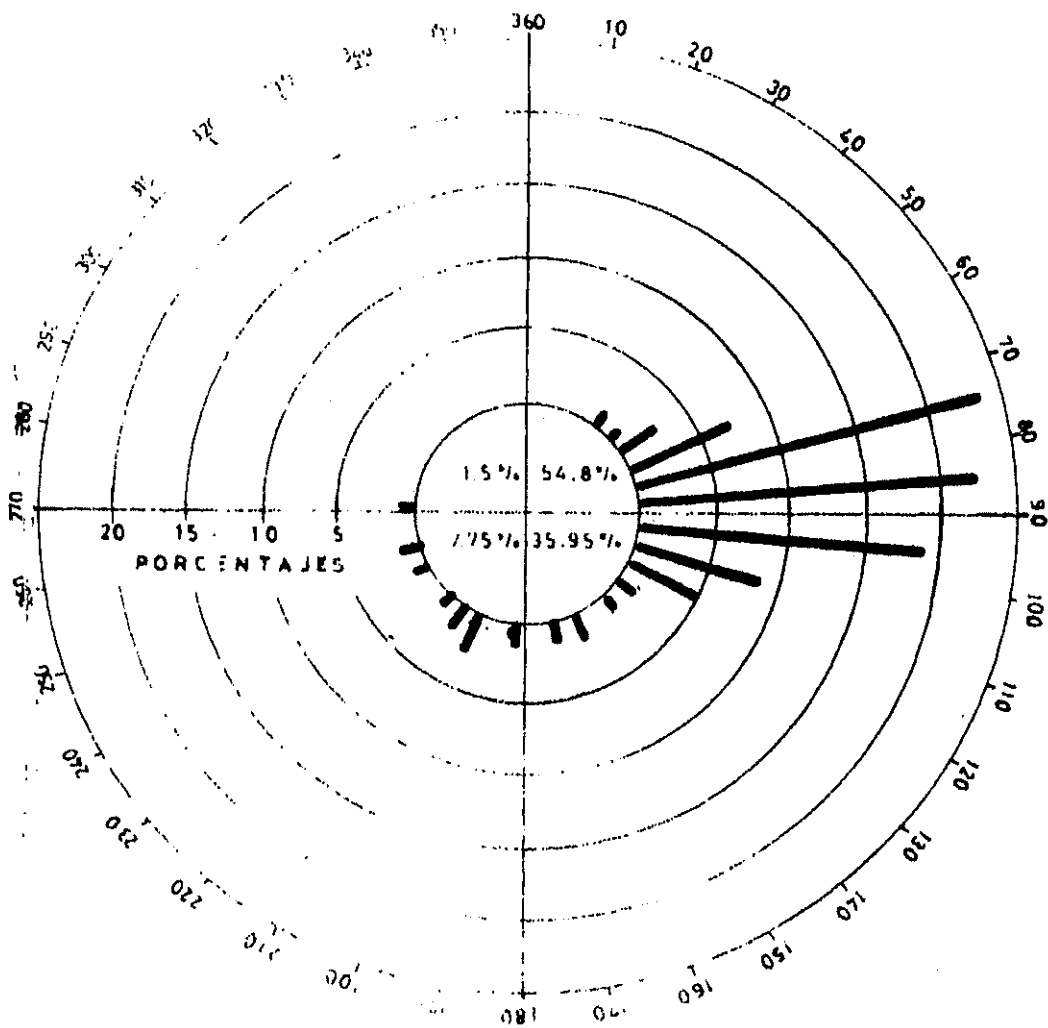


FIG-45-

DIRECCION DE FLOTADORES SUPERFICIALES PARA LOS DIAS DE OBSERVACIONES VALDIVIA- AGOSTO - 1981

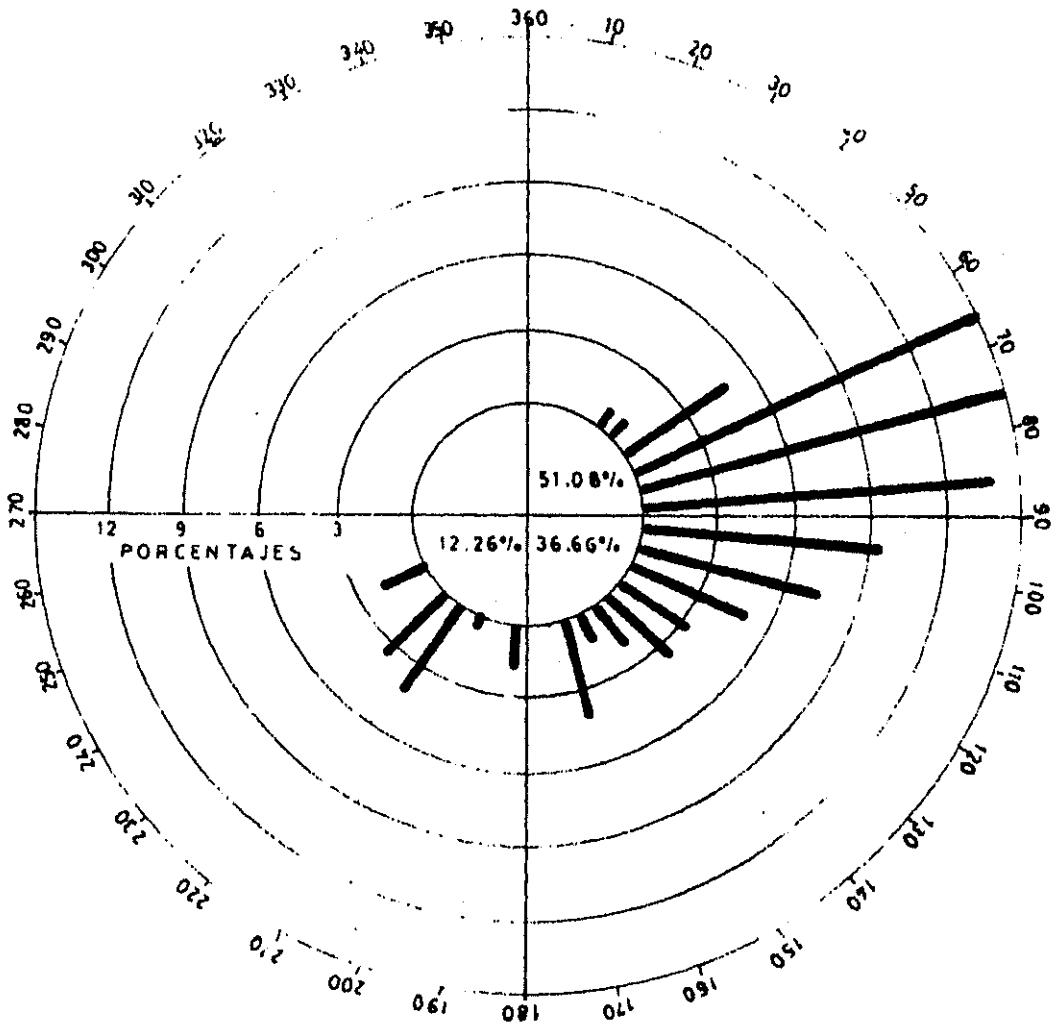


FIG-46-

DIRECCION DE FLOTADORES PROFUNDOS
PARA LOS DIAS DE OBSERVACIONES
VALDIVIA - AGOSTO - 1981

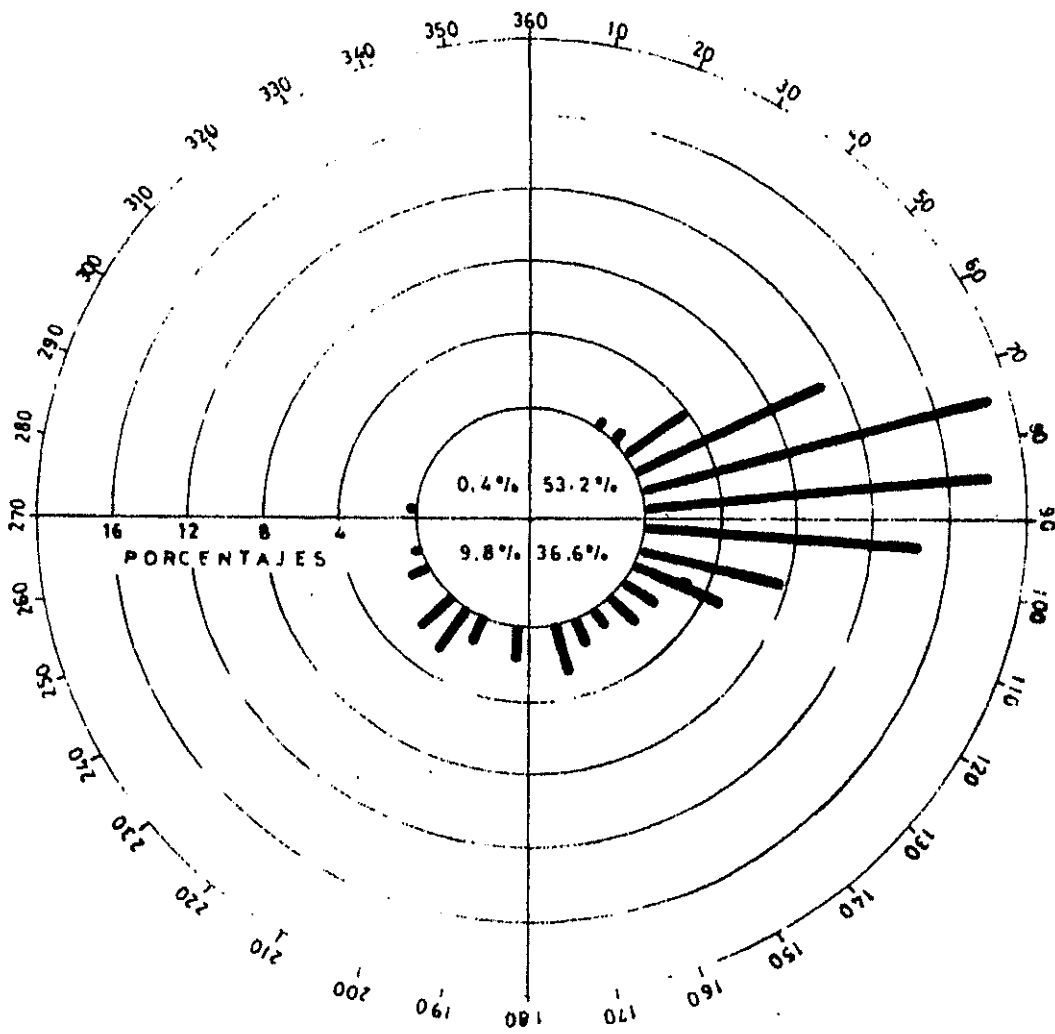
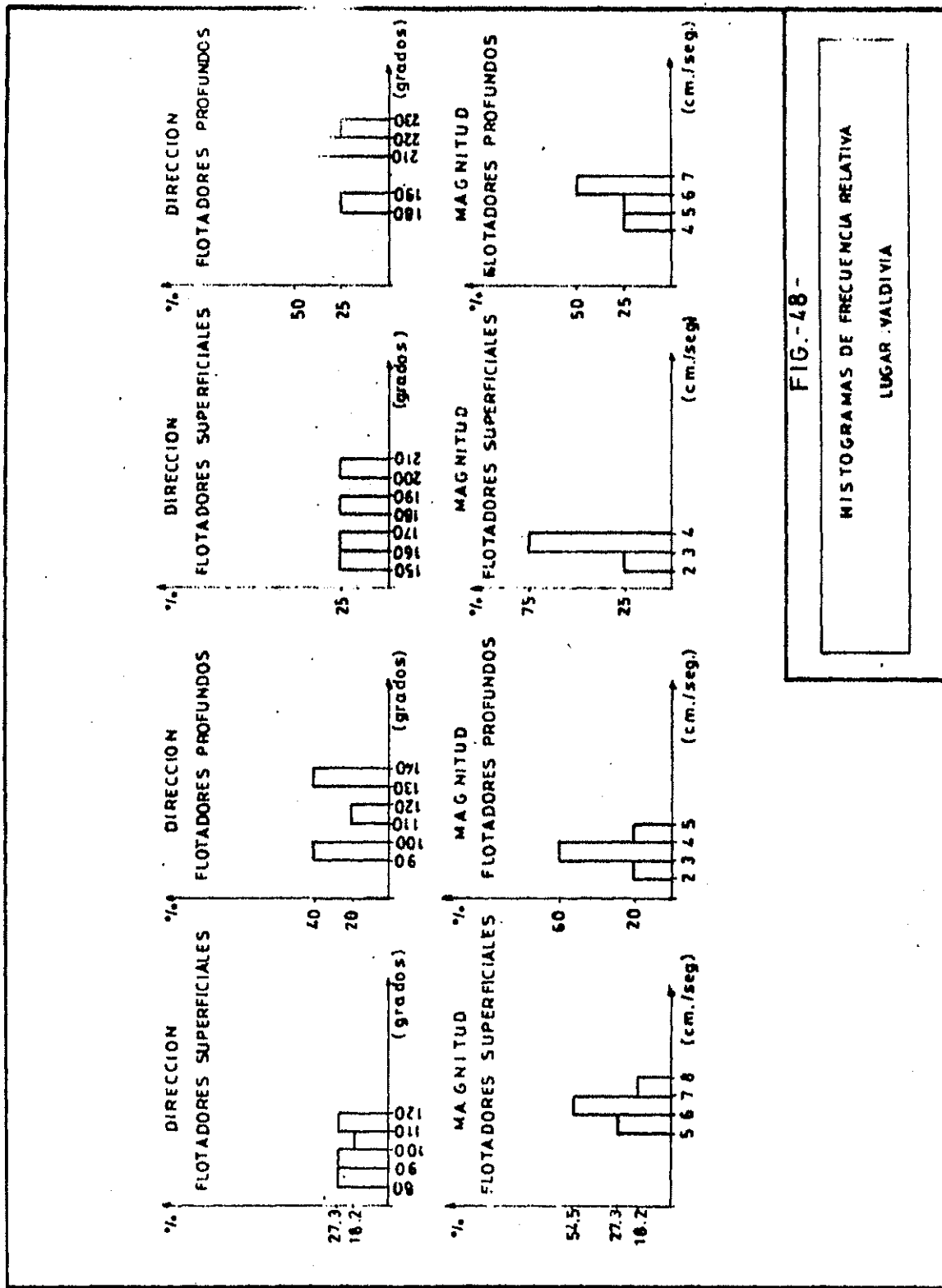


FIG.- 47-

DIRECCIÓN DE TODOS LOS FLOTADORES
 PARA LOS DIAS DE OBSERVACIONES
 VALDIVIA - AGOSTO - 1981

viento en aguas someras es menor al 2% de la velocidad del viento; según esto, un flujo promedio de viento de 5.25 Km./hr., representa una fuerza de movimiento de agua menor a 2.9 cm./s.. La figura 40 presenta histogramas de frecuencias con intervalo de clase de 1cm./s. y 10° para magnitud y dirección respectivamente, en sub-intervalos de tiempo cuando los flotadores van hacia y fuera de la costa. De aquí observamos que cuando el movimiento de agua va hacia la costa, los flotadores superficiales determinan valores más altos en la velocidad que los profundos; en cambio cuando estos salen de la costa (posiblemente contra el viento), los flotadores profundos presentan valores más altos de magnitud, lo que probablemente se deba a que la capa superficial experimenta mayormente la fuerza del viento en sentido opuesto, que los profundos; esto es, el esfuerzo del viento disminuye con profundidad.

Con la finalidad de conocer la respuesta de la parcela de agua a la topografía del fondo del área de estudio, se escogieron zonas que comprendieron los verticales de 9-7 m., 7-5 m., 5-3 m., y menor que 3 m. respectivamente. Para estas secciones se tabularon los valores medios de velocidad, dirección, velocidad Este, velocidad Norte, además de considerar las medias



en instantes próximos antes y después de baja-marea y alta-marea (ver tabla X) permitiéndonos argumentar que:

La parcela de agua superficial "siente" la presencia del fondo aproximadamente hasta el veril de 5 m. conforme se acerca a la costa. A partir de este veril, la masa de agua superficial está afectada mayormente, probablemente por la influencia del oleaje, aumentando en su velocidad 0.5 cm./s. hasta el veril de 3 m., valor que se incrementa a medida que se acerca a la playa. Los valores tabulados para los instantes de baja-marea, son mayores que las velocidades en pleamar, para todos los veriles; esto está acorde con la relación correspondiente entre la curva de altura de marea y el registro de magnitud de las observaciones de corrientes (ver figura 19a y 23a). La magnitud media de los flotadores subsuperficiales es menor que la de los superficiales para todos los veriles, además estos disminuyen aún más su velocidad conforme se acercan a la playa; según esto, tenemos que los efectos del fondo son mayores para la parcela de agua subsuperficial.

La dirección media superficial tiene un rango de va

TABLA-X- VALORES MEDIOS EN DIVERSOS VERILES

(MEDIA ARITMETICA DE VALORES EN TIEMPOS INTERCALADOS)

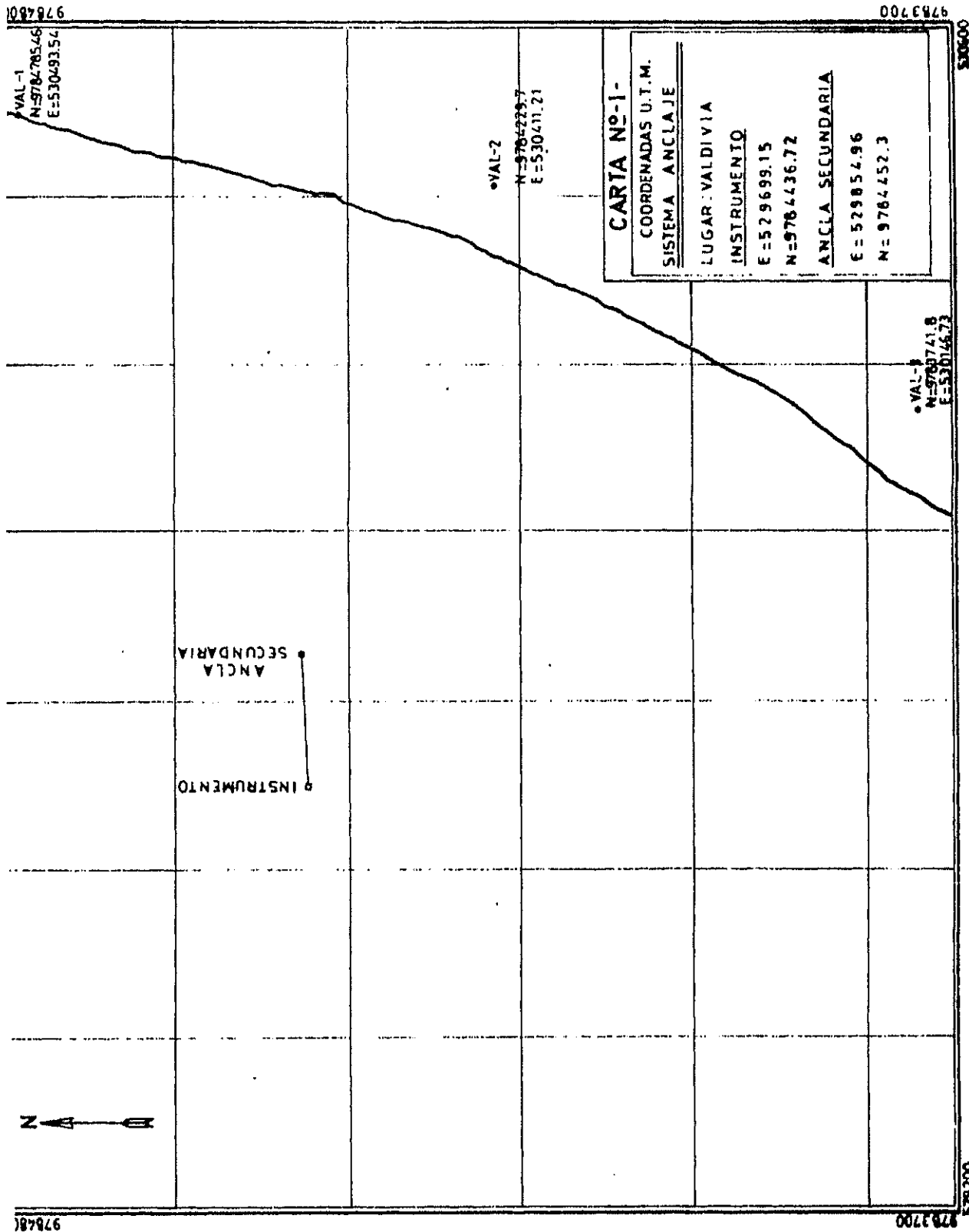
VERIL (m.)	MAGNITUD(cm/seg.)			DIRECCION(grado)			VEL. NORTE (cm/seg)			VEL. ESTE(cm/seg.)		
	TODOS	BAJA MAR	PLEA MAR	TODOS	BAJA MAR	PLEA MAR	TODOS	BAJA MAR	PLEA MAR	TODOS	BAJA MAR	PLEA MAR
9-7	6.7132	9.036	4.22	83.1	77.9	93.3	0.8266	55.8	0.245	6.3998	8.7014	4.195
7-5	5.7782	8.8033	3.7381	112.9	76.9	162.3	-0.2258	20.45	-2.3718	4.5115	8.3166	0.8854
5-3	6.18	8.905	3.57	91.2	76.5	165.63	0.2919	2.87	-2.9	5.8186	8.5	0.78
<3	6.6855	—	—	86.22	—	—	0.679	—	—	6.376	—	—
9-7	4.6419	5.12	4.4354	114.84	78.1	157.7	-0.5869	37.45	-3.02	3.539	4.6527	0.89
7-5	5.08	5.1485	4.44	101.7	71.3	164.1	-8.3110	2.0728	-3.451	3.093	5.4643	0.2211
5-3	3.5491	3.225	—	93.77	95.34	—	-0.0585	-0.2	—	2.768	3.815	—

FLOTADORES SUPERF.

FLOTAD. PROFUNDOS

riación de 30° entre los distintos veriles examinados. Los valores medios de la dirección para instantes de plea-mar permite visualizar por inspección un sentido de giro de la masa de agua desde el Este hacia el Sur, virando primero cerca de la costa que en los veriles más profundos, además, la parcela de agua subsuperficial gira primero que la capa superficial.

La velocidad Norte media superficial oscila sobre su eje dentro de un rango pequeño, que probablemente se debe a la presencia del fuerte flujo permanente hacia la costa. La velocidad Este media superficial, experimenta una reducción en su velocidad hasta el veril de 5 m., luego del que se incrementa probablemente por acción del oleaje. La velocidad Este de la capa subsuperficial disminuye su velocidad a medida que se acerca a la costa. La dirección para ambos niveles es siempre hacia el Este, evidenciando un flujo hacia la costa.



9784801
 VAL-1
 N=9764765.46
 E=530493.54

VAL-2
 N=9764229.7
 E=530411.21

9783700

CARTA Nº-1-
 COORDENADAS U.T.M.
 SISTEMA ANCLAJE
 LUGAR: VALDIVIA
 INSTRUMENTO
 E = 529699.15
 N = 9764436.72
 ANCLA SECUNDARIA
 E = 529854.96
 N = 9764452.3

ANCLA SECUNDARIA
 INSTRUMENTO

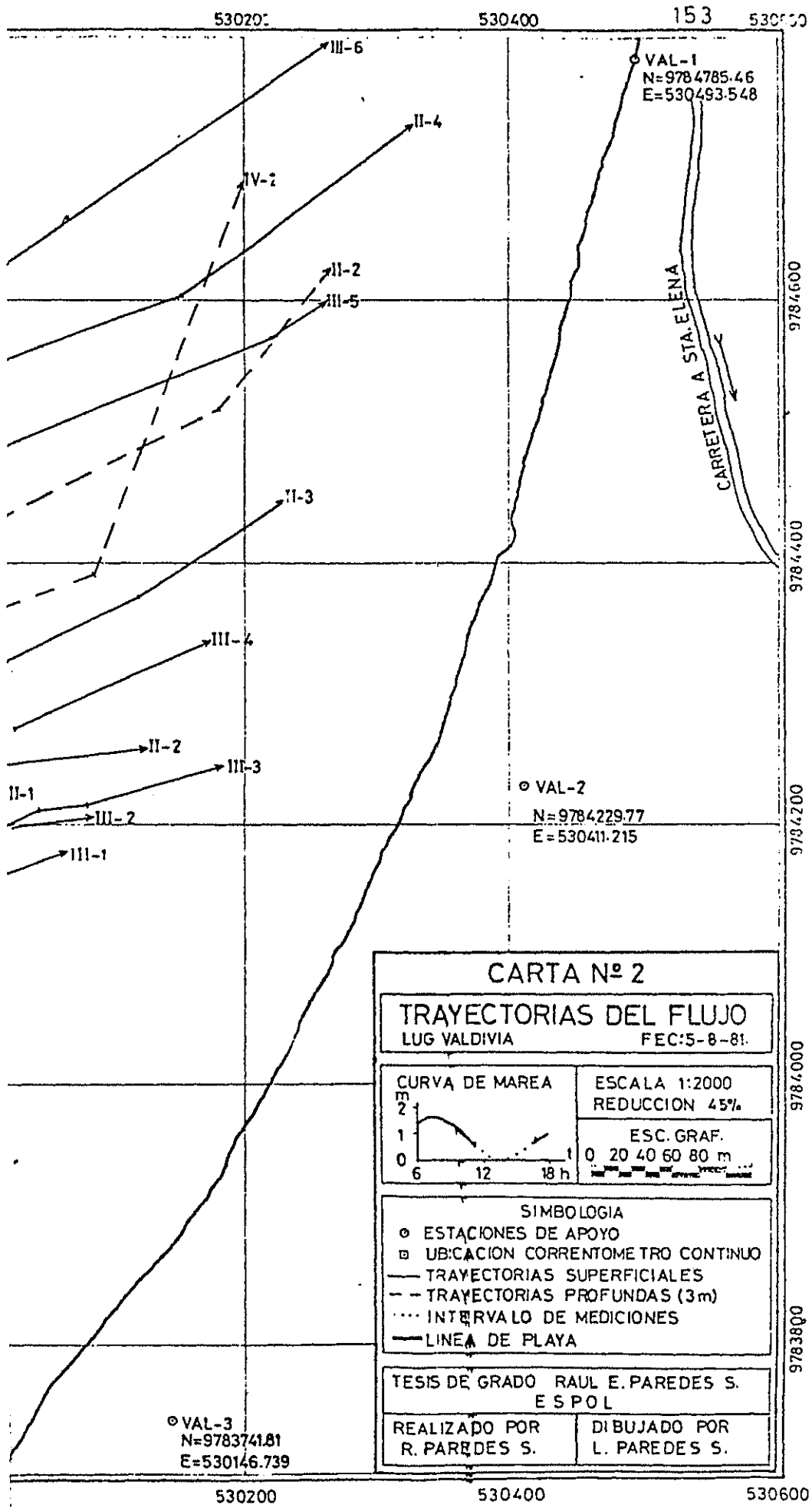


9784801

9783700

53060

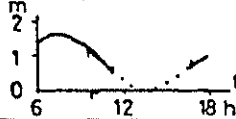
529200



CARTA Nº 2

TRAYECTORIAS DEL FLUJO
LUG VALDIVIA FEC: 5-8-81.

CURVA DE MAREA



ESCALA 1:2000
REDUCCION 45%.

ESC. GRAF.
0 20 40 60 80 m

SIMBOLOGIA

- ESTACIONES DE APOYO
- UBICACION CORRENTOMETRO CONTINUO
- TRAYECTORIAS SUPERFICIALES
- - - TRAYECTORIAS PROFUNDAS (3m)
- ... INTERVALO DE MEDICIONES
- LINEA DE PLAYA

TESIS DE GRADO RAUL E. PAREDES S.
E SPOL

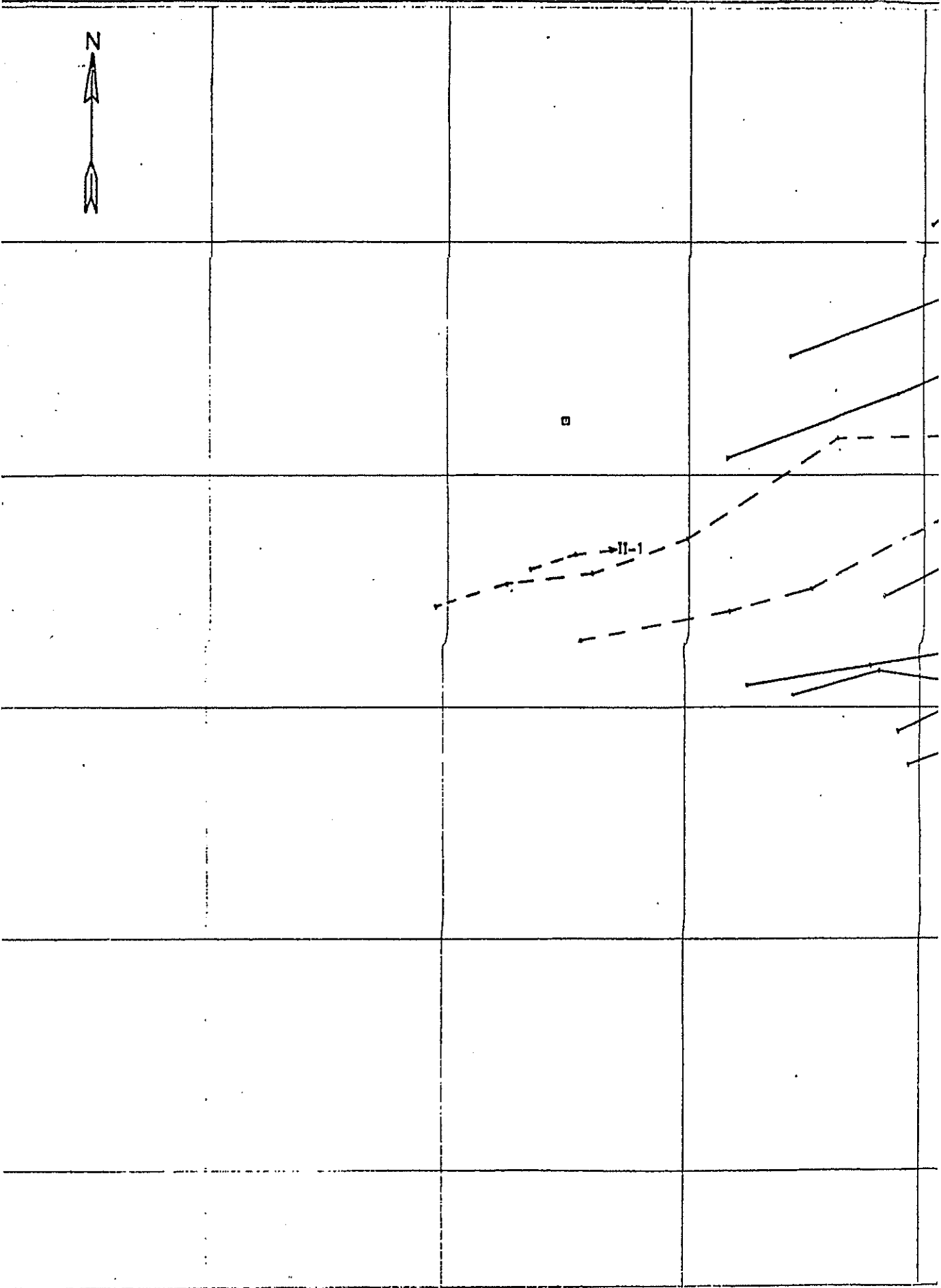
REALIZADO POR
R. PAREDES S.

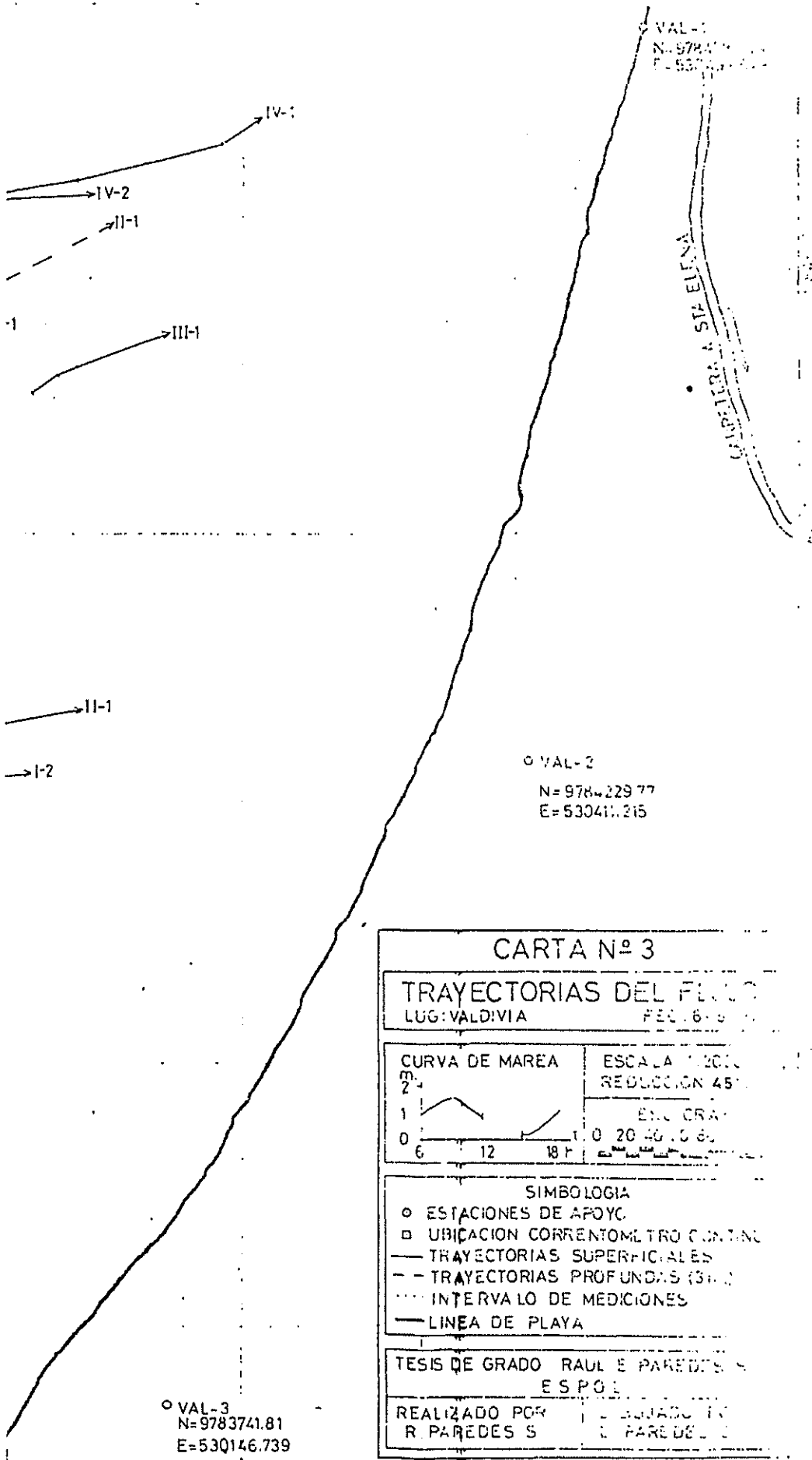
DIBUJADO POR
L. PAREDES S.



□

→ II-1





CARTA Nº 3

TRAYECTORIAS DEL FLUJO
LUG: VALDIVIA FECH: 6-9-77

<p>CURVA DE MAREA</p> <p>m. 2 1 0</p> <p>6 12 18 h</p>	<p>ESCALA 1:2000 REDUCCION 45%</p> <p>ENC. CRAY 0 20 40 60</p>
---	--

SIMBOLOGIA

- ESTACIONES DE APOYO
- UBICACION CORRENTOMETRO CONTIN.
- TRAYECTORIAS SUPERFICIALES
- - TRAYECTORIAS PROFUNDAS (3m.)
- ... INTERVALO DE MEDICIONES
- LINEA DE PLAYA

TESIS DE GRADO RAUL E. PAREDES S.
E. SPOE

REALIZADO POR R. PAREDES S.	E. SPOE R. PAREDES S.
--------------------------------	--------------------------

○ VAL-3
N=9783741.81
E=530146.739

○ VAL-2
N=9784229.77
E=530411.215

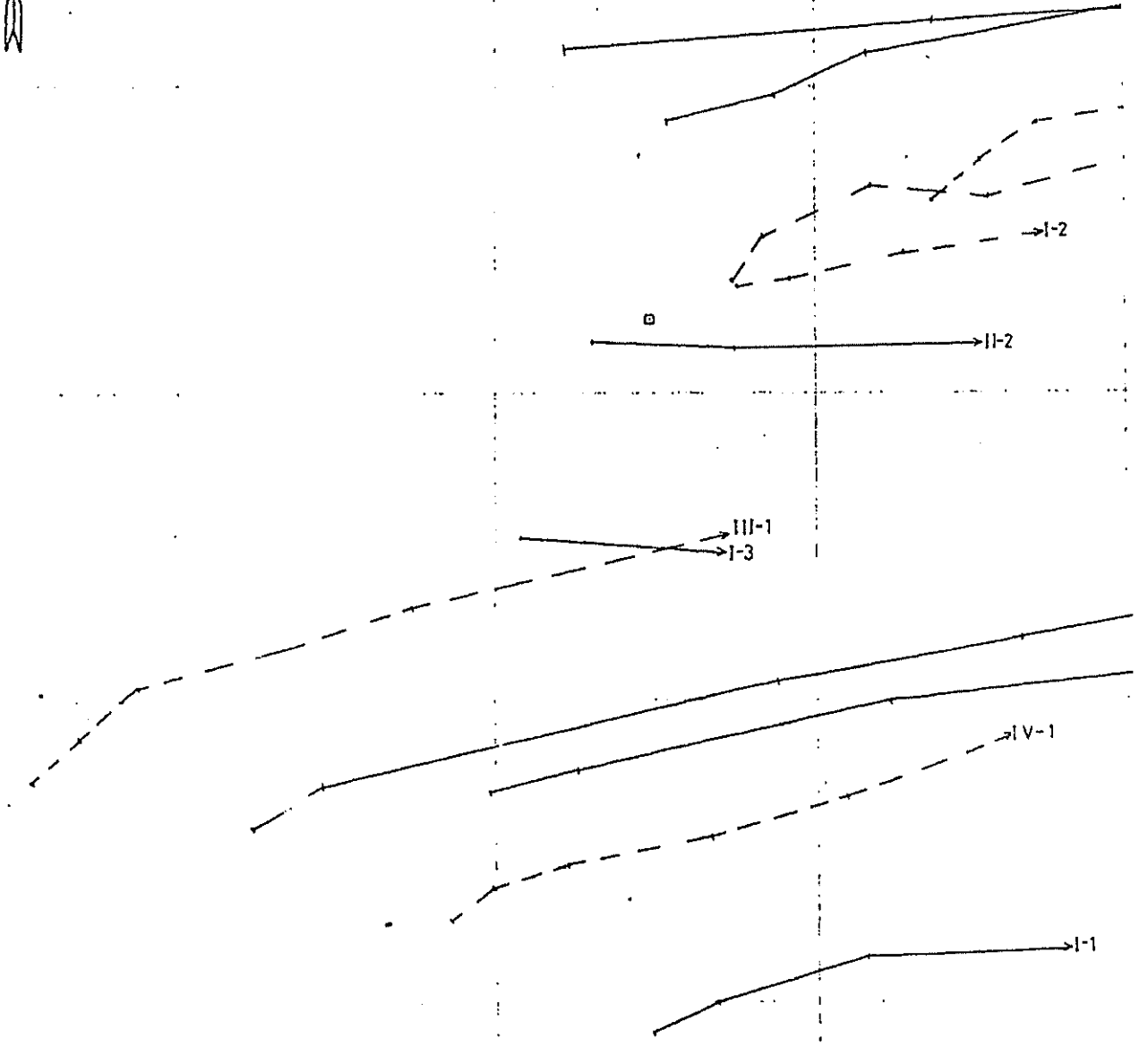
○ VAL-1
N=9784229.77
E=530411.215

529400

529600

529800

530



529400

529600

529800

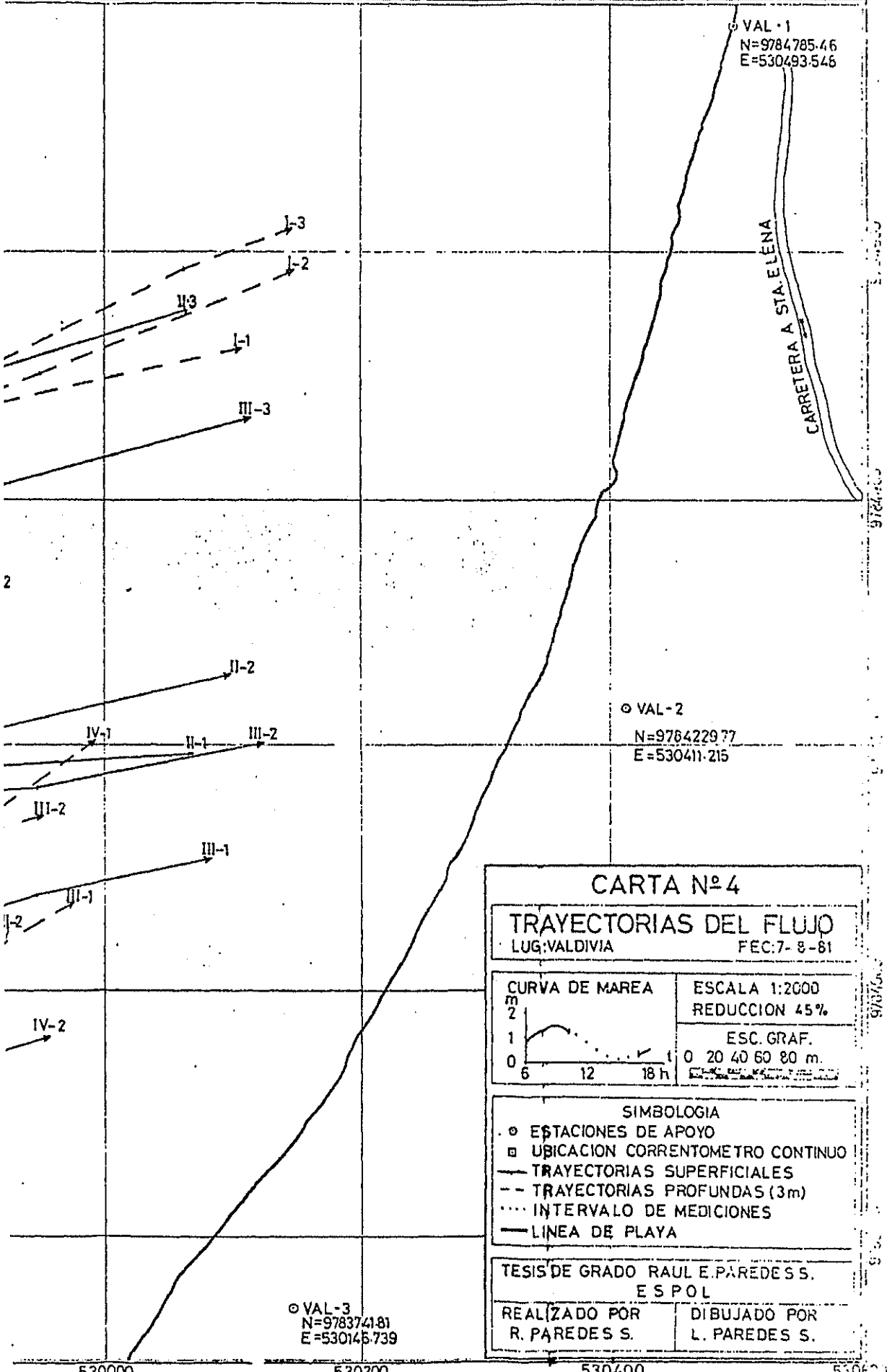
5300

530000

530200

530400

530600



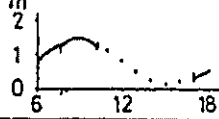
CARTA Nº 4

TRAYECTORIAS DEL FLUJO

LUG: VALDIVIA

FEC: 7-8-81

CURVA DE MAREA



ESCALA 1:2000

REDUCCION 45%

ESC. GRAF.

0 20 40 60 80 m.

SIMBOLOGIA

- ESTACIONES DE APOYO
- UBICACION CORRENTOMETRO CONTINUO
- TRAYECTORIAS SUPERFICIALES
- - TRAYECTORIAS PROFUNDAS (3m)
- INTERVALO DE MEDICIONES
- LINEA DE PLAYA

TESIS DE GRADO RAUL E. PAREDES S.
E. SPOL

REALIZADO POR
R. PAREDES S.

DIBUJADO POR
L. PAREDES S.

530000

530200

530400

530600

200

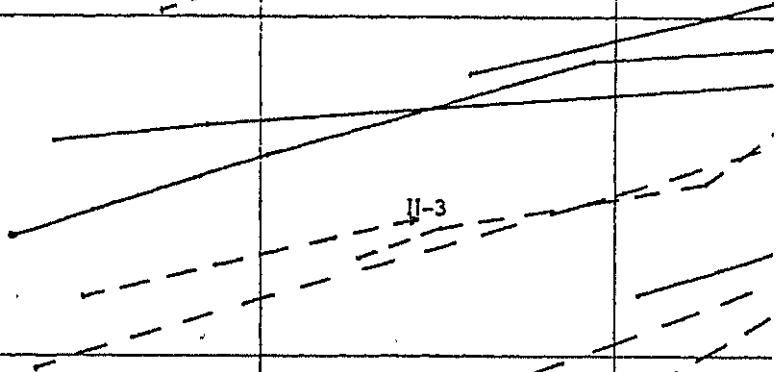
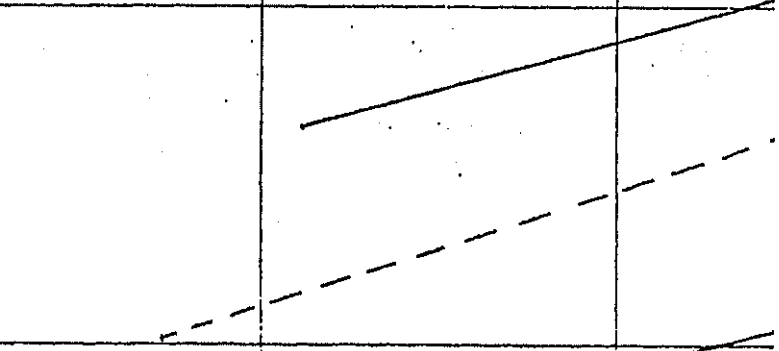
529400

529600

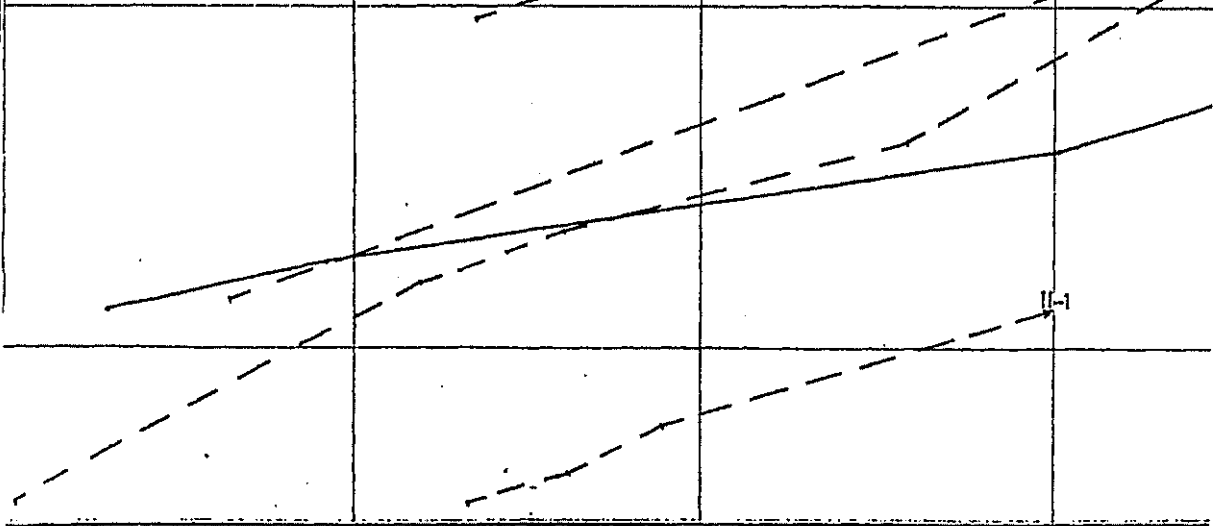
529800



IV-3



II-3



II-1

00

529400

529600

529800

530200

530400

156

530600

VAL-1
N=9784765.46
E=530493.548

CARRETERA A STA. ELENA

9784600

9784400

VAL-2
N=9784229.77
E=530411.215

9784200

9784000

9783800

I-1
III-2

IV-1

III-1

VAL-3
N=9783741.81
E=530146.739

530200

530400

530600

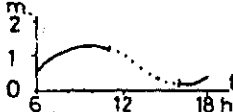
CARTA N° 5

TRAYECTORIAS DEL FLUJO

LUG: VALDIVIA

FEC: 8-8-81

CURVA DE MAREA



ESCALA 1:2000
REDUCCION 45%

ESC. GRAF.
0 20 40 60 80 m.

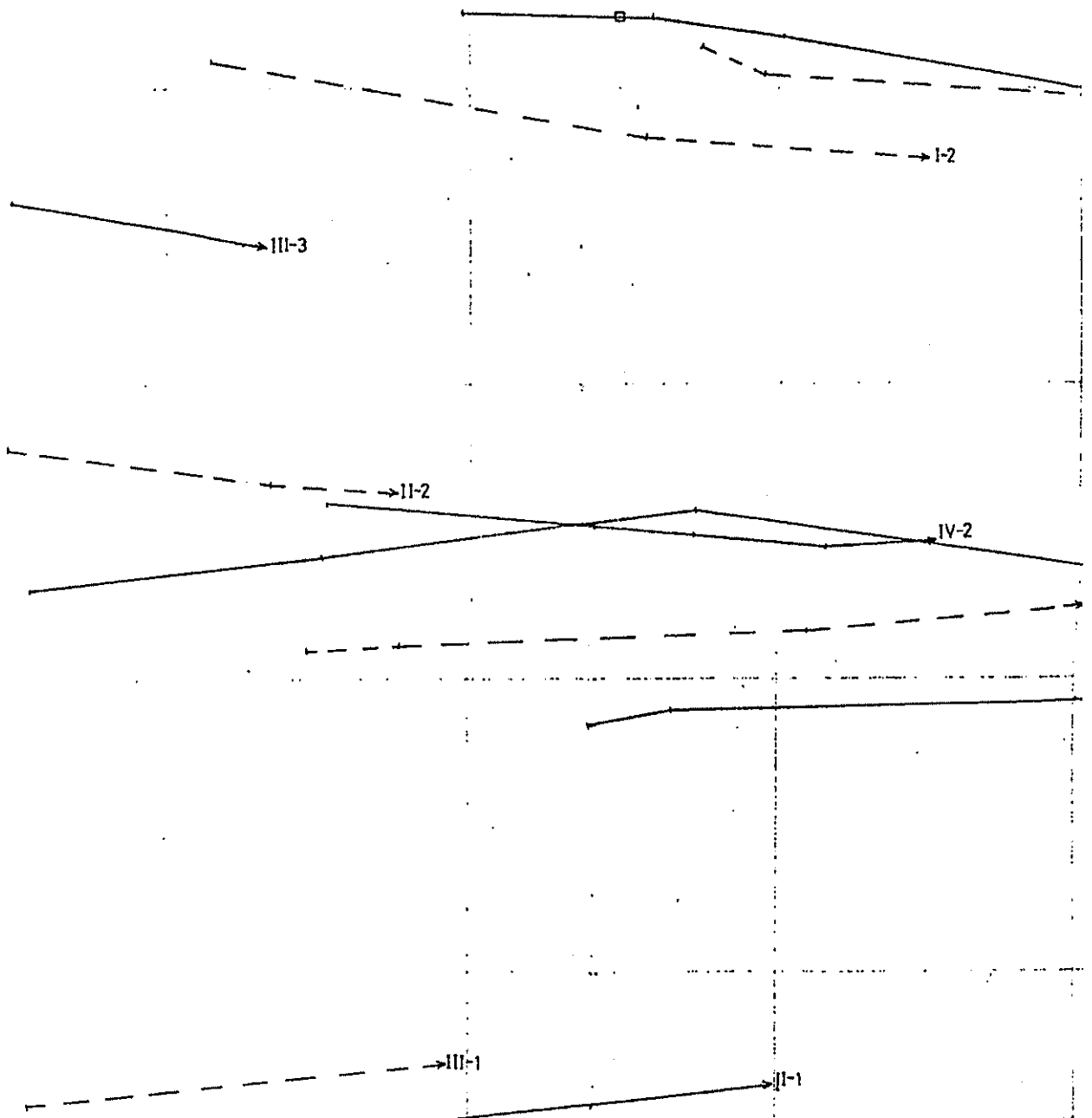
SIMBOLOGIA

- ESTACIONES DE APOYO
- UBICACION CORRENTOMETRO CONTINUO
- TRAYECTORIAS SUPERFICIALES
- - TRAYECTORIAS PROFUNDAS (3m.)
- ... INTERVALO DE MEDICIONES
- LINEA DE PLAYA

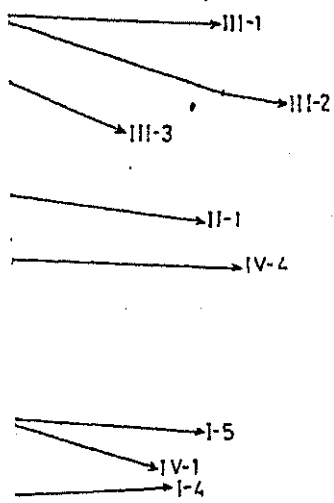
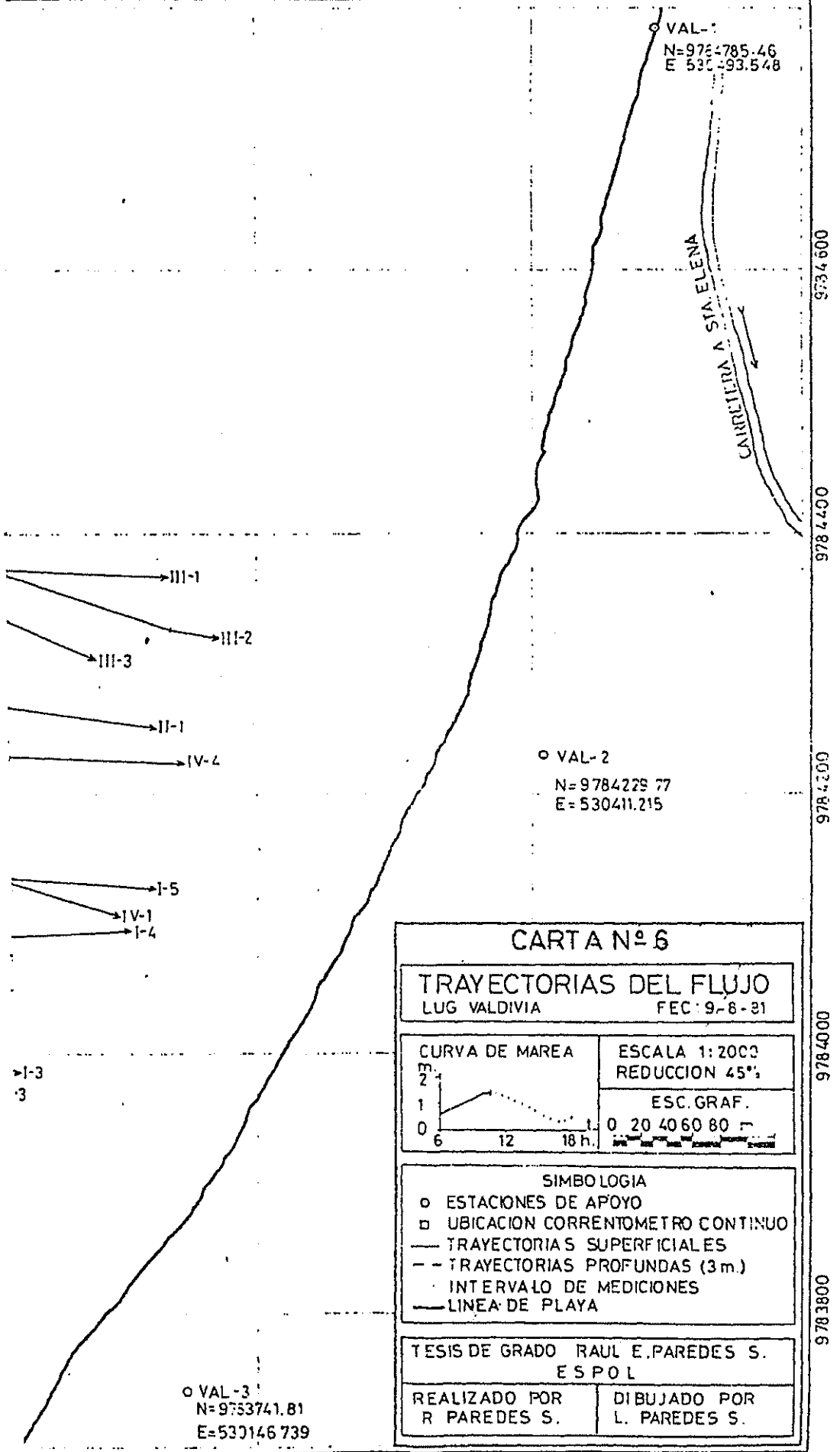
TESIS DE GRADO RAUL E. PAREDES S.
E S P O L

REALIZADO POR
R. PAREDES S.

DIBUJADO POR
L. PAREDES S.



30 530200 530400 157 530600

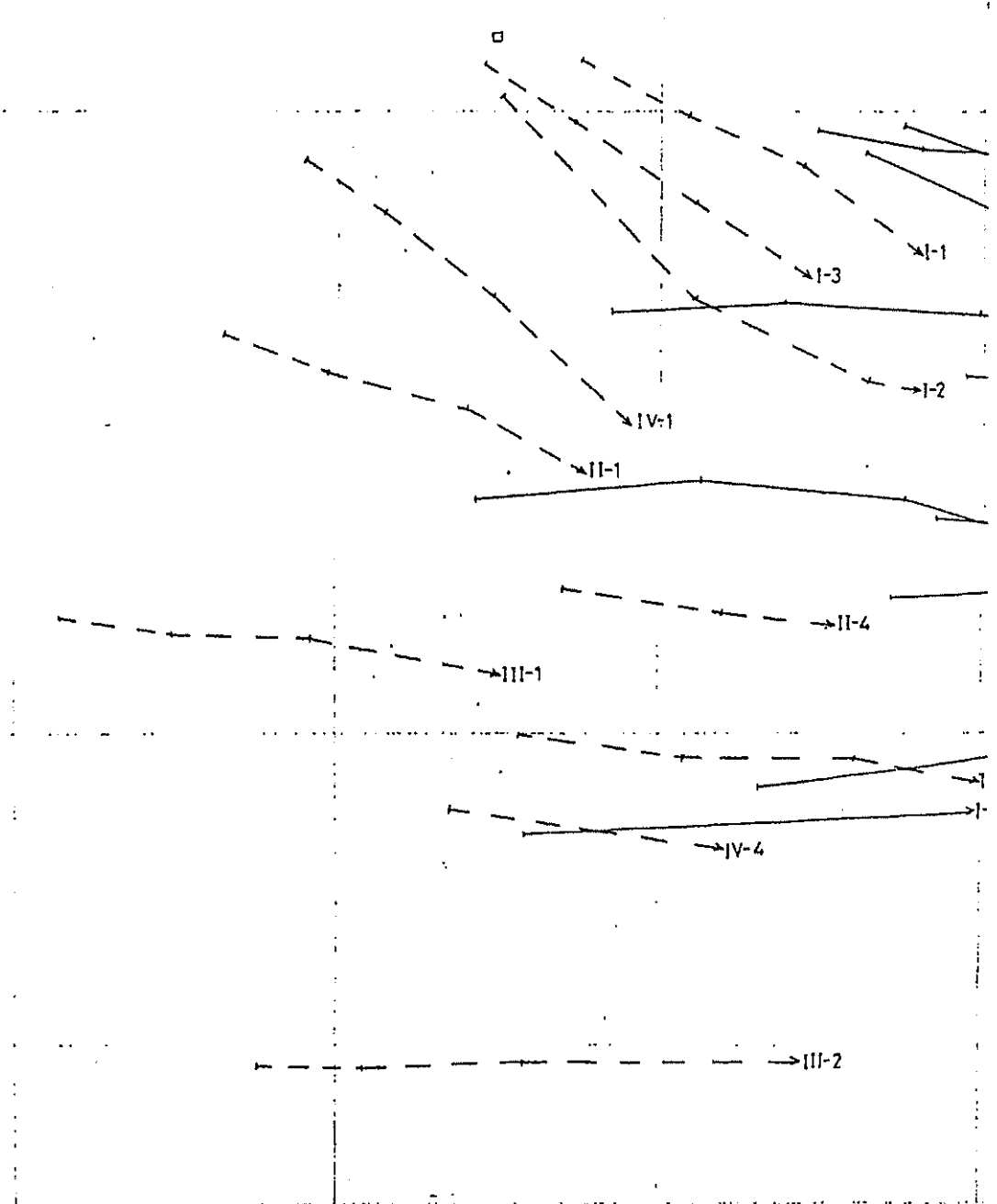


>I-3
3

o VAL-3
N=9783741.81
E=530146.739

CARTA N° 6	
TRAYECTORIAS DEL FLUJO	
LUG VALDIVIA FEC: 9-8-81	
<p>CURVA DE MAREA</p>	<p>ESCALA 1:2000 REDUCCION 45%</p> <p>ESC. GRAF. 0 20 40 60 80 m</p>
<p>SIMBOLOGIA</p> <ul style="list-style-type: none"> o ESTACIONES DE APOYO □ UBICACION CORRENTOMETRO CONTINUO — TRAYECTORIAS SUPERFICIALES - - TRAYECTORIAS PROFUNDAS (3m.) · INTERVALO DE MEDICIONES — LINEA DE PLAYA 	
<p>TESIS DE GRADO RAUL E. PAREDES S. ESPOL</p>	
<p>REALIZADO POR R. PAREDES S.</p>	<p>DIBUJADO POR L. PAREDES S.</p>

0 530200 530400 530600



530200

530400

158

530600

VAL-1
N=9784785.46
E=530493.548

CARRETERA A STA. ELENA

9784600

9784400

VAL-2
N=9784229.77
E=530411.215

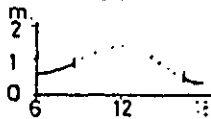
9784200

II-3

CARTA N° 7

TRAYECTORIAS DEL FLUJO LUG. VALDIVIA FEC: 10-8-81

CURVA DE MAREA



ESCALA 1:2000
REDUCCION 45%

ESC. GRAF.
0 20 40 60 80 m.

SIMBOLOGIA

- ESTACIONES DE APOYO
- UBICACION COERENTOMETRO CONTINUO
- TRAYECTORIAS SUPERFICIALES
- - TRAYECTORIAS PROFUNDAS (3 m.)
- ... INTERVALO DE MEDICIONES
- LINEA DE PLAYA

TESIS DE GRADO PAUL E. PAREDES. S.
E. S. P. O. L.

REALIZADO POR
R. PAREDES S.

DIBUJADO POR
L. PAREDES S.

9784000

9783800

VAL-3
N=9783741.81
E=530146.739

530200

530400

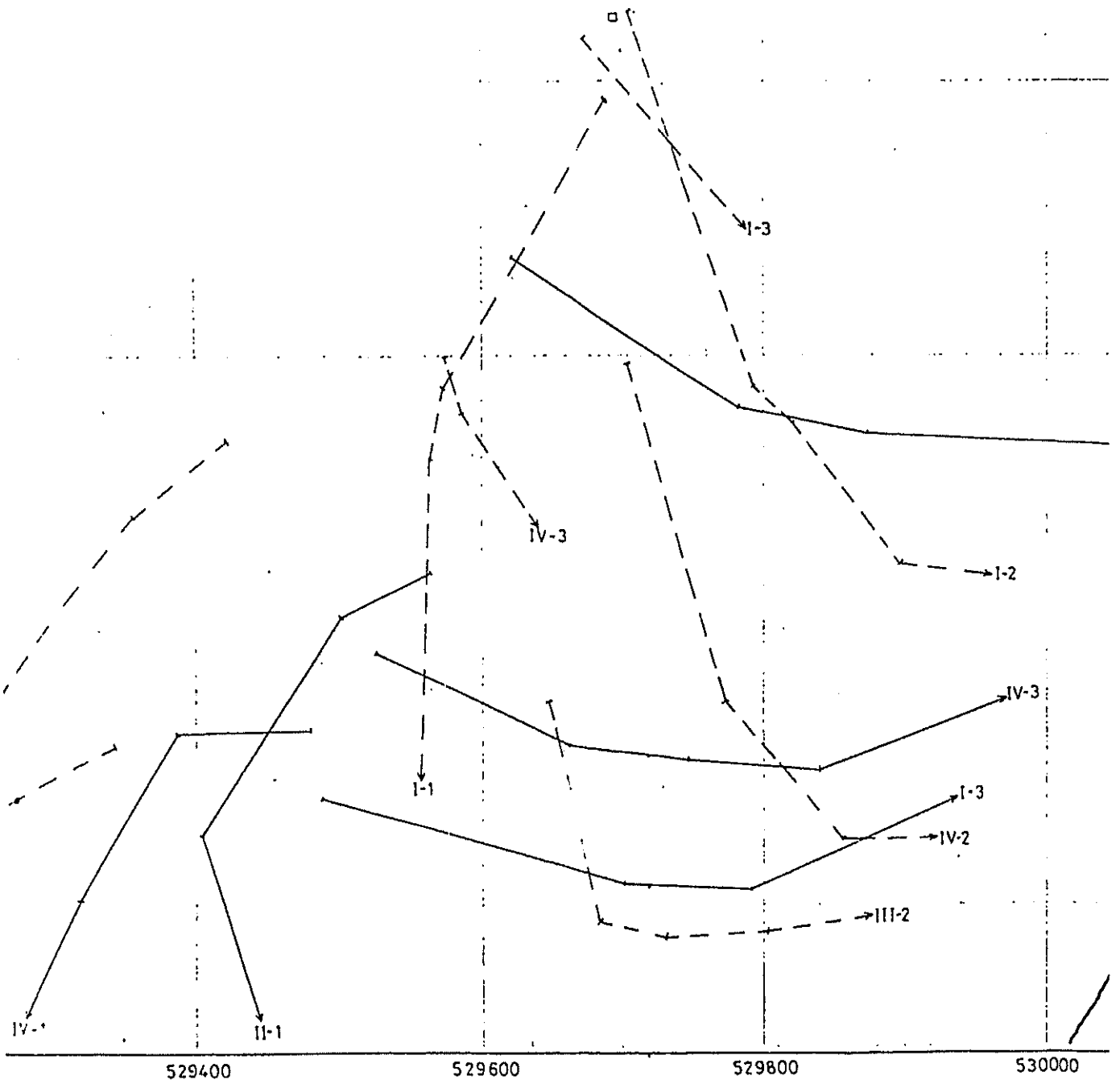
530600

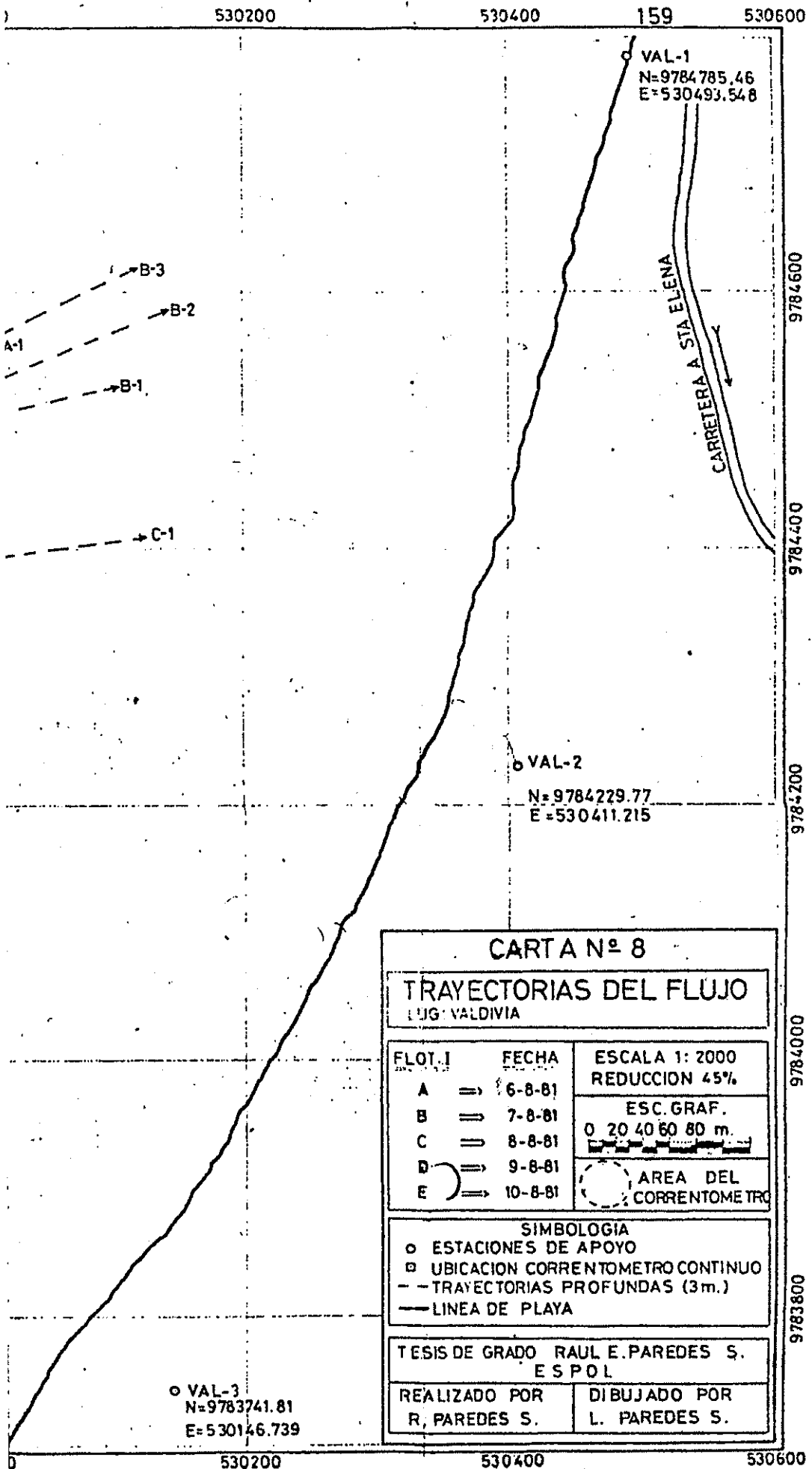
529400

529600

529800

530000





CARTA Nº 8

TRAYECTORIAS DEL FLUJO
LUG: VALDIVIA

FLOT. I	FECHA	ESCALA 1: 2000 REDUCCION 45%
A ⇒	6-8-81	ESC. GRAF. 0 20 40 60 80 m.
B ⇒	7-8-81	
C ⇒	8-8-81	
D ⇒	9-8-81	
E ⇒	10-8-81	

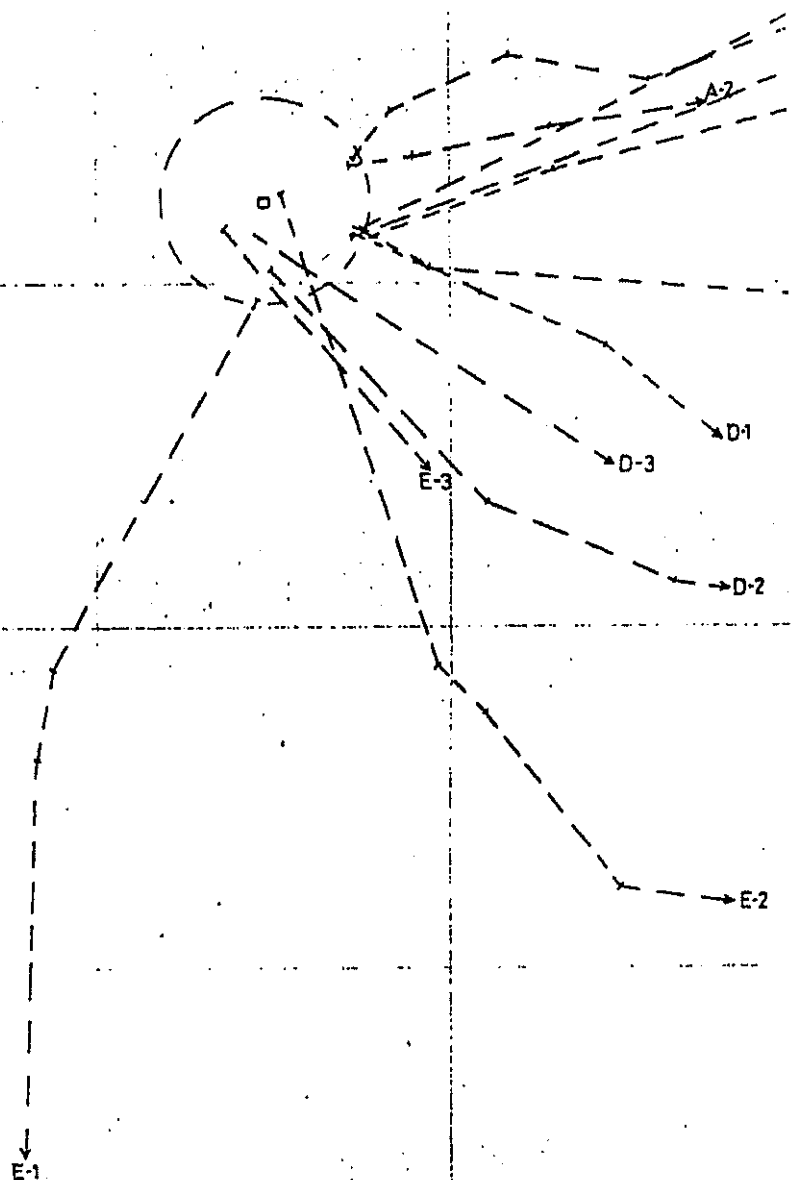
AREA DEL
CORRENTOMETRO

- SIMBOLOGIA**
- ESTACIONES DE APOYO
 - UBICACION CORRENTOMETRO CONTINUO
 - - - TRAYECTORIAS PROFUNDAS (3m.)
 - LINEA DE PLAYA

TESIS DE GRADO RAUL E. PAREDES S.
E SPOL

REALIZADO POR
R. PAREDES S.

DIBUJADO POR
L. PAREDES S.



✓ CONCLUSIONES

- 1.- Se concluye que el movimiento de agua en el área de estudio para las fechas de mediciones fue afectado principalmente por movimientos oceánicos, apoyado por el arrastre del viento y las variaciones pequeñas de marea. Así mismo los efectos del fondo disminuyen la velocidad del agua conforme esta se acercaba hacia la costa; igualmente la posible acción del oleaje se muestra representativa a partir de la isóbata de 5 m..
- 2.- La acción de las fuerzas astronómicas principales ejercen una influencia en el ascenso y descenso del nivel de agua con estimados de frecuencia de un 80% de la varianza total; sin embargo esto contribuyó aproximadamente en un porcentaje menor al 10% a la intensidad de la corriente.
- 3.- Existió cierta dependencia directa (relación) entre las fuerzas de marea y las corrientes de marea, siendo mayor la velocidad de la constituyente semidiurna en mareas de sicigia que en cuadratura, (ver figuras 27 a 30).
- 4.- Existió un cambio rotacional en la dirección de la constituyente semidiurna de corriente de marea y un cambio cíclico en la velocidad durante un período de marea.

- 5.- El tratamiento matemático desarrollado para determinar las elipses de marea está acorde con la realidad, puesto que la máxima diferencia de la aproximación en series de Fourier es del orden de los tres milésimos de nudos (ver anexo 5).
- 6.- Los datos graficados como series de tiempo permitieron visualizar variaciones semidiurnas y probablemente variaciones estacionales. Generalmente estas variaciones sólo son posibles de ser apreciadas a pequeñas profundidades.
- 7.- El instrumento no respondió a oscilaciones menores a una hora, puesto que este sólo registró (cada media hora) valores durante 6.5 minutos que en la digitación fueron definidos como mínima frecuencia de observación de un ciclo por hora. En consecuencia las variaciones menores a este período aparecerían plegadas (enmascaradas) a la frecuencia mínima. Sin embargo las oscilaciones de corto período fueron pequeñas, por lo que al aplicar el filtro de suavizamiento se despreció tales variaciones.
- 8.- El operador de filtrado pasa-bajo descrito en la ecuación 3.1.20 puede ser considerado también como un filtro de suavizamiento, dependiendo del límite n que se tome (para $\Delta t = 1$ h.); este influye directamente en el espectro (ver ecuación 3.1.18) como lo indican las figuras 18a y 18b.

- 9.- Se podría utilizar técnicas de filtrado para determinar el nivel medio del mar (nivel diario que no está perturbado por la marea), desechando procedimientos no tan confiables como el promedio que se obtiene de 24 observaciones horarias de altura de marea muestreadas cada día.
- 10.- Las observaciones de la dirección de corriente presentaron en forma esporádica variaciones no concordantes con los movimientos cíclicos normales de la curva (semidiurno), ocasionando una señal - difícil de examinar. Este hecho probablemente concuerde con "reportes del fabricante sobre desperfectos en el diseño del potenciómetro" (7), por lo que se sugiere que en lo posible en futuras adquisiciones de instrumentos se desarrolle un escogitamiento adecuado. Sin embargo tales irregularidades fueron disminuídas mediante el filtrado de suavizamiento aplicado a la serie temporal como lo indica la figura 20b.



RECOMENDACIONES

- 1.- El aporte de esta tesis en el establecimiento de métodos de análisis y determinación de corrientes (de mediciones directas), debería ser continuado. Por lo que se recomienda la realización de un estudio de corrientes en Valdivia, que sea representativo de las condiciones oceanográficas en la estación húmeda (diciembre - mayo).
- 2.- Puesto que mediante la realización de estudios prácticos/teóricos (como los desarrollados en esta tesis), se logra incrementar nuestro avance tecnológico oceanográfico, se recomienda que la Facultad de I.M.C.M., coadyuve en esta intención, mediante la realización de proyectos de investigación en oceanografía física.
- 3.- Debido a que en el desarrollo científico de la oceanografía, está inmersa la infraestructura técnica, se recomienda la adquisición de equipos más sofisticados de oceanografía física, que permitan ampliar las áreas de acción de la investigación oceanográfica en nuestro país.
- 4.- El Ecuador además de ser un país agrícola, es pesquero y, el crecimiento de la industria del camarón (en cautiverio) y otras afines, constituyen una de las principales fuentes de divisas. Ante la posibilidad de explotación de recursos hidrocarburíferos en aguas continentales, resulta necesario mantener un enfoque global de preser-

vación del ambiente, dando un margen de seguridad al desarrollo integral de los recursos hidrocarburíferos y bioacuáticos; que deberán coexistir sin afectarse.

Dentro de este contexto, el comportamiento de un contaminante (petróleo) en el medio marino obedece a movimientos producidos por: Corrientes, vientos y mareas. Y puesto que, esta tesis desarrolló métodos de análisis para tales parámetros, se recomienda una participación objetiva de la ESPOL en la realización de estudios oceanográficos físicos, en áreas críticas susceptibles a riesgo ecológico, económico y social.

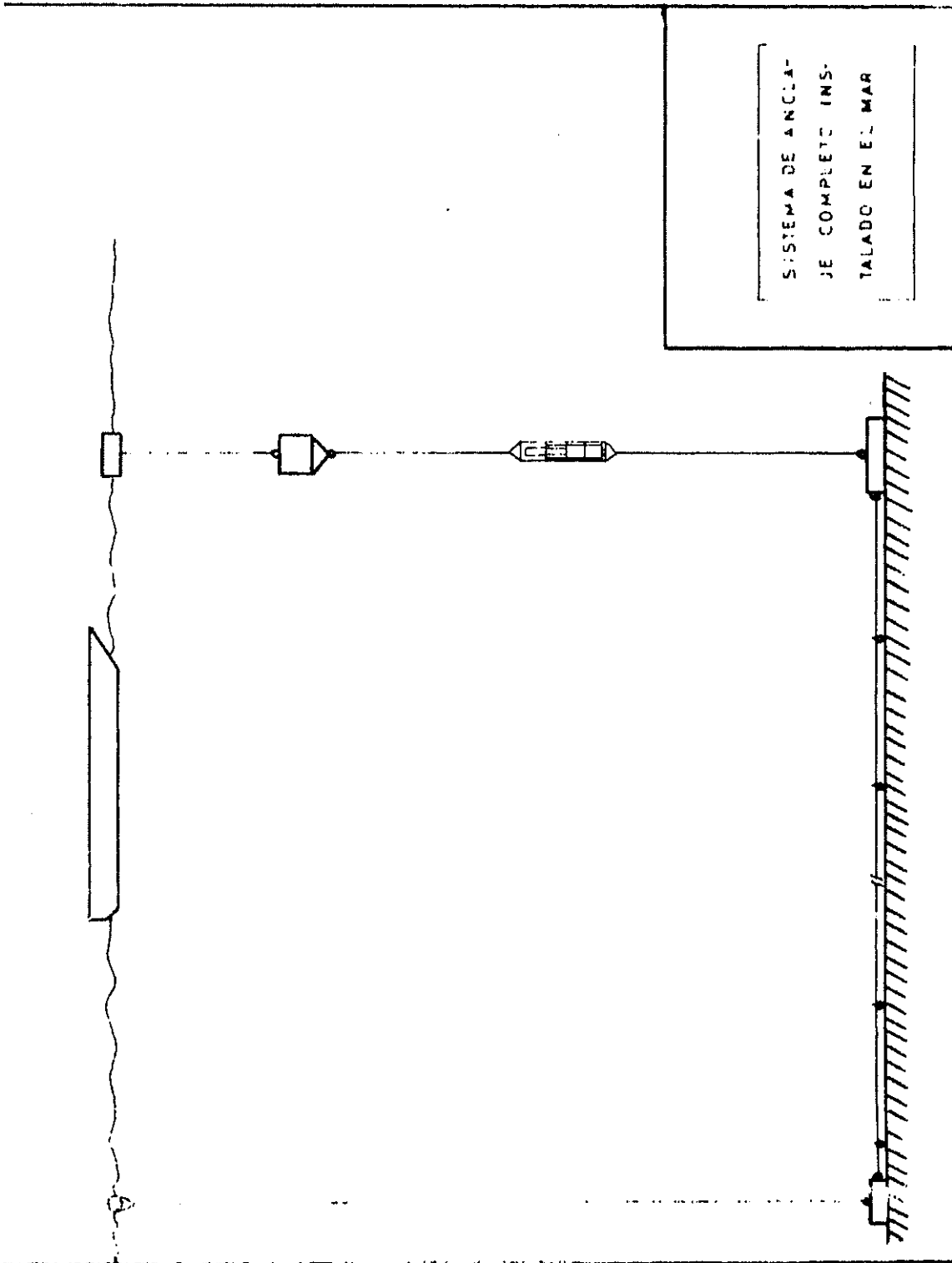


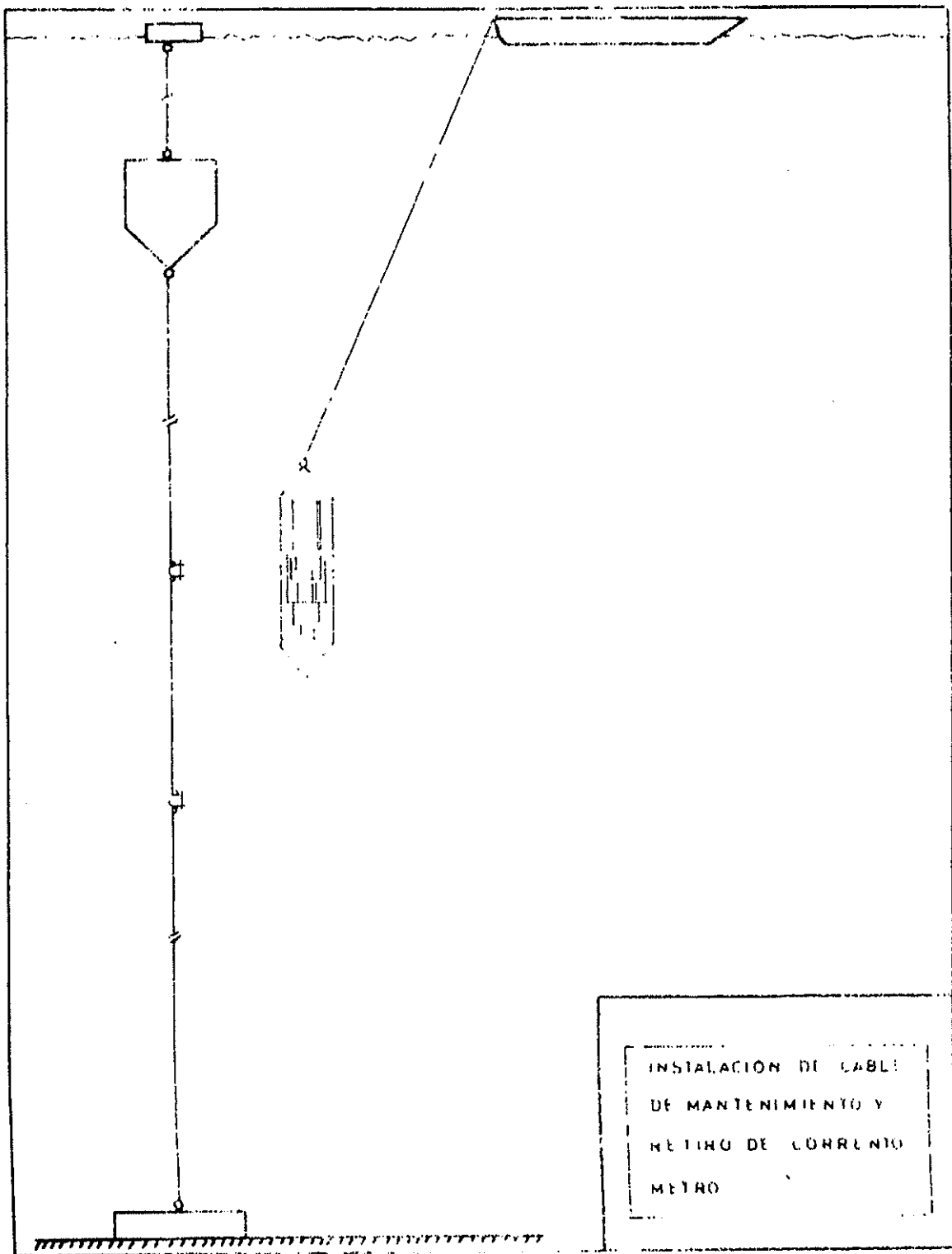
A N E X O S

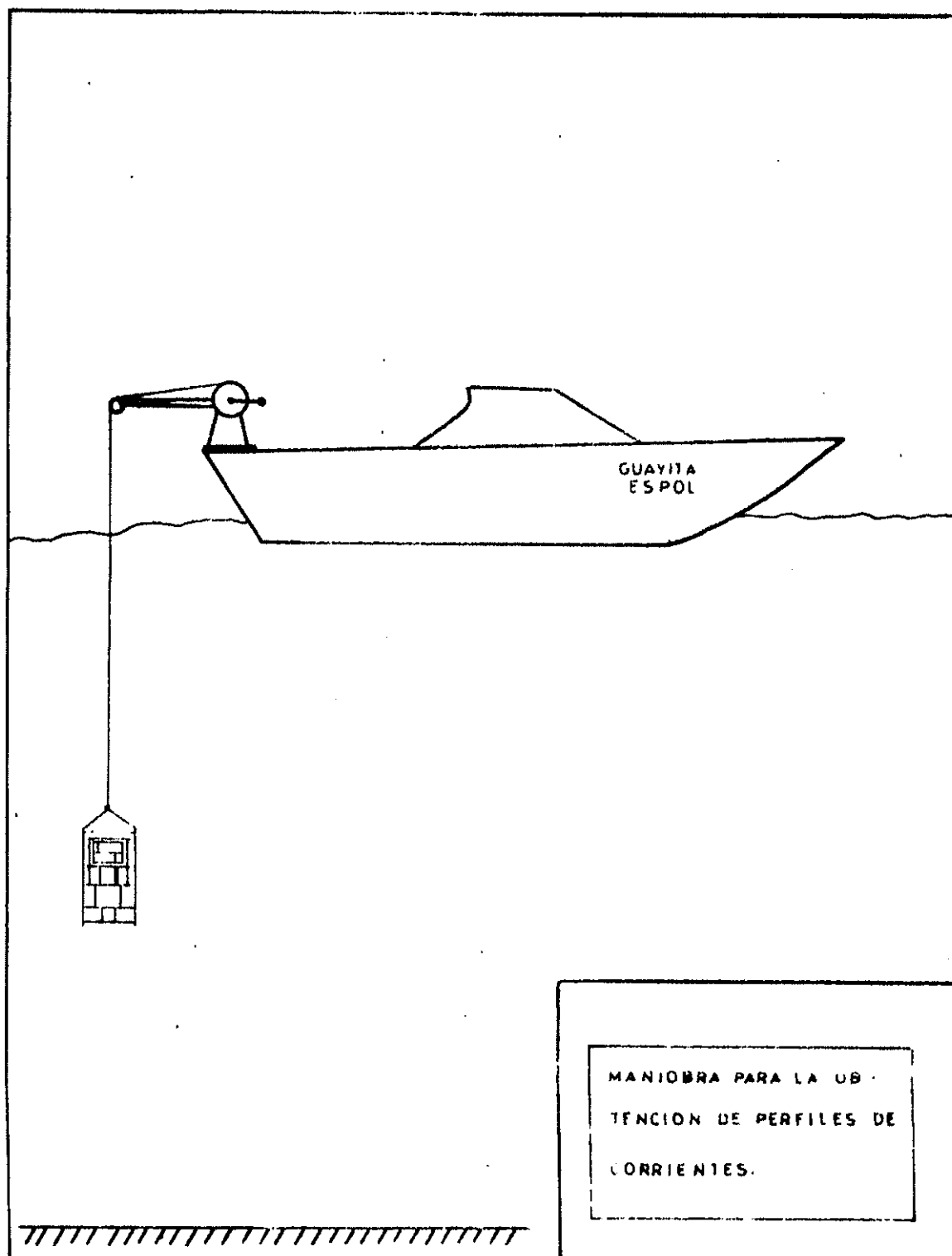
A N E X O 1

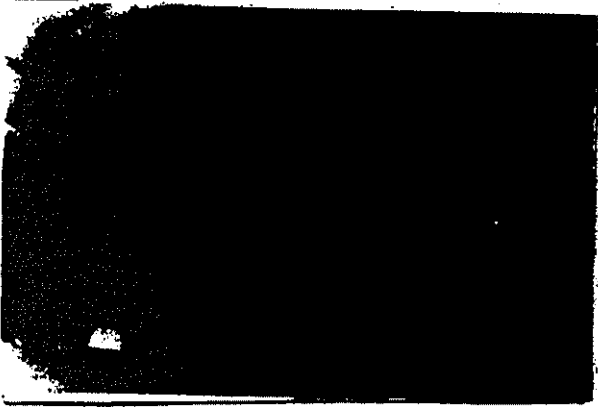
MANIOBRAS: INSTALACION Y MANTENIMIENTO

DEL SISTEMA DE ANCLAJE



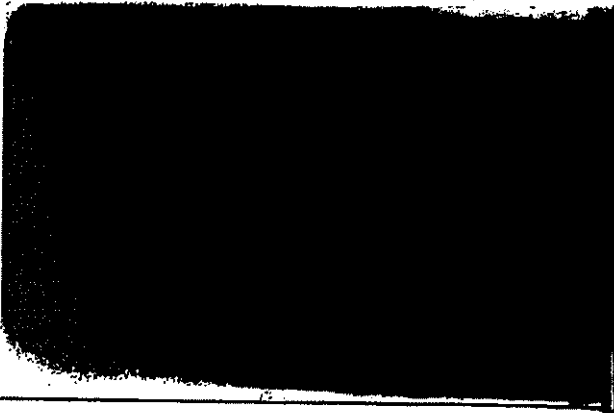






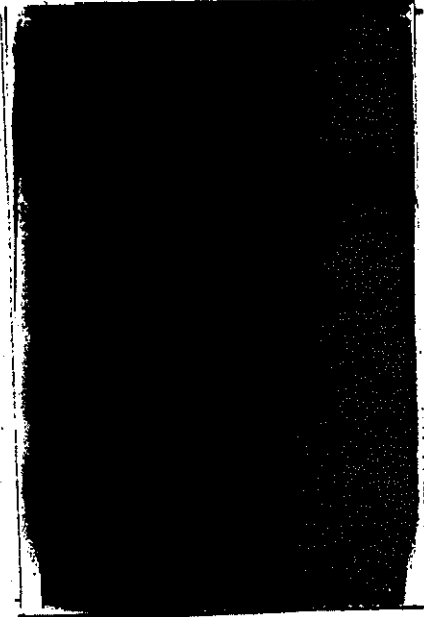
INSTALACION DEL CORRENTOMETRO

(LUEGO DE MANTENIMIENTO)



RECUPERACION DEL CORRENTOMETRO CONTINUO

(MANTENIMIENTO : BATERIAS Y REGISTRO)



VISION PARCIAL DEL SISTEMA DE ANCLAJE

A N E X O 2

TABLAS DE VALORES INTERPOLADOS CADA

MEDIA HORA (FLOTADOR I PROFUNDO)



COORDENADAS UTM DE POSICION DE FLOTADORES

=====

R : VALDIVIA FECHA : 6/VIII/1981 FLOTADOR : I PROFUNDO
 CORRIDAS EN EL DIA = 2

	ANGULO 1	ANGULO 2	U.T.M.NORTE	U.T.M.ESTE
8	48.7638889	313	9784471.48	529748.606
6	50.0972222	315.083334	9784499.51	529768.389
1	50.6388889	320	9784532.35	529833.452
5	46.8388889	324.85	9784517.47	529913.022
5	45.8	332.583334	9784555.11	530017.419
7	48.5027778	312.666667	9784466.34	529745.928
1	47.8833334	315.333334	9784473.97	529785.123
1	46.6516667	320.5	9784489.53	529857.946
8	46.1	322	9784492.22	529879.261
1	44.3416667	327	9784504.12	529947.913

INTER.	MAGNITUD CM./SEG.	DIRECCION GRADOS	U.T.M.NORTE	U.T.M.ESTE
	4.85873682	63.2181298	9784504.76	529778.799
	3.0662042	100.588871	9784529.31	529849.728
	3.0662042	100.588871	9784519.17	529903.98
	6.1651541	70.1768818	9784548.83	530000.019
	4.13701424	77.9400628	9784478.64	529806.97
	3.51899195	80.1675253	9784492.95	529883.421
	3.51899195	80.1675253	9784503.76	529945.833

INTER.	MAGNITUD CM./SEG.	DIRECCION GRADOS	VELOC.NORTE CM./SEG.	VELOC.ESTE CM./SEG.
	4.85873682	63.2181298	2.18932292	4.33753255
	3.0662042	100.588871	-.563446969	3.01399
	3.0662042	100.588871	-.563446969	3.01399
	6.1651541	70.1768818	2.09071181	5.79983182
	4.13701424	77.9400628	.864366319	4.04570855
	3.51899195	80.1675253	.600931187	3.46730242
	3.51899195	80.1675253	.600931187	3.46730242

COÓRDENADAS UTM DE POSICION DE FLOTADORES

=====

BAR : VALDIVIA FECHA : 8/VIII/1981 FLOTADOR : I PROFUNDO
DE CORRIDAS EN EL DIA = 2

RA	ANGULO 1	ANGULO 2	U.T.M.NORTE	U.T.M.ESTE
43	78.0833334	301.45	9784426.09	529750.201
05	77.75	303.566667	9784409.78	529791.94
3	83.5	319.35	9784393.14	530006.01
04	89.5	325.916667	9784404.81	530081.433
26	93.4833334	329.766667	9784408.93	530126.059
32	72.3333334	284.980556	9784415.85	529434.913
12	72.5	296.888889	9784364.28	529716.467
	74.5	309.333334	9784347.53	529899.441

ENTER.	MAGNITUD CM./SEG.	DIRECCION GRADOS	U.T.M.NORTE	U.T.M.ESTE
	3.39481416	111.342198	9784413.48	529782.454
3	4.21011986	94.4449138	9784404.88	529854.902
	4.21011986	94.4449138	9784399.01	529930.456
3	4.21011986	94.4449138	9784393.14	530006.01
	3.74120194	81.2060695	9784403.43	530072.56
	4.7706237	100.378647	9784401.42	529513.748
3	4.7706237	100.378647	9784385.94	529598.214
	4.7706237	100.378647	9784370.47	529682.68
3	6.37988713	95.2340747	9784358	529785.082
	6.37988713	95.2340747	9784347.53	529899.441

ENTER.	MAGNITUD CM./SEG.	DIRECCION GRADOS	VELOC.NORTE CM./SEG.	VELOC.ESTE CM./SEG.
	3.39481416	111.342198	-1.23549953	3.1620095
3	4.21011986	94.4449138	-.326286765	4.19745711
	4.21011986	94.4449138	-.326286765	4.19745711
3	4.21011986	94.4449138	-.326286765	4.19745711
	3.74120194	81.2060695	.571959252	3.69722254
	4.7706237	100.378647	-.859440104	4.69256999
3	4.7706237	100.378647	-.859440104	4.69256999
	4.7706237	100.378647	-.859440104	4.69256999
3	6.37988713	95.2340747	-.582004123	6.35328505
	6.37988713	95.2340747	-.582004123	6.35328505

COORDENADAS UTM DE POSICION DE FLOTADORES

=====

AR : VALDIVIA FECHA : 9/VIII/1981 FLOTADOR : I PROFUNDO
 E CORRIDAS EN EL DIA = 3

	ANGULO 1	ANGULO 2	U.T.M.NORTE	U.T.M.ESTE
	-----	-----	-----	-----
9	78.425	301.683333	9784429.93	529751.711
2	77.2333333	304.833334	9784396.62	529817.277
5	75.875	308.966667	9784363.38	529888.318
2	71.5611111	313.133333	9784309.9	529957.664
4	75.6916667	297.833334	9784408.59	529701.904
2	66.375	300.4	9784279.61	529821.779
1	61.1833334	307.25	9784226.74	529927.863
6	60.5333333	310	9784221.78	529957.267
9	76.9916667	298	9784428.72	529691.354
3	75.3416667	300.1	9784392.43	529748.938
8	72.1666667	303	9784340.46	529821.125
6	68.7944445	306.7	9784296.08	529890.134

TER.	MAGNITUD CM./SEG.	DIRECCION GRADOS	U.T.M.NORTE	U.T.M.ESTE
-----	-----	-----	-----	-----
	2.85043725	116.931425	9784413.66	529783.732
	3.0400803	115.076205	9784390.43	529830.494
	3.0400803	115.076205	9784367.24	529880.058
	3.10532533	127.638034	9784334.93	529925.204
	3.76249947	137.095541	9784398.67	529711.125
	3.76249947	137.095541	9784349.06	529757.231
	3.76249947	137.095541	9784299.45	529803.336
	4.03148592	116.487782	9784260.19	529860.748
	4.03148592	116.487782	9784227.82	529925.698
	4.72671933	122.218871	9784412.09	529717.746
	3.29447045	125.75257	9784372.8	529776.209
	2.84885207	122.744692	9784338.61	529824.001
	2.84885207	122.744692	9784310.88	529867.131

TER.	MAGNITUD CM./SEG.	DIRECCION GRADOS	VELOC.NORTE CM./SEG.	VELOC.ESTE CM./SEG.
-----	-----	-----	-----	-----
	2.85043725	116.931425	-1.29103077	2.54130519
	3.0400803	115.076205	-1.28845688	2.7535372
	3.0400803	115.076205	-1.28845688	2.7535372
	3.10532533	127.638034	-1.896332	2.45905883
	3.76249947	137.095541	-2.75599292	2.56142641
	3.76249947	137.095541	-2.75599292	2.56142641
	3.76249947	137.095541	-2.75599292	2.56142641
	4.03148592	116.487782	-1.79807079	3.60829879
	4.03148592	116.487782	-1.79807079	3.60829879
	4.72671933	122.218871	-2.52007379	3.99888781
	3.29447045	125.75257	-1.92491319	2.67362015
	2.84885207	122.744692	-1.54093424	2.39613851
	2.84885207	122.744692	-1.54093424	2.39613851

COORDENADAS UTM DE POSICION DE FLOTADORES

=====

IR : VALDIVIA FECHA : 10/VIII/1981 FLOTADOR : I PROFUNDO
 : CORRIDAS EN EL DIA = 3

	ANGULO 1	ANGULO 2	U.T.M.NORTE	U.T.M.ESTE
	73.6666667	296.233334	9784384.36	529691.642
	67.6	290.083334	9784311.22	529643.693
3	57.85	278.75	9784175.82	529575.117
9	54.275	274.833334	9784122.18	529567.489
	39.775	255.716667	9783889.95	529560.192
7	78.9138889	299.75	9784449.79	529707.904
7	56.4666667	292.466667	9784175.03	529794.972
5	51.6666667	290.916667	9784126.31	529816.889
5	41.9166667	291.833334	9784045.52	529894.513
	38.3	299.816667	9784037.64	529963.849
	76.7833333	297.15	9784430.22	529675.509
3	67.6	298.5	9784296.1	529786.198

TER.	MAGNITUD CM./SEG.	DIRECCION GRADOS	U.T.M.NORTE	U.T.M.ESTE
	3.55489668	213.25095	9784371.87	529683.456
	3.55489668	213.25095	9784318.36	529648.371
	5.16261586	206.859578	9784239.38	529607.306
	5.64378558	188.093955	9784152.35	529571.78
	4.78068242	181.799659	9784061.97	529565.597
	4.78068242	181.799659	9783975.96	529562.895
	4.78068242	181.799659	9783889.95	529560.192
	6.00464898	162.41723	9784405.14	529722.053
	6.00464898	162.41723	9784302.11	529754.703
	6.00464898	162.41723	9784199.08	529787.353
	4.66810441	136.143214	9784116.21	529826.592
	4.66810441	136.143214	9784055.62	529884.81
	4.65217319	96.4861156	9784037.64	529963.849
	5.46858534	140.46826	9784379.61	529717.279
	5.46858534	140.46826	9784303.69	529779.933

TER.	MAGNITUD CM./SEG.	DIRECCION GRADOS	VELOC.NORTE CM./SEG.	VELOC.ESTE CM./SEG.
	3.55489668	213.25095	-2.97287856	-1.94917508
	3.55489668	213.25095	-2.97287856	-1.94917508
	5.16261586	206.859578	-4.60565476	-2.33249794
	5.64378558	188.093955	-5.5875651	-.794626872
	4.78068242	181.799659	-4.77832433	-.150136437
	4.78068242	181.799659	-4.77832433	-.150136437
	4.78068242	181.799659	-4.77832433	-.150136437
	6.00464898	162.41723	-5.72412109	1.81390381
	6.00464898	162.41723	-5.72412109	1.81390381
	6.00464898	162.41723	-5.72412109	1.81390381
	4.66810441	136.143214	-3.36604818	3.23433431
	4.66810441	136.143214	-3.36604818	3.23433431
	4.65217319	96.4861156	-.525520833	4.62239583
	5.46858534	140.46826	-4.2177673	3.48078506
	5.46858534	140.46826	-4.2177673	3.48078506

A N E X O 3

TABI A'S DE VALORI S FIL TRADOS

(BAJA FRECUENCIA)

TABLA DE VALORES FILTRADOS (BAJA FRECUENCIA)

R : VALDIVIA FECHA : 25/VII/1981 - 12/VIII/1981

STRO DE : VELOCIDAD DE CORRIENTE (MAGNITUD)

RO DE DATOS SMOOTHED CADA HORA = 444

RVALO DE MUESTREO DEL FILTRADO = 12 HORAS

VELOCIDAD	V.FILTRADO	RESIDUO
.3375	.3631875	-.0256874998
.36875	.374008	-5.25800022E-03
.3825	.386061667	-3.56166647E-03
.3675	.393402833	-.0259028331
.3775	.394349667	-.0168496666
.36	.399569	-.0395689997
.405	.419209333	-.0142093333
.4575	.454468333	3.03166686E-03
.5275	.493611333	.0338886669
.5725	.512916	.0595840001
.5375	.503660667	.0338393336
.515	.483050333	.0319496671
.5	.46368525	.0363147501
.465	.438497441	.0265025587
.400625	.404908588	-4.28358815E-03
.3445	.38299209	-.0384920897
.43265	.387879222	.0447707783
.4230625	.402902718	.0201597818
.427	.403957665	.0230423351
.420625	.38846679	.0321582099
.3947	.366042972	.0286570283
.3533375	.344588313	8.74918699E-03
.3313875	.330148284	1.23921619E-03
.331125	.318939224	.0121857756
.3011875	.299425476	1.76202436E-03
.264025	.270465111	-6.44011074E-03
.2114375	.2401467	-.0287091997
.1946875	.213069118	-.0183816178
.173625	.189203871	-.0155788712
.14125	.166896684	-.0256466841
.1239375	.145553095	-.0216155953
.11184375	.125490452	-.0136467016

TABLA DE VALORES FILTRADOS (BAJA FRECUENCIA)

=====

R : VALDIVIA FECHA : 11/VIII/1981 - 1/IX/1981 (CONT.)

STRO DE : VELOCIDAD DE CORRIENTE (MAGNITUD)

RO DE DATOS SMOOTHED CADA HORA = 526

VALO DE MUESTREO DEL FILTRADO = 12 HORAS

VELOCIDAD	V.FILTRADO	RESIDUO
.084875	.105369269	-.0204942693
.071875	.088968895	-.017093895
.05475	.0793450233	-.0245950233
.0575	.0774782099	-.0199782099
.06	.0832853416	-.0232853416
.0775	.0945153333	-.0170153333
.0875	.106640667	-.0191406666
.1025	.11760647	-.0151064699
.11	.12722142	-.01722142
.13	.133061958	-3.06195836E-03
.1477	.13186483	.0158351701
.148125	.129558674	.0245663259
.121	.111215076	9.78492419E-03
.115825	.098418015	.017406985
.1060125	.0860998017	.0199126984
.07935	.0731128433	6.23715672E-03
.064775	.06071	4.06500002E-03
.063275	.051868575	.011406425
.0518125	.0467116483	5.10085169E-03
.0480125	.0425453117	5.46718836E-03
.033895	.0379107445	-4.01574446E-03
.0319625	.0360924286	-4.12992864E-03
.025625	.0521982165	-.0265732165
.05625	.103967577	-.0477175774
.1846625	.175684336	8.97816447E-03
.227875	.228313721	-4.3872057E-04
.2540625	.251753123	2.30937684E-03
.244125	.259629662	-.0155046615
.24625	.257186758	-.010936758
.235	.244644485	-9.64448485E-03
.2194575	.226602951	-7.14545092E-03
.19575	.210091472	-.0143414723
.1903125	.199948027	-9.63552692E-03
.1868875	.200654472	-.0137669716
.212875	.218208657	-5.33365726E-03
.2946875	.246589369	.0480981315
.29065	.264601456	.0260485439
.2779375	.26328886	.0146486405



BIBLIOTECA

TABLA DE VALORES FILTRADOS (BAJA FRECUENCIA)

=====

R : VALDIVIA FECHA : 25/VII/1981 - 12/VIII/1981

STRO DE : DIRECCION DE CORRIENTE

RO DE DATOS SMOOTHED CADA HORA = 444

VALO DE MUESTREO DEL FILTRADO = 12 HORAS

VELOCIDAD	V.FILTRADO	RESIDUO
99.5	107.7622	-8.26219991
107.5	114.416533	-6.91653323
120.75	119.755933	.994066745
116.5	120.370533	-3.87053323
106.25	117.6278	-11.3777999
111.75	117.3496	-5.5995999
120	121.3443	-1.34429991
133	126.387733	6.61226675
127	131.152733	-4.15273321
137	135.6367	1.36330009
130.5	138.485083	-7.98508323
143.75	139.83935	3.91065013
137.5	141.358492	-3.8584919
152.5	144.52316	7.97684008
145	150.807772	-5.80777162
149.15	159.907255	-10.7572553
185.075	169.286251	15.7887492
183.065	175.038077	8.02692312
180.725	173.945595	6.77940453
172.475	168.115153	4.35984755
163.2875	162.628329	.659171045
161.3925	159.229393	2.16310757
159.1875	156.72552	2.46198046
154.165	154.58002	-.415020049
161.125	153.797738	7.32726234
161.365	154.555094	6.80990577
162.4375	156.317225	6.12027508
170.7	160.711998	9.98800254
177.4	164.333574	13.0664256
174.875	155.103899	19.7711014
100.4625	134.733871	-34.2713705
85.5	125.423669	-39.9236687

=====
 TABLA DE VALORES FILTRADOS (BAJA FRECUENCIA)
 =====

R : VALDIVIA FECHA : 11/VIII/1981 - 1/IX/1981 (CONT.)

ESTRO DE : DIRECCION DE CORRIENTE

NÚMERO DE DATOS SMOOTHED CADA HORA = 526

PERIODO DE MUESTREO DEL FILTRADO = 12 HORAS

DIRECCION	V.FILTRADO	RESIDUO
-----	-----	-----
134.5	136.777674	-2.2776739
145.1875	153.767979	-8.58047933
172.015	165.956935	6.05806506
140.83	169.77375	-28.9437503
180.8125	165.571223	15.241277
115.65	160.835097	-45.1850972
141.24	153.148448	-11.9084483
182.5	126.289701	56.2102992
50.3125	93.67551	-43.36301
52.4	92.6960045	-40.2960045
145.52	119.277215	26.2427847
121.65	137.650726	-16.000726
133.325	133.517661	-.192660868
108.4375	117.019471	-8.58197141
92.075	100.914033	-8.8390334
125.3	86.5816794	38.7183207
55.52575	76.9102219	-21.3844719
88.3	81.8037803	6.4962197
92.075	99.115026	-7.04002601
112.1875	118.996312	-6.80881161
150.1375	135.453936	14.6835637
174.8775	143.025363	31.8521369
130.1025	140.370427	-10.2679274
159.2625	132.888784	26.3737156
118.0125	126.694374	-8.68187386
134.75	124.502174	10.247826
133.42	124.556298	8.86370236
118.925	124.190005	-5.26500497
98.3875	123.849401	-25.4619013
133.75	124.410328	9.33967168
122.15	124.967289	-2.81728923
106.7625	124.936035	-18.1735347
131.8125	123.784359	8.02814114
105.9325	121.8513	-15.9188
108.4875	121.103263	-12.615763
117.25	120.944032	-3.69403213
109.225	119.559431	-10.334431
112.6875	119.040167	-6.3526673

TABLA DE VALORES FILTRADOS (BAJA FRECUENCIA)

: VALDIVIA FECHA : 25/VII/1981 - 12/VIII/1981

TRO DE : CORRIENTE RESIDUAL ESTE

NO DE DATOS SMOOTHED CADA HORA = 444

VALOR DE MUESTREO DEL FILTRADO = 12 HORAS

VELOCIDAD	V. FILTRADO	RESIDUO
.332789727	.339073055	-6.28332759E-03
.350508667	.334067735	.0164409318
.327831925	.330273198	-2.44127272E-03
.327539637	.33483189	-7.29225297E-03
.361414083	.344212781	.0172013013
.334367045	.348780896	-.0144138508
.347353648	.349963382	-2.60973373E-03
.330602664	.357510953	-.0269082889
.421076108	.364324914	.0567511936
.390780502	.354377639	.0364028623
.408412995	.331525276	.0768877183
.301033061	.309052451	-8.0193904E-03
.337473599	.286739505	.0507340936
.213509518	.252170981	-.0386614636
.226962641	.195690421	.0312722194
.176455396	.127168849	.0492865474
-.037974262	.0657756542	-.103749916
-.0216238983	.0306396541	-.0522635524
-6.29063025E-03	.0381198499	-.0444104801
.0533677172	.074133826	-.0207661088
.113622191	.105104932	8.51725912E-03
.112246605	.120035362	-7.7887575E-03
.116386658	.129222233	-.0128355747
.143341166	.136048676	7.29249022E-03
.0973474098	.131808654	-.0344612437
.0842540692	.115895171	-.0316411014
.0637126389	.0964687381	-.0327560992
.030884043	.0720302971	-.0411462542
8.32101661E-03	.0489324205	-.0406114039
.0127128318	.0512827121	-.0385698803
.121268267	.0762488307	.045019436
.111351429	.0868272066	.0245242221



BIBLIOTECA

TABLA DE VALORES FILTRADOS (BAJA FRECUENCIA)

: VALDIVIA FECHA : 11/VIII/1981 - 1/IX/1981 (CONT.)

TRO DE : CORRIENTE RESIDUAL ESTE

NO DE DATOS SMOOTHED CADA HORA = 526

VALOR DE MUESTREO DEL FILTRADO = 12 HORAS

VELOCIDAD	V.FILTRADO	RESIDUO
.0605915807	.0665289654	-5.93738467E-03
.0411069788	.036964747	4.14223185E-03
7.67167249E-03	.0163702491	-8.69857661E-03
.0324330218	.0103426366	.0220903852
-1.29936555E-03	.0169070486	-.0182064142
.0697040528	.0236469959	.0460570569
.0457179375	.0279984241	.0177195134
-4.2980619E-03	.0458817357	-.0501797976
.084831344	.0737974259	.0110339181
.102984947	.0868285385	.0161564084
.0832464334	.0815225121	1.7239213E-03
.125247133	.0737913523	.0514557811
.0879608259	.0722670031	.0156938228
.108401895	.0749887867	.0334131083
.105766454	.0725812174	.0331852362
.0647535759	.0607476735	4.00590236E-03
.0521551232	.0481428453	4.0122778E-03
.0632226349	.0402113956	.0230112392
.0483805822	.0337300251	.014650557
.0329119642	.0271049941	5.80697008E-03
.0167962753	.0216470283	-4.85075301E-03
2.73034633E-03	.0204158775	-.0176855311
.0188296375	.0362576138	-.0174279764
.0208180746	.0832826615	-.062464587
.16298551	.144990767	.0179947424
.161877663	.187463041	-.0255853784
.183818625	.205211023	-.0213923975
.213443063	.211763205	1.6798781E-03
.222013421	.2098582	.012155221
.169693573	.19867598	-.0289824066
.184100796	.183442233	6.58562873E-04
.186931032	.170414189	.0165168424
.141447655	.164422756	-.0229751013
.179739749	.167989362	.0117503865
.201852452	.182730705	.0191217464
.257278263	.206872341	.0504059222
.27366848	.225999295	.0476691846
.253541664	.22630901	.0272326541

TABLA DE VALORES FILTRADOS (BAJA FRECUENCIA)

VALDIVIA FECHA : 25/VII/1981 - 12/VIII/1981

TRO DE : CORRIENTE RESIDUAL NORTE

NO DE DATOS SMOOTHED CADA HORA = 444

VALOR DE MUESTREO DEL FILTRADO = 12 HORAS

VELOCIDAD	V.FILTRADO	RESIDUO
-.0554908433	-.111535906	.0560450626
-.109943799	-.154885035	.0449412362
-.195864091	-.191157274	-4.70681733E-03
-.163548708	-.1927763907	.0342151994
-.106194157	-.182070699	.0758765417
-.13332846	-.183381431	.0500529712
-.203159037	-.218454819	.0152957818
-.31320644	-.270629747	-.0425766931
-.317194357	-.32484422	7.64986268E-03
-.417909401	-.36344531	-.0544640908
-.348301451	-.372069468	.0237680175
-.405608351	-.364431178	-.0411771728
-.368287805	-.356891994	-.0113958117
-.411091722	-.347207473	-.0638842491
-.300657168	-.338619568	.0379624001
-.295192314	-.346228713	.0510363985
-.430816259	-.371309764	-.0595064949
-.421904639	-.393426321	-.0284783184
-.425503324	-.393814996	-.0316883284
-.413998729	-.374156129	-.0398426002
-.377927855	-.346684747	-.0312431081
-.33469754	-.320936807	-.0137607331
-.309991697	-.30210596	-7.88573642E-03
-.297045302	-.286625992	-.0104193107
-.284984638	-.266369482	-.0186151562
-.249803847	-.240573919	-9.22992867E-03
-.201388068	-.214366719	.0129786509
-.190490153	-.194111369	3.62121617E-03
-.173289074	-.175903079	2.61400518E-03
-.140373136	-.140819958	4.46822494E-04
-.0224126368	-.0919413801	.0695287433
8.69628487E-03	-.0642444641	.072940749

HOJA 1/2



BIBLIOTECA

TABLA DE VALORES FILTRADOS (BAJA FRECUENCIA)

PAR : VALDIVIA FECHA : 11/VIII/1981 - 1/IX/1981 (CONT.)

ESTRO DE : CORRIENTE RESIDUAL NORTE

PERIODO DE DATOS SMOOTHED CADA HORA = 526

INTERVALO DE MUESTREO DEL FILTRADO = 12 HORAS

VELOCIDAD	V.FILTRADO	RESIDUO
-.059423892	-.0670166456	7.59275367E-03 ✓
-.0586822374	-.0731358346	.0144535972
-.0542042991	-.0726782413	.0184739423
-.0436840187	-.0712611892	.0275771704
-.0597418303	-.072594331	.0128525008
-.0324070455	-.0779999867	.0455929412
-.0492410088	-.0721694161	.0229284074
-.102190323	-.0317944583	-.0703958651
.0699010721	.0128629784	.0570380937
.0793090861	5.60720086E-04	.078748366
-.121821077	-.054078907	-.0677421703
-.0781200495	-.0852957849	7.17573543E-03
-.0830714396	-.0728711178	-.0102003218
-.0358422175	-.0418087224	5.96650489E-03
-3.78201142E-03	-.0169512886	.0131692771
-.0458326909	-8.95242285E-04	-.0451374486
.0351501506	9.63555616E-03	.0255145944
1.76436473E-03	8.28471899E-03	-6.52035426E-03
-2.17534811E-03	-2.2818456E-03	1.06497489E-04
-8.71033473E-03	-.0133447668	4.63443202E-03
-.0294272526	-.0211659088	-8.26134376E-03
-.0318337476	-.0255148966	-6.31885101E-03
-.0167527602	-.0326907328	.0159379726
-.0520983233	-.0554775191	3.37919575E-03
-.0866988049	-.0931058432	6.40703831E-03
-.160380826	-.125923359	-.0344574667
-.174365203	-.14169913	-.0326660728
-.116566813	-.144274724	.0277079112
-.0363337845	-.141056211	.104722426
-.162550072	-.135546136	-.0270039354
-.117697169	-.127435353	9.73818411E-03
-.0560387636	-.118290025	.0622512609
-.127162234	-.108892783	-.0182694514
-.0510561885	-.102526998	.0514708095
-.0671226688	-.108163143	.0410404743
-.136357412	-.121061925	-.0152954874
-.0959546299	-.125556714	.0296020842
-.106991392	-.124257003	.0172656111

HOJA 2/2

TABLA DE VALORES FILTRADOS (BAJA FRECUENCIA)

=====

PAR : VALDIVIA FECHA : 7/IX/1981 - 26/IX/1981

ISTRO DE : VELOCIDAD ESTE (VIENTO)

IERO DE OBSERVACIONES SMOOTHED = 480

ERVALO DE MUESTRO DEL FILTRADO = 12 HORAS

VELOCIDAD	V.FILTRADO	RESIDUO
-----	-----	-----
-4.84368149	-3.31994566	-1.52373583
-2.36890646	-3.57890887	1.21000241
-6.80827622	-3.79743215	-3.01084408
-3.60886867	-3.45791179	-.150956878
-.246201941	-2.72252128	2.47631934
-7.11038861	-1.9498391	-5.16054952
.855050357	-1.16680618	2.02185653
-2.86115805	-1.11455554	-1.74660251
-2.50693232	-2.28393145	-.223000862
-5.34870662	-3.31869249	-2.03001414
-1.95102861	-3.22169257	1.27066396
-7.35367497	-2.67742229	-4.67625268
-3.80000003	-1.98438433	-1.81561569
-.547667683	-1.24073282	.693065142
1.03858262	-1.50596119	2.54454381
-7.619839	-2.79263352	-4.82720548
-4.39999999	-3.74099464	-.659005351
-3.38546088	-3.84465785	.459196965
-6.49519051	-3.51785328	-2.97733724
-1.5303301	-3.27813416	1.74780406
-5.18543295	-3.58781064	-1.5976223
-2.33760396	-4.53684632	2.19924236
-8.48000208	-5.36604256	-3.11395952
-5.14254429	-4.94575619	-.196788097
-1.5095813	-3.44370565	1.93412435
-6.47769386	-2.41670938	-4.06098448
-1.65986228	-2.53139763	.871535348
-1.85338718	-3.28717034	1.43378316
-5.76222235	-4.23809223	-1.52413012
-6.42512719	-4.96707665	-1.45805055
-7.87639331	-5.1589849	-2.71740841
-6.67450448	-4.73031153	-1.94419295
-3.10214442	-4.17596095	1.07381653
-2.23159843	-4.22189931	1.99030088
-4.48695218	-4.52332572	.0363735389

TABLA DE VALORES FILTRADOS (BAJA FRECUENCIA)

ESTACION : VALDIVIA FECHA : 7/IX/1981 - 26/IX/1981

REGISTRO DE : VELOCIDAD NORTE (VIENTO)

NUMERO DE OBSERVACIONES SMOOTHED = 480

INTERVALO DE MUESTREO DEL FILTRADO = 12 HORAS

VELOCIDAD	V.FILTRADO	RESIDUO
4.84368142	2.4356137	2.40806773
.792649525	2.31453661	-1.52188708
3.07858558	1.97003365	1.10855193
.472615413	2.21350747	-1.74089206
.426434264	2.81631174	-2.38987748
4.10518472	3.16471272	.940472296
2.34923155	2.67931746	-.330085907
-7.07798735	1.65115087	-8.72913822
2.78426015	1.11340118	1.67085897
.704170559	1.4866662	-.782495642
3.91481455	2.43559869	1.47921587
-.176707361	3.41279098	-3.58949833
6.58179304	3.87915041	2.70264264
1.07799776	3.65267103	-2.57467327
4.88627491	2.83623047	2.05004445
2.81959268	1.56101269	1.25857999
-2.57473582E-08	.376849866	-.376849892
.884573918	-.0883194965	.972893415
-3.75000001	.0355029673	-3.78550298
2.26238089	.219411694	2.04296919
-.738004779	.238111844	-.976116623
2.97721162	.851135671	2.12607595
-2.67373443	2.11771393	-4.79144835
7.34431428	2.44864148	4.8956728
-8.56126119	1.70267788	-10.2639391
2.63593533	1.11003384	1.52590149
-3.21306045	1.19457457	-4.40763503
2.28982538	1.48103744	.808787938
1.58909793	1.09225284	.496845088
-.0353143313	.25816035	-.293474681
-1.66647385	-.134983093	-1.53149075
.583943442	-.0195144483	.60345789
-.546991773	.282158836	-.829150609
1.5891814	.673281214	.915900187
.0278195937	1.22650098	-1.19868139

A N E X O 4

TABLAS DE ESTIMADOS ESPECTRALES

ESTIMADOS ESPECTRALES EN FUNCION DE PERIODOS

=====

GAR : VALDIVIA

REGISTRO DE ALTURA DE MAREA

FECHA : 1-17/AGOSTO/1981

NUMERO DE OBSERVACIONES = 276

INTERVALO DE MUESTREO (HORA) 1.5

NUMERO DE LAGS = 27

VARIANZA = .387122246

PERIODO (HORA)	ESTIMADO ESPECTRAL	LOGARITMO ESPECTRO	ESPECTRO NORMALIZADO	FRECUENCIA C.P.H.
-----	-----	-----	-----	-----
	.0233906753	-1.63095724	.0604219353	
	.014973926	-1.82466432	.0386800969	.012345679
5	9.40094562E-03	-2.02682846	.0242841782	.024691358
	3.61661988E-03	-2.44169714	9.34231995E-03	.037037037
25	3.8414709E-03	-2.41550245	9.92314687E-03	.049382716
2	.0191662232	-1.71746346	.0495094854	.061728395
5	.131235118	-.881949935	.339001747	.0740740741
5714286	.137663679	-.861180628	.355607771	.0864197531
125	.0245671303	-1.60964557	.0634609108	.0987654321
	7.23909869E-04	-3.1403155	1.86997745E-03	.111111111
	4.20558868E-04	-3.3761732	1.08637226E-03	.12345679
86363636	1.61291351E-03	-2.79238892	4.16641908E-03	.135802469
75	4.17405756E-04	-3.37944157	1.07822725E-03	.148148148
23076923	1.15664611E-03	-2.9367995	2.98780584E-03	.160493827
78571429	2.59215864E-04	-3.58633842	6.69596921E-04	.172839506
4	7.8300999E-04	-3.1062327	2.02264271E-03	.185185185
0625	3.32506576E-04	-3.47819976	8.58918803E-04	.197530864
76470588	7.52492471E-04	-3.12349784	1.94381098E-03	.209876543
5	5.75560196E-05	-4.23990925	1.48676601E-04	.222222222
2631579	6.70190055E-04	-3.17380202	1.73121039E-03	.234567901
05	2.16673394E-04	-3.66419442	5.59702772E-04	.24691358
35714286	6.17212513E-04	-3.20956528	1.59436075E-03	.259259259
68181818	6.70361522E-05	-4.17369092	1.73165332E-04	.271604938
52173913	6.04475606E-04	-3.21862122	1.56145924E-03	.283950617
375	6.06960091E-05	-4.21683986	1.56787707E-04	.296296296
24	5.80597692E-04	-3.2361247	1.49977868E-03	.308641975
11538462	5.52686851E-04	-3.25752087	1.42768042E-03	.320987654
	5.75341505E-04	-3.2400743	1.48620109E-03	.333333333

ESTIMADOS ESPECTRALES EN FUNCION DE PERIODOS

=====

AR : VALDIVIA

ISTRO DE ALTURA DE MAREA

FECHA : 1-17/AGOSTO/1981

ERO DE OBSERVACIONES = 104

ERVALO DE MUESTREO (HORA) 4

ERO DE LAGS = 12

IANZA = .365741289

PERIODO (HORA)	ESTIMADO ESPECTRAL	LOGARITMO ESPECTRO	ESPECTRO NORMALIZADO	FRECUENCIA C.P.H.
	.0252755233	-1.59729985	.0691076562	
	.0189302684	-1.72284323	.0517586308	.0104166667
	6.8533074E-03	-2.16409979	.0187381289	.0208333333
	4.43200164E-03	-2.35340009	.0121178597	.03125
	2.84672929E-03	-2.54565383	7.78345068E-03	.0416666667
2	2.9142002E-03	-2.53548062	7.96792783E-03	.0520833333
	.0103219264	-1.98623924	.0282219338	.0625
7142857	.103100024	-.986741235	.281893312	.0729166667
	.148776107	-.827466808	.406779633	.0833333333
6666667	.0396823987	-1.40140208	.108498548	.09375
	1.66258159E-03	-2.77921703	4.54578588E-03	.1041666667
2727273	2.68489351E-03	-2.57107294	7.34096365E-03	.114583333
	4.63684094E-03	-2.3337778	.0126779258	.125

A N E X O 5

TABLAS DEL ANALISIS DE FOURIER

(ELIPSES DE MAREA)



CULOS PARA LA ELIPSE CONSTITUYENTE DE CORRIENTES DE MAREA
 SERIES DE TIEMPO DISCRETAS PARA UN REGISTRO FINITO

AR : VALDIVIA FECHA : 31/VII/1981

EA : SICIGIA PERIODO (HORA):T = 12

OS DE CORRIENTE FILTRADOS (PASA-BANDA)

*****COORDENADA ESTE*****

COMPONENTE SEMIDIURNA	C.SEMIDIURNA + F.PERMANENTE	DIFERENCIA APROXIMACION
.025083867	.169018696	-7.45411686E-04
.0232851756	.167220005	7.45411563E-04
.0152472402	.159182069	-7.45411423E-04
3.12381912E-03	.147058648	7.45411464E-04
-9.83662679E-03	.134098202	-7.45411355E-04
-.0201613565	.123773473	7.45411308E-04
-.025083867	.118850962	-7.45411435E-04
-.0232851756	.120649653	7.45411351E-04
-.0152472403	.128687589	-7.45411133E-04
-3.12381917E-03	.14081101	7.45411375E-04
9.83662672E-03	.153771456	-7.45411351E-04
.0201613564	.164096185	7.45410871E-04

*****COORDENADA NORTE*****

COMPONENTE SEMIDIURNA	C.SEMIDIURNA + F.PERMANENTE	DIFERENCIA APROXIMACION
.0227938217	-.136467321	-6.8096751E-04
6.26681765E-03	-.152994325	6.80967569E-04
-.0119393752	-.171200518	-6.80967554E-04
-.026946422	-.186207565	6.8096754E-04
-.0347331969	-.19399434	-6.80967503E-04
-.0332132397	-.192474383	6.80967729E-04
-.0227938219	-.182054965	-6.80967321E-04
-6.26681772E-03	-.165527961	6.80967467E-04
.0119393751	-.147321768	-6.809677E-04
.026946422	-.132314721	6.80967534E-04
.0347331969	-.124527946	-6.80967423E-04
.0332132398	-.126047903	6.80967773E-04

HOJA1/2

ALCULOS PARA LA ELIPSE CONSTITUYENTE DE CORRIENTES DE MAREA
 SERIES DE TIEMPO DISCRETAS PARA UN REGISTRO FINITO

=====

LAGAR : VALDIVIA FECHA : 31/VII/1981

AREA : SICIGIA PERIODO (HORA):T = 12

TOS DE CORRIENTE FILTRADOS (PASA-BANDA)

UJO MEDIO (NUDO) = .52478524

RECCION (GRADOS) = 136.472201

PLITUD ARMONICA(ESTE) = .025277631

ULO DE FASE(RADIANES) = .647495885

PLITUD ARMONICA(NORTE) = .0352940218

ULO DE FASE(RADIANES) = -.34509196

FICIENTE COMPLEJO(K) = (-.0160503659 , .0242302399)

GNITUD = .029064046

FICIENTE COMPLEJO(-K) = (-4.11099064E-03 , 8.98299978E-03)

GNITUD = 9.87899433E-03

IEJE MAYOR(LONGITUD) = .0389430404 (NUDO)

IEJE MENOR(LONGITUD) = .0191850517 (NUDO)

ILINACION ELIPSE (GRADOS) = 29.0558468

NTIDO DE ROTACION = CICLONICO

HOJA2/2

CULOS PARA LA ELIPSE CONSTITUYENTE DE CORRIENTES DE MAREA
 SERIES DE TIEMPO DISCRETAS PARA UN REGISTRO FINITO

PAR : VALDIVIA FECHA : 6/VIII/1981
 EA : MEDIA PERIODO (HORA):T = 12
 OS DE CORRIENTE FILTRADOS (PASA-BANDA)

*****COORDENADA ESTE*****

COMPONENTE SEMIDIURNA	C.SEMIDIURNA + F.PERMANENTE	DIFERENCIA APROXIMACION
.0128407556	.156775585	-1.46807179E-03
.0135402093	.157475038	1.46807171E-03
.0106115748	.154546404	-1.46807166E-03
4.83957741E-03	.148774406	1.46807174E-03
-2.22918083E-03	.141705648	-1.46807178E-03
-8.70063186E-03	.135234197	1.46807203E-03
-.0128407556	.131094073	-1.4680718E-03
-.0135402093	.13039462	1.46807182E-03
-.0106115748	.133323254	-1.4680719E-03
-4.83957744E-03	.139095252	1.46807173E-03
2.22918077E-03	.14616401	-1.46807158E-03
8.70063183E-03	.152635461	1.46807161E-03

*****COORDENADA NORTE*****

COMPONENTE SEMIDIURNA	C.SEMIDIURNA + F.PERMANENTE	DIFERENCIA APROXIMACION
.0237991454	-.135461998	-2.22283564E-03
.0137282244	-.145532919	2.22283552E-03
-2.11632892E-05	-.159282306	-2.22283532E-03
-.0137648803	-.173026023	2.22283541E-03
-.0238203087	-.183081452	-2.22283543E-03
-.0274931046	-.186754248	2.22283562E-03
-.0237991454	-.183060288	-2.22283563E-03
-.0137282244	-.172989367	2.2228355E-03
2.11632088E-05	-.15923998	-2.22283534E-03
.0137648802	-.145496263	2.22283538E-03
.0238203086	-.135440834	-2.22283514E-03
.0274931046	-.131768038	2.22283474E-03

HOJA1/2

ALCULOS PARA LA ELIPSE CONSTITUYENTE DE CORRIENTES DE MAREA
 E SERIES DE TIEMPO DISCRETAS PARA UN REGISTRO FINITO
 =====

LUGAR : VALDIVIA FECHA : 6/VIII/1981

AREA : MEDIA PERIODO (HORA):T = 12

DATOS DE CORRIENTE FILTRADOS (PASA-BANDA)

VELOCIDAD MEDIO (NUDO) = .336515645

DIRECCION (GRADOS) = 159.451219

AMPLITUD ARMONICA(ESTE) = .0137224821

ANGULO DE FASE(RADIANES) = .884027106

AMPLITUD ARMONICA(NORTE) = .0274931128

ANGULO DE FASE(RADIANES) = -7.69768515E-04

EFICIENTE COMPLEJO(K) = (4.36089761E-03 , -.0190523397)

MAGNITUD = .0195450525

EFICIENTE COMPLEJO(-K) = (4.33973428E-03 , -8.44076493E-03)

MAGNITUD = 9.49103821E-03

VELOCIDAD MAYOR(LONGITUD) = .0290360907 (NUDO)

VELOCIDAD MENOR(LONGITUD) = .0100540143 (NUDO)

INCLINACION ELIPSE (GRADOS) = 20.0509369

SENTIDO DE ROTACION = CICLONICO

HOJA2/2

LCULOS PARA LA ELIPSE CONSTITUYENTE DE CORRIENTES DE MAREA
 SERIES DE TIEMPO DISCRETAS PARA UN REGISTRO FINITO

GAR : VALDIVIA FECHA : 10/VIII/1981

REA : CUADRATURA PERIODO (HORA):T = 12

TOS DE CORRIENTE FILTRADOS (FASA-BANDA)

*****COORDENADA ESTE*****

COMPONENTE SEMIDIURNA	C.SEMIDIURNA + F.Permanente	DIFERENCIA APROXIMACION
.013293102	.157227931	-3.92067595E-04
.0148611645	.158795994	3.92067544E-04
.0124471899	.156382019	-3.92067508E-04
6.69800086E-03	.15063283	3.92067632E-04
-8.45912113E-04	.143088917	-3.9206769E-04
-8.16316362E-03	.135771665	3.92068003E-04
-.013293102	.130641727	-3.92067799E-04
-.0148611645	.129073665	3.92067697E-04
-.0124471899	.131487639	-3.92067755E-04
-6.69800092E-03	.137236828	3.92067668E-04
8.45912069E-04	.144780741	-3.92067595E-04
8.16316356E-03	.152097993	3.92067675E-04

*****COORDENADA NORTE*****

COMPONENTE SEMIDIURNA	C.SEMIDIURNA + F.Permanente	DIFERENCIA APROXIMACION
.0239483236	-.135312819	-1.93949478E-03
.0176430838	-.141618059	1.93949466E-03
6.61039383E-03	-.152650749	-1.93949447E-03
-6.19354573E-03	-.165454689	1.93949455E-03
-.0173379298	-.176599073	-1.9394945E-03
-.0238366295	-.183097773	1.93949469E-03
-.0239483236	-.183209467	-1.93949468E-03
-.0176430838	-.176904227	1.93949462E-03
-6.61039393E-03	-.165871537	-1.93949444E-03
6.19354566E-03	-.153067597	1.9394945E-03
.0173379297	-.141923213	-1.93949429E-03
.0238366295	-.135424514	1.93949387E-03

HOJA1/2

ULOS PARA LA ELIPSE CONSTITUYENTE DE CORRIENTES DE MAREA
 ERIES DE TIEMPO DISCRETAS PARA UN REGISTRO FINITO
 =====

R : VALDIVIA FECHA : 10/VIII/1981

A : CUADRATURA PERIODO (HORA):T = 12

S DE CORRIENTE FILTRADOS (PASA-BANDA)

MO MEDIO (NUDO) = .157378278

CCION (GRADOS) = 166.714963

ITUD ARMONICA(ESTE) = .0148852201

LO DE FASE(RADIANES) = .99033792

ITUD ARMONICA(NORTE) = .024736253

LO DE FASE(RADIANES) = .270522582

CIENTE COMPLEJO(K) = (7.76384917E-04 , -.0181419097)

ITUD = .0181585149

CIENTE COMPLEJO(-K) = (7.38677873E-03 , -5.69471982E-03)

ITUD = 9.32707531E-03

EJE MAYOR(LONGITUD) = .0274855902 (NUDO)

EJE MENOR(LONGITUD) = 8.83143955E-03 (NUDO)

INACION ELIPSE (GRADOS) = 27.4103137

IDO DE ROTACION = CICLONICO

HQJAZ/2

ALCULOS PARA LA ELIPSE CONSTITUYENTE DE CORRIENTES DE MAREA
 E SERIES DE TIEMPO DISCRETAS PARA UN REGISTRO FINITO

UGAR : VALDIVIA FECHA : 30/VIII/1981

AREA : SICIGIA PERIODO (HORA):T = 12

DATOS DE CORRIENTE FILTRADOS (PASA-BANDA)

*****COORDENADA ESTE*****

#	COMPONENTE SEMIDIURNA	C.SEMIDIURNA + F.PERMANENTE	DIFERENCIA APROXIMACION
	.0152426163	.159177445	1.77396581E-03
	7.73357113E-03	.1516684	-1.77396577E-03
	-1.84767818E-03	.142087151	1.77396575E-03
	-.0109338436	.133000985	-1.77396584E-03
	-.0170902945	.126844535	1.77396582E-03
	-.0186674148	.125267414	-1.77396601E-03
	-.0152426164	.128692213	1.77396587E-03
	-7.73357118E-03	.136201258	-1.77396587E-03
	1.84767812E-03	.145782507	1.77396595E-03
0	.0109338436	.154868673	-1.77396587E-03
1	.0170902945	.161025123	1.77396594E-03
2	.0186674148	.162602244	-1.7739662E-03

*****COORDENADA NORTE*****

#	COMPONENTE SEMIDIURNA	C.SEMIDIURNA + F.PERMANENTE	DIFERENCIA APROXIMACION
	-4.75665903E-03	-.164017802	3.76558073E-03
	-.0192172206	-.178478364	-3.76558058E-03
	-.0285285435	-.187789687	3.76558048E-03
	-.0301956662	-.189456809	-3.76558073E-03
	-.0237718846	-.183033028	3.76558058E-03
	-.0109784456	-.170239589	-3.76558097E-03
	4.7566589E-03	-.154504484	3.76558105E-03
	.0192172206	-.140043922	-3.76558105E-03
	.0285285435	-.130732599	3.76558099E-03
0	.0301956662	-.129065477	-3.76558087E-03
1	.0237718846	-.135489258	3.76558062E-03
2	.0109784457	-.148282697	-3.76558048E-03

HOJA1/2

CALCULOS PARA LA ELIPSE CONSTITUYENTE DE CORRIENTES DE MAREA
DE SERIES DE TIEMPO DISCRETAS PARA UN REGISTRO FINITO

LUGAR : VALDIVIA FECHA : 30/VIII/1981

MAREA : SICIGIA PERIODO (HORA):T = 12

DATOS DE CORRIENTE FILTRADOS (PASA-BANDA)

FLUJO MEDIO (NUDO) = .257294065

DIRECCION (GRADOS) = 116.870667

AMPLITUD ARMONICA(ESTE) = .0187586324

ANGULO DE FASE(RADIANES) = -.0986574561

AMPLITUD ARMONICA(NORTE) = .0305680235

ANGULO DE FASE(RADIANES) = -1.20344147

COEFICIENTE COMPLEJO(K) = (-.0235979792 , 4.56538366E-03)

MAGNITUD = .0240355434

COEFICIENTE COMPLEJO(-K) = (4.93056439E-03 , 6.41306187E-03)

MAGNITUD = 8.0893651E-03

SEMIEJE MAYOR(LONGITUD) = .0321249085 (NUDO)

SEMIEJE MENOR(LONGITUD) = .0159461783 (NUDO)

INCLINACION ELIPSE (GRADOS) = 20.7481609

SENTIDO DE ROTACION = CICLONICO

B I B L I O G R A F I A

- 1.- AVERY, D.E., D.C., COX y T.LAEVASTU, Currents around the Hawaiian Islands, Interim progress report, Hawaii Institute of Geophysics, Report N° 26, Honolulu, 1.963, 39 p.
- 2.- AYON H., Clasificación geológica de los ambientes costeros del Guayas, ESPOL, 1.981, 22 p.
- 3.- BATH, M., Spectral analysis in geophysics, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, 1.974, 563 p.
- 4.- BENDAT, J.S. and A.G. PIERSON, RANDOM DATA: Analysis and Measurement Procedures, Wiley-Interscience, New York, 1.971, 407 p.
- 5.- CINTRON, G., HORNA R., PAREDES R., Algunas observaciones sobre el desarrollo del manglar en la costa continental del Ecuador y Tumbes (Perú), Simposio Internacional de Lagunas Costeras, Burdeos-Francia, 1.981, 40 p.
- 6.- ENFIELD, D.B., Oceanografía de la Región Norte del Frente Ecuatorial - aspectos físicos, INOCAR, Guayaquil-Ecuador, 1.975, 26 p.
- 7.- ENFIELD, D.B., y otros, Medición y predicción de mareas en el estuario del río Guayas, INOCAR, Guayaquil, 1.975, 26 p.

- 8.- ESPOL, Análisis Espectral, DIMCM, Guayaquil, 1.979, 44 p.
- 9.- FOFONOFF, N.P., A technique for analyzing buoy system motion, Geo-Marine Technol., 1 (7), 1.965, 10 p.
- 10.- FRANCO A.S., Livro texto de Mareas, Brasil, 237 p.
- 11.- GODIN, G., The analysis of current observations, International Hydrographic Review, 44 (1), 1.967, 149-65 p.
- 12.- GODIN, G., The analysis of tides, University of Toronto Press, Toronto, 1.972, 264 p.
- 13.- GONSALVES, M. da S. y otros, Propiedades físicas e químicas em dois pontos fixos na enseada do Flamengo, Ubatuba (SP), no período de 03 a 07/04/77, Bolm Inst. Oceanogr., 29 (1), S. Paulo, 1.980, 9-18 p.
- 14.- GLENN, A.H. and ASSOCIATES, Meteorological-Oceanographic conditions affecting planning and design of facilities in the offshore Guayaquil, Ecuador Area, McDermott Hudson Engineering-Houston, 1.975, -13 p.
- 15.- HAYES, F.CH. y J. STUIP, Manual for hydrographic and hydrometric surveys, publication N° 145, Waterloopkundig laboratorium, 1.975,

227 p.

- 16.- HWEI, P.H., Analisis de Fourier, Fondo Educativo Interamericano, S.A., Bogotá, 1.973, 274 p.
 - 17.- JONES, J.H., Surfacing of Pacific Equatorial Undercurrent: Direct Observation, Scripps Institution of Oceanography, Science 163, - 1.969, 1449-1450 p.
 - 18.- KINSMAN, B., Wind Waves, Prentice-Hall, Inc., Englewood-Cliffs - New Jersey, 1.965, 365-422 p.
 - 19.- LAEVASTU, T., D.E. AVERY y D.C. COX, Coastal currents and Sewage disposal in the Hawaiian Islands, Final report, Hawaii Institute - of Geophysics, 1.964, 101 p.
 - 20.- LANFREDI, N.W., Mediciones de corrientes costeras, ESPOL, Guayaquil, 1.979.
 - 21.- LE MEHAUTE, B., An Introduction to Hydrodynamics & Water Waves, - Springer-Verlag, New York, 1.976, 1-15 p.
 - 22.- LUEDEMANN, E.F., Contribuição ao estudo das correntes de superfície sobre a plataforma continental do Estado de Sao Paulo, Brasil (Lat. 24°00' S - 25°10' S. até Long. 45°40' W.), Bolm Inst. Ocea-
-

- nogr., 28 (2), S. Paulo, 1.979, 47-53 p.
- 23.- MESQUITA, A.R. de, J.B. de A. LEITE y R. RIZZO, Contribucao ao estudo das correntes marinhas na plataforma entre Cabo Frío e Cananéia, Bolm Inst. Oceanogr., 28 (2), S. Paulo, 95-100 p.
- 24.- MORETTIN, P.A. y A.R. de MESQUITA, Spectral methods in oceanography with applications, Bolm Inst. Oceanogr., 27 (2), S. Paulo, 1.978, 153-190 p.
- 25.- MYERS, J.J., C.H. HOLM y R.F. McALLISTER, Handbook of ocean and underwater engineering, McGraw-Hill Book Company, New York, 1.969, 1.100 p.
- 26.- NEUMANN, G. y W.J. PIERSON, Jr., Principles of physical oceanography, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1.966, 545 p.
- 27.- NEUMANN, H., Über die bearbeitung von strombeobachtungen von mehr als funfzehn tage dauer, Dtsch. Hydrogr. Zeitschr. 13 (5), 1.960, 209-225 p.
- 28.- OCEANOGRAPHIC SERVICES, INC., Wind, Wave, and current study south of Island of Santa Clara, Ecuador, Northwest Pipeline Corporation, California, 1.975, 10 p.



- 29.- PICKARD, G.L., Descriptive Physical Oceanography, second edition, Pergamon Press., Oxford, 1.975, 214 p.
 - 30.- POND, S. y G.L. PICKARD, Introductory dynamic oceanography, Pergamon Press, Oxford, 1.978, 241 p.
 - 31.- SALAZAR R., Desarrollo rural y artesanal del área de Colonche Península de Santa Elena, Provincia del Guayas-Ecuador, Proyecto - Valdivia, CIV, Quito, 1.978, 261 p.
 - 32.- SIGNORINI, S.R., A study of the circulation in Bay of Ilha Grande and Bay of Sepetiba, Part I: A survey of the circulation based on experimental field data, Bolm Inst. Oceanogr., 29 (1), S. Paulo, 1.980, 41-45 p.
 - 33.- SIGNORINI, S.R., A study of the circulation in Bay of Ilha Grande and Bay of Sepetiba, Part II: An assessment to the tidally and wind-driven circulation using a finite element numerical model, - Bolm Inst. Oceanogr., 29 (1), S. Paulo, 1.980, 57-68 p.
 - 34.- SPIEGEL, M.R., Estadística, Libros McGraw-Hill de México, S.A. de C.V., México, 1.970, 357 p.
 - 35.- STEVENSON, M.R., J.G. PATTULLO y B. WYATE, Subsurface currents off the Oregon coast as measured by parachute drogues, Deep-Sea Re-
-

- search, (16), 1.969, 449-461 p.
- 36.- STEVENSON, M.R. y otros, Marine Atlas of the Pacific Coastal Waters of South America, University of California Press, 1.970, - 126 p.
- 37.- STICKLAND, J.A. y R.H. BIGHAM, Techniques for mooring oceanographic instruments for small vessels, Institute of Ocea Sciences, Patricia Bay, Victoria, B.C., 1.976, 87 p.
- 38.- WASTLER, T.A., Spectral analysis, applications in water pollution control, Washington, D.C., 1.969, 99 p.
- 39.- ZAMBRANO, L.F., Levantamiento hidrográfico para el diseño del terminal pesquero artesanal de Valdivia - Tesis de Grado, ESPOL, 1.982, 192 p.

