

T
627.2
VIL

ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima
y Ciencias del Mar

“Diseño Preliminar de un Puerto
Pesquero de Chanduy”

Tesis de Grado

previa a la obtención del Título de

INGENIERO DE COSTAS Y OBRAS PORTUARIAS

Presentado por

Alex Villacrés Sánchez

GUAYAQUIL - ECUADOR

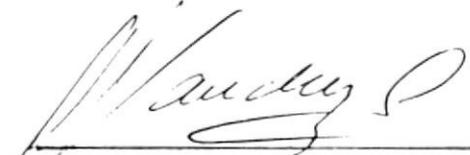
1991





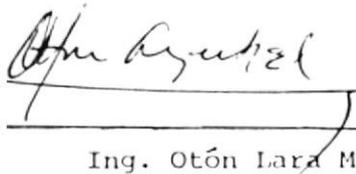
Ing. Nestor Alejandro O.

Subdecano de la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar.
Presidente del Tribunal de grado.



Ing. Enrique Sánchez C.

Director de Tesis



Ing. Otón Lara M.

Miembro Principal del Tribunal



Ing. Eduardo Cervantes B.

Miembro Principal 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).



.....
Alex Villacrés Sánchez

A G R A D E C I M I E N T O

A1 ING. ENRIQUE SANCHEZ C.
Director de Tesis, por su a
yuda y colaboración para la
realización de este trabajo

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

RESUMEN

Esta tesis, "Diseño preliminar de un puerto pesquero en Chanduy"; incluye un análisis socioeconómico del puerto pesquero de Chanduy debido a que los protagonistas y beneficiarios del desarrollo que se pretende lograr allí con medios técnicos son sus pobladores.

El conocimiento de las condiciones geográficas, oceanográficas, climatológicas, geológicas y pesqueras del sitio pueden servir a muchos propósitos y con este objeto ha sido trazado el estudio del capítulo 2. El diseño de un puerto pesquero es una de sus aplicaciones.

El diseño de las instalaciones portuarias ha sido realizado con los siguientes criterios:

- Funcionabilidad .- el capítulo 3 permite precisar las características de la pesca y las necesidades de la flota en cuanto a instalaciones.
- Diseño adecuado .- se demuestra la necesidad de obras de abrigo y se usan estructuras técnicamente factibles de construir y métodos de diseño comprobados.
- Estructuras de menor costo .- mediante el uso apropiado de la hidrografía, estudios de refracción y difracción del oleaje en el sitio y la geología se ha logrado determinar la disposición mas con-



BIBLIOTECA

veniente de las obras de abrigo a fin de minimizar costos. Por la misma razón se ha elegido el caisson como el tipo de estructura adecuado para los muelles.

Finalmente, aunque el propósito de la tesis se satisface con lo hasta aquí descrito, se incluye un esquema de la operación del puerto y del uso de sus instalaciones.

I N D I C E G E N E R A L

RESUMEN	VI
INDICE GENERAL	VIII
INDICE DE FIGURAS	XII
INDICE DE TABLAS	XVI
INTRODUCCION	XVIII
I. ASPECTOS GEOGRAFICOS Y SOCIOECONOMICOS DE CHANDUY	20
1.1. Geografía de la zona	20
1.1.1. Descripción general	20
1.1.2. Vías de comunicación	24
1.1.3. Clima	27
1.1.4. Hidrología	32
1.2. Socioeconomía de Chanduy	34
1.2.1. Generalidades	34
1.2.2. Población	35
1.2.3. Niveles de instrucción	38
1.2.4. Niveles de ingreso	41
1.2.5. Vivienda	42
1.2.6. Servicios básicos y salubridad	42
1.2.7. Grado de organización	44
II. ASPECTOS OCEANOGRAFICOS, METEOROLOGICOS, GEOLOGICOS Y PES - QUEROS	46
2.1. Oceanografía de la zona de estudio	46
2.1.1. Mareas	46
2.1.2. Batimetría	53

2.1.3.	Olas	55
2.1.3.1.	Descripción regional del clima de oleaje	55
2.1.3.2.	Datos del Laboratorio de Física de Inglaterra	56
2.1.3.3.	Estudio de oleaje en la zona de Monte verde	66
2.1.3.4.	Efectos de la refracción de oleaje ...	72
2.1.3.5.	Efectos de fondo	79
2.1.3.6.	Aproximación al veril de 5. m.	80
2.1.3.7.	Análisis probabilístico de oleaje	82
2.1.3.8.	Oleaje generado por viento	88
2.1.4.	Corrientes	96
2.2.	Meteorología de la zona de estudio	102
2.2.1.	Vientos	102
2.2.1.1.	Valores locales de parámetros de vientos	103
2.3.	Geología de la zona	117
2.3.1.	Geología general del area	117
2.3.2.	Sismicidad de la zona	122
2.3.2.1.	Extrapolación de aceleraciones del suelo. Método de Gumbel	128
2.3.3.	Sedimentología y materiales de la playa	138
2.4.	Aspectos pesqueros de la zona	143
III.	CONDICIONES DE TRANSPORTE MARITIMO	149
3.1.	Características de la flota de operación	149
3.1.1.	Características generales	149

3.1.2. Artes de pesca	151
3.1.3. Condiciones de operación	155
3.2. Evaluación de la capacidad de captura	157
IV. DISEÑO PRELIMINAR DE LAS OBRAS PORTUARIAS	163
4.1. Capacidad de atracaderos	163
4.1.1. Capacidad del muelle de atraque y servicio	168
4.2. Características de diseño y selección del sitio	174
4.2.1. Justificación de obras de abrigo	189
4.3. Disposición de las obras portuarias	195
4.3.1. Disposición de las estructuras de protección ..	195
4.3.2. Capacidad de los muelles	203
4.3.3. Disposición general	206
4.4. Diseño de las obras portuarias	206
4.4.1. Criterios de diseño del rompeolas	208
4.4.2. Determinación de porcentajes de daño	215
4.4.3. Calculo de la altura de coronamiento	218
4.4.4. Diseño de las secciones típicas del rompeolas .	222
4.4.5. Muelle de desembarco y servicio	226
4.4.5.1. Análisis del deslizamiento	228
4.4.5.2. Análisis del volcamiento	241
4.4.6. Muelle para embarcaciones menores	247
4.4.6.1. Análisis del deslizamiento	249
4.4.6.2. Análisis del volcamiento	251
4.4.7. Obras civiles de servicio	254
4.5. Aspectos generales de operación del puerto	258
4.6. Análisis de costos	262

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	266
BIBLIOGRAFIA	270

I N D I C E D E G R A F I C O S

Graf #	
1. Ubicación de Chanduy	22
2. Ubicación de Punta Chanduy y del puerto pesquero	25
3. Ubicación de la estación del Azúcar	28
4. Temperatura en el Azúcar. Valores mensuales	30
5. Líneas cotidales para la región norte de la costa oeste de Sudamérica	47
6. Predicción de la marea en La Libertad (febrero 1.988)	51
7. Variación del nivel medio del mar durante los años 1.982 y 1.983 en la estación de La Libertad	52
8. Batimetría de la zona de Chanduy	54
9.1 Distribución de altura de oleaje incidente sobre Chanduy ..	58
9.2 Distribución de período de oleaje	59
9.3 Distribución acumulativa de altura significativa en aguas profundas (rango: 200°-280°)	60
10. Rango de direcciones de incidencia de oleaje en Chanduy ...	61
11. Porcentaje de ocurrencia de las alturas visualmente observadas en el rango de direcciones 200°-280°.....	63
12. Porcentaje de ocurrencia de los períodos visualmente observados en el rango de direcciones 200°-280°.....	64
13. Porcentaje de ocurrencia de altura de olas visualmente observadas para mar de leva	67
14. Porcentaje de ocurrencia de altura de olas visualmente observadas (mar de viento o sea)	68

15. Probabilidad de excedencia de altura de oleaje para el rango de direcciones 200°-280°	70
16. Refracción de oleaje en la zona de Chanduy. T=12 seg.	74
17. Refracción de oleaje en la zona de Chanduy. T=14 seg.	75
18. Refracción de oleaje en la zona de Chanduy. T=16 seg.	76
19. Refracción de oleaje en la zona de Chanduy. T=18 seg.	77
20. Probabilidad de ocurrencia de altura de oleaje (aguas profundas)	86
21. Probabilidad de ocurrencia de altura de oleaje (veril de 5 m.)	87
2.3.8. Alcance del viento en Chanduy	91
22. Esquema de medición de corrientes	98
23. Velocidad y dirección de corrientes en el area	101
24. Rosa de vientos. Estación Salinas	108
25. Rosa de vientos. Estación Salinas	109
26. Rosa de vientos. Estación Playas	112
27. Rosa de vientos. Estación Playas	113
28. Porcentajes de direcciones. Rosas de vientos para 1976-1983	
29. Formación Tablazo	118
30. Geología local en Chanduy	120
31. Sistema de fallas y fracturas geológicas	123
32. Leyes de atenuación de aceleraciones	125
33. Espectro de diseño en el sitio Atahualpa	127
34. Distribuciones de valor extremo. Coeficientes de variación y parametro K	132
35. Distribución empírica de la muestra vs distribución esperada (aceleraciones de suelo)	134



BIBLIOTECA

36. Ubicación de las estaciones de muestreo de sedimentos ...	139
37. Sedimentos de fondo en Chanduy y alrededores	141
38. Areas de pesca en el Ecuador	145
39. Componentes del trasmallo	153
42. Cota topográfica de 10 m. y vía de acceso a Chanduy	164
43. Difracción del oleaje generado por viento local (valores máximos de altura y período	199
44. Difracción del oleaje de mar de leva (swell). Altura de diseño y período $T=12$ seg	200
45. Difracción del oleaje de mar de leva (swell). Altura de diseño y período $T=18$ seg	201
46. Disposición final de los elementos constitutivos del rom <u>pe</u> peolas	204
47. Disposición del rompeolas y los muelles	207
48. Vista en planta del rompeolas	210
49. Run-up para roca (rompeolas de talud)	220
50. Secciones del brazo y tronco del rompeolas	223
51. Secciones del codo y la cabeza del rompeolas	224
52. Fuerzas actuantes sobre el muelle	229
53. Diagramas de fuerzas distribuidas horizontales	232
54. Vistas frontal y lateral del muelle de desembarco y ser- vicios	245
55. Fuerzas actuantes sobre el muelle para embarcaciones meno <u>re</u> res	248
56. Vista lateral y frontal del muelle para embarcaciones me- nores	253

- 57. Ubicación de los accesos a Chanduy
- 58. Elementos del sistema de operación del puerto
- 59. Planta de procesamiento del pescado

I N D I C E D E T A B L A S

Tabla

1. Población de Chanduy por grupos de edad y sexo	37
2. Población de 10 años o más, por condición de alfabetismo y sexo	39
3. Población de 6 años o más, por nivel de instrucción y sexo.	40
4. Coeficientes de refracción para Chanduy	78
5. Coeficientes de fondo (Shoaling)	81
6. Datos de oleaje transformados para el veril de 5 m	83
8. Profundidad media a la distancia de 15 millas (alcance del viento en Chanduy	93
9. Valores de altura y períodos de oleaje generado por vientos en Chanduy	95
10. Número de veces por mes que se observo el viento soplando en cada dirección (período 1976-1981) . Salinas	106
11. Número de veces por mes que se observó el viento soplando en cada dirección (período 1976-1983) . Playas	110
12. Valores máximos de aceleración del suelo calculados en Chan duy	131
13. Tasas de capturas (Kg/hora)	147
4.1.1. Parametros del sistema de lineas de espera y medidas de efectividad para distintas condiciones de servicio	172
14. Valores de altura significativa extrapolados utilizando el método de Weibull	181
15. Valores regionales de altura significativa extrapolados u - sando diversos métodos	182

16. Valores de aceleración del terreno encontrados en Chanduy para distintos riesgos de excedencia utilizando un modelo Gumbel II para valores extremos anuales	188
17. Funciones de la altura de diseño	214
18. Valores de altura de daño para rocas de 2 y 3 toneladas	217
19. Fuerzas totales y momentos debidos a fuerzas distribuidas horizontales	231

INTRODUCCION

Las condiciones Oceanográficas, Meteorológicas y Geológicas existentes en la zona de Chanduy hacen técnicamente factible y realizable a bajos costos la construcción de instalaciones portuarias para el uso de los pescadores artesanales de Chanduy y zonas aledañas.

El alcance del proyecto tiene dos aspectos de importancia, a saber:

- Un aspecto científico aplicado como es el estudio de las condiciones Oceanográficas, Meteorológicas y Geológicas de la zona de Chanduy.
- Un aspecto ingenieril como es el de realizar el diseño preliminar de instalaciones portuarias y proponer criterios de diseño de obras civiles de servicio de estas, basandonos en los estudios referidos en el primer aspecto y complementandolos con un estudio de aspectos pesqueros y de condiciones de transporte marítimo.

La intención primordial, tanto de la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar como del país en lo que respecta a la posible futura construcción de puertos pesqueros artesanales es la de disponer de estudios detallados de las características naturales de los sitios en los que se asientan poblaciones de pescadores que son los lugares que prestan mayores facilidades para desarrollar este tipo de puertos.

En el caso específico de Chanduy, su población está conformada casi exclusivamente por pescadores y las características naturales de la zona hacen de ella un sitio de fondeo óptimo para embarcaciones pesqueras. Actualmente la comercialización de la pesca lograda se la realiza en la playa y parte de la población se ocupa en faenas de pesca a fin de proveer a las industrias pesqueras instaladas en las cercanías.

Sin embargo, en ciertas ocasiones, las condiciones Oceanográficas (marejadas, vientos generadores de oleaje y grandes oleajes de mar abierto) hacen prácticamente imposible a las embarcaciones hacerse a la mar para pescar. También, debido a la imposibilidad de preservar o procesar la pesca obtenida, esta debe ser vendida con premura y a bajos costos y en ocasiones parte de ella es desperdiciada.

La existencia de un muelle, de obras de abrigo y de instalaciones apropiadas para procesamiento y preservación del pescado mejoraría de forma sustancial las condiciones de trabajo de los pescadores y les permitiría un aprovechamiento óptimo de la pesca.

Por tanto, la realización del proyecto se justifica porque:

- Permitirá disponer de un estudio adecuado de las condiciones naturales del lugar de interés.
- Servirá como base para la selección de un sitio para la construcción de un puerto pesquero artesanal que permitirá un mayor rendimiento.

miento en las faenas de pesca de los pescadores de Chanduy y mejorará las condiciones de trabajo de los mismos.

- Permitirá disponer de criterios de diseño de obras portuarias y civiles que contribuyan a desarrollar a Chanduy como puerto pesquero.

C A P I T U L O I

ASPECTOS GEOGRAFICOS Y SOCIOECONOMICOS DE CHANDUY

1.1. GEOGRAFIA DE LA ZONA

1.1.1. Descripción General

La población de Chanduy se encuentra ubicada en la costa Suroeste de la Provincia del Guayas, frente a Punta Chanduy y junto al río Zapotal. Pertenece al Cantón Santa Elena y es la cabecera parroquial de la parroquia Chanduy.

Chanduy se encuentra a casi igual distancia de las poblaciones de Salinas, al Noroeste, y de Playas (General Villamil), al Sureste; que son importantes centros poblados de la región costera. Sus coordenadas geográficas son: $1^{\circ}23'56''$ de latitud Sur y $79^{\circ}40'41''$ de longitud Oeste (carta I.O.A. N° 10600, coordenadas de la torre de la iglesia) (Gráfico N° 1).



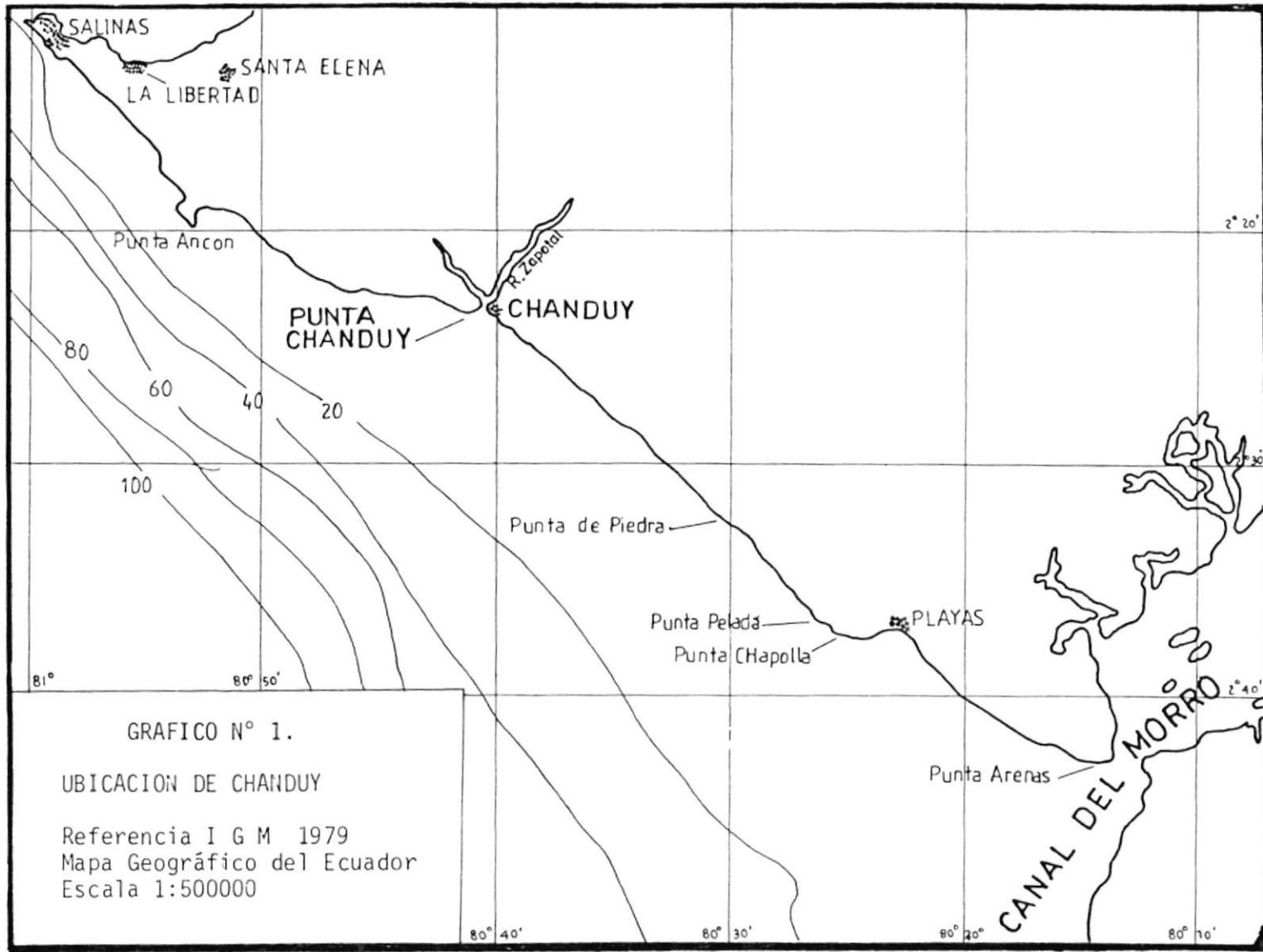


GRAFICO N° 1.
 UBICACION DE CHANDUY
 Referencia I G M 1979
 Mapa Geográfico del Ecuador
 Escala 1:500000



La costa de Chanduy se ve caracterizada por la Punta Chanduy, formación rocosa al Noroeste de la población. Dicha formación rocosa actúa a manera de un rompeolas natural para el oleaje proveniente del Noroeste y del Oeste ocasionando que el sector de la costa después de la punta Chanduy sea una ensenada que es usada por los pescadores artesanales como zona de abrigo. Este último sector es una zona baja con playa que se ve interrumpida al Sureste por la desembocadura del río Zapotal.

El río Zapotal en el pasado se veía afectado por las estaciones ya que durante el invierno su caudal crecía considerablemente y en el verano se secaba casi totalmente. Después del fenómeno del Niño 1982-1983 este patrón ha variado y en la actualidad el río mantiene un caudal apreciable durante todo el año, aunque con variaciones.

Mas allá del río Zapotal, siguiendo la línea de costa hacia el Sureste, se encuentra una zona de barreras sobre la que está situado el pueblo de Chanduy.

El rasgo mas sobresaliente de la geografía de la zona es

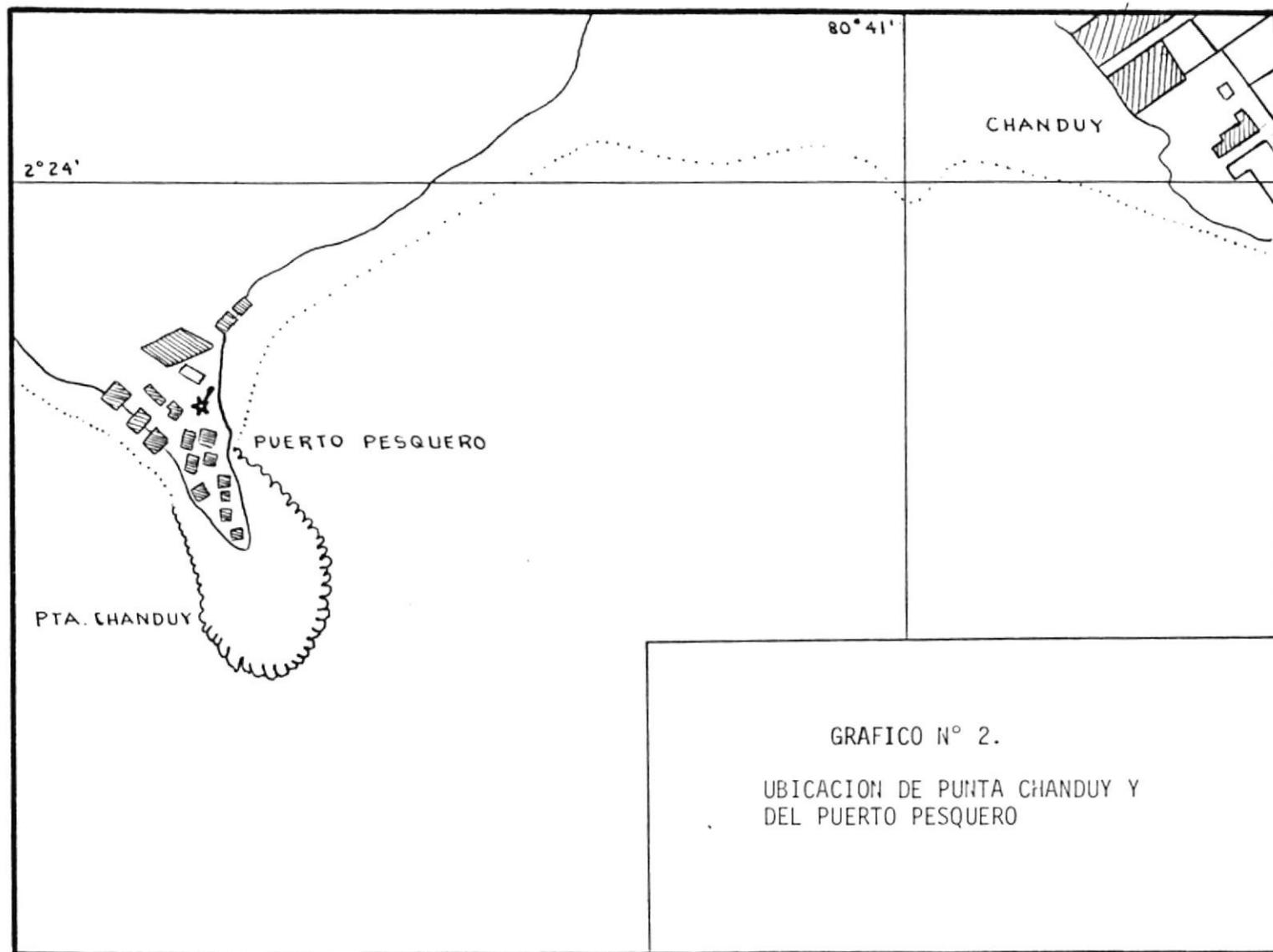
la bahía natural que se forma por la influencia de la Punta Chanduy, lugar donde se encuentra el puerto pesquero y que constituye la zona de interés del presente estudio. (Figura N°2).

1.1.2. Vías de Comunicación

Chanduy se encuentra comunicado con las principales poblaciones mas cercanas a ella, que son Salinas, Playas, Guayaquil por medio de la carretera Guayaquil-Progreso-Santa Elena.

De esta vía principal en el Kilómetro 105 de la misma parte un carretero que conduce directamente al puerto pesquero, junto a la Punta Chanduy, donde existen varias instalaciones industriales de procesamiento y elaboración de productos del mar (La Portuguesa, Arimar, Proteica). Por medio de este carretero, y después de pasar el puerto pesquero, se tiene acceso directo a la población desde el Noroeste y luego de cruzar un puente de hormigón armado sobre el Río Zapotal que se encuentra en buenas condiciones en la actualidad.





El puerto pesquero al que se ha hecho referencia es en realidad la zona de abrigo donde se fondean las embarcaciones pesqueras artesanales, pues en si no existe una infraestructura portuaria adecuada en el lugar.

El carretero de acceso al puerto pesquero y a la población está asfaltado y en condiciones de uso regular en la actualidad.

Existe también una carretera de tierra afirmada que a partir de la carretera Guayaquil-Progreso-Santa Elena y a menos de 1 kilómetro de la población de Zapotal, conduce a Chanduy pasando antes muy cerca de la población de Tugaduja. Esta vía ingresa a Chanduy desde el Este.

En el kilómetro 115, al margen izquierdo de la vía Guayaquil-Progreso-Santa Elena, ha sido construído un complejo cultural donde quedará abierto al público en forma permanente, el museo del Sitio Arqueológico de Real Alto. Este proyecto constituye la culminación del esfuerzo y la dedicación al rescate de la cultura prehispánica, haciendo de esta zona una de las de mayor proyección nacional e inter-

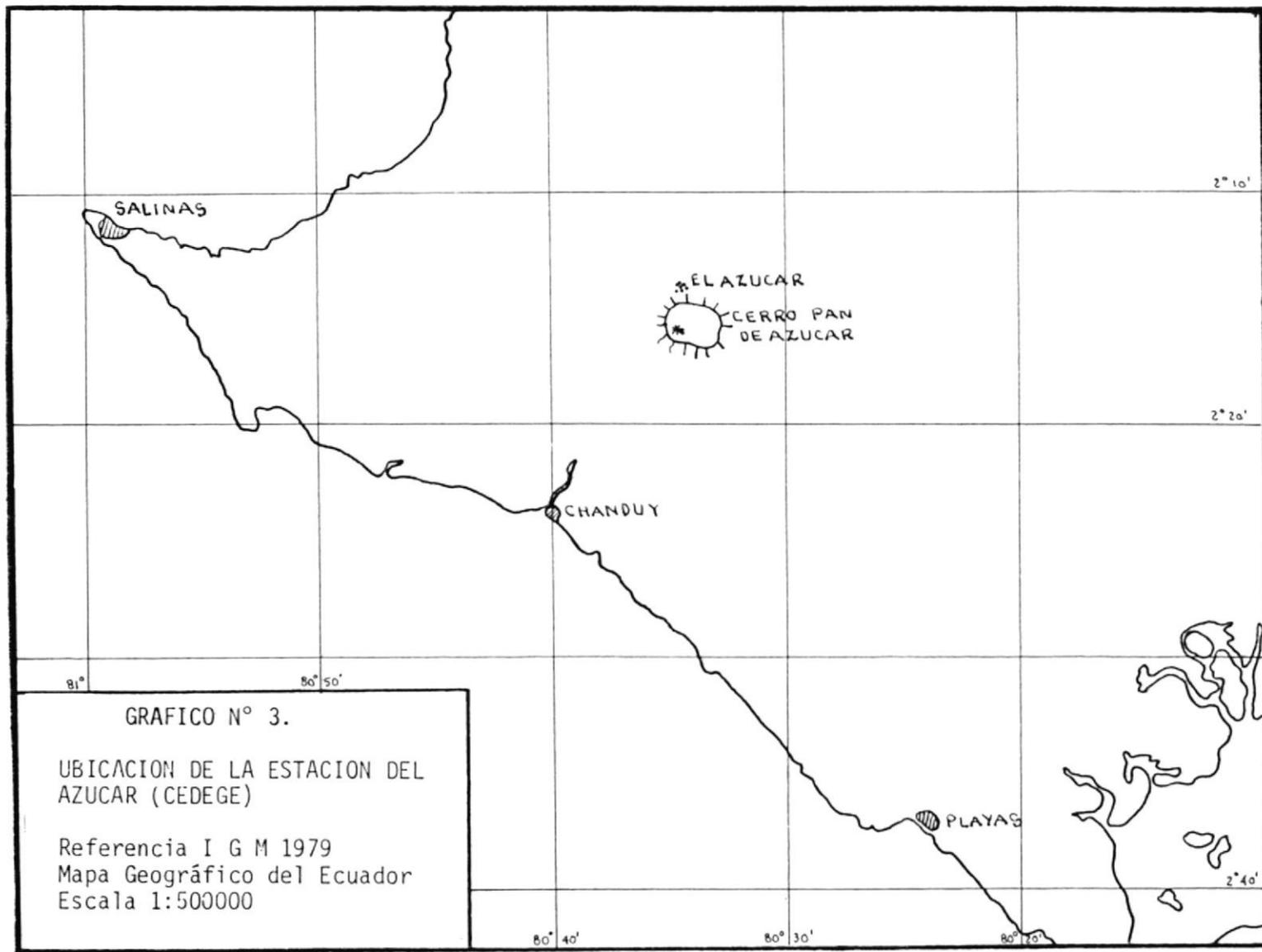
nacional desde el punto de vista cultural.

1.1.3. Clima

Según el Atlas Geográfico de la República del Ecuador (I.G. M. 1986), el clima de la zona en la que se encuentra Chanduy es un clima Tropical e Intertropical húmedo con estaciones alternas. Esto es, seco en el Verano y lluvioso en el invierno, con temperaturas superiores a los 20°C. La clasificación usada por el I.G.M. es la de Koppen, una de las más aceptadas y en la cual se toman como parámetros a fin de clasificar el clima a la temperatura y a la lluvia. (Mapa de los Profesores de la U. de Dermont, Francia; P. Estienne y A. Godard).

Tanto la temperatura como la precipitación se registraron por varios años en estaciones situadas en la península de Santa Elena por CEDEGE que tiene a su cargo los estudios para el trasvase de las aguas de la presa Daule-Peripa a la península. La estación más cercana a Chanduy es la de El Azúcar; situada a aproximadamente 30 Kilómetros y cuyas coordenadas geográficas son 2°15'00" de latitud Sur y 80°34'50" de longitud Oeste (Figura N°3).





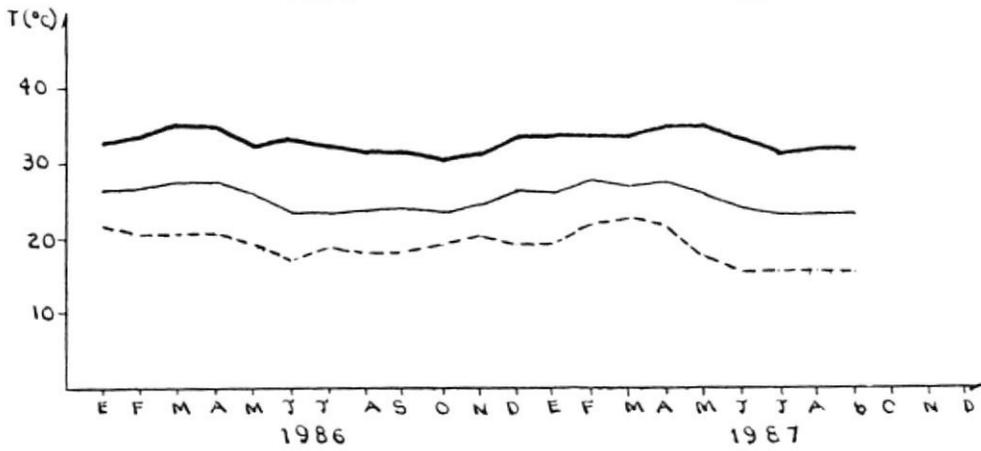
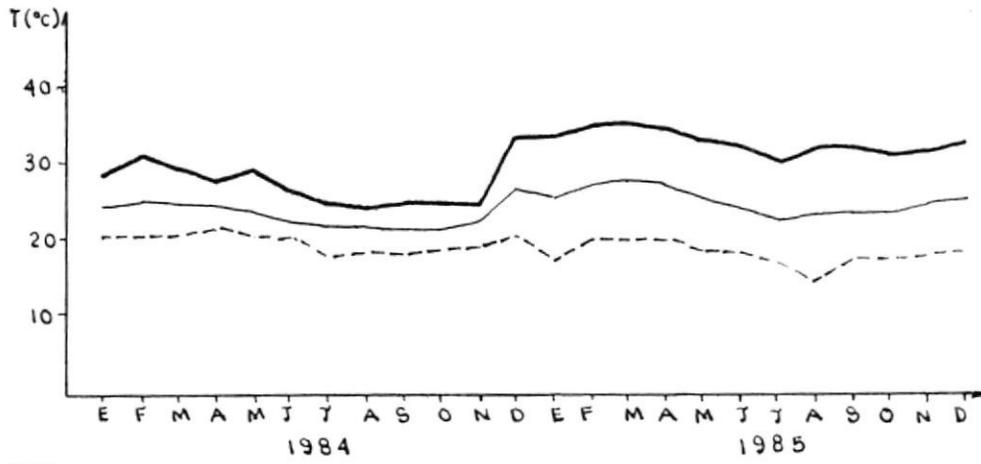
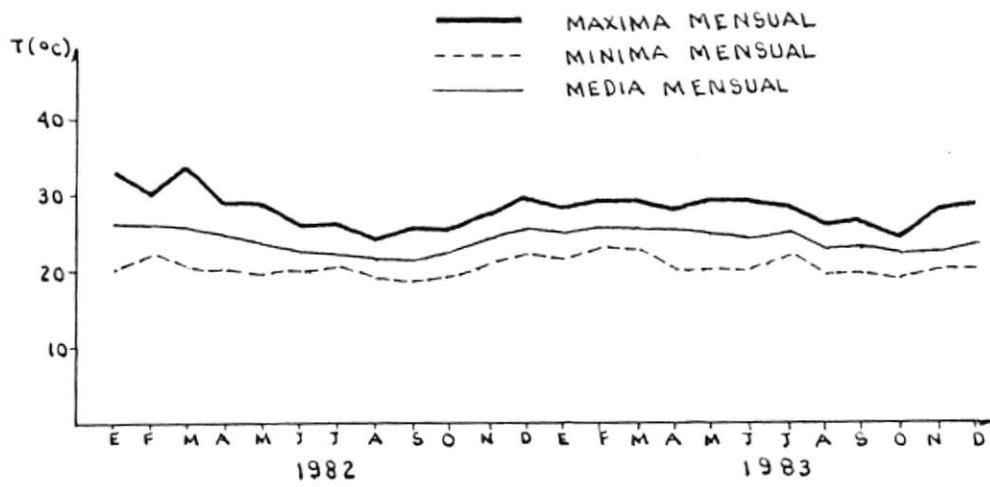
Los promedios obtenidos de tales registros establecen un promedio de 30,24 °C para las máximas temperaturas registradas mensualmente, de 24.37 °C para las temperaturas medias y de 19,44 °C para los valores mínimos de temperatura registrados también cada mes. El rango sobre el registro es de 69 meses, comprendidos entre el mes de Enero de 1982 y el de Septiembre de 1987.

Los valores máximos, mínimos y medios de temperatura registrados mensualmente en la estación de El Azúcar se encuentran en el gráfico N° 4.

Los registros de precipitación para el período comprendido desde Enero de 1983 hasta Septiembre de 1987, tanto de valores máximos registrados cada mes como de los totales mensuales confirman la alternabilidad de la precipitación con las estaciones. La abundante precipitación registrada en los primeros meses de 1983 (Enero a Agosto) denotan la presencia del Fenómeno del Niño, que en el evento de 1982-1983 tuvo características excepcionales, extendiendo su presencia hasta Agosto de 1983. En otros años, la precipitación registrada es la normal para esta región y no supera los 200 mm de precipitación acumulada mensual y los 50 mm en cuanto a eventos máximos durante cualquier mes. Los valores registrados durante El Niño son 450 mm y 150 mm respectivamente.



GRAFICO N° 4. : TEMPERATURA EN EL AZUCAR.
VALORES MENSUALES.



Los valores registrados y promediados de temperatura y los de precipitación corroboran la afirmación inicial en cuanto al tipo de clima de la zona.

La zona de Chanduy casi no posee vegetación y se encuentra entre una zona con vegetación arbustiva arídica y herbácea (Programa Nacional de Regionalización Agraria). La vegetación existente clasifica a la zona como sabana y en ella - predomina el monte espinoso trópical representado por la paja, el barbasco y el cardo principalmente. También se puede encontrar vegetación del tipo del matorral desértico trópical y de sus especies las más notorias en la zona son el algarrobo, el cascol, el pechiche, el arrayán, el mollullo, el guasango y el cactus. Estas plantas están perfectamente adaptadas al clima del lugar.

No existe prácticamente agricultura en la zona misma de estudio ni en los lugares aledaños más cercanos a el. La escasa agricultura practicada en las regiones del interior - es tipo trópical de plantación.

En cuanto a la regionalización física, la zona está incluiu

da en lo que se conoce como la franja litoral del Pacífico, influenciada por la corriente fría de Humboldt, que contribuye a que el clima sea también seco en el verano y debido a lo cual la fitogeografía del lugar lo clasifica como de Xerofilia Humboldtiana.

1.1.4. Hidrología

El sistema estuarino río Guayas - Estero Salado es la principal cuenca hidrográfica del Golfo de Guayaquil. El río Guayas que nace de la unión de los ríos Daule y Babahoyo al norte de la ciudad de Guayaquil, presenta una anchura de 1.5 Km y una profundidad de 10 a 20 m. cerca de la ciudad antes mencionada; desemboca en el canal de Jambelí, en donde presenta una anchura de 25 Km., con profundidades de hasta 30 m. La zona de Chanduy está influenciada por la hidrología del sistema estuarino del río Guayas.

La vertiente sur-occidental que drena la zona más árida, comprendida entre la península de Santa Elena y la cordillera costera de Chongón-Colonche y que está constituida por los ríos Zapotal (objeto de nuestro interés), Chongón y Daular y cuyas descargas están influidas por las condiciones propias del clima costero (precipitaciones continuas en el invierno y aridez extrema en el verano). En



BIBLIOTECA

la actualidad no existe ningún estudio hidrológico del río Zapotal que lo describa en detalle.

Sin embargo su principal afluente, el río Azúcar, se verá muy limitado en sus aportaciones futuras debido a la existencia aguas arriba del río Zapotal de la llamada presa del Azúcar, que represa al río Azúcar con propósitos de riego. Esto implica un elemento de control de los caudales regulares del río Zapotal, de por sí exiguos debido a su carácter de río de poco caudal, el cual solo crece en el invierno.

Debido a que el río Azúcar es el principal afluente del río Zapotal, al limitarsele su aporte necesariamente disminuirá también la descarga de sedimentos del Zapotal, lo cual significa que en el futuro, cuando la presa del Azúcar este en plena operación, la descarga de sedimentos del Zapotal en su desembocadura va a disminuir.

1.2. SOCIOECONOMIA DE CHANDUY

1.2.1. Generalidades

Chanduy es uno de los muchos puertos pesqueros artesanales de la Provincia y sirve como fondeadero natural y va radero de un número limitado de embarcaciones.

La flotas artesanales en el Ecuador operan a lo largo de toda la costa continental y en la Región Insular de Galápagos (Provincia de Galápagos). Además se cuenta con nu merosas embarcaciones que realizan su actividad en aguas interiores, especialmente en las Provincias del Guayas y la de Los Rios.

Desde el punto de vista económico, esta actividad se ha convertido en un sector dinámico que es caracterizada co mo una actividad profesional sobre todo en su fase ex tractiva, siendo de gran significación, generando ingresos y proporcionando fuentes de trabajo a un sin número de personas, pero al que inexplicablemente no se lo ha atendido en la magnitud de su trascendencia.

Este sector pesquero artesanal es el primer abastecedor-



de productos frescos al mercado Ecuatoriano. A diferencia de otras actividades de producción primaria, esta se presenta compleja, debido a las diferentes actividades - interdependientes inmersas en esta, involucrando en gran número de casos al conjunto de la familia.

Los niveles de organización se presentan frágiles, determinados por relaciones familiares o de amistad.

La pesca ecuatoriana ha logrado un buen desarrollo. En 1985 la captura de peces pelágicos superó un millón de toneladas desembarcadas. La flota pesquera artesanal comprende unas 1900 embarcaciones, en tanto que la flota pesquera industrial la constituyen 470 buques. El sector pesquero artesanal emplea a unos 9.000 pescadores, - de los cuales un 65% efectúa pesca artesanal.

1.2.2. Población

De acuerdo con el IV Censo de Población de Noviembre de 1982, en los resultados definitivos (Guayas, tomo IV, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INEC), la

población de la parroquia de Chanduy en 1982 era de 10.266 personas; de las cuales 910 habitaban en la cabecera parroquial y 9.356 en el resto de la parroquia.

Una clasificación de la población de la parroquia por grupos de edad y sexo se presenta en la tabla N^o 1.

El grupo humano de interés para nuestro estudio es el de las personas dedicadas a la pesca artesanal. Un reporte enviado por la Inspectoría de Pesca de Chanduy a la Unidad de Estudios Pesqueros y Estadísticas de la Dirección General de Pesca en Mayo de 1987 indica la presencia de 252 pescadores artesanales en Chanduy en el año de 1986. (Informe: Pescadores y Comerciantes Registrados, 1986. - Dirección General de Pesca).

El mismo reporte indica la presencia de 80 comerciantes en Chanduy. De este total, el 18% se dedican a la compra de larvas de camarón, cuya captura es una actividad alternativa para los pescadores en Chanduy y ninguno de ellos, se dedica exclusivamente a la captura de larvas de camarón para las piscinas, algunas de las cuáles se encuentran en la misma zona.



BIBLIOTECA

POBLACION DE CHANDUY POR GRUPOS DE EDAD Y SEXO

GRUPOS DE EDAD	0 - 4		5 - 9		10 - 19		20 - 39		40 - 59		60 o más	
	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
CHANDUY	815	773	713	716	1210	1187	1327	1308	679	659	482	397
CABECERA PARROQUIAL	67	77	66	65	77	99	130	133	77	54	42	29
RESTO DE LA PARROQUIA	748	696	647	651	1133	1088	1197	1175	608	605	440	368

Fuente: IV Censo de Poblacion (INEC)

H: N° de hombres.

M: N° de mujeres.

TABLA N° 1

1.2.3. Niveles de Instrucción

De un total de 7.249 personas mayores de 10 años en la parroquia Chanduy se registraron en el censo nacional de 1982, 849 analfabetos, que son el 11.7% del total. La clasificación de acuerdo a la condición de alfabetismo y sexo se muestra en la tabla N° 2.

El nivel de instrucción de acuerdo al mismo censo se refleja en un 14.9% de la población en edad de educarse (mayores de 6 años) sin ninguna instrucción, 4.2 % en centros de alfabetización, 70.3% en todos los niveles de primaria, 6.6% en todos los niveles de secundaria y el 0.6 % en la universidad. Una clasificación detallada de la población de 6 o más años, por nivel de instrucción y sexo se presenta en la tabla N° 3.

Para 1986, la Inspectoría de Pesca de Chanduy reportó un total de 249 pescadores artesanales que habían terminado la primaria, 1 que había terminado la secundaria y 1 sin ninguna instrucción. (Dirección General de Pesca. Departamento de Estadísticas y Censos. Informa: Pescadores y Comerciantes Registrados. 1986).



BIBLIOTECA

POBLACION DE 10 AÑOS O MAS, POR CONDICION DE ALFABETISMO Y SEXO

PARROQUIA CHANDUY

	TOTAL			ALFABETA			ANALFABETA		
	AMBOS SEXOS	H	M	AMBOS SEXOS	H	M	AMBOS SEXOS	H	M
CHANDUY	7249	3698	3551	6400	3407	2993	849	291	558
CABECERA PARROQUIAL	635	320	315	606	308	298	29	12	17
RESTO DE LA PARRO- QUIA	6614	3378	3236	5794	3099	2695	820	279	541

Fuente: IV Censo de Población (INEC)

H: N° de hombres.

M: N° de mujeres.

TABLA N° 2

POBLACION DE 6 AÑOS O MAS, POR NIVEL DE INSTRUCCION Y SEXO

PARROQUIA CHANDUY

SEXO	NIVEL DE INSTRUCCION											
	PRE - INSTRUCCION				PRIMARIA				SECUNDARIA			
	NINGUNO		CENTRO DE AL- FABETIZACION		CURSOS 1 - 3		CURSOS 4 - 6		CURSOS 1 - 3		CURSOS 4 - 6	
	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
CHANDUY	503	739	168	180	1138	1156	1972	1617	216	214	78	43
CABECERA PARROQUIAL	26	23	1	-	75	82	202	196	27	45	20	8
RESTO DE LA PARRO- QUIA	477	716	167	180	1063	1074	1770	1421	189	169	58	35

Fuente: IV Censo de Poblacion (INEC)

H: N° de hombres.

M: N° de mujeres.

TABLA N° 3

1.2.4. Niveles de Ingreso

Conforme a un reporte enviado por la Inspectoría de Pesca de Chanduy a la Unidad de Estudios Pesqueros y Estadísticas de la Dirección General de Pesca, los niveles de ingresos mensuales de los pescadores artesanales de Chanduy correspondían a la siguiente escala de salarios. (Informe: Pescadores y Comerciantes Registrados. 1986).

Total Pescadores Artesanales: 252

Ingreso (sucres)	Número de Pescadores	%
menos de 6.000	58	23.0
6.001 - 8.000	135	53.6
8.001 - 10.000	58	23.0
10.001 - 12.000	1	0.4

El sueldo básico en el mismo año era de diez mil sucres.



1.2.5. Vivienda

El III Censo de Vivienda de 1982 (INEC) registró un total de 142 viviendas en la población de Chanduy y 1420 viviendas en el resto de la parroquia. Para la cabecera parroquial (Chanduy) un 81% de las viviendas eran casas o villas particulares y el 19% restantes eran apartamentos, cuartos de alquiler, mediaaguas y ranchos o covachas. Para el resto de la parroquia tales porcentajes eran de 74% y 26% respectivamente.

Los materiales usados en la construcción de las viviendas son los bloques de arcilla y el zinc para el techo. La madera se la usa en menor escala.

1.2.6. Servicios Básicos y Salubridad

Los datos presentados en este aspecto proceden del III Censo de Vivienda de 1982.

En la cabecera parroquial no existe servicio de abastecimiento de agua de red pública. En el resto de la parroquia solo el 2% de las viviendas disponen de este -

tipo de servicio.

La cabecera parroquial se provee de agua por medio de carros repartidores procedentes de Guayaquil o Santa Elena. En el resto de la parroquia un 35% de las viviendas se abastecen de pozos y vertientes y el 63% restante lo hace a través de carros repartidores.

En lo que se refiere al servicio eléctrico, la cabecera parroquial se encuentra totalmente abastecida por la red pública, mientras en el resto de la parroquia un 67% de las viviendas son servidas por este medio, 1% por plantas privadas y el 32% no disponen de este servicio.

En toda la parroquia o no se dispone de servicio de eliminación de aguas servidas o estas se eliminan utilizando pozos ciegos.

La población de Chanduy dispone de un Centro de Salud Moderno inaugurado en 1987 que dispone de 3 médicos permanentemente, 2 de los cuales son egresados de medicina que cumplen en ese lugar su año de servicio rural.

1.2.7. Grado de Organización

La organización cooperativa no se muestra a los pescadores artesanales como alternativa o solución y es mínima, el número de miembros afiliados es reducido y algunas además funcionan de manera anárquica y puntual. Otras funcionan en torno a dos o tres personas (líderes, generalmente comerciantes) y se ha establecido que una gran mayoría no funcionan de acuerdo a los objetivos que el cooperativismo persigue, concluyendo que la organización que se nos presenta como natural es el grupo de pescadores, el mismo que genera actividades formales e informales al interior de las comunidades de pescadores artesanales en nuestras costas.

De acuerdo a la Dirección General de Pesca, la Inspección



toría de Pesca de Chanduy indicaba que en 1986 casi la totalidad de los 252 pescadores registrados ese año no estaban cooperados. Solo 2 personas pertenecen a una cooperativa ubicada en otra parroquia.



C A P I T U L O I I

ASPECTOS OCEANOGRÁFICOS, METEOROLÓGICOS, GEOLÓGICOS Y PESQUEROS

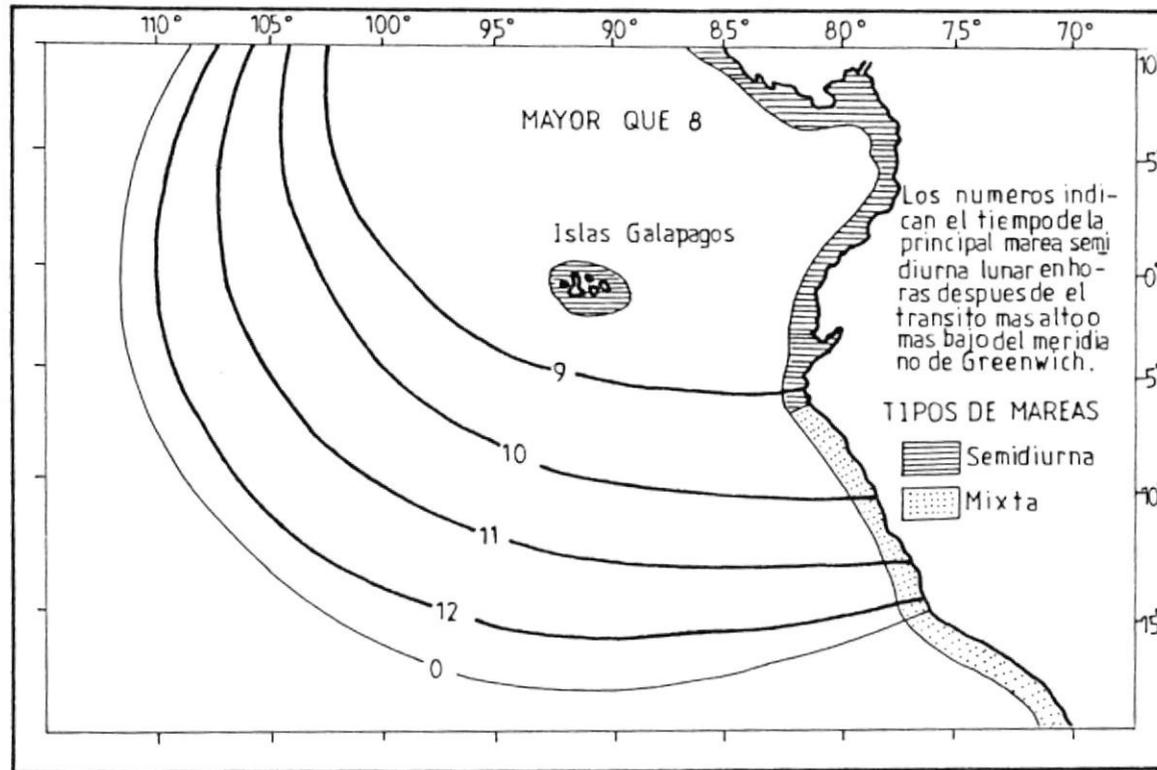
2.1. OCEANOGRAFIA DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1.1 Mareas

La progresión de las mareas a lo largo de la costa oeste de Sur América es hacia el sur radiando desde dos puntos anfidrómicos. Uno está localizado cerca a los 29° Sur y 115° Oeste y el otro está ubicado frente a las costas mexicanas del Pacífico. Las líneas de igual marea de la parte norte de la costa oeste de Sur América se muestran en el gráfico N°5.

Al norte de los 6° sur, las mareas son predominantemente semidiurnas. En Punta Jambelí, dos pleamares y dos bajamares casi iguales entre sí ocurren en cada día de marea.

GRAFICO N° 5. : LINEAS COTIDIALES PARA LA REGION NORTE DE LA COSTA OESTE DE SUDAMERICA.



Los rangos de marea se incrementan hacia la costa y son grandes en las bahías y entradas. En el Golfo de Guayaquil, las mareas de Sicigia alcanzan aproximadamente 3.0 m. en la boca del estuario del Guayas (Data) y 4.1 m. en el interior (Puerto Nuevo, Guayaquil). Este rango es de valores máximos dado que las mareas varían en amplitud y en fase de un punto a otro a lo largo del estuario del Guayas.

Las mareas semidiurnas ocurren dos veces cada día y son mareas características en Chanduy; siendo su altura casi igual en ambas ocasiones. Un día de marea corresponde a 24 horas con 50 minutos porque la Luna, que ejerce la mayor influencia en las mareas, avanza 50 minutos cada día en su órbita alrededor de la tierra.

Los dos puntos más próximos a Chanduy en los que se encuentran instalados mareógrafos se encuentran en La Libertad y en Data de Posorja (Ver figura N°1) y las mediciones obtenidas en estos aparatos se utilizan para realizar las predicciones de la marea en el departamento de Hidrografía de INOCAR así como para la navegación en el canal de acceso al terminal marítimo de Guayaquil para el caso del de Data. Se han registrado en estos puntos los siguientes rangos de marea: 2.7 m. para la marea de

Sicigia en La Libertad (valor máximo) y 2.9 m. para la misma marea en Data de Posorja.

Para nuestro estudio es de gran interés precisar las máximas pleamares que se esperan en Chanduy. Para este objetivo se utilizarán los datos de Posorja en lugar de aquellos de Data de Posorja debido a que el primer punto tiene mejor procesada la información y dado que la diferencia en tiempo entre la marea de Data y la de Posorja es pequeña tanto como la diferencia en amplitud. Ambos puntos (Data y Posorja) están muy cercanos uno al otro.

La máxima pleamar alcanza los 2.9 m. sobre el MLWS en Posorja y los 2.6 m. sobre el MLWS en La Libertad. Dado el carácter progresivo de la onda de marea, la pleamar ocurre en ambos puntos con una diferencia de tiempo de 1 a 2 horas y la marea progresa desde La Libertad hacia Posorja. Chanduy ocupa una posición intermedia en la línea de costa entre estas poblaciones y es de esperar que la pleamar ocurra en Chanduy aproximadamente 1 hora y 30 minutos después que ha ocurrido en La Libertad y que la máxima altura de pleamar esperada sea de aproximadamente 2.8 m. sobre el MLWS. Estos valores han sido obtenidos después de analizar las predicciones para la marea realizadas por el INOCAR para el periodo comprendido de 1.976 a 1.988 y teniendo en cuenta la distancia existente en-

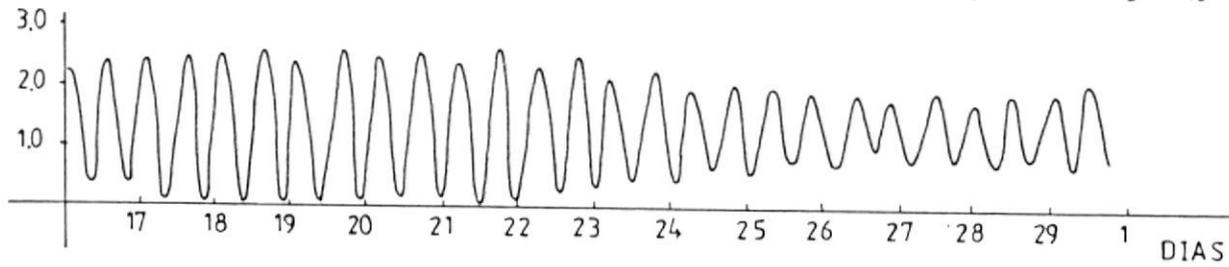
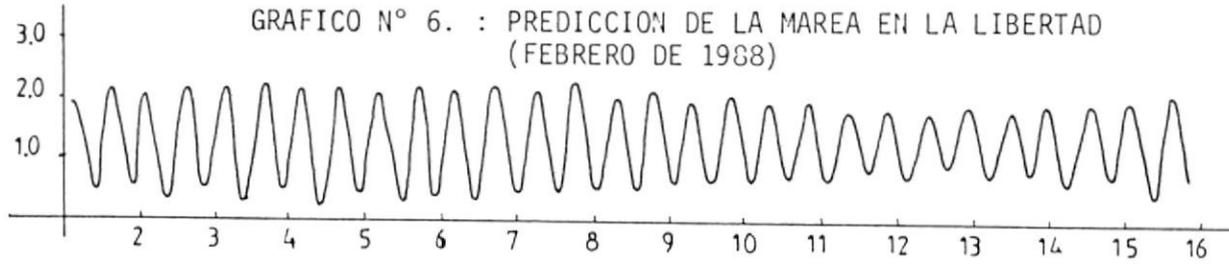
tre ambos puntos (La Libertad y Posorja) con respecto a Chanduy. El gráfico N° 6 ilustra el desfase tanto en altura como en tiempo que existe entre ambos puntos según la predicción para el mes de Febrero de 1.988.

A fin de incorporar estas consideraciones en el diseño del puerto, hay que tener en cuenta que existen otras variaciones en el nivel medio del mar que deberán ser tomadas en consideración.

En la región del Ecuador, frente a la costa, la variación del nivel medio del mar; excluyendo a aquella debida a la marea, alcanza valores que no van mas allá de los \pm 15 cm. en los registros mensuales. Las circunstancias oceanográficas anormales, como la del fenómeno del Niño; ocasionan variaciones del nivel medio del mar que alcanzan valores extraordinarios de 45 a 50 cm: En el fenómeno del Niño de 1.982-1.983, considerado como uno de los que mayores perturbaciones ha causado en este siglo se registraron valores de hasta 45 cm. sobre el nivel promedio del mismo periodo (1.980-1.983). La variación del nivel medio del mar en dicho período y para el puerto de La Libertad se muestra en el gráfico N° 7.

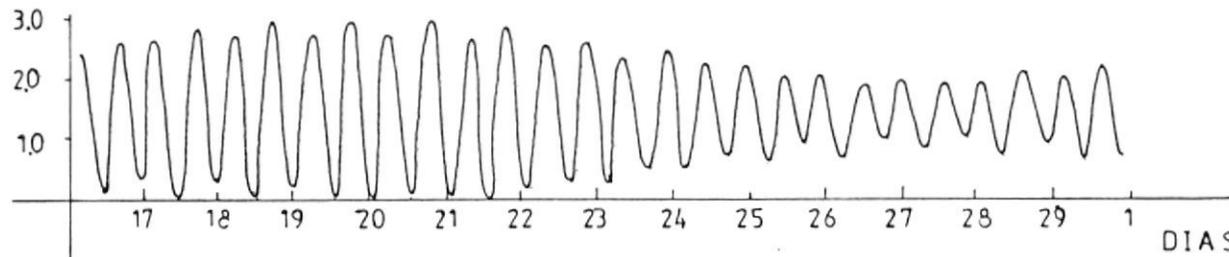
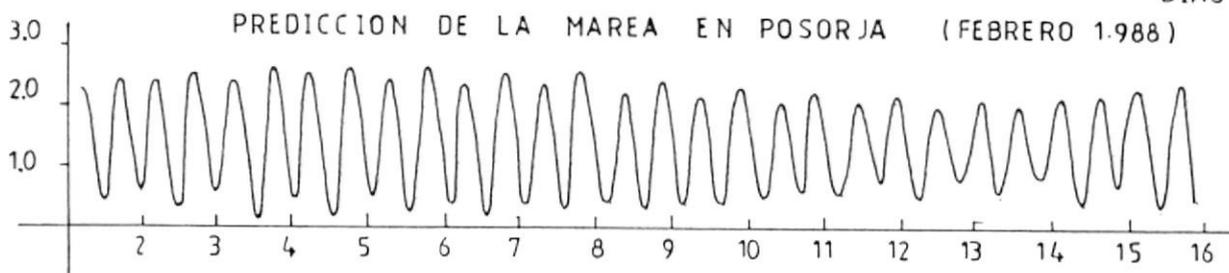
H (M)

GRAFICO N° 6. : PREDICCIÓN DE LA MAREA EN LA LIBERTAD
(FEBRERO DE 1988)

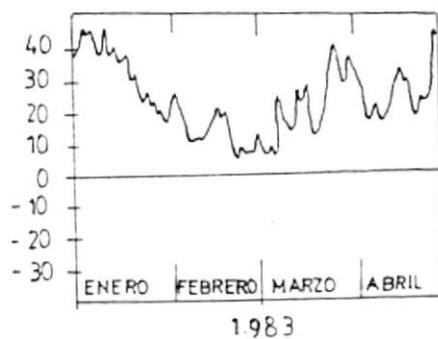
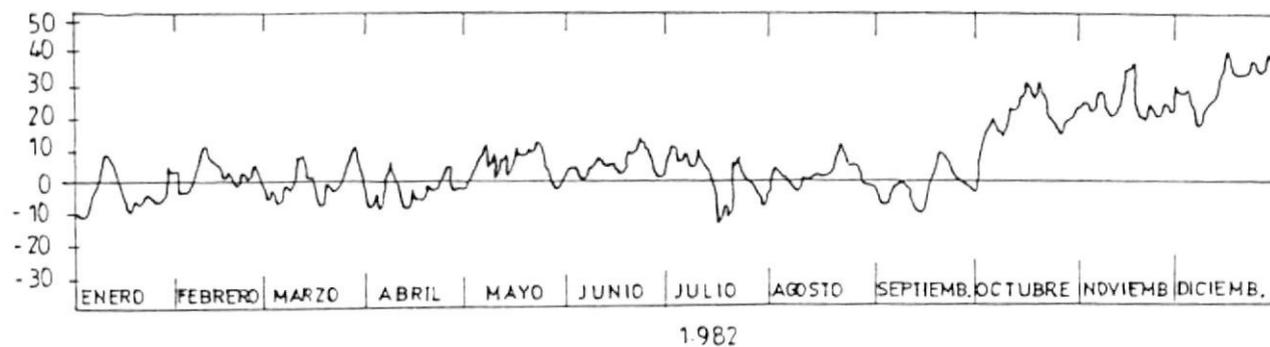


H (M)

PREDICCIÓN DE LA MAREA EN POSORJA (FEBRERO 1988)



H (CM)



Nota: el valor cero corresponde al promedio de 1980-1982-1983.

GRAFICO N° 7. : VARIACION DEL NIVEL MEDIO DEL MAR DURANTE LOS AÑOS 1982 y 1983 EN LA ESTACION DE LA LIBERTAD

REFERENCIA FACILITADA POR EL BIO. EDUARDO ZAMBRANO (INOCAR)

2.1.2. Batimetria

La región del presente estudio es eminentemente rocosa y en especial junto al borde este de la punta Chanduy , donde la presencia de rocas sumergidas es muy notoria.

Los perfiles batimétricos de la zona muestran claramente que las mayores profundidades se encuentran precisamente cerca de la Punta Chanduy y que a medida que se avanza hacia el este desde tal accidente geográfico las profundidades disminuyen, seguramente debido a las descargas de sedimentos del río Zapotal así como al acarreo de arena litoral.

A partir del levantamiento hidrográfico realizado por el INOCAR en Agosto de 1.979 se procedió a determinar los beriles correspondientes a los 2, 3, 4 y 5 metros para la zona comprendida entre la Punta Chanduy y la población de Chanduy y por el mar hasta la línea del vertical de 5 metros. La figura N°8 muestra claramente que el gradiente de profundidad es más pronunciado cerca de la punta rocosa que en cualquier otro lugar, alcanzándose los 3 metros de profundidad a escasos 70 metros de distancia de el borde de Punta Chanduy y los 2 metros a apenas unos 30 metros de el mismo sitio.

Ref: Carta IOA N°10600
Veriles respecto al MLWS (metros)
Escala 1:7500

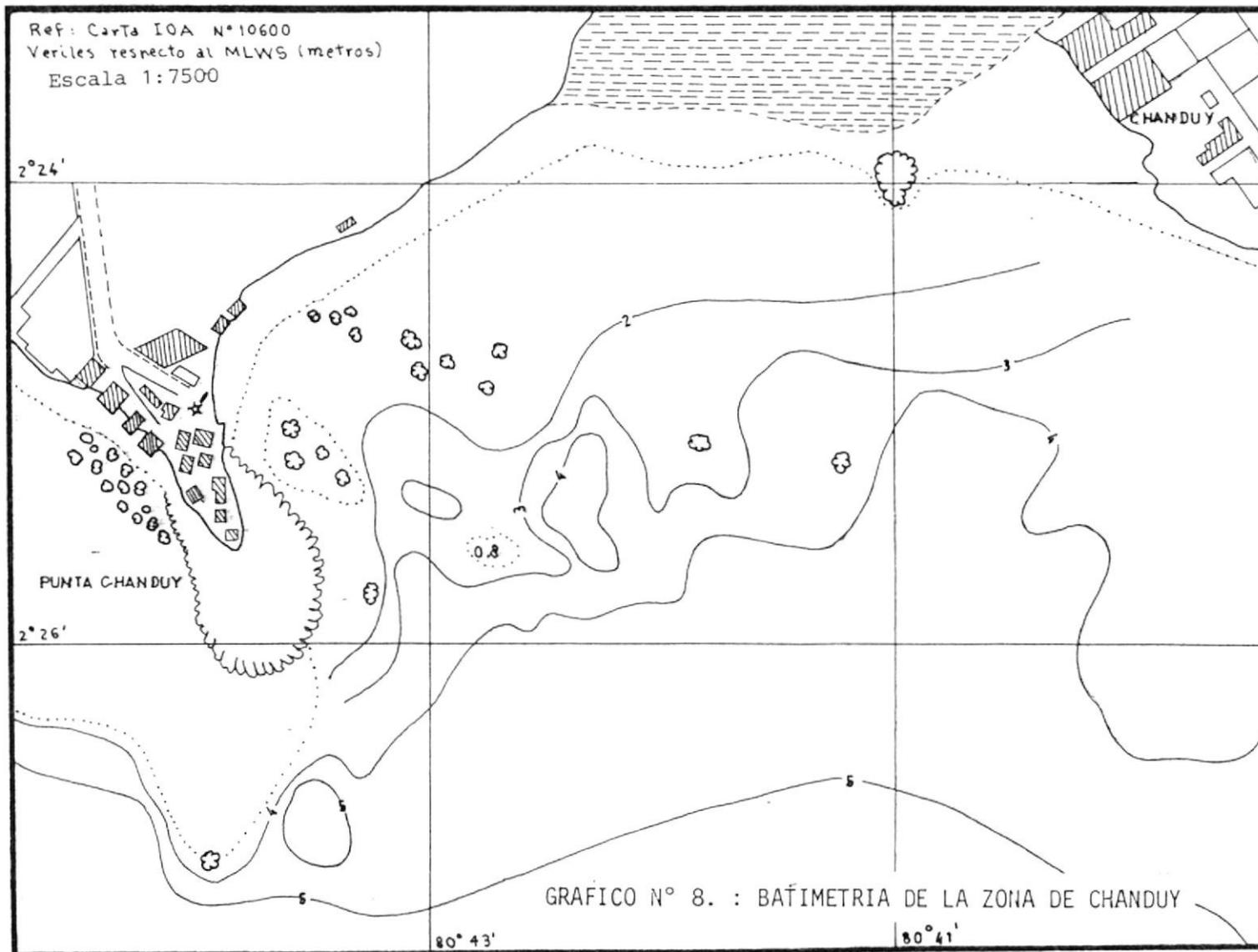


GRAFICO N° 8. : BAÍMETRIA DE LA ZONA DE CHANDUY

2.1.3. Olas

La información referente al comportamiento del oleaje es de una importancia decisiva cuando se trata del diseño de puertos pesqueros expuestos al mismo. La necesidad que tienen los buques de una zona de abrigo donde poder fondear, cargar y descargar tanto materiales como personas y guarecerse de los temporales hacen que, en una parte considerable de los casos; tenga que recurrirse a obras portuarias de abrigo (rompeolas, espigones, etc) , que contengan las olas y disipen su energía a fin de originar artificialmente un ambiente apto para realizar todas las operaciones necesarias.

El estudio del oleaje para el presente estudio tiene como objetivo principal el establecer si las condiciones que presenta el puerto de Chanduy en la actualidad permiten, o no, utilizar un muelle expuesto al oleaje sin estructuras de protección.

2.1.3.1. Descripción regional del clima de oleaje.-

Los principales fenómenos que inducen la formación de olas a lo largo de las costas del Pací-



BIBLIOTECA

fico en Sur América son los DOLDRUMS o zona de convergencia intertropical y el centro de alta presión del Pacífico Sur al que están asociados los vientos del Sureste.

El area comprendida entre el Golfo de Guayaquil y el Golfo de Panamá está caracterizado por un gran número de calmas. En Otoño (hemisferio - Sur) los DOLDRUMS comienzan a moverse hacia el norte hasta el mes de Octubre y la región está bajo la influencia de los vientos del Sureste , solo entonces, un oleaje moderado y alto es mas frecuente.

Para el area de Chanduy no existen datos de mediciones de oleaje. En forma eventual se han tomado datos de oleaje en el Golfo de Guayaquil con propósitos relativos a las labores de exploración hidrocarburífera efectuados. A continuación se exponen y analizan la información de oleaje que existe para el area de estudio, luego de lo cual se podrán determinar condiciones de oleaje de diseño.

2.1.3.2. Datos del Laboratorio de Física de Inglaterra.-

El análisis realizado por el Laboratorio Nacional de Física de Londres (Estadísticas de Hogben y Lumb) está basado en 12.555 observaciones hechas por buques voluntarios y que han navegado en el area comprendida entre los 0° - 10° Sur y los 80° - 100° Oeste en el Océano Pacífico. Las observaciones realizadas para las olas provenientes de los rangos de dirección de 200° - 210° - 220° ; 230° - 240° - 250° y 260° - 270° - 280° en diferentes periodos y para diferentes alturas se presentan en forma de probabilidad de ocurrencia en los gráficos N° 9.1. y N° 9.2.

Se han escogido estos rangos de dirección por estimar que la procedencia de Swells (nombre asignado en inglés al oleaje que ha progresado mas allá de la influencia de aquellos vientos que lo han generado) en la zona está en aquellas direcciones comprendidas entre los 200° determinados por la presencia de Punta Pariñas, al sur, en el Perú; y los 280° determinados por la presencia de la Península de Santa Elena; obstáculos geográficos que evitan la incidencia directa en el lugar de swells procedentes de otras direcciones (ver gráfico N° 10), dado que son el grado de exposición de Chanduy.

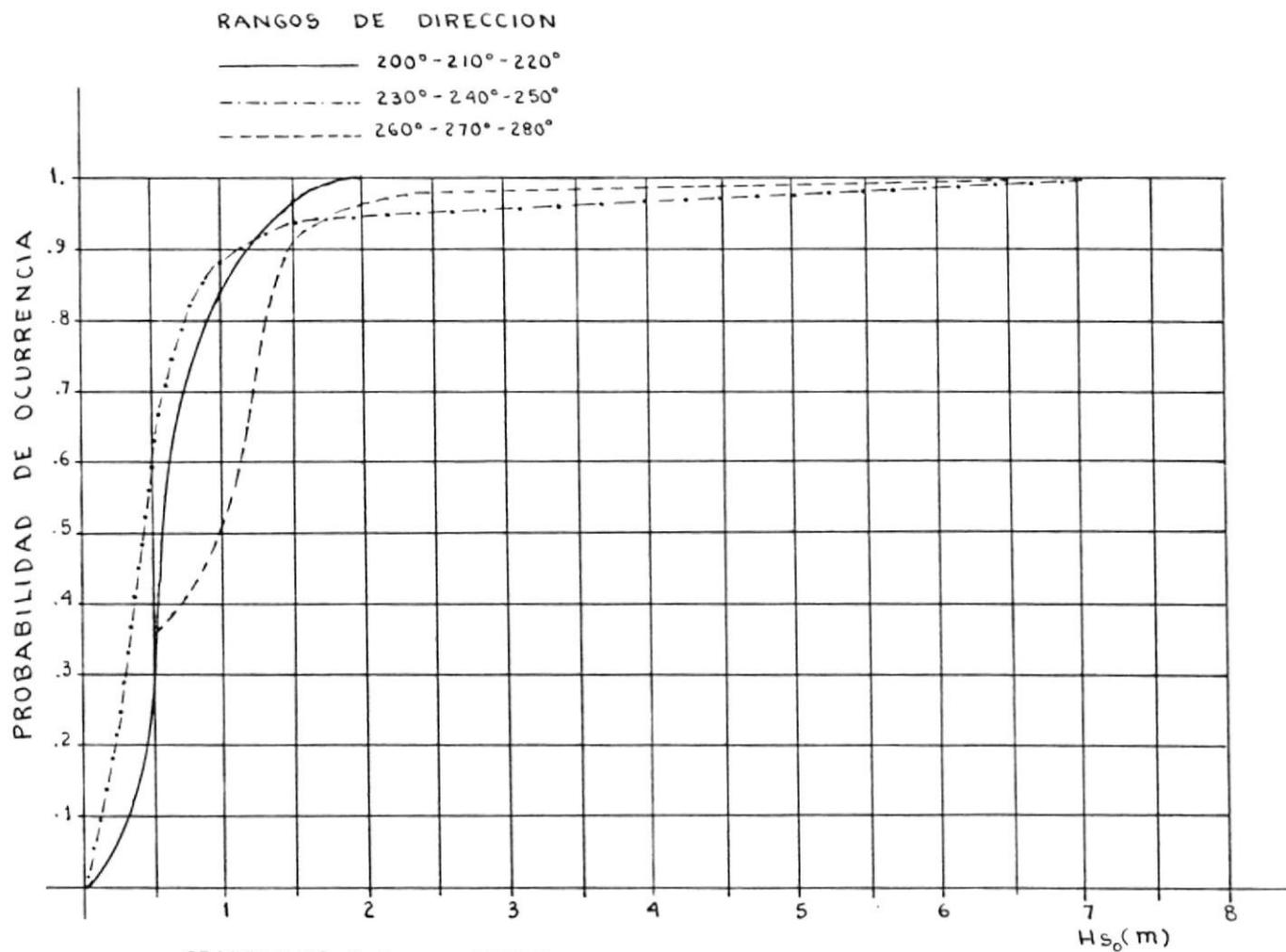


GRAFICO N° 9.1. : DISTRIBUCION DE ALTURA DE OLEAJE INCIDENTE
SOBRE CHANDUY

DATOS TOMADOS DEL LABORATORIO DE FISICA DE INGLATERRA

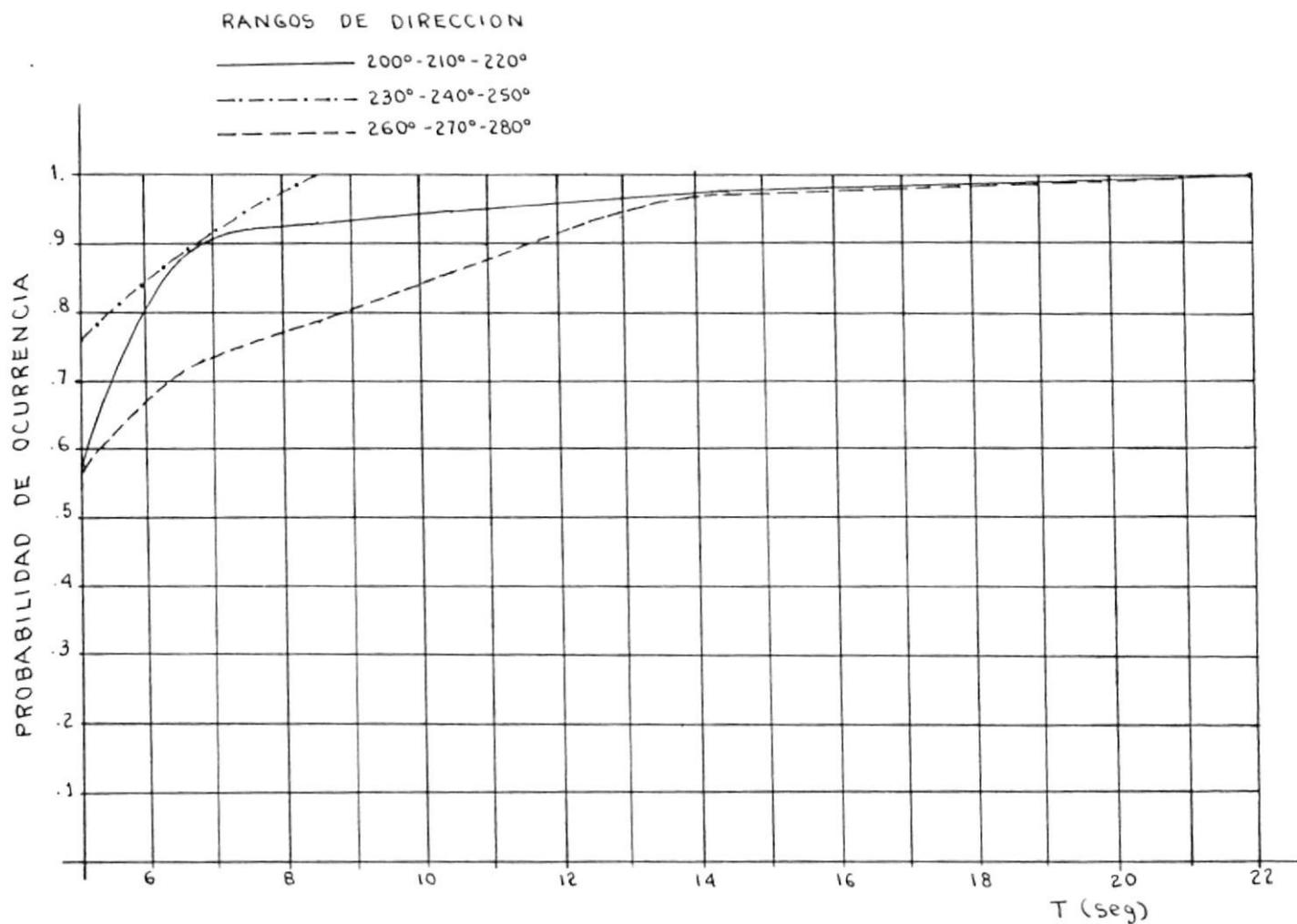
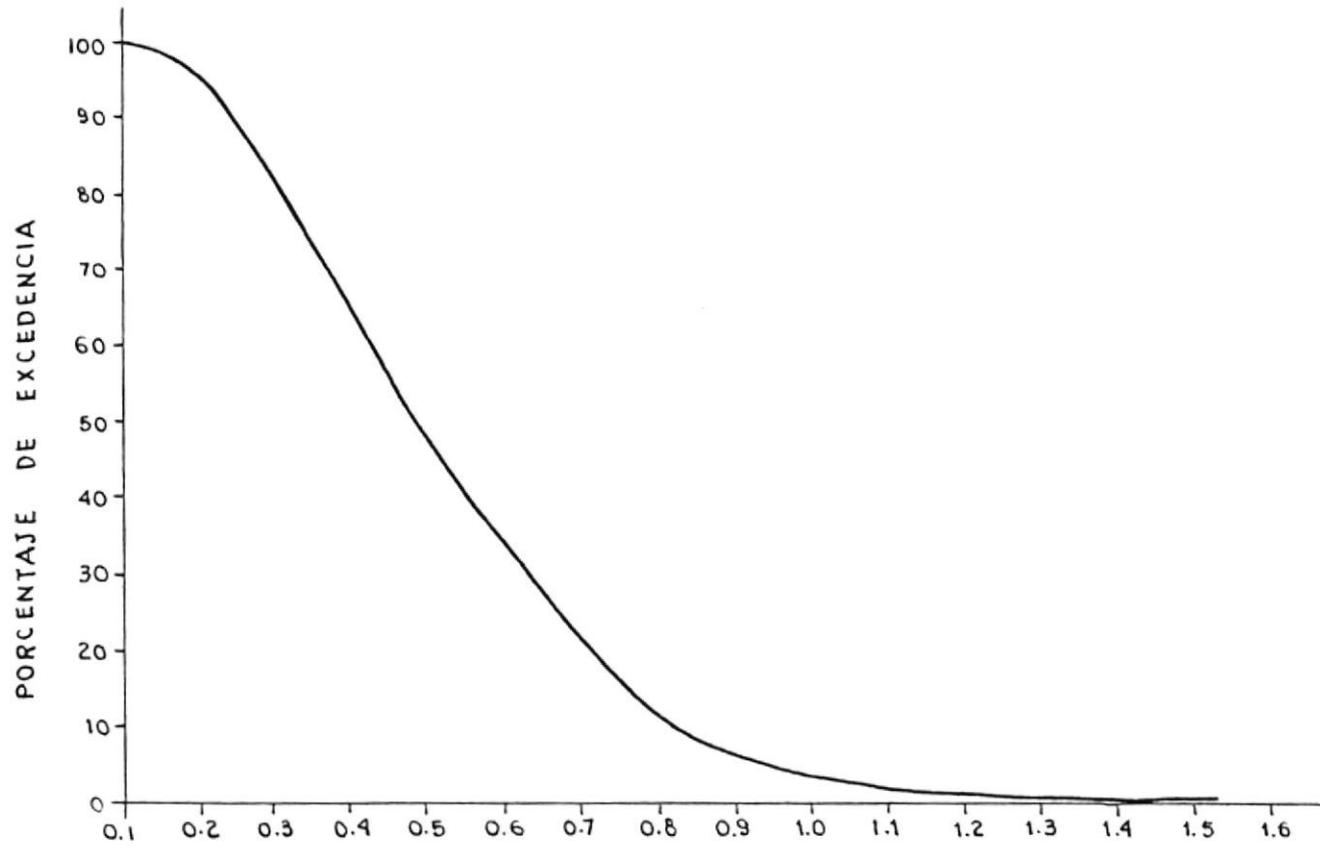


GRAFICO N° 9.2. : DISTRIBUCION DE PERIODO DE OLEAJE
 DATOS TOMADOS DEL LABORATORIO DE FISICA DE INGLATERRA

BIEN NOTECIA

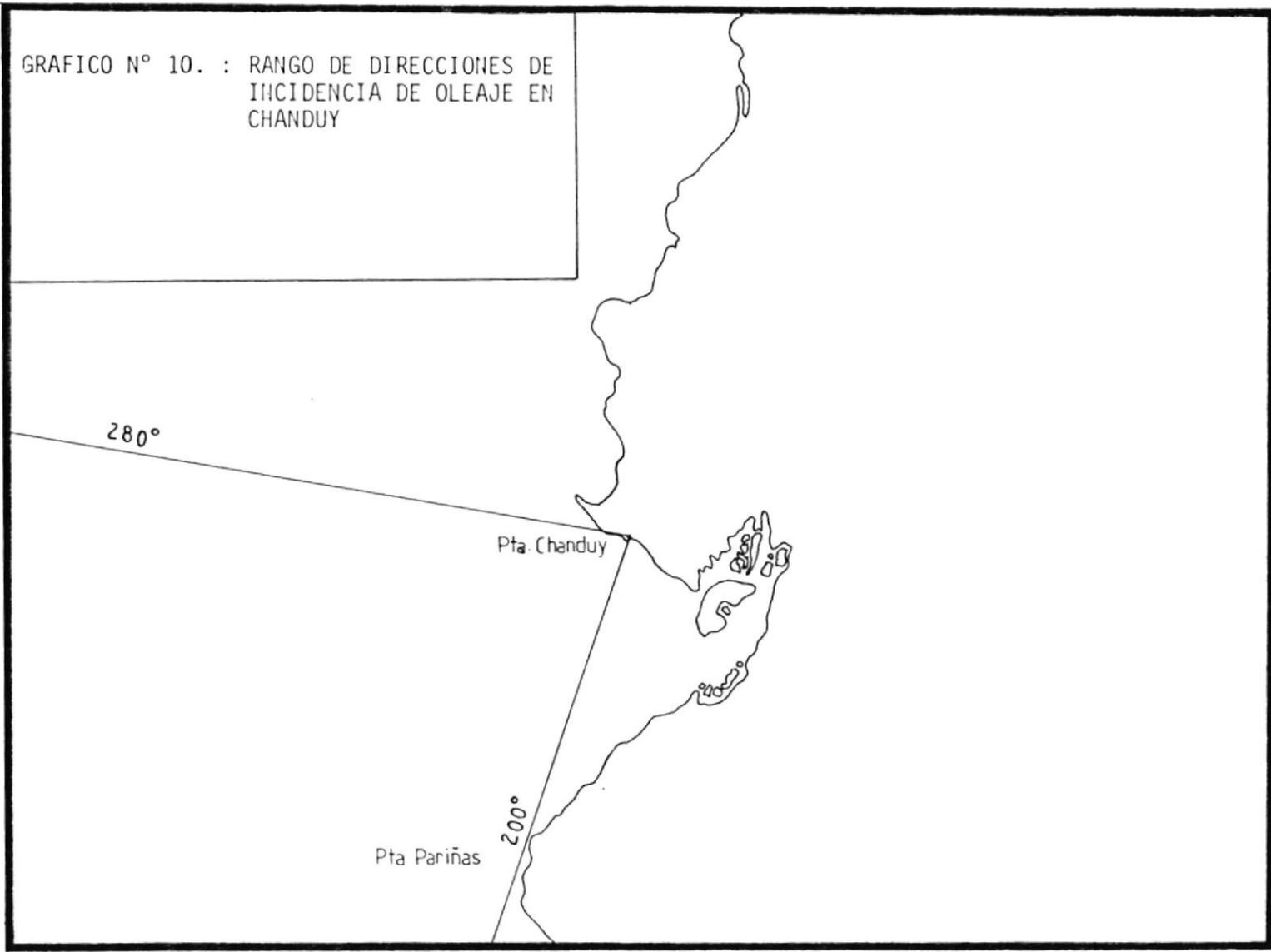




ALTURA SIGNIFICATIVA

GRAFICO N° 9.3. : DISTRIBUCION ACUMULATIVA DE ALTURA DE OLA SIGNIFICATIVA EN AGUAS PROFUNDAS (RANGO : 200°-280°)

GRAFICO N° 10. : RANGO DE DIRECCIONES DE
INCIDENCIA DE OLAJE EN
CHANDUY



Las estadísticas de Hogben y Lumb corresponden a 8 años de observaciones de altura y periodo de olas y en el rango de direcciones de 200° - 280° presentan un total de 113 eventos observados (graficos 9.1 y 9.2). Tales observaciones corresponden a parámetros de olas en aguas profundas (profundidad mayor a media longitud de onda del oleaje) y para efectos prácticos puede considerarse que la altura de ola observada es aproximadamente igual a la altura significativa de ola (H_s).

La probabilidad de excedencia de la altura de olas, obtenida a partir de estos datos de agua profunda y para el rango de dirección 200° a 280° ha sido graficado y se muestra en la figura N° 9.3.

Los histogramas de frecuencias para ambos parámetros se muestran en las figuras N°11 y N°12.

De acuerdo con estas estadísticas de olas en aguas profundas, para un periodo de 8 años, se indica una observación de ola con altura de 7 m. y otra observación con altura de 6.5 m.

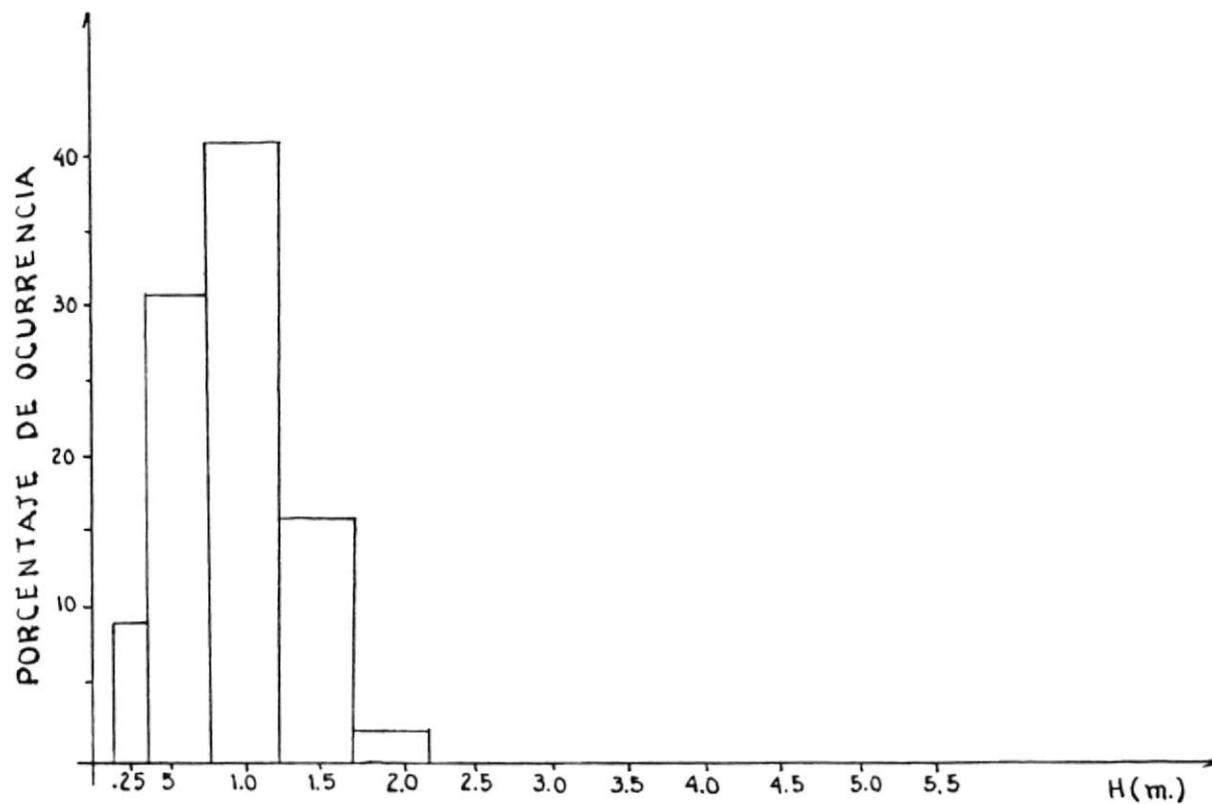


GRAFICO N° 11. : PORCENTAJE DE OCURRENCIA DE LAS ALTURAS VISUALMENTE
OBSERVADAS EN EL RANGO DE DIRECCIONES 200°-280°

DATOS TOMADOS DEL LABORATORIO DE FISICA DE INGLATERRA

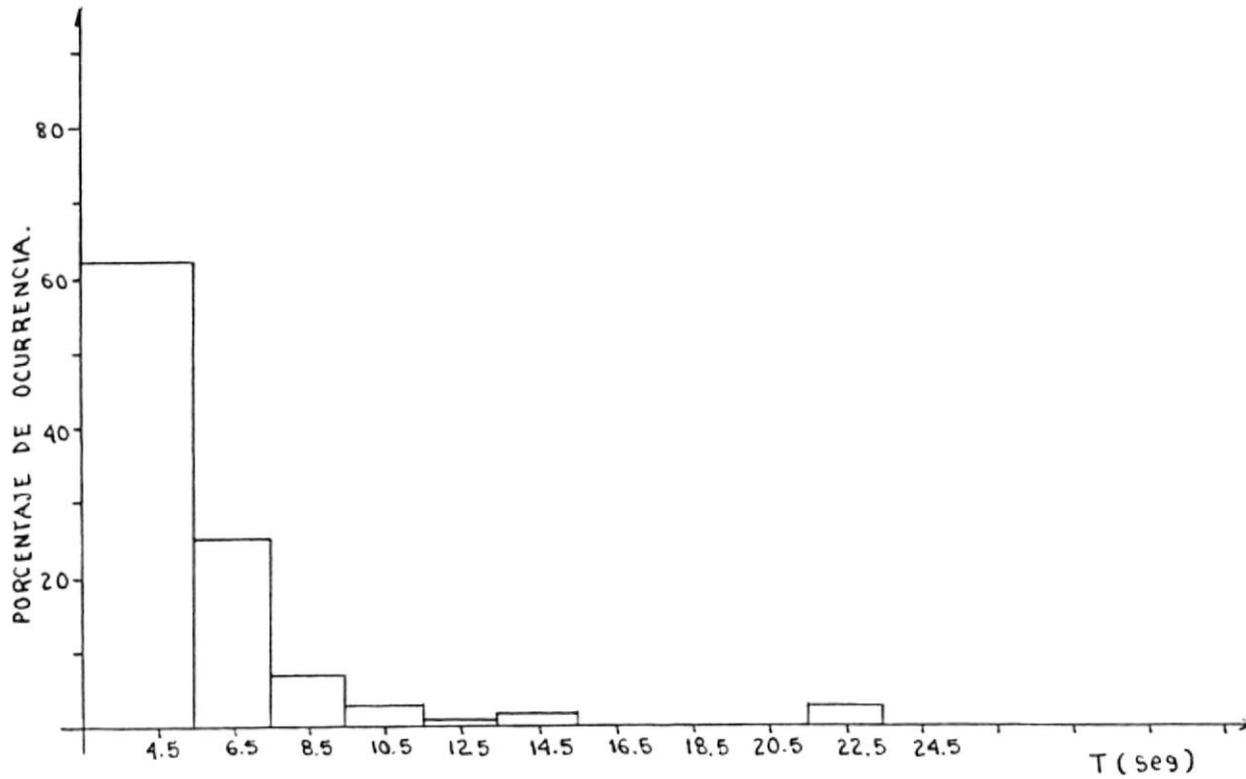


GRAFICO N° 12. : PORCENTAJE DE OCURRENCIA DE LOS PERIODOS VISUALMENTE OBSERVADOS EN EL RANGO DE DIRECCIONES 200°-280°

DATOS TOMADOS DEL LABORATORIO DE FISICA DE INGLATERRA

Según S. Allauca, en su tesis "Estudio del oleaje en la zona de Valdivia", solo la observación continua de olas rompientes en el sitio de interés puede probar que en realidad si han ocurrido estos eventos en aguas profundas y presenta sus dudas respecto a que una ola o grupos de olas con tales alturas alcance la magnitud en la rompiente que la misma autora determinó. Este valor fué de 5.6 m.

Por tanto, en el presente estudio para propósitos de diseño se decidió prescindir de estos datos extremos, considerando además que la distribución de la probabilidad de excedencia no sufre una modificación apreciable debida a esta variación, dado que se trata además de datos de valor extremo de oleaje observados lejos de la costa, cuya incidencia en la misma no corresponde con lo observado por moradores del area.

En cuanto a la ocurrencia en tiempo de altura de olas y de acuerdo al ATLAS CLIMATICO MARINO DEL MUNDO, de la Armada de los Estados Unidos, a la entrada del golfo de Guayaquil, el oleaje tiene una altura menor o igual a 1.22 metros el 90% del tiempo. Las curvas de los gráficos N°

13 y N°14 ilustran las variaciones estacionales de altura de olas para las direcciones de interes para nuestro estudio (Oeste y Suroeste). El gráfico N°13 ilustra la ocurrencia en porcentaje de olas causadas por vientos locales y el gráfico N°14 la influencia de oleajes que han progresado mas allá de la presencia de sus vientos generadores (Swells), tambien en porcentaje.

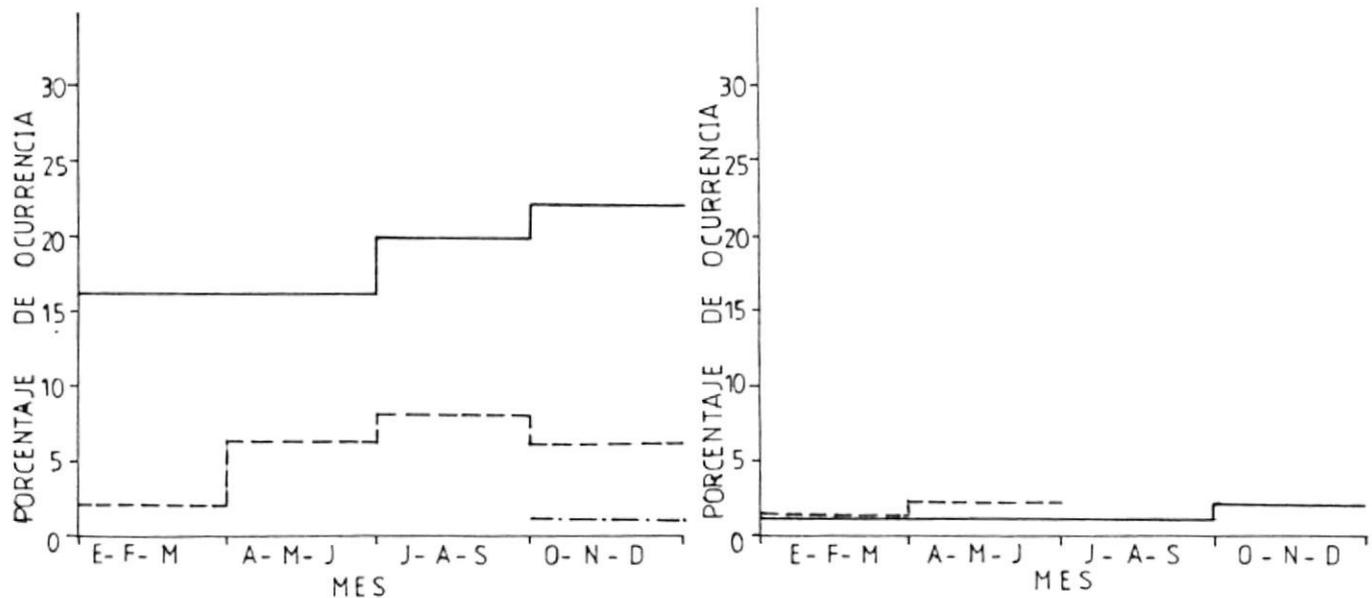
2.1.3.3. Estudio de oleaje en la zona de Monteverde.-

El INOCAR, bajo contrato con CEPE, ha venido realizando estudios oceanográficos en la zona de Monteverde desde el año 1.981. Estos estudios incluyen principalmente un análisis de el oleaje de la región con el objetivo de establecer las condiciones de diseño para un terminal marítimo proyectado por CEPE en esta zona.

Monteverde está situado a aproximadamente 35 Km. al Noroeste del sitio y se encuentra expuesto a oleaje del Noroeste, oeste y Suroeste.

Los primeros registros de olas que se obtuvie-

MAR DE LEVA (SWELL)



DIRECCION : 225° (SO)

DIRECCION : 270° (O)

- 1- 6 pies
- 6- 12 pies
- · - · - · > 12 pies

GRAFICO N° 13. : PORCENTAJE DE OCURRENCIA DE ALTURA DE OLAS VISUALMENTE OBSERVADAS PARA MAR DE LEVA

(DATOS TOMADOS DE LA OFICINA DEL CLIMA DE ESTADOS UNIDOS)



MAR DE VIENTO (SEA)

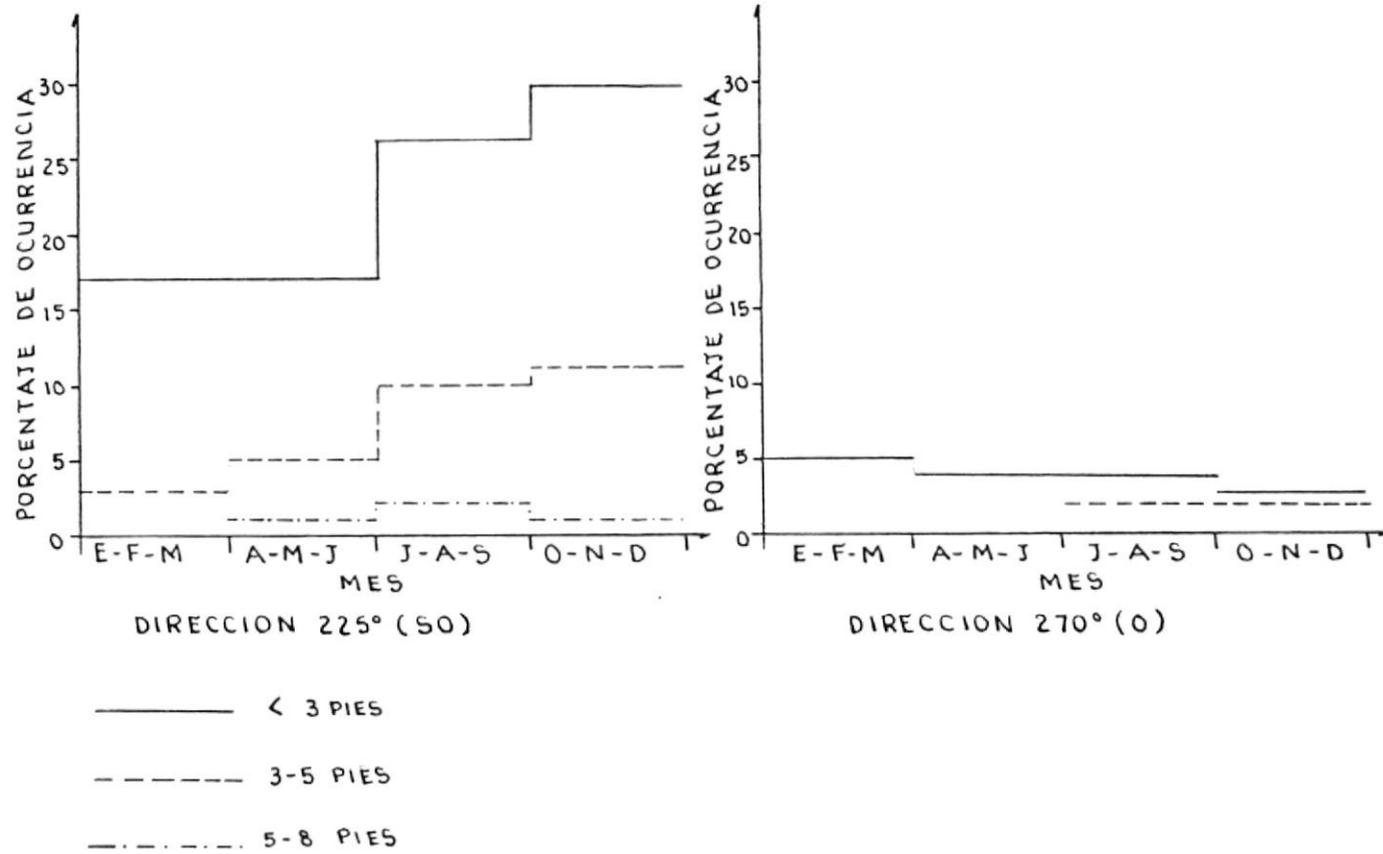


GRAFICO N° 14. : PORCENTAJE DE OCURRENCIA DE ALTURA DE OLAS VISUALMENTE OBSERVADAS (MAR DE VIENTO O SEA)

DATOS TOMADOS DE LA OFICINA DEL CLIMA DE ESTADOS UNIDOS.

ron corresponden a mediciones realizadas desde el 27 de Febrero al 31 de Julio de 1.981 con un total de 5.644 datos de altura significativa (Hs) y periodo medio (T). Se utilizó un medidor de presión colocado en un punto frente a la costa con profundidad de 30 m.

Del registro para este período de mediciones se determinó que hubo predominio del mar de leva, notandose la ausencia de períodos menores de 12 segundos. Del porcentaje de ocurrencia se obtuvo una mayor densidad de datos para el rango de 14 a 18 segundos representando un 80% de los eventos.

La mayor concentración de datos con respecto a la altura significativa osciló entre 0.3 y 0.6 metros, obteniendo un promedio de altura significativa registrada durante este periodo de 1.62 m. En el gráfico N°15 se presenta la distribución acumulativa de las alturas significativas, deduciendo que el 50% de el tiempo la altura significativa excedió los 0.5 m.

Monteverde se encuentra al norte de Salinas y

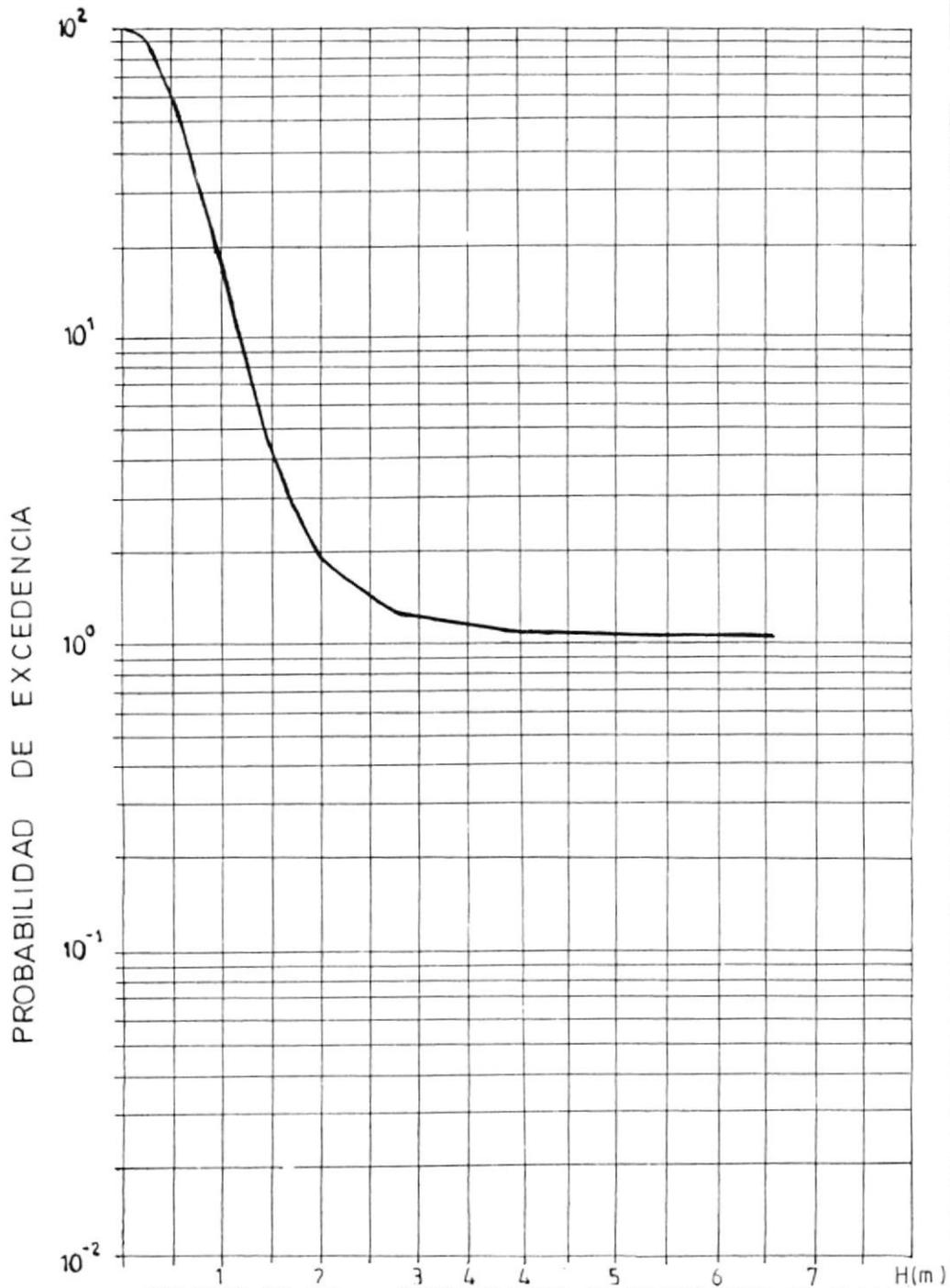


GRAFICO N° 15. : PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA DE ALTURA DE OLEAJE PARA EL RANGO DE DIRECCIONES 200°-280°.

su rango de exposición al oleaje es de 200°-335°. La aplicabilidad de las estadísticas de oleaje de Monteverde para Chanduy presenta sus inconvenientes pues el oleaje del Noroeste que recibe Monteverde no lo tiene Chanduy. Sin embargo se ha intentado adoptar los resultados obtenidos en Monteverde, ya que según las estadísticas es el oleaje del Sur y del Suroeste el que ocurre la mayor parte del año y eso es válido tanto para el Golfo de Guayaquil, como para la zona norte de la Península de Santa Elena, donde se encuentra ubicado Monteverde.

Además de las mediciones ya descritas, en Monteverde se cuenta con estadísticas de otras mediciones posteriores y en total se tienen tres años en los que se registró parametros de oleaje de manera regular. Así, los detalles técnicos necesarios para establecer semejanzas con los resultados obtenidos de las estadísticas de Hogben y Lumb (8 años de registros) deberán tener en cuenta estas consideraciones y serán presentados en el capítulo 4, cuando se describan las condiciones de diseño.

2.1.3.4. Efectos de la refracción del oleaje.-

Las ondas que viajan en aguas profundas ($H/Lo > 1/2$) hacia lugares de menor profundidad cambian sus características principalmente por el efecto de refracción. Cuando una ola ha llegado a lugares donde la profundidad es menor a $Lo/2$ (media longitud de onda), progresivamente aumentan e influyen los efectos friccionales entre la ola y el fondo, de tal manera que los frentes de onda son orientados, cada vez más, a mantenerse paralelo a las isóbatas. La refracción tiene como resultado modificar la dirección de avance del frente de onda desde aguas profundas hacia aguas rasas y las alturas de las olas; dependiendo estas modificaciones del comportamiento de las líneas ortogonales, las mismas que se rigen por la forma del fondo.

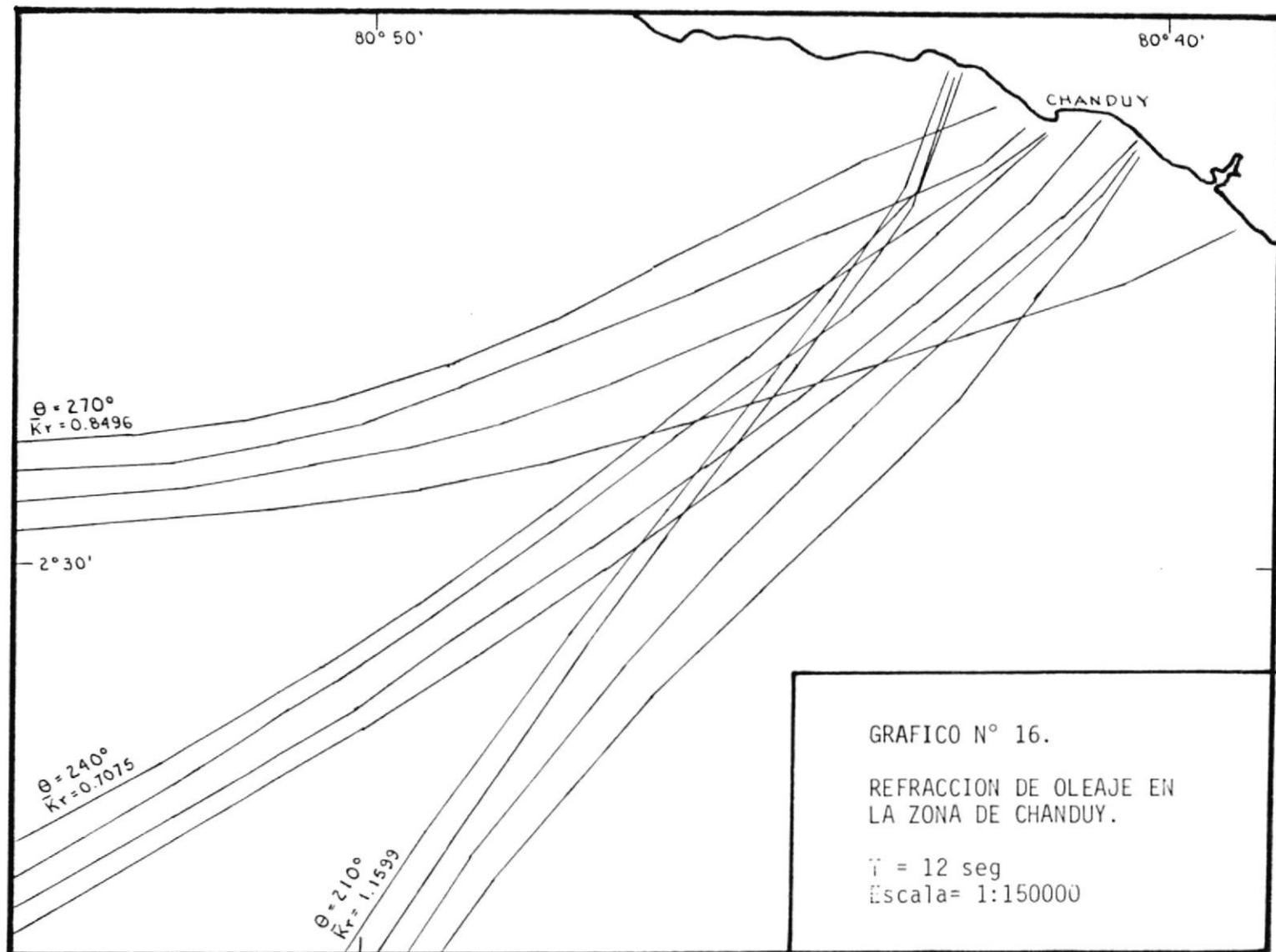
Se realizó un análisis del efecto de la refracción en el área de estudio en base a los diagramas de refracción elaborados para los tres ángulos de incidencia considerados principales (210° , 240° y 270°) en aguas profundas. Se seleccionaron los períodos de oleaje 12, 14, 16

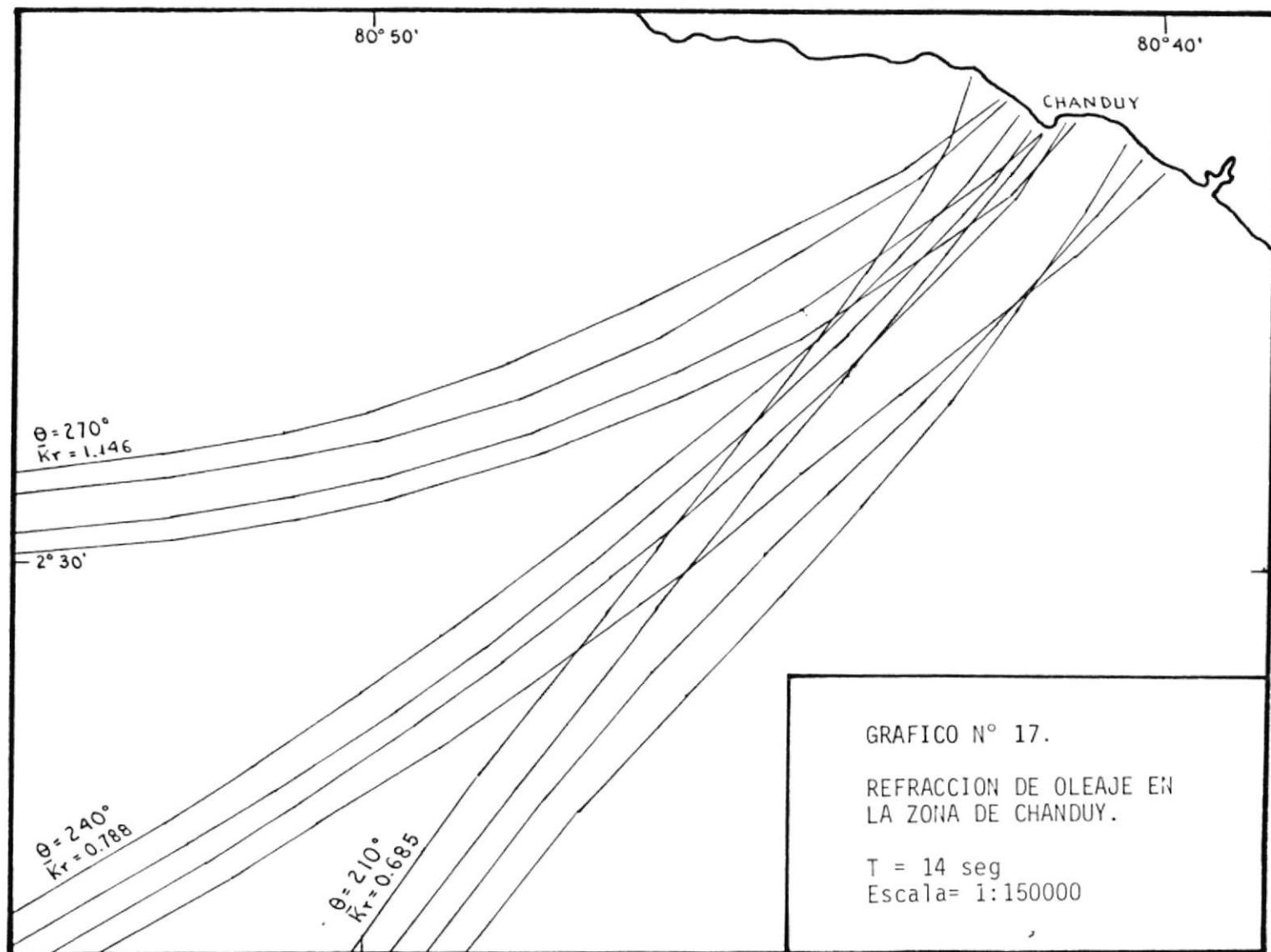
y 18 segundos debido a ser períodos correspondientes a mares de leva.

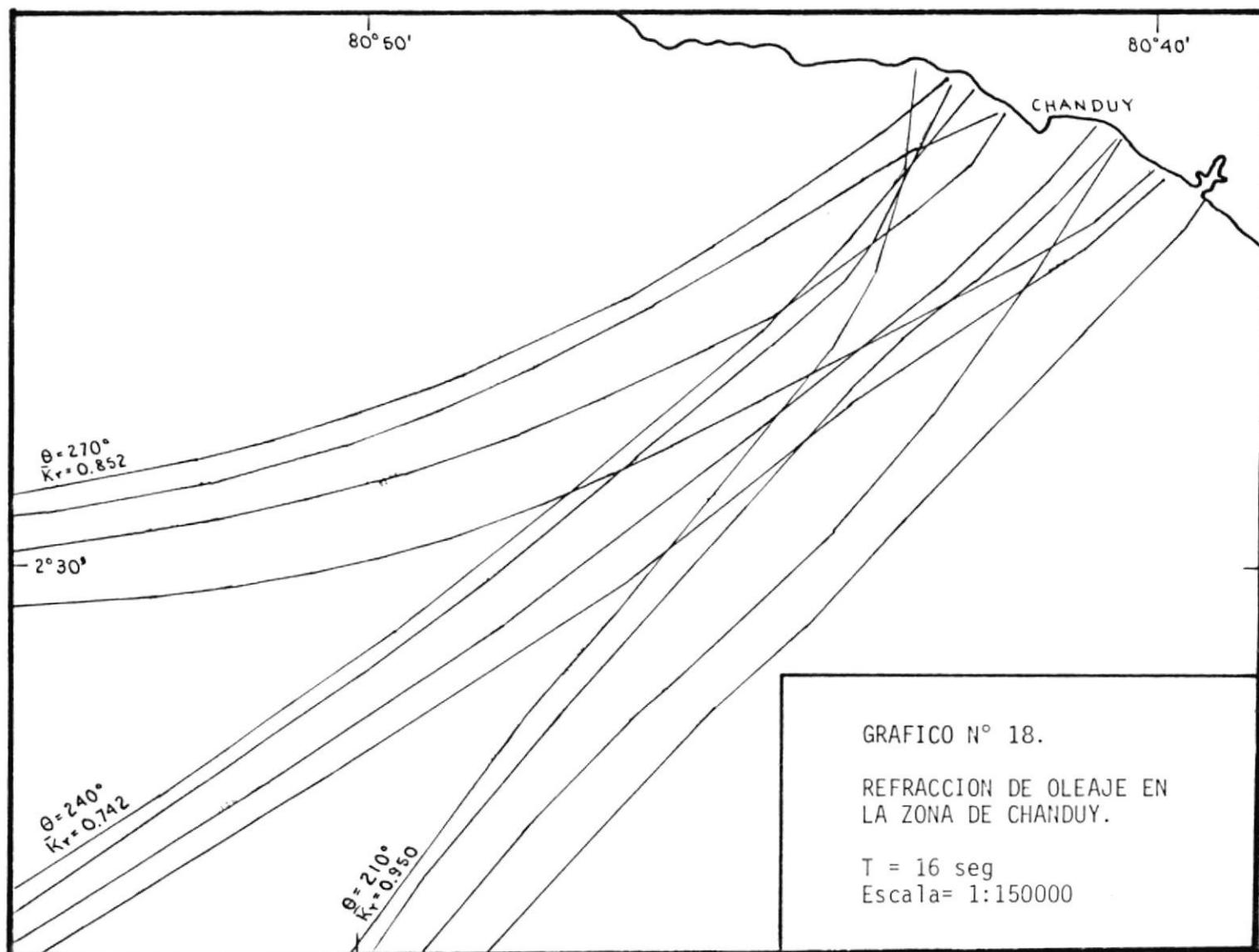
En las figuras N°s 16, 17, 18 y 19 se presentan los diagramas de refracción para la zona de estudio, incluyendo el valor del coeficiente de refracción medio para cada dirección y período, utilizando la relación de la distancia entre ortogonales en aguas profundas y en el veril de 5 m.

La tabla N°4 nos muestra los valores de coeficientes de refracción para cada período considerado. Se observa que para el oleaje proveniente de los 240° las olas, en su propagación hacia las costas de Chanduy, debido a efectos de refracción disminuyen su altura hasta en un 33% de su magnitud inicial.

Se puede observar también que las ondas de largo período acusan una mayor pérdida de energía por efectos de refracción que las ondas de período corto. Dado que los datos disponibles muestran una baja ocurrencia de ondas de largo período, podemos concluir que el efecto de refracción en Chanduy es moderado (reducción de







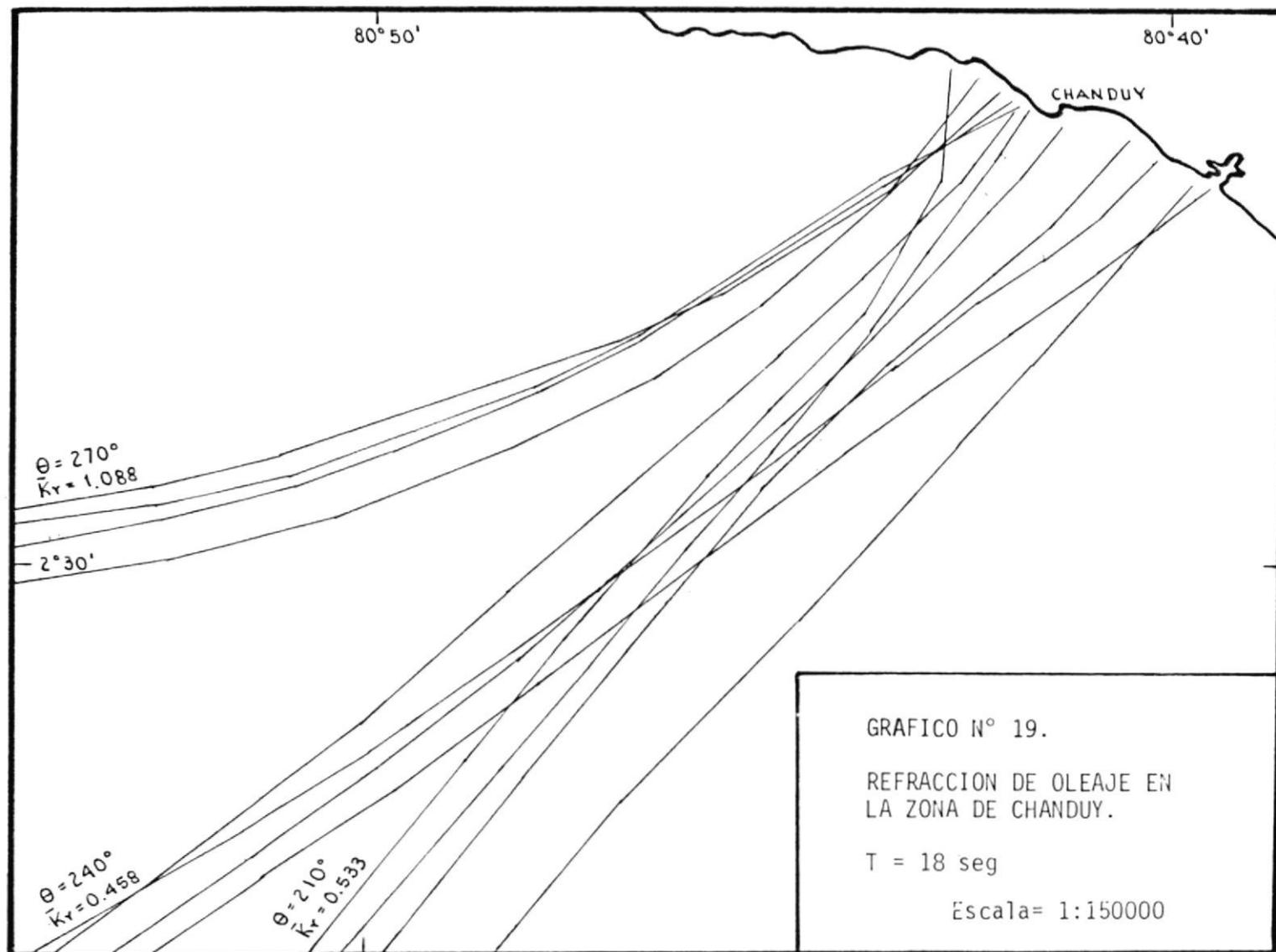


TABLA N° 4.

COEFICIENTES DE REFRACCION PARA CHANDUY

T	DIRECCIONES (θ)			$\bar{K}_r(T)$
	210°	240°	270°	
12	1.160	0.780	0.850	0.906
14	0.685	0.788	1.146	0.873
16	0.950	0.742	0.852	0.848
18	0.533	0.458	1.088	0.693
$\bar{K}_r(\theta)$	0.832	0.674	0.984	

altura del 10%).

2.1.3.5. Efectos de fondo.-



BIBLIOTECA

De acuerdo con la teoría lineal de Airy, la altura de las olas, a medida que estas progresan desde aguas profundas ($H > L_0/2$) hacia zonas de menor profundidad, cambia. Este efecto es conocido como de reducción de profundidad o efecto de fondo. Esta dado por el coeficiente correspondiente:

$$K_s = \left[\frac{C_{go}}{C_g} \right]^{1/2} = \frac{H}{H_0}$$

Donde:

K_s : coeficiente de fondo.

C_g : velocidad de grupo en aguas rasas.

C_{go} : velocidad de grupo en aguas profundas.

H_0 : altura de ola en aguas profundas.

H : altura de ola en aguas de cualquier profundidad.

Siempre según la teoría de Airy:

$$C_{go} = \frac{1}{2} C_0 = \frac{gT}{4\pi}$$

$$C_g = [gh]^{1/2}$$



BIBLIOTECA

Donde:

T : período de ola.

h : profundidad.

g : aceleración de la gravedad.

En el presente estudio se calculó el coeficiente de fondo para cada uno de los cuatro períodos considerados. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla N°5.

2.1.3.6. Aproximación al veril de 5 m. .-

Los datos de alturas observadas (aproximadamente igual a H_s) en aguas profundas, de Hogben y Lumb (Laboratorio de Física de Inglaterra) fueron transformados a valores correspondientes a la profundidad de 5 m.

Para tal efecto se utilizaron los coeficientes de refracción K_r calculados para largos períodos ($T > 10$ segundos), estimados de los diagramas de refracción efectuados para Chanduy y de los coeficientes de fondo K_s . El rango de direcciones tomado fué de 200° - 280° .

TABLA N° 5.

COEFICIENTES DE FONDO (SHOALING)

T	5	6	8	10	12	14	16	18
Ks	0.75	0.85	0.97	1.08	1.18	1.27	1.36	1.44



El cambio de altura de las olas tomando en cuenta ambos procesos (de refracción y de reducción de profundidad) es dado por:

$$H = H_o \times K_r \times K_s$$

Donde:

H : altura en el veril de 5 m.

H_o : altura en aguas profundas.

Los nuevos valores de altura, calculados a partir de las estadísticas de altura de olas observadas en el rango de direcciones 200°-280°, el número de eventos con altura de valor menor o igual a dichos valores y la probabilidad de ocurrencia correspondiente son mostrados en la tabla N°6.

2.1.3.7. Análisis probabilístico de oleaje.-

El enfoque probabilístico de las olas aplicables al diseño se fundamenta en el análisis estadístico de los datos de altura a fin de estimar los valores más grandes a extremos que pueden esperarse dentro de un cierto período de

TABLA N° 6.

DATOS DE OLEAJE TRANSFORMADOS PARA EL VERIL DE 5 M.

ALTURA	No DE EVENTOS $H \leq H_s$	$P(H \leq H_s)$
0.19	9	0.080
0.20	10	0.090
0.38	40	0.360
0.43	45	0.405
0.75	68	0.610
0.82	69	0.620
0.85	85	0.766
0.87	87	0.784
0.97	91	0.820
1.13	98	0.883
1.28	104	0.937
1.46	105	0.946
1.50	106	0.955
1.62	108	0.973
1.70	109	0.982
2.16	110	0.991
2.50	111	0.999

DATOS TRANSFORMADOS: LABORATORIO NACIONAL DE FISICA DE
INGLATERRA.



BIBLIOTECA

tiempo.

Para el manipuleo de los datos para períodos de tiempo mayores a los de medición se requiere entonces de la extrapolación de los mismos.

En general se utilizan los métodos gráficos propuestos por diversos autores, en que los datos de alturas de las olas versus probabilidades, sean acumulativas o de excedencia, son dibujadas sobre papeles con escalas propuestas por ellos.

De igual manera existen algunas distribuciones probabilísticas que intentan describir los valores extremos que puedan tener las alturas significativas. Aunque no existe la mejor distribución una de las mas utilizadas actualmente es la distribución Weibull, la cual ha probado tener una cierta validez en diferentes regiones del mundo. (Tomado de "Estudio de oleaje en la zona de Valdivia". Tesis de Grado de la ESPOL, S. Allauca. 137-139 p.).

Weibull basa su método en la obtención de una relación lineal al graficar $\ln(-\ln(1-p(H)))$ vs

$\ln(H)$, donde $P(H)$ es la probabilidad de que la altura significativa de ola sea menor o igual a un determinado valor.

En los gráficos N°s 20 y 21, se presentan las rectas de ajuste obtenidas con el método de mínimos cuadrados de las alturas de olas registradas por el Laboratorio Nacional de Física de Inglaterra. El gráfico N°20 muestra la recta de ajuste para los datos de aguas profundas y el gráfico N°21 la de los datos en el veril de 5 m.

Para las alturas de olas aproximadas al veril de 5 m. y utilizando los datos de la tabla N° 6 se determinó la siguiente relación:

$$\ln(-\ln(1-P(H))) = 0.497 \ln(H) + 1.682$$

Con un coeficiente de regresión (r) de 0.993.

Weibull propone el siguiente modelo para la excedencia de alturas significativas:

$$1 - P(H) = \exp \left[- \left[\frac{H}{B} \right]^C \right]$$

PAPEL PROBABILISTICO DE WEIBULL

FUENTE: LABORATORIO NACIONAL DE
FISICA DE INGLATERRA.

$$Y = \ln(-\ln(1-P(H_s)))$$

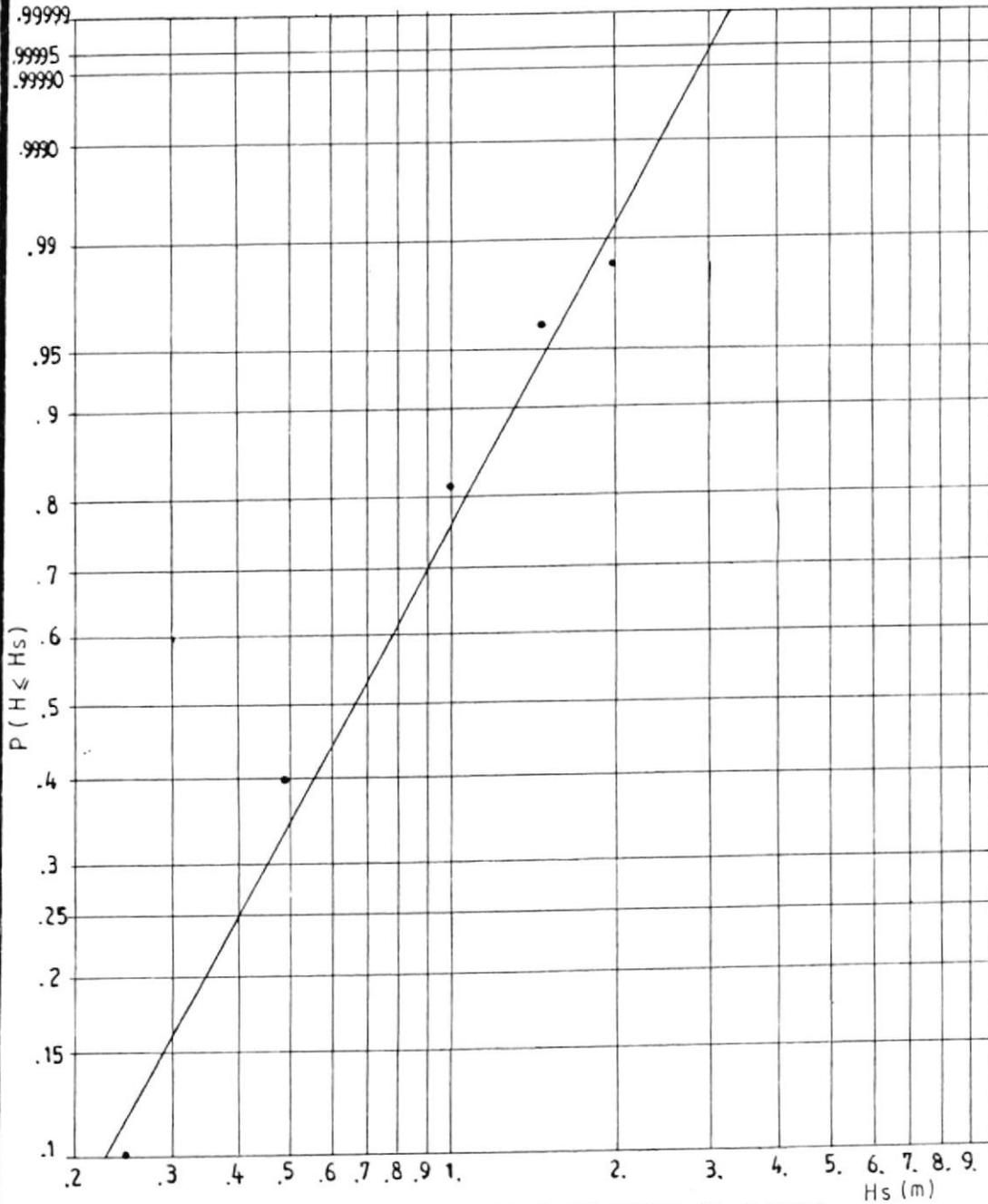
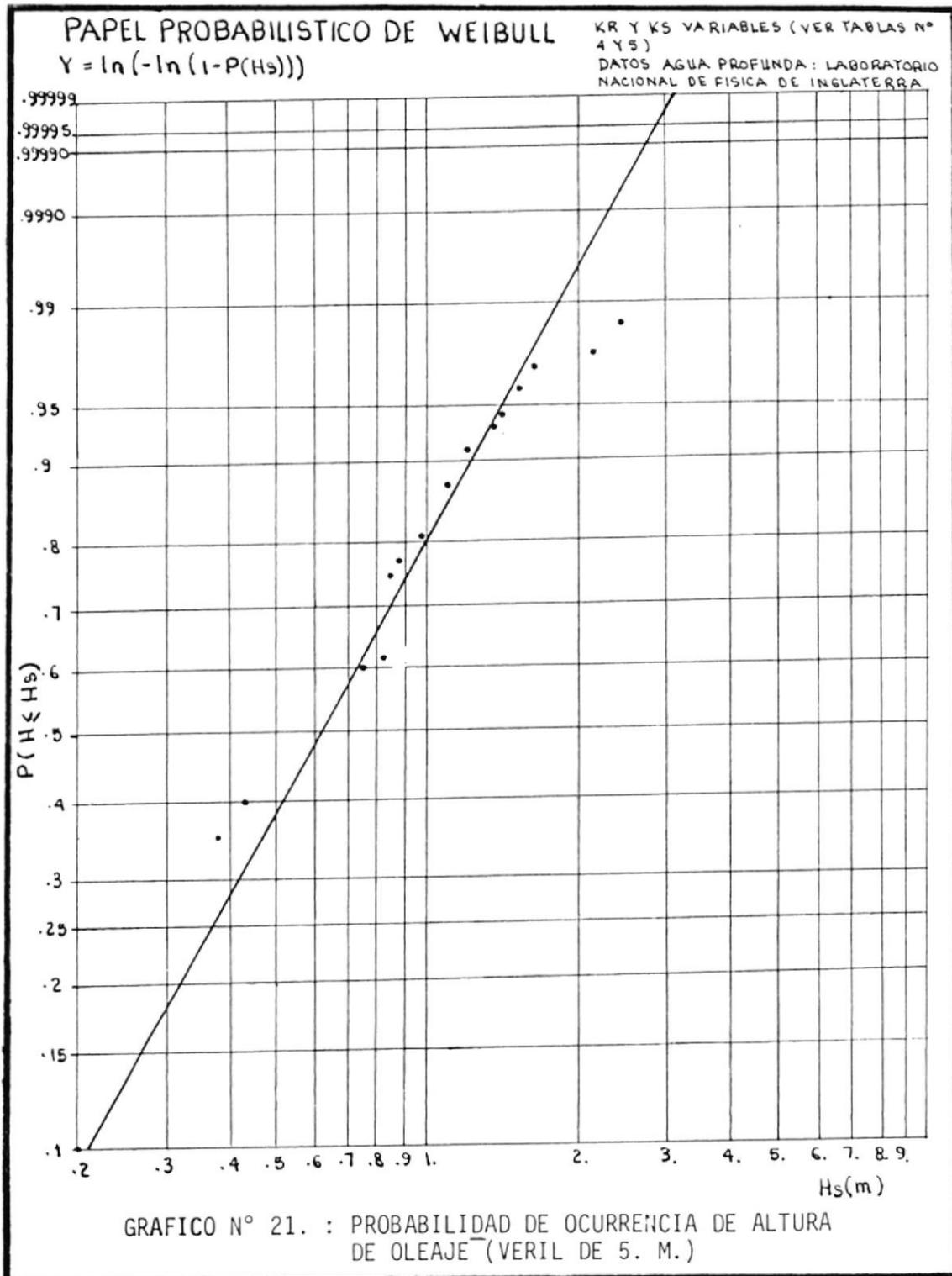


GRAFICO N° 20. : PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE ALTURA
DE OLEAJE (AGUAS PROFUNDAS)



Y, realizando algunas transformaciones matemáticas:

$$-\ln(1-p(H)) = \left(\frac{H}{B} \right)^C$$

$$\ln(-\ln(1-p(H))) = C \ln \frac{H}{B}$$

$$\ln(-\ln(1-p(H))) = C \ln(H) - C \ln(B)$$

Luego:

$$C = 0.497$$

$$-C \ln(B) = 1.682$$

$$B = 0.034$$

Y el modelo de Weibull correspondiente al área de Chanduy es:

$$p(H) = 1 - \exp(-(H/0.034)^{0.497})$$

2.1.3.8. Oleaje generado por viento.-

A fin de evaluar el ambiente de oleaje producido por vientos que actúan cercanos a la costa

se utilizaron los datos de velocidad de vientos promedios mensuales y promediados para las 19:00 horas (mayor intensidad de vientos) y máximos mensuales obtenidos de las estadísticas de Salinas y que están resumidos en la sección 2.2. de esta tesis.

La persistencia de estos vientos generan oleajes que deben ser considerados a fin de determinar la necesidad de obras portuarias de abrigo.

El alcance asumido es de 15 millas para aquellas direcciones en que no esta la costa como factor geográfico limitante, esto es, para las direcciones de aproximación de 200° - 280° .

Este alcance fué estimado por Glenn (1.975) para las condiciones de brisas marinas producidas durante el día por la diferencia de calor existente entre el mar y la costa adyacente durante el día.

El alcance máximo en las direcciones de aproximación que tienen la costa como factor geo-

gráfico limitante es de 130 millas.

(Distancia entre Pta. Pariñas y Chanduy)

El gráfico 2.3.8 muestra los alcances en las diferentes direcciones de aproximación para los vientos que inciden en la localidad de Chanduy desde el mar.

El manual de protección de costas, en su volumen I (1.977) propone las siguientes ecuaciones para el cálculo de alturas y periodos de olas generadas a causa de los vientos en aguas someras:

$$H_s = F_1 * F_2 * F_3$$

Donde:

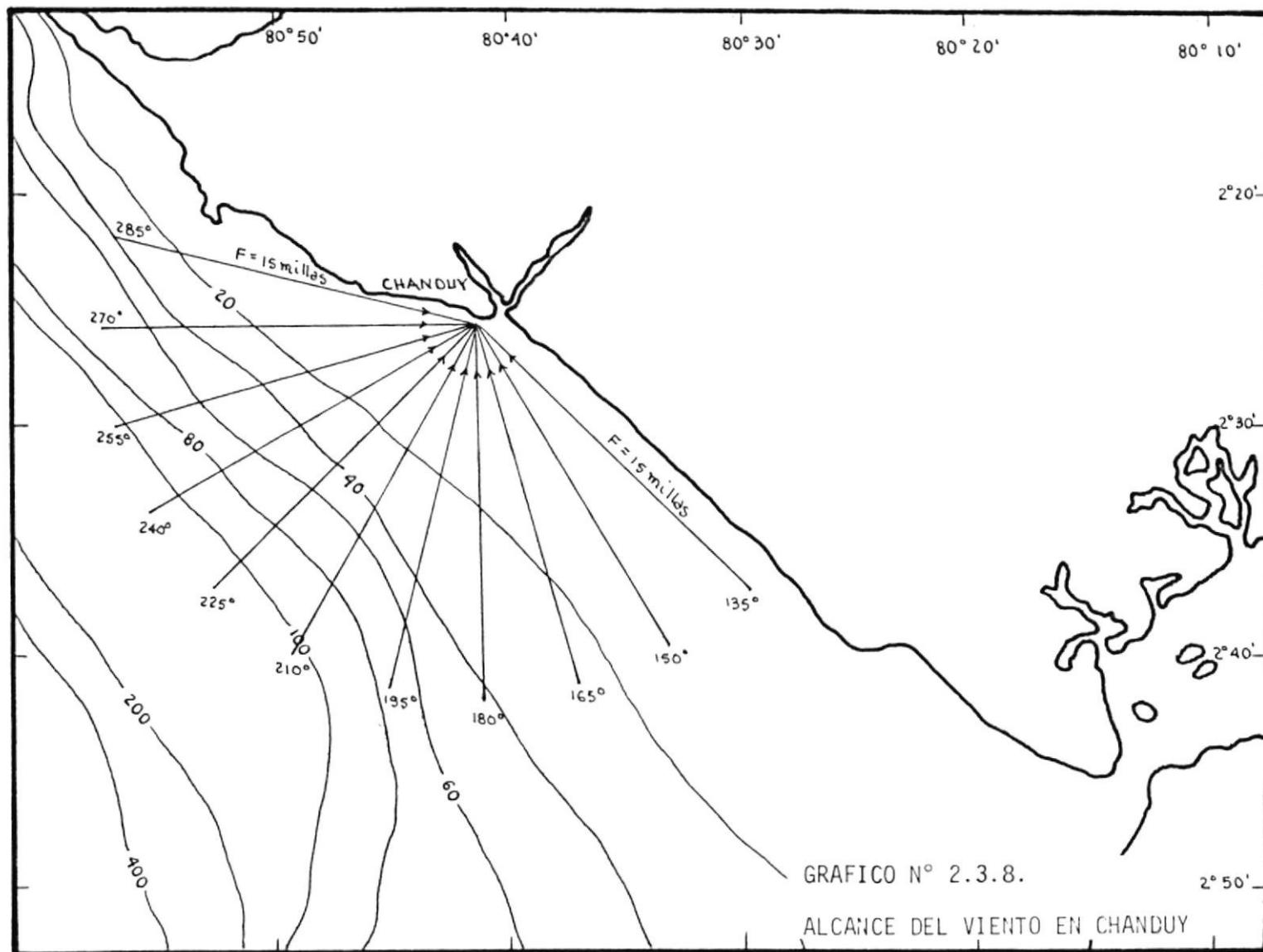
$$F_1 = 0.283 U^2 / g$$

$$F_2 = \tanh \left[0.530 \left(\frac{gd}{U^2} \right)^{0.75} \right]$$

$$F_3 = \tanh \left[\frac{0.0125 \left(\frac{gF}{U^2} \right)^{0.42}}{\tanh \left[0.530 \left(\frac{gd}{U^2} \right)^{0.75} \right]} \right]$$

$$T_s = G_1 * G_2 * G_3$$

Donde:



$$G1 = \frac{1.2 (2\pi U)}{g}$$

$$G2 = \tanh \left[0.833 \left(\frac{gd}{U^2} \right)^{0.375} \right]$$

$$G3 = \tanh \left[\frac{0.077 \left(\frac{gF}{U^2} \right)^{0.25}}{\tanh \left[0.833 \left(\frac{gd}{U^2} \right)^{0.375} \right]} \right]$$

Donde: U = velocidad del viento en
pies/segundos.

g = gravedad.

F = alcance del viento en pies.

d = profundidad media en la dis-
tancia del alcance en pies.

La profundidad media fué calculada para las diferentes direcciones de aproximación tomando un perfil que coincide con estas y determinando la profundidad a la distancia del alcance respectivo. La tabla N° 8 muestra las profundidades medias para las diferentes direcciones de estudio.

Se han obtendio valores de altura y pe-

TABLA N°8

PROFUNDIDAD MEDIA A LA DISTANCIA DE 15 MILLAS

(ALCANCE DEL VIENTO EN CHANDUY).

Dirección (grados)	Profundidad (m)	Profundidad (ft)
135°	10.8	35.43
150°	15.0	49.21
165°	21.0	68.90
180°	29.0	95.14
195°	52.0	170.60
210°	76.0	249.34
225°	96.0	314.96
240°	87.0	285.43
255°	68.0	223.09
270°	41.0	134.51

Velocidad máxima en Chanduy: 45.93 pies por segundo

riodo de oleaje para las condiciones de velocidad máxima de vientos estimados en Chanduy en las diferentes direcciones de aproximación consideradas.

Las máximas alturas significativas de oleaje y los máximos periodos a esperar en el area por efecto de vientos locales son de 1.36 m. y 4.5 seg. para la dirección de 225° , profundidad media de 96 m., alcance de 15 millas y velocidad máxima de viento de 14 m/s.

En mayor porcentaje ocurriran olas con alturas de 0.30 m. y periodos de 2.5 seg. para la dirección predominante de vientos (270°), profundidad media de 41 m., alcance de 15 millas y velocidad promedio de vientos de 4.2 m/s.

En la tabla N° 9 se muestran valores de altura de oleaje y periodos calculados para todas las direcciones y la velocidad máxima de vientos.

TABLA N°9

VALORES DE ALTURA Y PERIODO DE OLEAJE GENERADO POR
VIENTOS EN CHANDUY

Dirección (grados)	Altura (ft)	Altura (m)	Periodo (segs)
135°	3.846	1.172	4.080
150°	4.073	1.241	4.190
165°	4.231	1.290	4.238
180°	4.330	1.320	4.354
195°	4.426	1.349	4.449
210°	4.455	1.358	4.491
225°	4.464	1.361	4.511
240°	4.461	1.360	4.503
255°	4.448	1.356	4.480
270°	4.397	1.340	4.415

Velocidad máxima de vientos en Chanduy: 45.93 pies/segundos

Alcance del viento en Chanduy: 15 millas (todas las direcciones).

2.1.4. Corrientes

Las corrientes en las zonas próximas a las costas suelen ser inducidas por la marea o por los vientos locales, así como por el oleaje, dependiendo de las características del mismo, así como de la geometría y profundidad del sitio.

Como fué establecido durante inspecciones realizadas en la zona y en el estudio de vientos que se presentó anteriormente, los vientos en la zona soplan desde las direcciones Suroeste y Oeste y su intensidad máxima en la región es de 14 m/s. W. Jara (1.980) menciona en su estudio (referencia 7) que un efecto combinado de el virnto superficial y la marea ocasionalmente pueden producir corrientes superficiales con velocidades de hasta 1.54 m/s en el Golfo de Guayaquil.

Sin embargo, es de interés para nuestro estudio determinar la dirección en que fluye normalmente la corriente litoral en la zona de Chanduy. Esta dirección será la que determinará en ultima instancia la factibilidad de arrojar desperdicios del procesamiento y manejo a bordo de pescado al mar, así como será de interés en la relación que tenga la implantación de las estructuras por -

tuarias con respecto al acarreo de sedimentos.

Con el fin de determinar dicha dirección y de estimar "a groso modo" los valores de corriente superficial en la zona del puerto pesquero de Chanduy se utilizaron flotadores que fueron arrojados al mar muy cerca de la zona de rompiente y desde una lancha anclada en un sitio fijo cuya posición fué estimada utilizando una brújula con la cual se midieron las direcciones en las que se encontraban ubicados el faro del puerto pesquero y la torre de la iglesia del pueblo con respecto a la lancha (ver grafico N°22).

Las mediciones fueron realizadas con viento procedente del rango de direcciones 210° - 225° que alcanzó su mayor intensidad hacia las 14:00 horas del día 29 de Julio de 1.988 (día en que se realizaron las mediciones) y con la ocurrencia de oleaje que alcanzó un máximo de 1.0 - 1.2 m. de altura hacia la misma hora y que provenía del rango de direcciones 200° - 215° (Suroeste).

El período promedio de oleaje fué, el mismo día 29 de Julio, de 7.1 seg y la altura promedio de 0.6 m. calculados a partir de 37 observaciones realizadas durante el día, que según las predicciones de mareas del INOCAR para el año 1.988 corresponden a la segunda marea de si

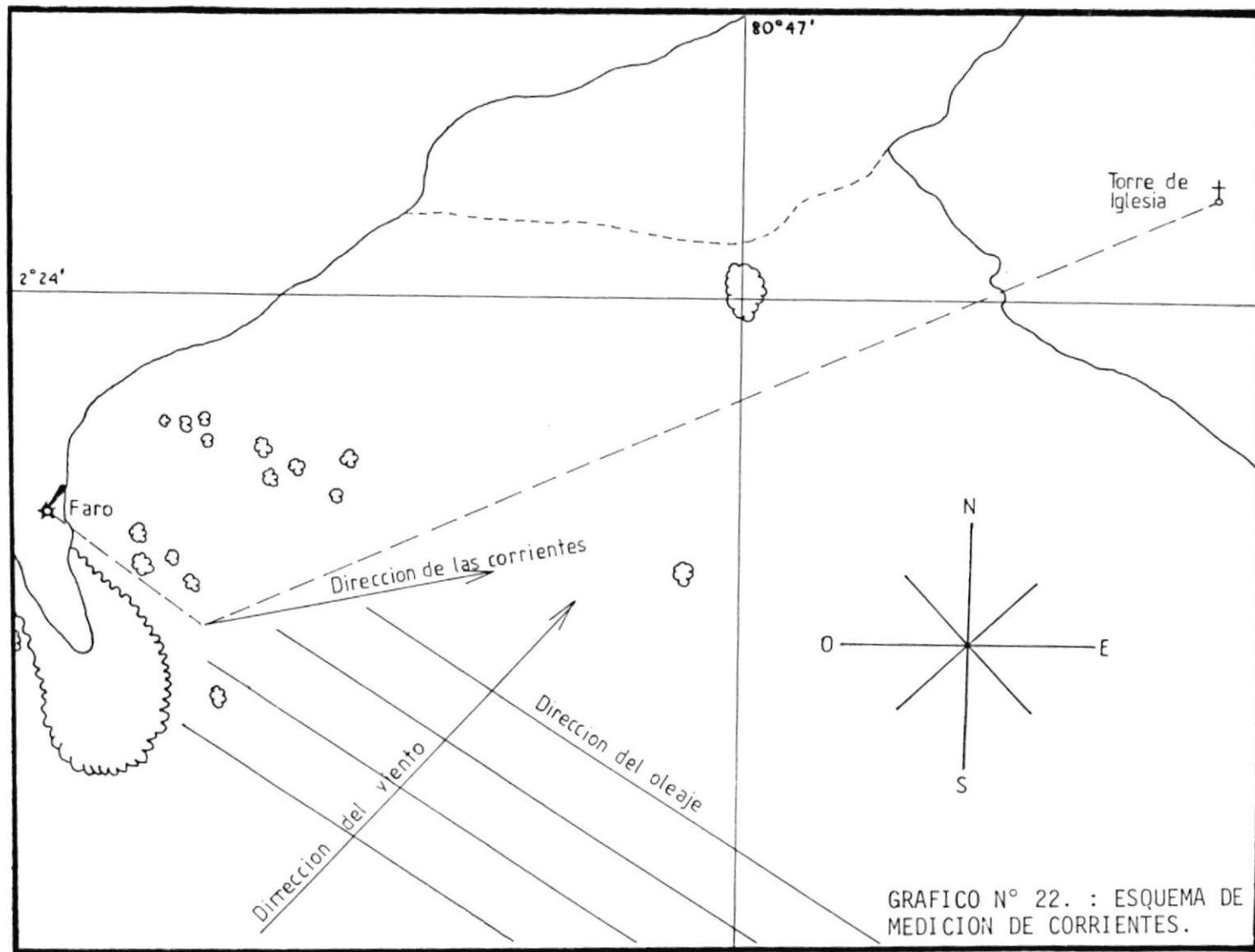


GRAFICO N° 22. : ESQUEMA DE MEDICION DE CORRIENTES.

BIBLIOTECA



cigia del mes de Julio.

Se pudo observar que una vez lanzados los flotadores , estos derivaron hacia el Este - Noreste , ya que el rango de direcciones de 62° - 87° registrados en las mediciones con la brujula corresponden a tales puntos geograficos. Las velocidades estimadas mediante observaciones del tiempo que los flotadores tardaron en derivar desde el punto de lanzamiento hasta otro ubicado a aproximadamente 100 metros al este variaron entre 0.07 y 0.33 m/s (0.15-0.65 nudos).

Al analizar que tan representativa podría ser la observación de corrientes realizada se podrían anotar las siguientes consideraciones:

a.-) Las observaciones fueron efectuadas en marea de Sigcigia, cuando generalmente se alcanzan los mayores valores de corrientes de marea (debido al mayor rango de marea).

b.-) En el sector estudiado los pescadores de la zona aseguraron que las corrientes derivan usualmente hacia el Noreste y que sus velocidades no representan una dificultad para la navegación de las embarcaciones.

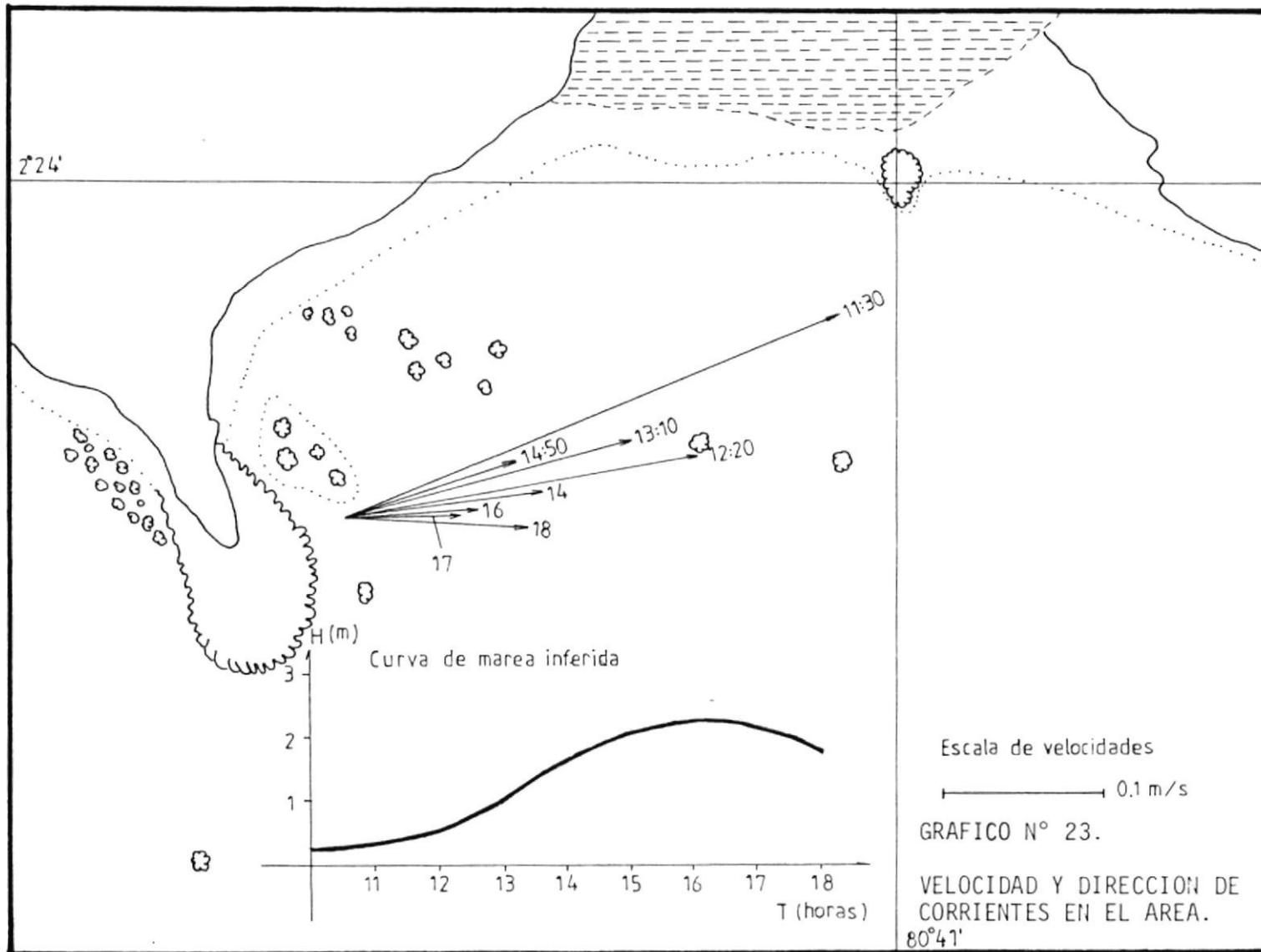
caciones.

c.-) Que las direcciones aquí encontradas eran normales para la época seca. Por supuesto, durante la época húmeda, o bajo condiciones no usuales podría existir alguna variación.

Estas consideraciones, y la misma forma de la ensenada inducen a pensar a este autor que esto significa que un objeto que sea arrojado al mar en la zona del puerto, debido a la configuración del lugar tenderá a dirigirse por efectos de las corrientes predominantemente hacia la zona en que se encuentra el pueblo.

La zona en que se realizaron las mediciones es aquella en la que los pescadores fondean sus embarcaciones con el fin de protegerlas del oleaje ya que las rocas sumergidas (a unos 200 m. al suroeste del punto de medición) actúan como un rompeolas sumergido que disipa la energía del oleaje, y por ende el efecto del mismo en reducir su contribución de energía para la generación de corrientes.

El gráfico N° 23 muestra los valores de velocidad y dirección de corrientes junto con la hora en que se realizó cada observación.



2.2. METEOROLOGIA DE LA ZONA DE ESTUDIO.

2.2.1. Vientos

Cerca de las costas de Ecuador y del norte de Perú los vientos varían considerablemente, como un resultado del movimiento hacia el norte y hacia el sur de la zona de convergencia intertropical. Durante el invierno del hemisferio sur, esta se mueve hacia el norte cerca de Panamá, mientras que en el verano del hemisferio sur se mueve hacia el sur cerca al Ecuador.

Durante la mayor parte del año los vientos de el suroeste de 4.1-5.15 m/s (8-10 nudos) o menos soplan hacia las costas ecuatorianas con una consistencia moderada. (W. Jara. 1.980 , referencia 13).

El centro de altas presiones del Pacífico Sur y la zona de convergencia intertropical hacen de esta región del Océano Pacífico un área libre de ciclones.

Al oeste de la isla Puná los vientos soplan

desde el suroeste la mayor parte del año, pero cuando la zona de convergencia intertropical se desplaza hacia el sur, vientos cuya procedencia es de otras direcciones son sentidos en la zona (W. Jara. 1.980, referencia 13).

2.2.1.1. Valores locales de parámetros de vientos.-

A fin de cuantificar correctamente la dirección y la intensidad predominante del viento en la región de estudio se procedió a analizar las estadísticas que el INAMHI publica cada año en sus anuarios meteorológicos. Dicha institución mantiene una estación meteorológica de segundo orden en Salinas y otra estación del mismo orden en Playas. En Chanduy y otros lugares entre Salinas y Playas no existen estaciones meteorológicas en la costa.

Debido a que Chanduy se encuentra ubicado en una zona intermedia entre Salinas y Playas, se analizaron los

datos de las dos estaciones para ob
tener una mejor definición de las
condiciones de viento para el area
de interés.

La primera de las estaciones cita-
das se encuentra ubicada en los 80°
 $59'00''$ W y $02^{\circ}11'00''$ S a 6m. de ele
vación sobre el nivel del mar en la
escuela militar de aeronautica "Cos
me Renella". La segunda estación u
tilizada estuvo ubicada en la antes
existente academia militar J. Gómez
Rendón (Playas) en los $80^{\circ}23'00''$ W.
y $02^{\circ}39'00''$ S a 6m. sobre el nivel
medio del mar.

De la estación de Salinas se obtu -
vieron datos para el periodo de re-
gistros comprendido entre 1.976 y
1.981. Para cada año y en cada mes
el INAMHI ha registrado el número
de veces por mes que se observó el
viento soplando en cada una de las
8 direcciones de la rosa de vientos
y el número de calmas por mes. Tamam

bien para cada mes y en cada año la velocidad promedio mensual del viento a las 07, 13 y 19 horas.

Los datos así obtenidos se presentan en la tabla N° 10.

La velocidad promedio de todas las observaciones realizadas en el periodo 1.976-1.981 es de 3.7 m/s (7 nudos), aunque los promedios para el mismo periodo a las 07, 13 y 19 horas varían considerablemente, ya que son de 2.6, 4.0 y 4.7 m/s respectivamente. Los valores máximos de velocidad de vientos son de 13 m/s (26 nudos) y fueron registrados en el mes de Mayo.

Las direcciones en que el viento sopla con mayor frecuencia en esta estación son el Suroeste (41.2%) y el Oeste (42.1%). Otras direcciones allí no son significativas ya que apenas alcanzan los 2.4% y los 1.5% de ocurrencia para los vientos pro

ESTACION SALINAS

Dir	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Tot.	%
N	5	1	6	3	15	0	0	0	0	0	0	0	30	0.5
NE	1	4	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	7	0.1
E	1	8	6	2	1	0	1	0	0	0	0	0	19	0.3
SE	2	3	1	2	1	0	0	0	0	0	0	1	10	0.2
S	6	17	28	12	10	6	18	4	16	13	0	4	134	2.4
SW	192	103	107	90	144	220	226	250	229	247	246	274	2328	41.2
W	241	216	195	237	242	205	191	188	173	172	179	143	2382	42.1
NW	13	45	17	1	0	0	1	0	0	0	6	2	85	1.5
C	96	113	102	103	62	19	26	23	30	32	13	40	659	11.7

TABLA N° 10:

NUMERO DE VECES POR MES QUE SE OBSERVO EL VIENTO SO
PLANDO EN CADA DIRECCION (PERIODO 1976-1981)

C: CALMAS FORMES

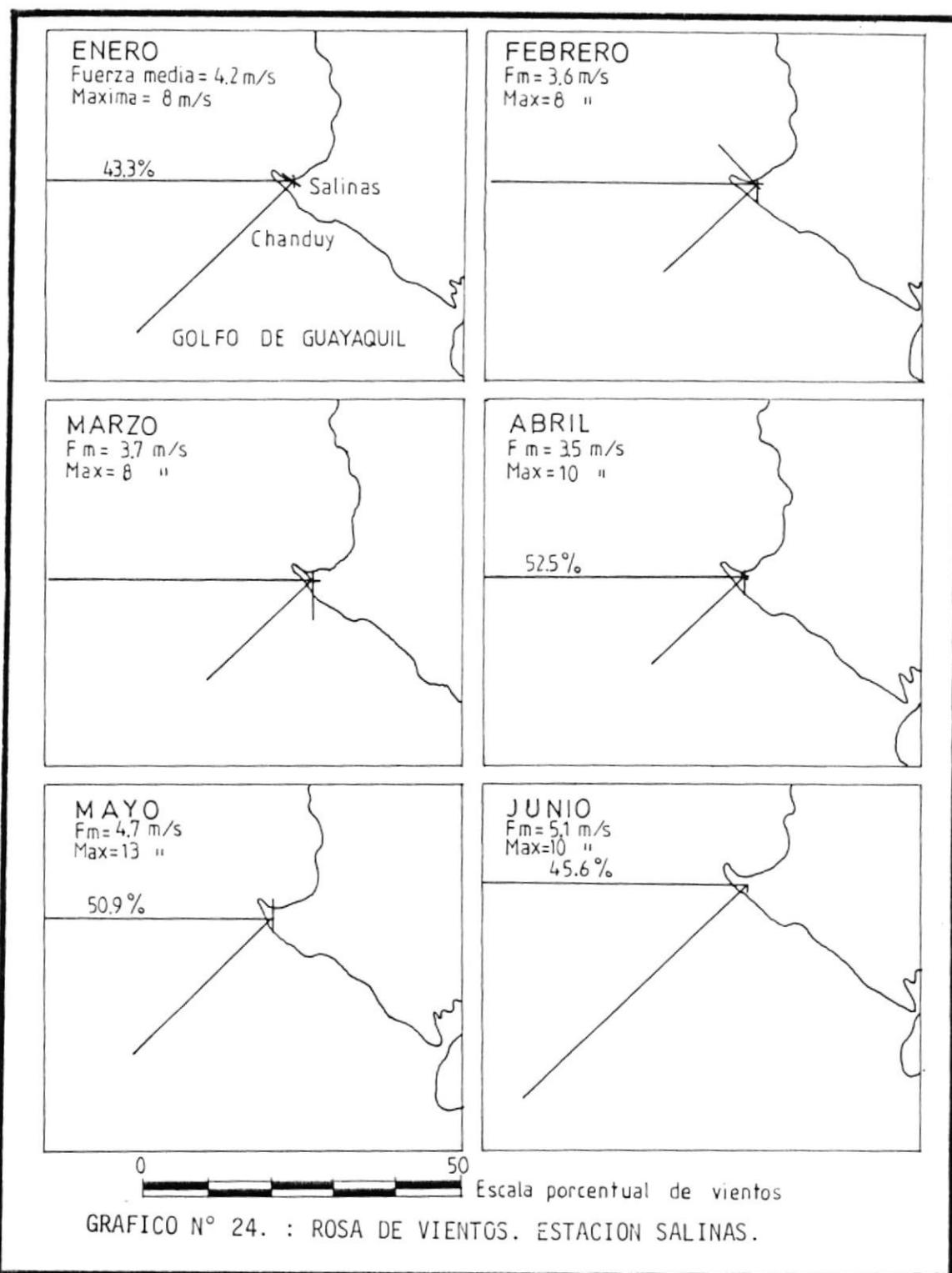
DATOS TOMADOS DEL ANUARIO METEOROLOGICO (INAMHI).

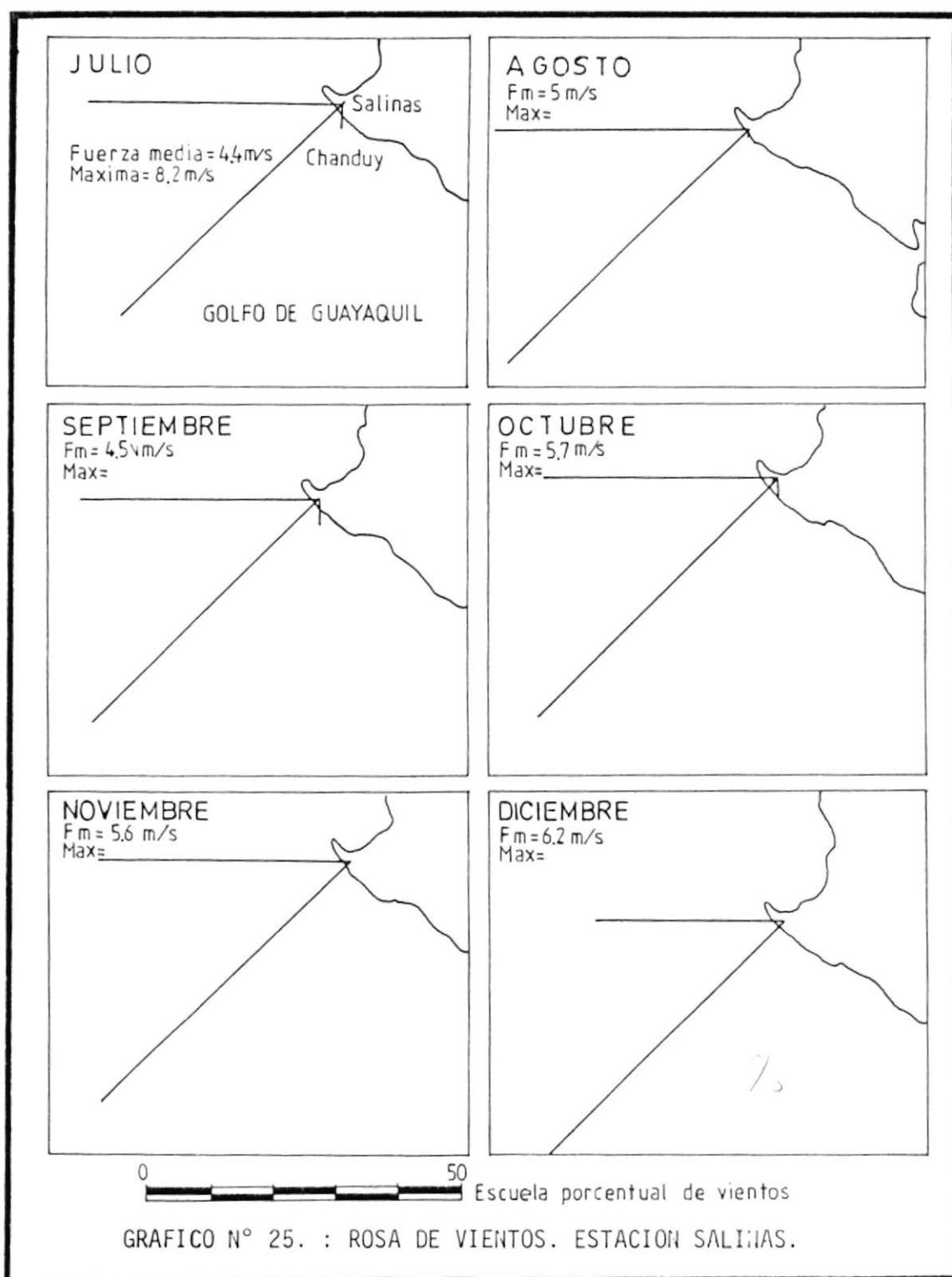
venientes del Sur y del Noroeste.

El promedio de los valores máximos registrados mensualmente, el promedio de los valores promedios mensuales a las 19:00 horas (hora de mayor intensidad de vientos) y el valor en porcentaje de el total de observaciones en cada una de las direcciones del registro son mostrados en los gráficos N°24 y N°25.

De la misma manera se procedió al tratamiento de los datos de la estación de Playas, con la diferencia de que los datos de frecuencia para el periodo 1.976-1.983, mientras que los datos de velocidad promediados mensualmente a las 07, 13 y 19 horas corresponden al periodo 1.976 a 1.981.

La tabla N°11 muestra valores totales al número de observaciones de ocurrencia de viento en cada dirección y en cada mes para los 8 años





ESTACION PLAYAS

Dir	En.	Fe.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Tot.	%
N	1	0	3	4	2	0	0	1	0	0	0	0	11	0.2
NE	21	27	34	25	18	13	16	12	7	1	4	6	184	3.2
E	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5	0.1
SE	10	18	27	25	14	6	8	8	3	6	5	1	131	2.1
S	1	5	6	3	0	1	2	3	0	1	1	3	26	0.5
SW	101	86	110	82	64	58	94	104	93	104	81	77	1054	18.6
W	223	195	235	210	183	233	263	328	336	354	332	284	3176	56.0
NW	67	73	103	78	86	45	85	68	78	76	97	78	934	16.5
C	0	13	27	21	20	6	0	11	14	3	15	19	149	2.6

TABLA N° II

NUMERO DE VECES POR MES QUE SE OBSERVO EL VIENTO
SOPLANDO EN CADA DIRECCION (PERIODO 1.976-1.983)

C: CALMAS POR MES

DATOS TOMADOS DEL ANUARIO METEOROLOGICO (INAMHI)



BIBLIOTECA

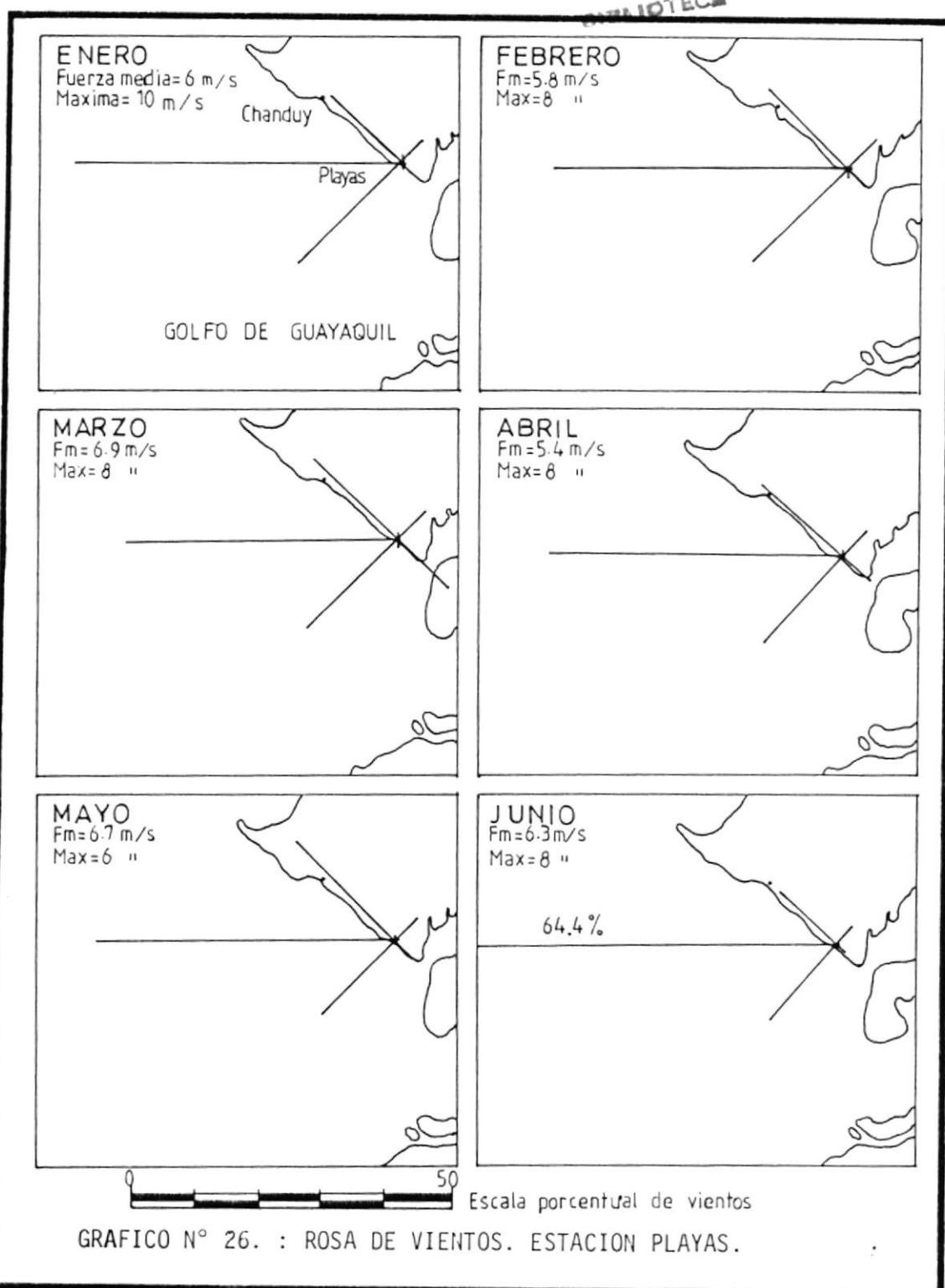
de registros de dirección y valores promedios a las 07, 13 y 19 horas para los 6 años de registros de velocidad en Playas.

Los promedios mensuales de veloci - dad a las 19 horas (hora de mayor intensidad) y de velocidad máxima , así como los valores porcentuales - de el total de observaciones en cada una de las direcciones, todo para cada mes, son mostrados en los gráficos N°26 y N°27.

El valor máximo de velocidad de el viento registrado en la estación existente en Playas es de 14 m/s (aproximadamente 27 nudos). El promedio de velocidad en Playas es de 4.2 m/s y los promedios para las 07, 13 y 19 horas son 2.1, 3.5 y 7 m/s. Las direcciones en que sopla el viento con mayor frecuencia son el oeste (56%), el suroeste (18.6%) y el noroeste (16.5%) y las demás direcciones no son de mayor impor-

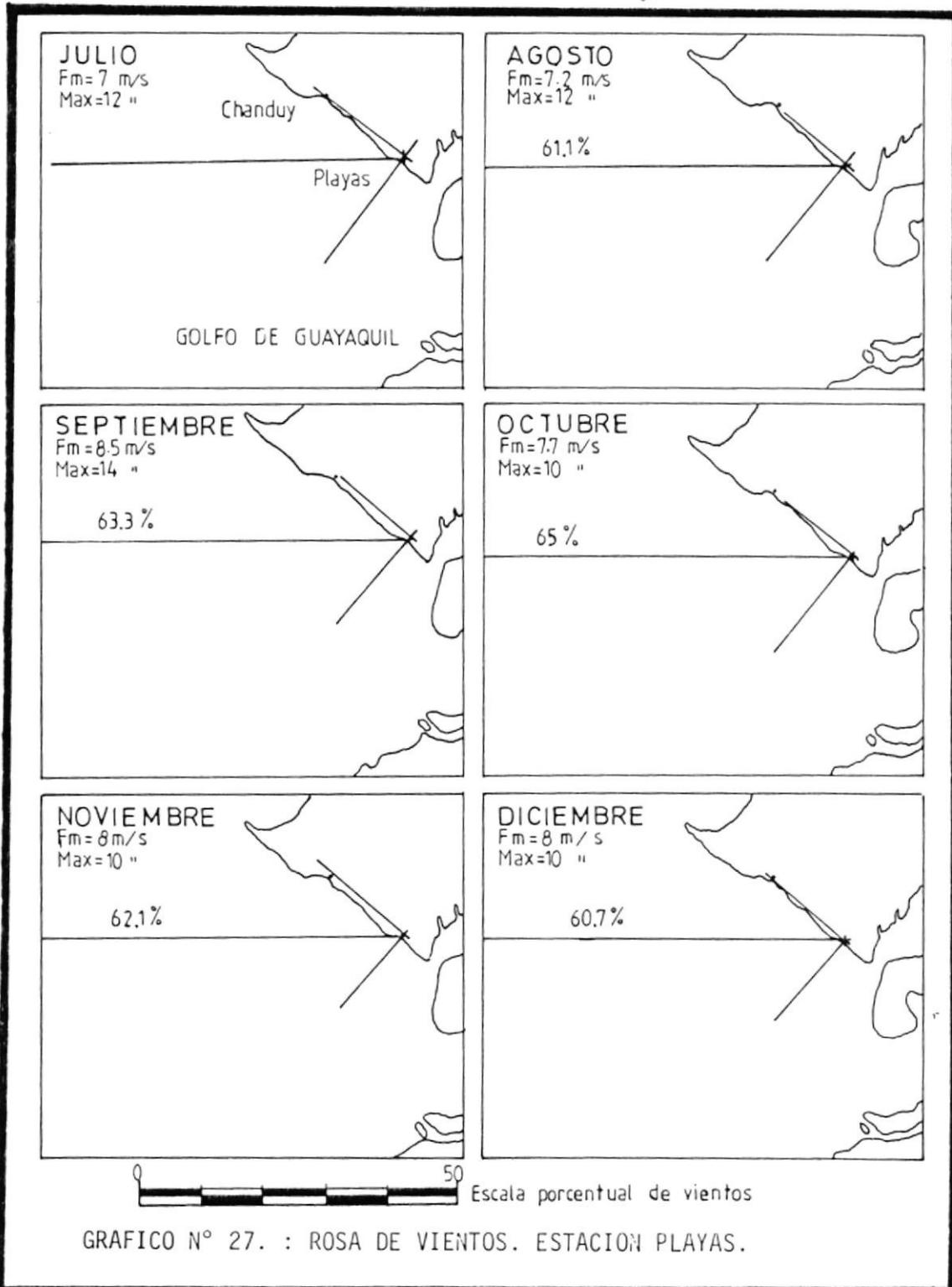


BIBLIOTECA





BIBLIOTECA



tancia en este sentido, con apenas un 3.2% para el noreste y un 2.3 % para el sureste.

De los resultados obtenidos se puede concluir que en la zona de Chanduy los vientos predominantes provienen del rango de direcciones oeste-suroeste la mayor parte del año y que los vientos provenientes del suroeste se vuelven mas frecuentes en el periodo comprendido entre Junio Y Diciembre, meses en que los vientos son mas intensos, con velocidades promedios mensuales entre 3.5 y 6.1 m/s, en tanto que en los meses de Enero a Mayo predominan los vientos del oeste aunque con velocidades promedios mas bajas en el rango de los 2.6 a 3.7 m/s.

Sin embargo, de acuerdo a encuestas realizadas a los pescadores de Chanduy, el comportamiento del viento allí presenta características mas similares a las de Salinas que a las

de Playas. Por tanto, es de esperar que de Enero a Mayo predomine el viento del oeste con velocidades promedios entre 2.6 y 3.2 m/s, con mayor intensidad hacia las 19 horas (3.5 a 4.1 m/s) y que de Junio a Diciembre predomine el viento del sur oeste con velocidades promedios men suales entre los 3.5 y 5.1 m/s y de 4.5 a 5.7 m/s a las 19 horas.

Los porcentajes totales de direccio nes para el periodo 1.976-1.983 y las condiciones generales del viento en ambas estaciones son mostrados en el grafico N°28.

SALINAS

Fuerza media (1976-1981) = 3.7 m/s

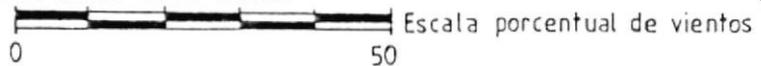
PLAYAS

Fuerza media (1976-1981) = 4.2 m/s



GRAFICO N° 28.

PORCENTAJES DE DIRECCIONES. ROSAS DE
VIENTOS PARA 1976-1983.



2.3. GEOLOGIA DE LA ZONA.

2.3.1. Geología general del area

La zona litoral comprendida entre Chanduy y la isla Puná se encuentra contorneada por las siguientes formaciones: Zapotal, complejo olistostrómico de Santa Elena, Dos Bocas, Villingota, Progreso, Puna, Tablazo y sedimentos cuaternarios (Mapa Geológico de Chanduy. IGM. 1.974).

Chanduy y sus zonas aledañas están ubicadas geológicamente como formando parte de la formación Tablazo, que el mapa geológico de Chanduy (ver referencia, arriba) describe como una formación poco profunda (0-30 m) conformada principalmente por areniscas, conglomerados y bancos de tipo calcareo biodetrítico (ver grafico N°29).

Tal formación se origina en la deposición de terrazas marinas conocidas precisamente como tablazos durante el Pleistoceno. Las formaciones de este tipo son

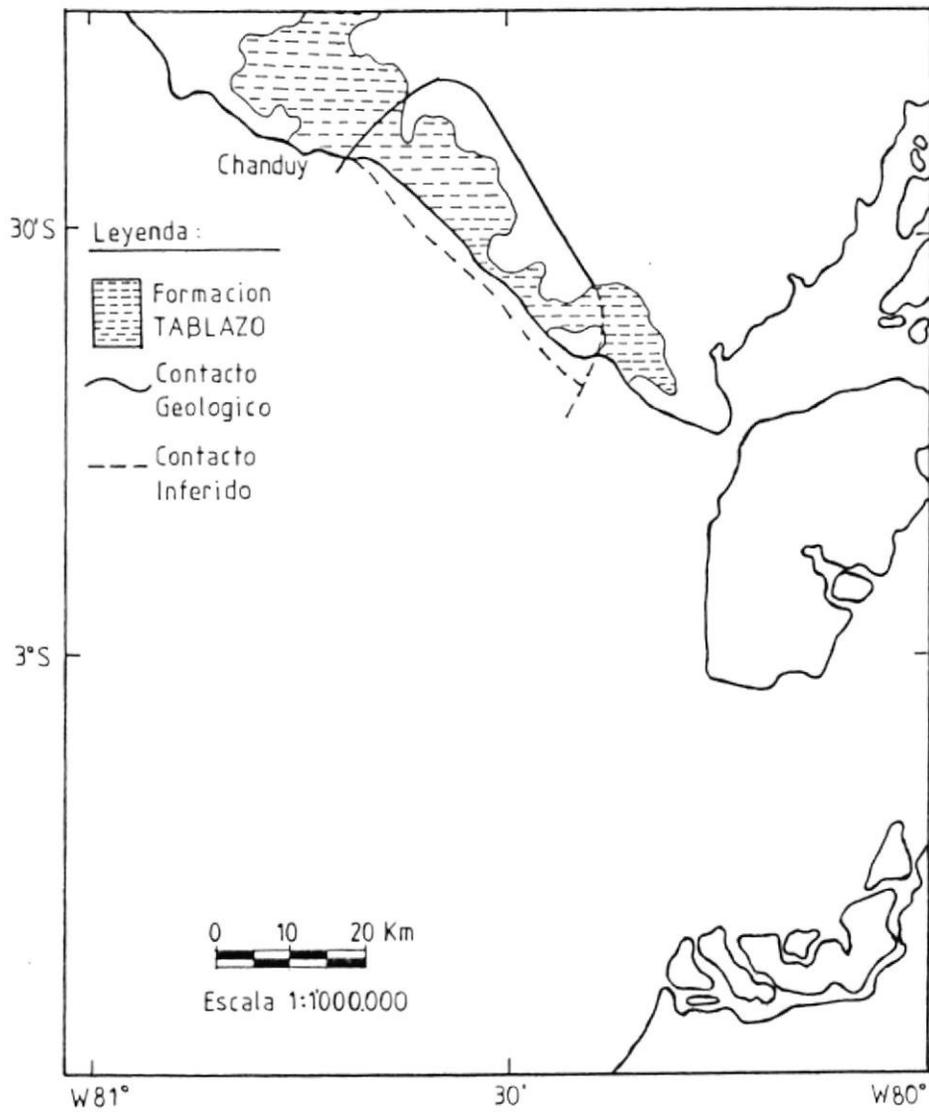


GRAFICO N° 29.

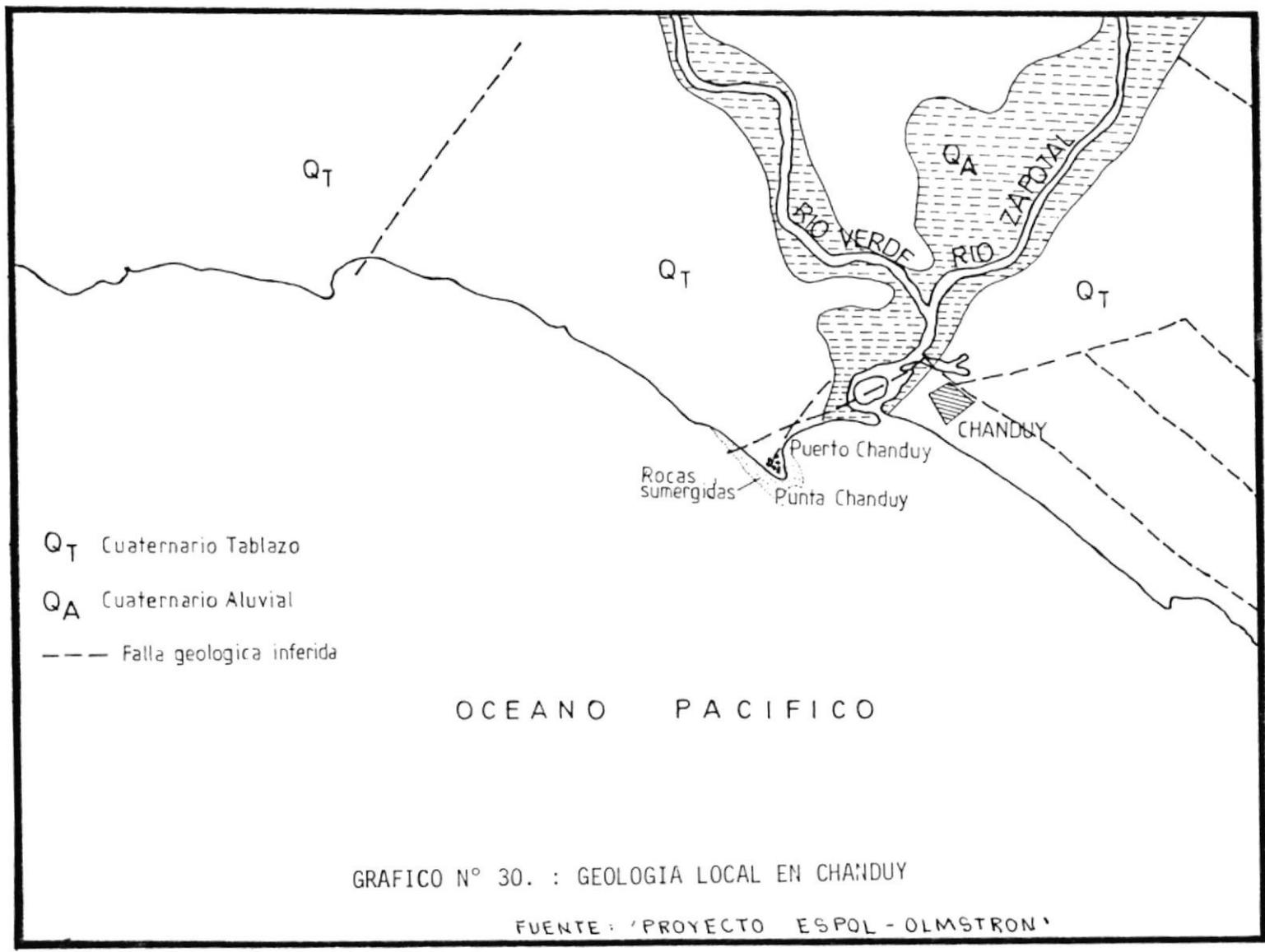
FORMACION TABLAZO

FUENTE: 'ACTA OCEANOGRÁFICA DEL PACÍFICO'

tambien muy comunes al noroeste del Perú. En Chanduy la formación Tablazo se muestra con fascies esencialmente arenosas y se puede observar entre el puerto pesquero y el pueblo la presencia de terrazas marinas cuaternarias levantadas a algunos metros sobre el nivel del mar y que además incluyen en su constitución areniscas y conglomerados.

Estas características coinciden plenamente con las descritas en el lugar por el estudio que el IGM realizó y que habla de la presencia de restos erosionados de areniscas calcáreas y conglomerados finos con megafósiles. Además, el material de las dunas paralelas a la playa existentes en la zona se derivan de la Tablazo, que es una formación suprayacente a cualquier otra en la zona.

Un estudio mas reciente realizado por la Facultad de Geología, Minas y Petróleos de la ESPOL ha logrado precisar con mayor exactitud la presencia, además de la formación Tablazo, de depósitos aluvia -



BIBLIOTECA



les recientes (Cuaternario) ocasionados por la aportación de el rio Zapotal y en los que se aprecia la existencia de arena, arcilla, limo y cantos rodados. La disposición de tales estratos ha sido de terminada y se presenta en el gráfico N° 30.

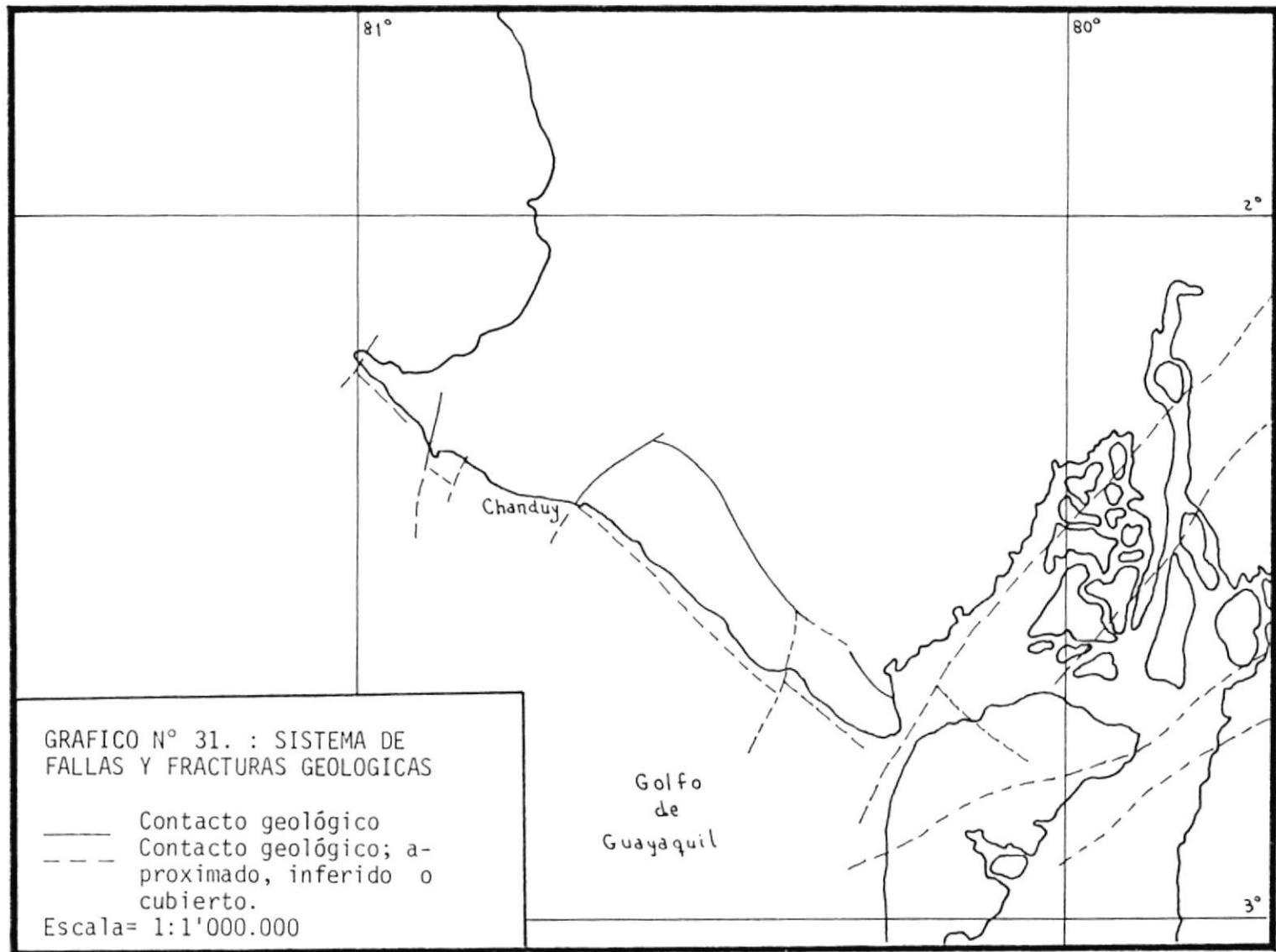
2.3.2. Sismicidad de la zona

La población de Chanduy se encuentra ubicada en una zona cuya sismicidad local esta determinada por la presencia de fallas geológicas. A una escala mas amplia, se conoce que la formación de las fallas en la costa sudamericana del Pacífico obedece a la subducción de la placa tectónica de Nazca en la placa Americana. Este proceso originó y continua originando la formación de la cordillera de los Andes y la formación de la gran fosa submarina de Nazca, frente a las costas peruanas.

El sistema de fallas y fracturas geológicas de la península de Santa Elena ha sido determinado por CEDEGE en estudios de la cuenca baja del rio Guayas y es mostrado en el gráfico N°31.

A fin de incorporar al diseño estructural los efectos dinámicos originados por los sismos es necesario determinar los valores de aceleración máxima esperados en el sitio en que se ha de construir la estructura para el periodo de tiempo que se considere como de vida útil de esta. Este, por tanto, es el propósito de el presente estudio de sismicidad. Los valores obtenidos se incorporaran posteriormente al calculo estructural.





Lara, Valarezo, Chávez y Serrano, en el artículo "Estudio de riesgo sísmico para una central hidroeléctrica en el Ecuador", presentado en la tercera conferencia Latinoamericana de ingeniería sísmo-resistente hacen referencia a la ley de atenuación de aceleraciones:

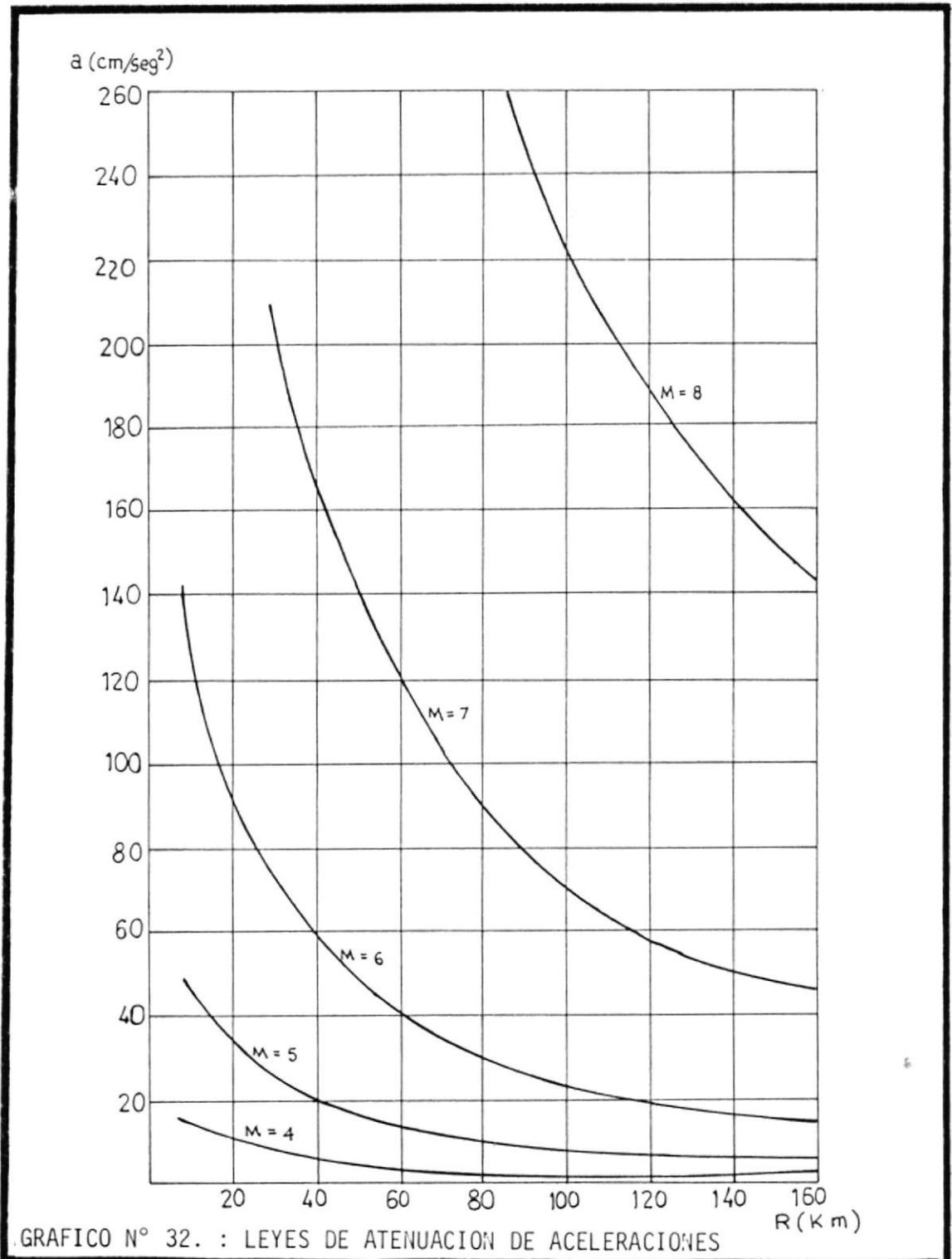
$$(1) \quad \ln(a) = 0.64 M_b + 6.157 - 1.301 \ln(R+25)$$

Donde: a = aceleración en el sitio (cm/seg^2)

M_b = magnitud de onda corporéa

R = distancia hipocentral del sismo al sitio
(Km).

Los autores hacen mención de una investigación sobre las causas de daños durante el terremoto de Guayaquil de el año 1.980, en que se logró estimar que la aceleración de el suelo en un area de la ciudad de Guayaquil fué entre 40 y 50 cm/seg^2 y considerando la tendencia actual de incorporar los movimientos máximos del terreno a las leyes de atenuación de las intensidades y a los valores de aceleración del suelo antes señalados; utilizaron la ecuación de atenuación anterior en dicho estudio. El gráfico N°32 nos muestra leyes de atenuación para diversos valores de magnitud de onda corporéa.



J. Palacio y E. Blum, en el artículo "Una contribución al estudio de riesgo sísmico en el Ecuador" (III Conferencia Latinoamericana de Ingeniería sísmo-resistente) presentan un espectro de diseño elástico para el sitio Atahualpa, localidad cercana a Chanduy. Este espectro servirá como referencia para la verificación de los valores que se obtendrán en este estudio y se muestra en el gráfico N°33.



Debido a la inexistencia de acelerógrafos instalados en el Ecuador, es imposible contar con ecuaciones de atenuación basadas en datos reales, por tanto, la ecuación de atenuación presentada anteriormente, calibrada con datos inferidos; se considera que representa con bajo grado de exactitud las condiciones de la influencia de un sismo en la aceleración del suelo.

Gracias a la existencia del catálogo de terremotos para Suramérica publicado por el Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS) se ha podido utilizar en este estudio los datos registrados de fecha de ocurrencia, localización (en coordenadas geográficas), profundidad y magnitud de onda corpórea de 665 sismos ocurridos en el Ecuador en el período comprendido entre los años de 1.901 a 1.981, pero con registros año a año solo en el período de 1.955 a 1.981. Este catálogo fue creado por CERESIS dentro del programa para la mitigación de los efectos de los terremotos en la región andina (proyecto SISRA). La distancia hipocentral (Kms) puede ser calculada

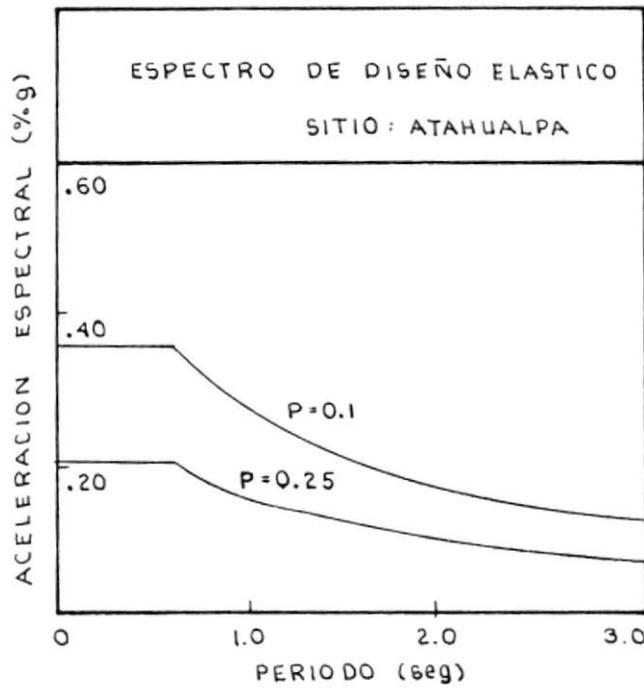


GRAFICO N° 33. :
ESPECTRO DE DISEÑO ELÁSTICO EN
EL SITIO ATAHUALPA

lada utilizando el teorema de Pitagóras:

$$(2) R = \sqrt{(RE)^2 + (PR)^2}$$

$$(3) RE = \sqrt{(XS - XL)^2 + (YS - YL)^2}$$

Donde: XS,YS= longitud y latitud del epicentro del sismo.

XL,YL= longitud y latitud del sitio en que se evalúa la aceleración del suelo.

R = distancia hipocentral.

PR= profundidad del sismo.

RE= distancia epicentral.

Utilizando las ecuaciones 1, 2 y 3 se calculó la distancia epicentral, la distancia hipocentral y la aceleración inducida en Chanduy (Longitud=79.68°Oeste, Latitud=1.40°Sur) para cada uno de los 665 sismos escogidos del catálogo de sismos del país. Para tal efecto se utilizó un programa de computadora creado en lenguaje BASIC en una computadora Burroughs B-28.

2.3.2.1. Extrapolación de aceleraciones del suelo. Método de Gumbel.-

El autor José Graces, en su obra "Sismicidad de la región asociada a la cadena volcánica centroamericana del cuaternario" señala que la segunda distribución de valores extremos de Gumbel ha sido empleada en estimaciones cuantitativas de riesgo sísmico en el cálculo de aceleraciones o velocidades máximas probables del terreno en una localidad. La función de distribución de probabilidades queda definida como:

$$F(X) = \text{EXP} \left[- \left(\frac{U-e}{X-e} \right)^k \right]$$

Donde: e = limite inferior de los valores extremos

k = parámetro de forma

U = máximo frecuente más observado.

En nuestro estudio se ha considerado que, dado que nos interesa determinar máximos probables de aceleración esperada en Chanduy el valor de e debe ser considerado como el mínimo valor admisible, por tanto:

$$e = 0$$

Con lo cual la ecuación queda reducida a:

$$F(X) = \text{EXP} \left[- \left(\frac{U}{X} \right)^k \right]$$

La relación existente entre la razón de la desviación típica y la media de la distribución de Gumbel II y el parámetro de forma k es mostrada en el gráfico N°34.

El valor máximo más frecuente observado es definido por la relación:

$$U = \frac{\bar{a}}{\Gamma(1 - 1/k)}$$

Donde: \bar{a} = media de la distribución.

$\Gamma(X)$ = función Gamma.

Los valores máximos de aceleración para cada año fueron separados de los datos de aceleración calculados con la ley de atenuación. Los valores correspondientes son mostrados en la tabla N°12 para un total de 27 años consecutivos. El valor promedio y la desviación típica de las máximas aceleraciones anuales son 26.71

TABLA N° 12

VALORES MAXIMOS DE ACELERACION DEL SUELO CALCULADOS
EN CHANDUY.

Año	Magnit	dist. Hipo.	Acel.	Año	Magnit	dist. Hipo.	Acel
1955	6.2	242.70	17.33	1970	5.3	129.10	19.99
1956	6.5	135.10	40.98	1971	6.4	313.17	14.50
1957	6.2	82.30	56.97	1972	4.4	103.10	14.29
1958	6.1	177.30	23.40	1973	4.5	35.30	40.59
1959	6.3	101.30	49.12	1974	4.7	140.20	12.43
1960	5.8	79.10	45.83	1975	4.7	106.00	16.82
1961	6.2	90.00	52.06	1976	5.7	129.60	25.71
1962	6.2	103.60	44.99	1977	5.0	141.30	14.94
1963	4.3	85.30	16.28	1978	4.9	38.00	49.51
1964	5.7	98.00	34.62	1979	5.6	230.40	12.55
1965	5.9	272.40	12.47	1980	5.5	105.20	28.28
1966	3.7	60.20	15.53	1981	5.8	161.90	21.42
1967	5.8	219.50	15.09				
1968	4.3	93.90	14.76				
1969	4.3	106.80	12.92				

Magnitud, grados escala de Richter

Distancia hipocentral, Kilometros

Aceleración, centímetros por segundos cuadrados

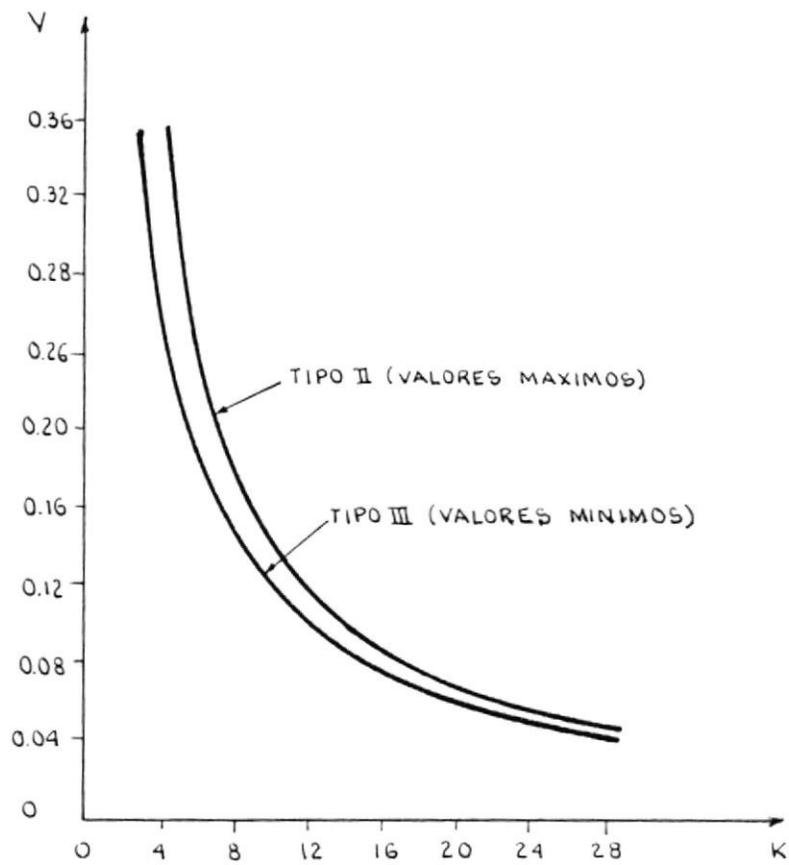


GRAFICO N° 34. : DISTRIBUCIONES DE VALOR EXTREMO. COEFICIENTE DE VARIACION Y PARÁMETRO K.

TOMADO DE 'PROBABILIDAD Y ESTADISTICA EN INGENIERIA CIVIL', DE JACK R. BENJAMIN.

cm/seg² y 13.54 respectivamente. Por tanto, la razón entre estos parámetros es 0.51 y de la curva del gráfico N°34 se obtiene un valor de parámetro de forma k=3.5.

El valor máximo mas frecuente es:

$$U = \frac{26.71}{(1 - 1/3.5)} = \frac{26.71}{(0.71)}$$

$$\Gamma(0.71) = 1.273$$

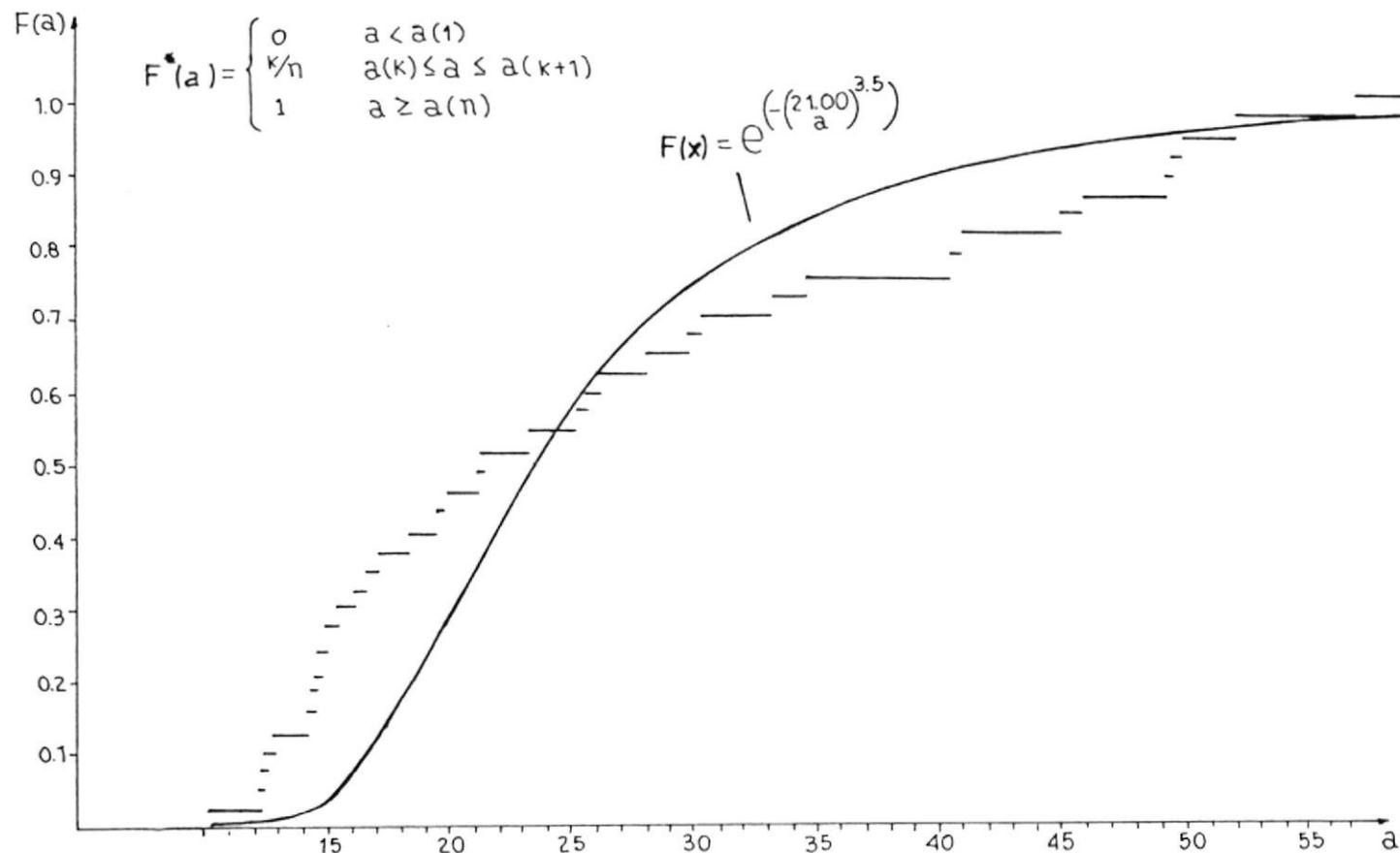
$$U = 21.$$

Luego, la distribución de Gumbel II para valores extremos que describe la distribución de probabilidad de ocurrencia de aceleraciones máximas anuales en la zona de Chanduy es:

$$F(a) = \exp \left[- \left(\frac{21}{a} \right)^{3.5} \right]$$

El gráfico N°35 ilustra la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorod-Smirnov realizada para el set de datos disponibles. Se determinó que la diferencia máxima entre la frecuencia acumulativa observada de los datos y la frecuencia acumulativa esperada del modelo es de 0.241.

GRAFICO N° 35. : DISTRIBUCION EMPIRICA DE LA MUESTRA $F^*(a)$ VS DISTRIBUCION ESPERADA $F(a)$



El contraste de hipótesis planteado, por lo tanto, es el siguiente:

H_0 = hipótesis nula.

Los valores de aceleración máxima en Chanduy pertenecen a los de una variable aleatoria con distribución de probabilidades Gumbel II para valores extremos anuales, con parámetros:

$$U = 21 \quad k = 3.5$$

H_1 = hipótesis alternativa

Los valores de aceleración máxima en Chanduy no pertenecen a los de la variable aleatoria descrita en H_0 .

Criterio de aceptación:

$$\text{Acepte } H_0 \text{ si } D_{\max} (F - F^*) < D_{s^*}$$

Esto es, se aceptará la hipótesis nula si el valor absoluto de la máxima diferencia entre



la frecuencia esperada y la frecuencia observada es menor al parametro Ds^* .

$$\text{Para nuestro caso: } Ds^* = \frac{1.36}{37} = 0.223$$

Dado que $D_{\max} (F - F^*) = 0.241$

Se acepta la hipotesis H_0 .

Utilizando dicho modelo se puede plantear que la probabilidad $p(h)$ de que un cierto valor A de aceleración no sea excedido en el periodo de un año es:

$$p(h) = \exp \left[- \left(\frac{21}{A} \right)^{3.5} \right]$$



Y, aceptando que la ocurrencia de aceleraciones de valores menores que A en un año cualquiera es un suceso independiente de la ocurrencia de dicho evento en otro año, tenemos que la probabilidad de que la aceleración A sea excedida después de un periodo de R años es:



2.3.3. Sedimentología y materiales de la playa

En su "Estudio de las características sedimentológicas del area comprendida entre Ancón y el Canal del Morro" (Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR, 1.987), el geólogo B. Soledispa presenta un trabajo en que se estudiaron 146 muestras de fondo de sedimentos superficiales en el Golfo de Guayaquil y presenta las características de los sedimentos en base al análisis granulométrico, parametros estadísticos y distribución de sedimentos.

Las características texturales señalan que los sedimentos del Golfo de Guayaquil son predominantemente arenosos, de mal a muy mal clasificados, con asimetrías que van desde asimétricos hacia los tamaños finos hasta muy asimétricos hacia los tamaños gruesos, mesocurticos a muy leptocurticos y se localizan en casi toda la zona litoral desde el canal del Morro hasta Chanduy.

De estas muestras, cinco fueron tomadas en el area de interés de nuestro estudio y se realizó un analisis para determinar su textura. La localización de las estaciones de muestreo, los porcentajes de grava, arena, limo y arcilla encontrados en cada una de las muestras son presentadas en el grafico N° 36 y exponen la pre

$$P = 1 - p(h)^R$$

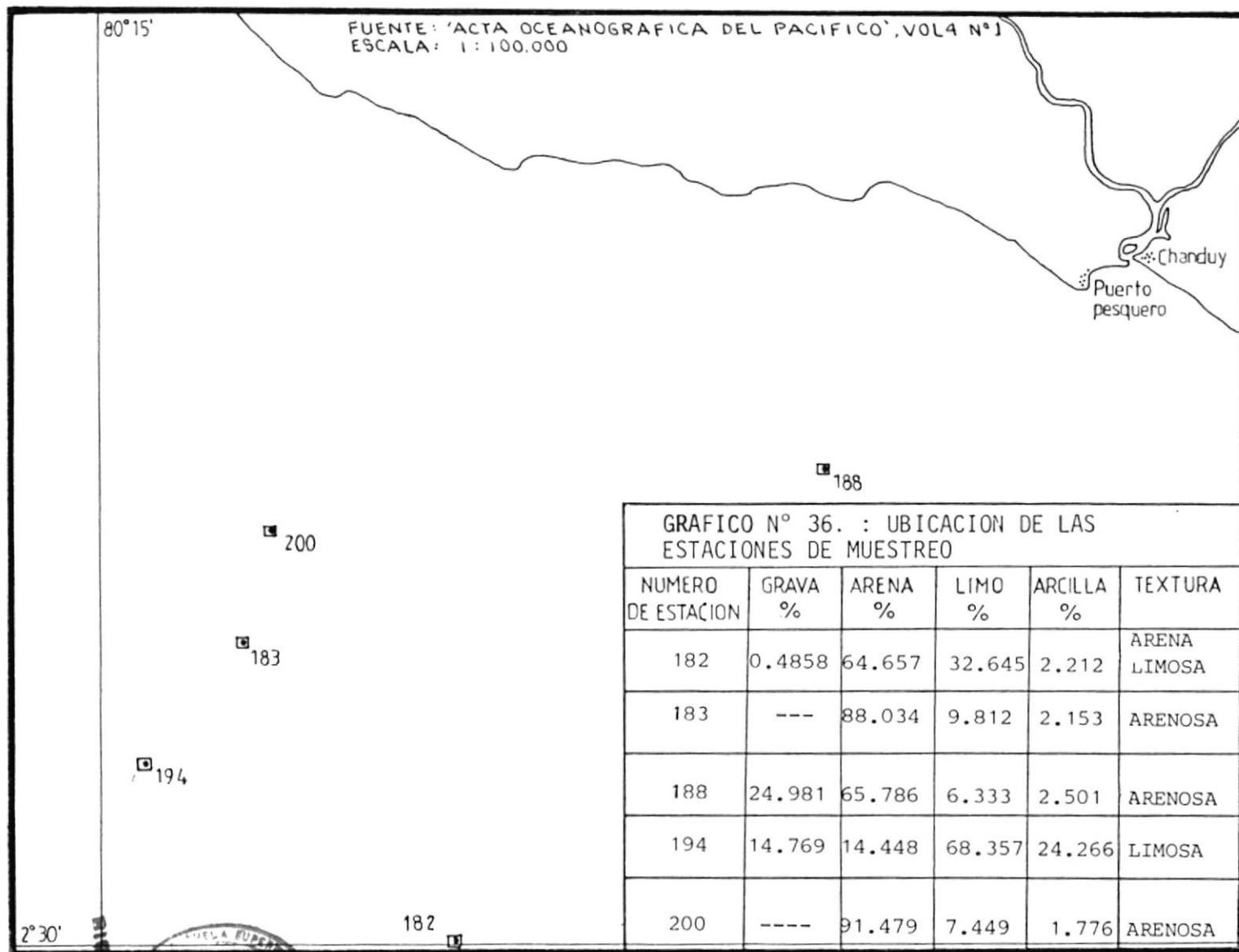
$$P = 1 - \exp\left[-\left(\frac{21}{A}\right)^{3.5}\right]^R$$

El periodo de retorno de dicho evento está definido por su relación con la probabilidad del mismo:

$$p(h) = 1 - \frac{1}{T}$$

$$T = \frac{1}{1 - p(h)}$$

La vida de diseño de las estructuras constituyen en este estudio el valor R. al valor P se le llama riesgo sísmico. Estos valores se fijarán en el estudio 4.2. y con ellos se calcularán niveles críticos de aceleración y periodos de retorno apropiados a la zona.

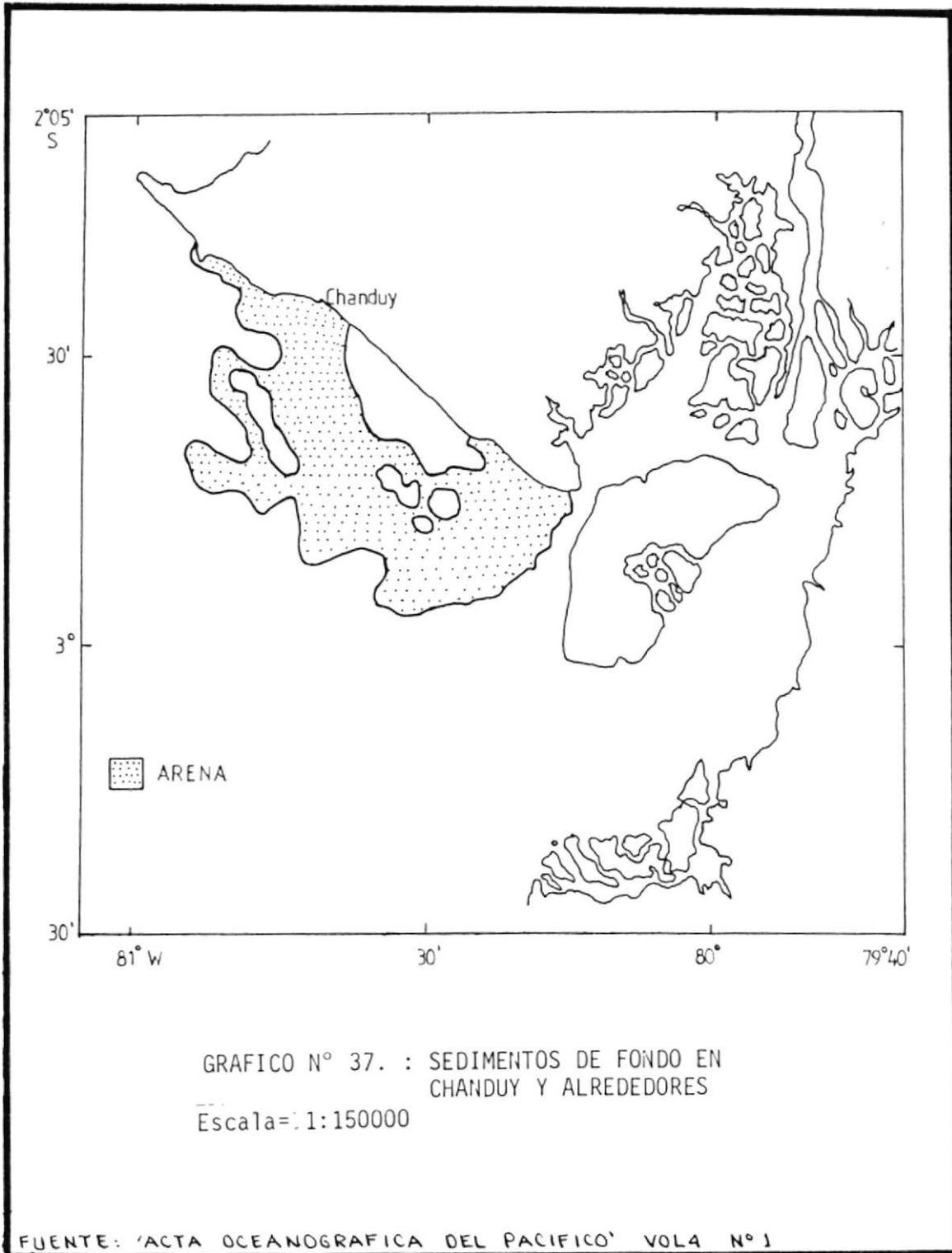


dominancia de la textura arenosa en las proximidades de la costa y de la arena limosa en las zonas adyacentes.

Soledispa concluye en su estudio que para la zona de Chanduy la distribución de los sedimentos según el diámetro medio es el de la arena media y define su grado de clasificación como muy mal clasificado. Las curvas granulométricas que se construyeron a partir de estas muestras de sedimentos revelan una total inexistencia de una tendencia al ordenamiento normal en el diámetro de los granos, antes por el contrario, la granulometría es muy anormal en este sentido.

Texturalmente, como ya se mencionó, la distribución de los sedimentos corresponden a los de la arena. El gráfico N° 37 muestra la distribución zonal de la textura arenosa en los sedimentos superficiales de fondo.

La predominancia de una muy mala clasificación en estos sedimentos tiene como origen algunos factores que intervienen tanto en la depositación como en la distribución de los mismos; entre estos tenemos: el tipo de costa, las corrientes de marea en el área costera y en la plataforma, la topografía submarina, el aporte de sedimentos en suspensión de los ríos.



Según Benites (1.975) en su estudio "Morfología y sedimentos del Golfo de Guayaquil" los sedimentos arenosos situados en dicha area, pueden ser de origen marino y provienen, presumiblemente, de la plataforma continental, acarreados por las corrientes de marea.

E. Sánchez, en su tesis de grado "Transporte litoral en General Villamil (Playas)" (ESPOL, 1.978) presenta los resultados de los análisis sedimentológicos de varias muestras de arena de Chanduy tomadas en la desembocadura del rio Zapotal, en la linea de agua cuando ocurría la bajamar, y en la zona del puerto pesquero en iguales circunstancias.

Los resultados del análisis de las muestras, en la forma de parametros granulometricos de Folk fueron de 1.9 (.26 mm) de diametro promedio en la desembocadura del rio Zapotal y de 2.73 (.15 mm) en la zona del puerto. La curtosis de estas muestras tuvieron valores de entre 1.25 y 1.27. La textura de las muestras demuestra la predominancia de las arenas en los materiales de la playa en la misma zona de estudio.



2.4. ASPECTOS PESQUEROS DE LA ZONA

A. Ansaldo, del Instituto Nacional de Pesca (INP), en su informe "Nombres científicos, vulgares y en Inglés de los peces predominantes en aguas ecuatorianas, con su tipo y zona de explotación"; menciona la presencia en el golfo de Guayaquil de las siguientes especies cuyo tipo de explotación es el de la pesca artesanal:

Bagre, bagre colorado y berrugate.

Colorado, cherna, camotillo, cazón de leche, cabezudo, caballa chocoano, corvinón, corvina, cabeza dura y corvina ñata.

Dorado.

Guapuro, guapuro amarillo.

Huayaipe.

Jurel.

Lisa, limón.

Merlin, mero, mojarra.

Negro.

Olloco.

Picudo banderón, perela, plumero, pampano, pargo rojo, pargo de altura, pargo dentón, pargo mulato, pampanillo y palma.

Aproximadamente 100 especies de peces fueron capturados, sin embargo, para facilitar los análisis preliminares se determinó de Santa Elena hasta la Isla Puna (ver gráfico N° 38).

IV corresponde a la zona del golfo de Guayaquil entre la punta reas basándose en cuadrículas de 100 millas náuticas. El área proxima de 250 m; dividiendo la región en cinco diferentes áreas costeras de las aguas ecuatorianas hasta una profundidad de buque de investigación TOHALLI del INP, se investigaron las zonas (peces de fondo), en diversos cruces realizados por el Durante estudios realizados para evaluar las pesquerías demer-

con información disponible en la bibliografía ya existente. con datos no publicados que le pertenecen al referido autor y ro no es necesario mencionarlos. Este informe fue preparado ficos y en Inglés constan también en el informe de Ansaldo, pé- Los nombres mencionados son los vulgares. Los nombres cientí-

Voladora.

Ilo, tiburón zorro y teniente.

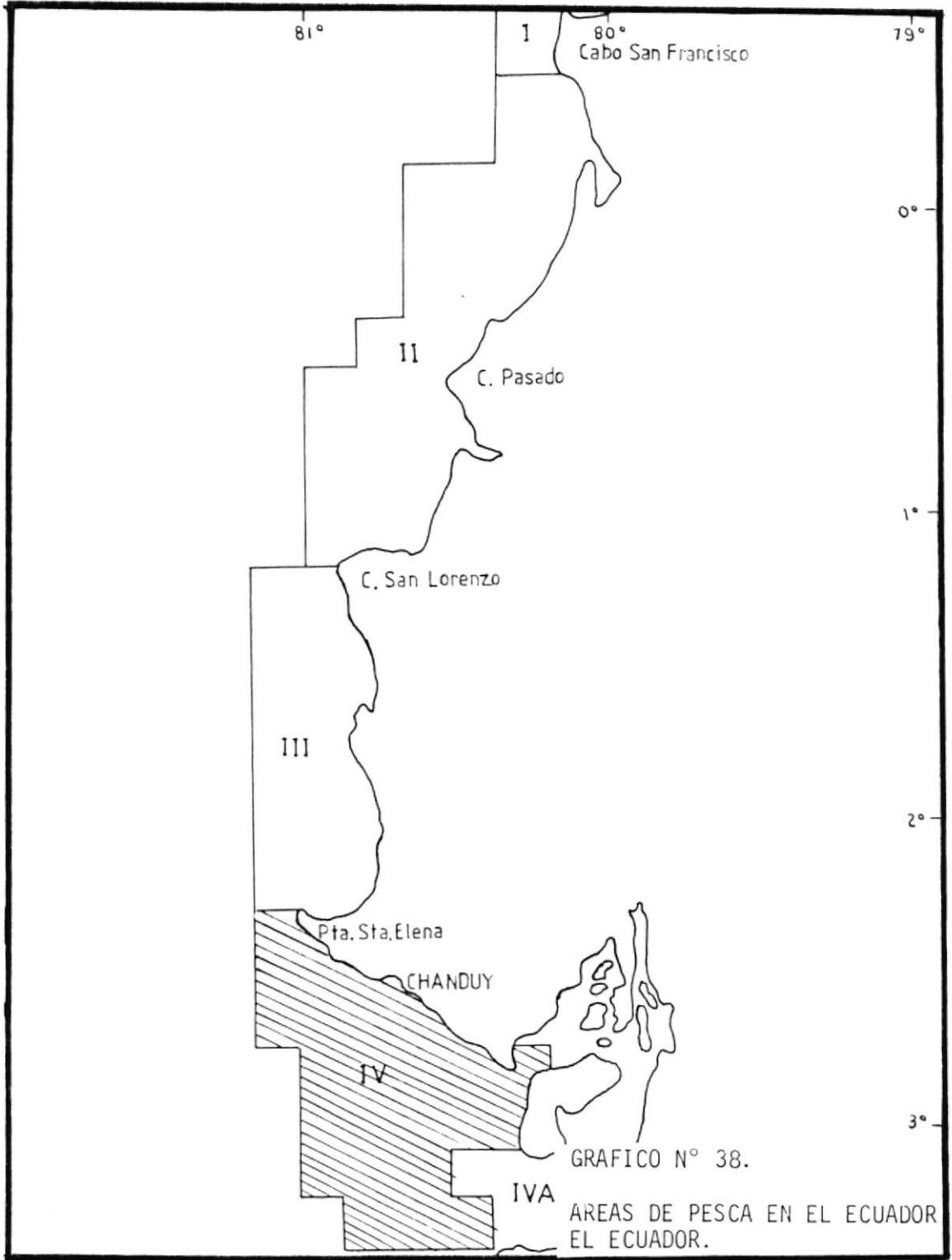
Tiburón de arenas, tolo cazón, tiburón tigre, tiburón amarillo-

Sierra.

marillo y rayado.

Robalo, ratón, ravinjuncos, roncador, roncador negro, rabo a-





Ya en la zona específica de interés, que es Chanduy, la inspec-

cionalmente torno o corvín.

La presencia de la especie hato y dos especies de pampano. A- las especies teniente y boquimorado. En el grado 3 fue común de y perela. En el grado 2 fue predominante la presencia de mediano y algunos peces de valor comercial como palma, cabezu- En el area IV se obtuvieron buenas capturas de corvina tamaño

respecto a otras zonas.

queza relativa de recursos pesqueros de la zona de interés con ta de esta manera a fin de poder establecer un criterio de ri- da area, para cada uno de los grados clasificados. Se presen- En la tabla N° 13, se especifican las tasas de capturas en ca-

mayores tasas de capturas.

les y es probable que una pesquería comercial pueda obtener tasas de capturas fueron obtenidas por arrastres experimenta- cado de la mejor calidad se encontraron en el area IV. Estas Las mayores tasas de captura y las mayores cantidades de pes-

sin valor aparente.

trial o para posibles nuevos productos y grado 4 para especies de valor medio; grado 3 son aquellas especies de uso - grado 1 corresponde a los peces de gran valor; grado 2 son los ron 4 grados de peces, basándose en su valor comercial. El

TABLA N° 13.

TASAS DE CAPTURAS (KG/HORA)

GRADO DE CLASIFICACION DE LA PESCA

AREA	1	2	3	4	TOTAL
I	67.8	60.0	80.7	58.4	268.8
II	49.5	81.0	90.3	8.8	232.8
III	36.2	381.7	322.5	10.7	755.7
IV	90.6	206.4	724.6	16.7	1.043.0
IV A	84.9	14.3	60.4	30.3	196.4

toria de pesca de ese lugar indica, en 1.987, que además de la pesca miscelanea (de especies variadas de peces, principalmente de fondo) se práctica en ese lugar la pesca blanca y la captura de camarón y de langosta.

Las visitas realizadas a ese lugar, durante las cuales se verificó por observación directa y por consultas a los pescadores de Chanduy en diversas épocas del año 1.988; demostraron la presencia de las especies caballa, corvina, dorado, lisa, merluza, pícudo, pargo (diversas variedades), robalo, sierra y tlocazón. Grandes cantidades de las especies mencionadas se capturan y desembarcan en la zona, sin embargo, por el alcance de este estudio, no fueron cuantificadas.

De los 252 pescadores registrados en Chanduy, 37 se dedican a la captura del camarón, 36 a la de la langosta, 28 a la pesca blanca y 147 a la pesca miscelanea, que incluye a todas las especies mencionadas (Reporte enviado por la Inspectoría de Pesca de Chanduy a la unidad de estudios pesqueros y estadísticas de la Dirección General de Pesca; 1.987).



C A P I T U L O I I I

CONDICIONES DE TRANSPORTE MARITIMO

3.1. CARACTERISTICAS DE LA FLOTA DE OPERACION

3.1.1. Características generales

Principalmente, el tipo de embarcación usada en Chanduy es la panga, y con menos frecuencia la lancha. El informe enviado por la inspección de pesca de Chanduy a la Dirección General de Pesca en 1.987 indicaba que 123 pescadores artesanales utilizan el primer tipo de embarcación, 71 utilizan el segundo tipo y 58 no especificaron en que tipo de embarcación laboran.

Las pangas son embarcaciones construidas de madera y de plywood, de 6-8 m. de eslora máxima y de 2-2.5 m. de manga, con 1.5 m. de puntal aproximadamente. Estas embarcaciones son construidas por carpinteros de ribera con métodos artesanales de construcción y es, con mucho, la embarcación que con mayor frecuencia se utiliza en la pesca artesanal en nuestra provincia.

Las lanchas son construidas usualmente en fibra sintetica

como fuente importante de ingresos y es sus embarcaciones -
lidad. En estos puntos se depende de la pesca artesanal
proyecto de desarrollo del puerto pesquero en esa loca -
podrían incluirse aunque se encuentra en ejecución el
El Real, Chanduy, Engabao y Playas. Posorja y Sta Rosa
la línea costera entre La Libertad y Posorja: Anconito,
de influencia corresponde a las comunidades pesqueras de
artesanal, de construirse uno en este punto. Tal área
duy se debe considerar un área de influencia del puerto
Dado que existen comunidades pesqueras cercanas a Chan -

embarcaciones en distintos tiempos o cometidos.
temente se utiliza uno de estos motores para operar dos
es, exclusivamente, el motor fuera de borda, y frecuen-
El método de propulsión que utilizan las embarcaciones

más embarcaciones en sus faenas.
de Chanduy, debido a que los pescadores utilizan dos o
que el que puede proporcionar la Inspectoría de pesca
de ambos tipos en el lugar. Este dato es más confiable
permitió verificar la existencia de 151 embarcaciones
Una inspección del puerto pesquero, en Julio de 1.988

canzar mayores velocidades que aquella.
la misma eslora que la panga y su diseño les permite al
y son embarcaciones de menor manga y de aproximadamente
ca y con métodos industriales de fabricación (moldeado)

Los peces generalmente no perciben este arte en sus desplazamientos y fácilmente tropiezan con los mismos. En estas condiciones el pez empuja fuertemente el paño exterior de malla estrecha y forma una bolsa entre las aberturas de el paño central de mallas mas clara, de la que le es imposible salir.

Los trasmallos se utilizan para pescar las diversas especies de fondo y tambien langostinos y langostas suelen capturarse con este arte, que en este caso se emplea de día y sin entintar, o hechos de fibra sintetica de tonos claros. El gráfico No 39 nos muestra la disposición de los diversos componentes del trasmallo durante la pesca.



Tambien se utilizan, aunque con mucha menor frecuencia, la atarraya (10 pescadores de 252) y el chinchorro (5 pescadores de 252). Ambas artes de pesca se utilizan en bajos fondos y requieren de condiciones de operación que imposibilitan que las embarcaciones que las usan puedan utilizar el puerto pesquero a proyectarse. A continuación se detalla su uso.

La atarraya es una red de lanzamiento en forma de cono con el borde de boca circular provisto de pequeños plomos, colocados horizontalmente y que debe ser lanzado

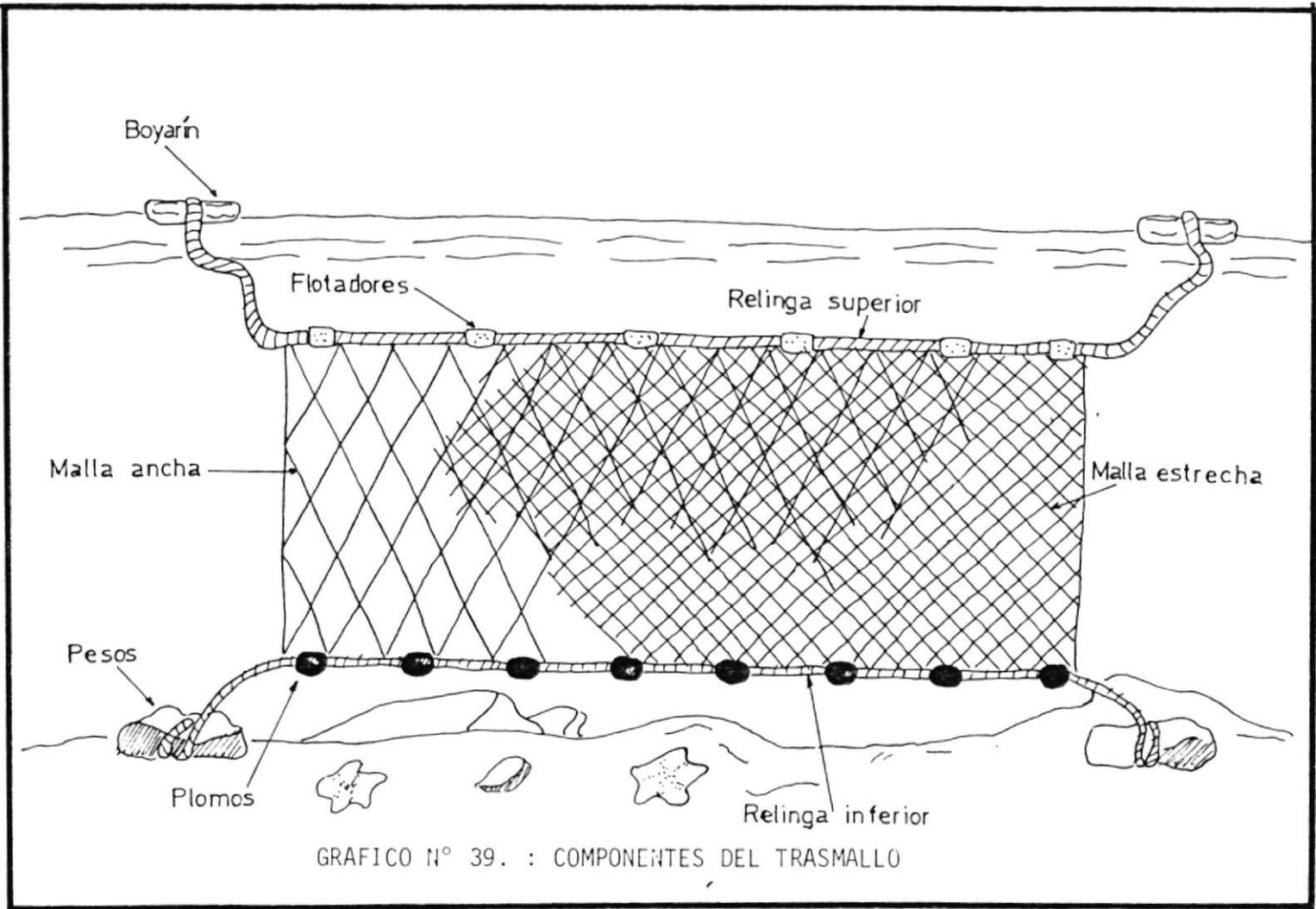


GRAFICO N° 39. : COMPONENTES DEL TRASMALLO



sobre los peces en el momento en que estos se encuentran agrupados cerca de la embarcación sobre bajos fondos. Su uso es obviamente diurno y por ello aquellas embarcaciones que lo usen no podrán operar con las que usan trasmallo, que constituyen la gran mayoría de la flota que opera actualmente.

El chinchorro es un arte de pesca que se cala en forma semicircular y luego se arrastra sobre el fondo hasta recuperarlo en la playa. Por sus características, para operar con el se requiere de grandes áreas de maniobra en la zona cercana a la playa. En el caso que nos ocupa, la disponibilidad del espacio y su uso son aspectos críticos para el diseño. Por tal razón no se considera que los chinchorreros deban usar el puerto por lo que su uso en el área del puerto debe ser debidamente controlado.

Debido a consideraciones que se harán posteriormente es necesario describir tres artes de pesca adicionales, estas son: palangre de superficie, espinel de fondo y red de enmalle. Los palangres de superficie y espineles de fondo consisten en suspender un gran número de reinales a una línea madre. Tanto en los palangres como en los espineles la línea madre va dispuesta horizontalmente o también puede ir sostenida, cada cierto tramo, por bo

Según los reportes de la Inspectoría de pesca de Chanduy

3.1.3. Condiciones de operación

La red de enmalle de deriva consiste básicamente en una pared o tejido de mallas montadas a dos líneas o relingas: una línea superior, que dispone de varios flotadores, y una inferior dotada de pesos. Para la malla se utilizan hilos de poliamida de color y en las relingas se usa el prolipropileno; los flotadores son de espuma y los pesos de plomo. Sirve para la captura de pez sirra, tollo, chazo, caballa y jurel. Diseños especiales de paso de malla mas amplio sirve para capturar picudo, tiburón y atún. El principio básico de su funcionamiento es complicar los movimientos del pez: este encuentra en su recorrido la maraña de hilos y se enreda en su tretejido, esto es, se enmalla.

La pesca con palangre es útil para las capturas de especies pelágicas como el dorado, picudo, tiburón y pez espada. Las especies que generalmente se pescan con espaldas o boyerines que le dan cierta configuración senoidal.

los tonelajes de registro neto de las embarcaciones de ese lugar van desde 0.5 a 5 toneladas, con un promedio de 1.52 toneladas por embarcación. En 1.982 se encontraba registrada una embarcación camaronera de 4.92 toneladas, que es la de mayor tonelaje de registro bruto que ha operado en ese puerto con permiso de pesca. Todas estas embarcaciones corresponden al tipo de pesca artesanal. Los motores fuera de borda que se utilizan son de 25 hasta 100 H.P., con un promedio de 43 H.P./embarcación.

El número de tripulantes por embarcación varia de 2 a 4 con un promedio de 3 pescadores/embarcación.

Los pescadores artesanales se proveen de diesel o de gasolina en la playa, comprandolo al comerciante que la distribuye en ese sitio, o a precio de comercio.

Ocasionalmente se proveen de distribuidores, almacenando el combustible en tanques, que los tienen en sus domicilios si están situados cerca de la playa..

La flota artesanal no tiene equipamiento para frio. Utilizan hielo cuando sus viajes son de dos días. Este hielo es proveido por los comerciantes a quienes entregan su pesca.

En 1.987 habían 80 comerciantes registrados en Chanduy, de los cuales 26 eran de pesca blanca, 14 de larvas de camarón, 39 de pesca miscelanea y 1 de langosta. La comercialización se la hace en la costa, debido a que el producto generalmente se lo recibe y expende en fresco.

Para la comercialización no se usa la técnica del pesado sino que la unidad de referencia es la caja de 50 -60 libras de pescado que se utiliza para el desembarco del producto en la misma playa, si las condiciones lo permiten sin peligro para la embarcación de acercarse a esta, o desde otras embarcaciones que trasladan parte de la pesca total a la playa.

3.2. EVALUACION DE LA CAPACIDAD DE CAPTURA.

Debido a la inexistencia de información referente a este aspecto en la inspección de Pesca de Chanduy, lo cual es comprensible dado que se requeriría de un sistema de control y muestreo en el sitio de desembarque y que no existe personal que pueda ocuparse de esta labor, este estudio está basado en el proyecto de desarrollo de la pesca costera para consumo humano, realizada por EPNA en 1.983.

Tomando como base el estudio "Proyecto de desarrollo costero ar

tesanal", realizado por el programa cooperativo FAO/BID en el año 1.977, EPNA, con miras a un desarrollo de la pesca artesanal, proyectó la construcción de bases y terminales pesqueros en las localidades de Esmeraldas, Manta, Puerto López, Santa Rosa y Puerto Bolívar.

A fin de cumplir con los objetivos de dicho proyecto, se pensó contar con una flota de 98 embarcaciones, con las siguientes características :

- 5 Buques madre de 18 m. de eslora.
- 18 naves pesqueras de 12 m. de eslora.
- 75 lanchas pesqueras de 9 m. de eslora.

Las artes de pesca con las cuales se proyecto equipar cada una de las embarcaciones de la flota, serían: espinel de fondo, palangre de superficie y red de enmalle.

En Puerto López, Santa Rosa y Puerto Bolívar se había pensado que operaran 1 buque madre, 3 naves de 12 m. y 15 de 9 m. Para determinar la capacidad de captura de dicha flota se realizaron las siguientes consideraciones:

- a. Buque madre de 18 m. Calado de carga = 2.1 m.
 - Número de buques : 1
 - Número de días efectivos de pesca : 108.

Número de días de movilización : 132.

Número de días de operación : 300.

Número de días por viaje : 3.

Captura por viaje : 11.1 Ton.

Captura por día efectivo de pesca : $\frac{11.1}{3} \times \frac{300}{168} = 6.61$ Ton.

Captura anual por buque : $6.61 \times 168 = 1110$ Ton.

Desembarco anual : 1110 Ton.

b. Nave pesqueras de 12 m. Calado de carga = 1.5 m.

Número de naves : 3.

Número de días efectivos de pesca : 168.

Número de días de movilización : 132.

Número de días de operación : 300.

Número de días por viaje : 3.

Captura por viaje : 3.2 Ton.

Captura por día efectivo de pesca : $\frac{3.2}{3} \times \frac{300}{168} = 1.90$ Ton.

Captura anual por nave : $1.90 \times 168 = 320$ Ton.

Desembarque anual : 960 Ton.

c. Lanchas pesqueras de 9 m.

Número de lanchas : 15.

Número de días efectivos de pesca : 180.

Número de días de movilización : 120.

Número de días de operación : 300.

Número de días por viaje : 1.

Captura por viaje : 0.18 Ton.

Captura por día efectivo de pesca : $\frac{0.18}{1} \times \frac{300}{180} = 0.30$ Ton.

Captura anual por lancha : $0.30 \times 180 = 54$ Ton.

Desembarco anual : 810 Ton.

Por tanto, debido a que no existen estudios similares a los realizados para estos puertos en Chanduy, se utilizará este estudio a fin de obtener una estimación de la capacidad de captura bajo el supuesto de que en Chanduy operara una flota similar a las asignadas por el referido proyecto a aquellos puertos que EPNA clasifica como secundarios, debido a sus menores dimensiones y áreas de influencia: Puerto López, Santa Rosa y Puerto Bolívar. Se combinará esta estimación de la capacidad de captura con aquella que se determinará de la flota que actualmente opera en Chanduy a fin de realizar los ajustes necesarios.

De acuerdo a encuestas realizadas a los pescadores de Chanduy, estos raramente pescan más de 200 kilogramos de pescado por día de trabajo. Si consideramos que 147 pescadores se dedican en este puerto a la pesca miscelanea y que se podría asegurar un número de días de pesca semejante a lo proyectado por EPNA en los puertos secundarios se tendrían 49 embarcaciones en operación debido a que el número promedio de pescadores por embarcación es de 3. J. Martínez en su artículo " Recursos pesqueros que sustentan la pesca artesanal en el Ecuador " destaca que

según observaciones de campo los desembarques fluctúan generalmente entre los 80 y 200 Kg. por embarcación y que las capturas anuales de un bote pesquero, según los propios pescadores, son 13 tm aproximadamente.

Utilizando esta información se obtienen los siguientes resultados:

d. Botes pesqueros en Chanduy.

Número de botes : 49.

Número de días efectivos de pesca : 180.

Número de días de movilización : 120.

Número de días de operación : 300.

Número de días por viaje : 1.

Captura por viaje : .08 Ton.

Captura por día efectivo de pesca : $\frac{0.08}{1} \times \frac{300}{180} = .13$ Ton

Captura anual por bote : $0.13 \times 180 = 24$ Ton.

Desembarco anual : 1176 Ton.

La diferencia existente entre la captura anual por bote encontrada radica en el hecho de que los pescadores actualmente no operan los 300 días por año que se esperan en este estudio. El valor adoptado de captura por viaje es de .08 Ton debido a la necesidad de obtener una estimación conservadora de la capacidad de captura de la flota.

Al combinar los desembarcos anuales esperados de las distintas clases de embarcaciones que operarían en el puerto se obtiene un total de 4056 Ton, que constituyen 3.5 veces más de lo que se estima se captura actualmente en Chanduy.

Como conclusión, el estudio realizado para estimar la capacidad de captura de la flota nos pone en condiciones de poder a su vez calcular el número de puestos de atraque necesarios para facilitar la operación de las embarcaciones asignadas a la flota pesquera artesanal de diseño. El correspondiente estudio se realizará a continuación.

CAPITULO IV

DISEÑO PRELIMINAR DE LAS OBRAS PORTUARIAS.



4.1. CAPACIDAD DE ATRACADEROS.

En este estudio se utilizarán sistemas de líneas de espera para determinar el número óptimo de atracaderos necesarios en el puerto a fin de permitir la operación de la flota.

Un sistema de líneas de espera es un proceso de nacimiento y muerte con una población formada por clientes en espera de servicio o que están en servicio. Un nacimiento ocurre cuando un cliente llega a la instalación en que se proporciona el servicio, una muerte ocurre cuando un cliente abandona la instalación. El estado del sistema es el número de clientes en la instalación. En este caso los clientes son buques pesqueros y la instalación es el muelle del puerto pesquero.

Cinco componentes caracterizan a este sistema de líneas de espera: el patrón de llegadas de los buques, el patrón de servicio, el número de puestos de atraque, la capacidad de conservar a los buques en las instalaciones y el orden en que se atiende a los buques.

BIBLIOTECA

El patrón de llegadas de los buques está especificado por el tiempo entre llegadas. En este caso se considerará que este tiempo es una variable aleatoria con una distribución probabilística exponencial debido a que es la condición más usual en contrada en estudios de operatividad de atracaderos en puertos. Se considerará además que el tiempo de llegada no depende de el número de buques que ya esten en el puerto y que no habrán rechazos ni abandonos de este por parte de aquellos.

El patrón de servicio estará especificado por el tiempo de servicio, que es el tiempo que permanece un buque en el atracadero en labor de atraque, descarga y aprovisionamiento. Su distribución se considerará también exponencial.

El número de atracaderos es la variable que será investigada en nuestro estudio. Se considerará que este número debe proporcionar un equilibrio entre una eficaz atención a los buques y el evitar un número excesivo de puestos de atraque que por permanecer la mayor parte del tiempo vacíos no justifiquen su presencia.

La capacidad del sistema es el número máximo de buques, tanto en servicio como en condición de espera que pueden estar en las instalaciones del puerto. En este caso la capacidad es finita debido a que el número de buques que utilizarán el sitio es limitado.

El orden en que se atenderá a los buques es el de llegada de los mismos al puerto, esto es, del tipo FIFO (primero en llegar, primero en atenderse).

De acuerdo con la notación de Kendall, el sistema de línea de espera en este caso es M/M/S/K/FIFO, esto es, un sistema con tiempo de llegada y servicio exponenciales, que no depende de el estado del sistema, S atracaderos, K buques y disciplina a signada como FIFO. Las características de este sistema serán descritas a continuación.

Sea λ la tasa promedio de llegadas de los buques y μ la tasa promedio de servicio a los buques en los atracaderos. El tiempo esperado entre llegadas y el tiempo esperado para atender a un buque son $1/\lambda$ y $1/\mu$ respectivamente.

Los tiempos de servicio asociados con cada atracadero se los ha asumido independientes del estado; pero ya que el número de atracaderos que en realidad atienden a los buques depende del número de buques en el puerto, el tiempo efectivo que el puerto tarda en atender a los buques dentro de las instalaciones si depende del estado. En particular, si $1/\mu$ es el tiempo promedio de servicio para que un atracadero atienda a un buque, entonces la tasa media de prestación de servicios en los atracaderos cuando hay n buques en el puerto es descrito por la siguiente relación:

$$\mu_n = \begin{cases} n\mu & n=0, 1, 2, \dots, s \\ s\mu & n=s+1, s+2, \dots, k \end{cases}$$

Si λ denota la tasa media de llegadas de buques al puerto (se supone que son independientes del estado del mismo), entonces la tasa media de llegadas a los atracaderos cuando hay n buques en el puerto es:

$$\lambda_n = \begin{cases} \lambda & n=0, 1, 2, \dots, k-1 \\ 0 & n=k, k+1, \dots \end{cases}$$

Se dice que un sistema permanece en estado estable cuando la tasa promedio de servicios supera a la de llegada. De otra manera, el número de clientes en espera aumentará sin límite posible. Las condiciones de estado estable prevalecen siempre que:

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu} \leq 1$$

Las probabilidades de estado estable en un sistema $M/M/S/K/FI$ FO están dadas por:

$$p_0 = \begin{cases} \left[\frac{s^s \rho^{s+1} (1 - \rho^{k-s})}{s! (1 - \rho)} + \sum_{n=0}^s \frac{(s \rho)^n}{n!} \right]^{-1} & (\rho \neq 1) \\ \left[\frac{s^s}{s!} (k - s) + \sum_{n=0}^s \frac{s^n}{n!} \right]^{-1} & (\rho = 1) \end{cases}$$

$$p_n = \begin{cases} \frac{(s\rho)^n}{n!} p_0 & n=1,2,\dots,s \\ \frac{s^s \rho^n}{s!} p_0 & n=s+1,\dots,k \\ 0 & n=k+1,k+2,\dots \end{cases}$$

Donde: p_0 = probabilidad de sistema vacío.

p_n = probabilidad de n buques en el sistema.

Si llamamos $\bar{\lambda}$ a la tasa promedio de llegada de los buques a los atracaderos entonces:

$$\bar{\lambda} = \lambda (1 - p_k)$$

Las medidas de efectividad de este sistema son:

$$L_q = \frac{s^s \rho^{s+1}}{s! (1-\rho)^2} \left[1 - \rho^{k-s} - (1-\rho)(k-s)\rho^{k-s} \right] p_0$$

$$W_q = \frac{L_q}{\bar{\lambda}}$$

$$W = W_q + \frac{1}{\mu}$$

$$L = \bar{\lambda} W$$

Donde: L_q = longitud promedio de la línea de espera.

L = número promedio de buques en el puerto.

W_q = tiempo promedio que un buque permanece en el puerto o espera en él.

W = tiempo promedio que un buque espera a ser servido.

4.1.1. Capacidad del muelle de atraque y servicio

Este muelle será diseñado con el número de atracaderos necesarios para permitir la operación de un buque madre de 18 m. de eslora, tres naves pesqueras de 12 metros y los buques de la flota industrial que podrían utilizar las instalaciones. Las embarcaciones restantes dispondrán de puestos de atraque en un muelle para embarcaciones menores. La utilización del puerto por parte de embarcaciones de pesca tipo industrial de la zona ayudaría a financiar la operación del mismo.

Debido a no existir datos precisos de necesidad actual de puestos de atraque para la utilización de buques de pesca pertenecientes a industrias particulares se utilizará en este estudio una proyección que permita operar a un número variable de buques de la flota industrial y determinar un número óptimo de puestos de atraque para cada uno de estos valores a fin de poder realizar una toma de decisiones. De acuerdo con las estadísticas pesqueras, la pesca industrial en 1.985 alcanzó un millón de toneladas anuales de captura y la flota industrial estaba en ese año conformada por 490 buques. Esto hace un promedio de 2040.8 Ton/buque. Por tanto, un buque de la flota industrial hace el equivalente de 1.84 buques madre.

Si se considerara la posible utilización de el puerto para un buque de la flota pesquera industrial se obtendrían los valores de datos de entrada para este estudio determinando la flota operativa en equivalentes de buques pesqueros de 12 m.

$$1 \text{ nave madre} = \frac{11.1 \text{ Ton}}{3.2 \text{ Ton}} = 3.5 \text{ buques de 12 m.}$$

$$1 \text{ buque industrial} = 1 \times 1.84 \times 3.5 = 6.5 \text{ buques de 12 m.}$$

$$\text{Total} = 3 + 3.5 + 6.5 = 13 \text{ buques de 12 m. (k)}$$

El valor de λ se calcula en razón del número de días laborables del puerto, que se estima en 300, y el número de arribos en un año que se calculará considerando que los buques hacen 100 salidas al año, esto es, un total equivalente de 1300 arribos al año. Entonces, la razón de arribos por día será:

$$\lambda = \frac{1300}{300} = 4.33 \text{ arribos/día}$$

La razón de servicios se calculará considerando que la razón promedio de descarga de los buques es de 12 ton. por hora haciendolo de forma artesanal (ver referencia 7, pag 53); que el tiempo necesario para que un buque sea provisionado de hielo, agua, combustible y viveres es considerado de una hora (referencia 7, pag 53) y que



el tiempo en que se realizarán estas operaciones será el de las horas de la mañana (8 horas hábiles), debido a las condiciones ya especificadas de operación de los buques y de comercialización de la pesca. Entonces, la razón de servicios será:

$$\frac{3.2 \text{ Ton/buque}}{12 \text{ Ton/hora}} + \frac{1 \text{ hora}}{\text{buque}} = 1.27 \text{ horas/buque}$$

$$1.27 \frac{\text{horas}}{\text{buque}} \times \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ horas}} = 0.158 \frac{\text{días}}{\text{buque}}$$

$$\mu = \frac{1}{0.158 \text{ días/buque}} = 6.32 \frac{\text{buques}}{\text{día}}$$

Para un sistema $M(\lambda=4.33)/M(\mu=6.32)/1/13/\text{FIFO}$, se obtuvieron los siguientes valores:

$$P = 0.685$$

$$p_0 = 0.317$$

$$p_1 = 0.217$$

$$\bar{\lambda} = 4.320$$

$$L_q = 1.423$$

$$W_q = 0.329$$

$$W = 0.488$$

$$L = 2.106$$



BIBLIOTECA

En la tabla 4.1.1 se muestran los resultados correspondientes a sistema de 1 a 2 puestos de atraque, haciendo variar el número de buques industriales hasta obtener relaciones de $\lambda/\mu \approx 1$.

La construcción de un atracadero permitirá que se reciba un buque industrial con la frecuencia de uno cada tres días con la probabilidad de 31.7% de tener vacío el puerto. Sin buques industriales esta probabilidad es del 63.1%.

La construcción de dos atracaderos permitirá la operación de un mayor número de buques industriales pero esta situación se producirá en la práctica por una ocupación permanente del puerto por parte de alguna industria pesquera, lo cual no es previsible actualmente.

Como conclusión, no se justifica de inmediato la construcción de más de un atracadero en el puerto. Se diseñará un atracadero para la operación de 5 buques, 4 artesanales y 1 industrial. El porcentaje promedio de ocupación del atracadero será del 68.3% del tiempo y se espera un número promedio equivalente a 2.1 naves pesqueras de 12 m. en el puerto y de 1.4 naves pesqueras de 12 m. esperando a ser servidas. El tiempo prome

S		K	λ	μ	ρ	P0	P2	$\bar{\lambda}$	Lq	Wq	W	L
No de atra-cade-ros.	No de buques indus-tria.	Total bu-ques.	razón de arribo	razón de servi-cio	$\lambda/s\mu$	prob. de 0 bu-ques	prob. de 2 bu-ques.	razón prom. de a-rribo	Long prom. linea	Tiem-prom. en li-nea	Tiem-prom. en el puert	No pro-medio en el puert.
1	0	7	2.33	6.32	0.369	0.631	0.233	2.329	0.213	0.092	0.250	0.582
	1	13	4.33	6.32	0.685	0.317	0.217	4.320	1.423	0.329	0.488	2.106
	2	20	6.67	6.32	>1							
2	0	7	2.33	6.32	0.184	0.689	0.047	2.329	0.013	0.006	0.164	0.381
	1	13	4.33	6.32	0.343	0.489	0.115	4.329	0.091	0.021	0.179	0.776
	2	20	6.67	6.32	0.572	0.310	0.172	6.669	0.406	0.061	0.219	1.462
	3	26	8.67	6.32	0.686	0.186	0.175	8.670	4.488	0.518	0.676	5.860
	4	33	11.00	6.32	0.870	0.070	0.106	10.980	5.089	0.463	0.622	6.830
	5	39	13.00	6.32	>1							

TABLA No 4.1.1. PARAMETROS DEL SISTEMA DE LINEAS DE ESPERA Y MEDIDAS DE EFECTIVIDAD PARA DISTINTAS CONDICIONES DE SERVICIO.

dio que un buque esperará a ser servido varía entre 0.74 horas para los buques artesanales solamente y 2.6 horas para todos los buques si se incluye un buque industrial. En tiempo de servicio varia entre 1.27 horas y 8 horas para las mismas condiciones.

Como recomendación, y debido a que la operación permanente de un buque industrial introduce grandes variaciones en los tiempos de servicio y de espera de los otros buques se deberá planificar los tiempos de salida y llegada de las embarcaciones a fin de tener el debido control en el orden en que se espera el arribo de estos al puerto y así se evitarán perdidas de tiempo por espera. Este objetivo se logrará planificando la salida de los buques artesanales en un periodo de dos días y así dejar un día disponible para recibir un buque industrial.

4.2. CARACTERISTICAS DE DISEÑO Y SELECCION DEL SITIO.

El análisis de las condiciones determinadas en los aspectos oceanográficos, geográficos, meteorológicos, geológicos y pesqueros es el que dará un criterio y una base segura para precisar el sitio óptimo en que deben situarse las obras portuarias que se necesiten diseñar.

Del análisis de estos factores se tiene:

a.- Batimetría.

De la batimetría de Chanduy determinada en el subcapítulo 2.1., se puede apreciar que los veriles o isóbatas (curvas de igual profundidad) están dispuestas de tal forma que se puede dividir la zona en dos áreas bien diferenciadas.

La primera de ellas es la zona del puerto pesquero, junto a la punta Chanduy, donde las isóbatas están muy cercanas unas de otras y donde es posible alcanzar profundidades de 2 y 3 m. a solamente escasos 45 y 80 metros de distancia desde el extremo de la punta rocosa (0.0 m. con respecto al MLWS). La isóbata de 4 m. se alcanza a 150 metros de distancia desde el extremo de la punta, aproximadamente.

La segunda área corresponde a la zona adyacente a la población de Chanduy, donde las isóbatas se encuentran mas separadas entre si y las mismas profundidades de 2, 3 y 4 metros se alcanzan a 115, 230 y 300 metros de la linea de 0.0 m. respectivamente (valores aproximados).

De esta manera, el área frente a la punta Chanduy (puerto pesquero) es la que presenta menores distancias desde la isóbata de 0.0 m. para obtener profundidades adecuadas de operación.

b.- Mareas.

Como ya se preciso en el respectivo estudio, se considerará que la marea máxima alcanza los 2.8 m. sobre el MLWS. La carta batimétrica de Chanduy referencia como valor de pleamar promedio en el puerto de La Libertad los 2.55 m.

Además, se considerará un incremento de 0.45 m., que es la variación máxima que ha tenido el nivel medio del mar como consecuencia del fenómeno del Niño.

c.- Corrientes.

La magnitud de las corrientes encontradas en Chanduy no

exceden los 0.4 m/s. En este caso es más importante precisar que la dirección registrada desde el puerto pesquero (los flotadores derivaron hacia 62° - 87°) nos indican que los desechos de desperdicios de la pesca que fueran arrojados en la zona del puerto derivarían con toda seguridad hacia las playas frente a la población de Chanduy.

El efecto muy localizado de la ola difractada cerca de la estructura podría revertir en un pequeño tramo de costa la dirección predominante del actual flujo litoral del sitio. Aun así, se puede concluir que la forma de la bahía y el ángulo de oleaje producen un muy frecuente flujo litoral hacia el pueblo.

Estas conclusiones tienen que ver con el aspecto de contaminación de las playas pero desde el punto de vista operativo, la pequeña magnitud de las corrientes hacen que esta no sea un parámetro determinante en la selección del sitio.

d.- Vientos.

El estudio realizado muestra una predominancia de vientos provenientes del oeste desde Enero a Mayo, con velocidades de 2.6-3.2 m/s en promedio. De Junio a Diciembre pre



BIBLIOTECA

domina el viento del Suroeste con velocidades promedios entre 3.5 y 5.1 m/s.



Las mismas estadísticas demuestran que la mayor intensidad es alcanzada hacia la tarde con valores promedio de 4.5-5.7 m/s desde Junio a Diciembre.

Los valores máximos de velocidad de viento calculados en Chanduy son de 14 m/s durante el mes de Septiembre (inferidos de los datos de Playas). Estos valores se utilizaron anteriormente en los estudios de oleaje generado por vientos locales.

La zona del actual puerto pesquero se encuentra en parte protegida del viento del oeste por la punta Chanduy que es, topográficamente, un lugar mas elevado que la zona de playa y porque la disposición de las casas del puerto pesquero hace que estas actúen en parte como una barrera contra los vientos superficiales (ver gráfico 2.).

En cambio, la zona del fondeadero se encuentra desprotegida de los vientos provenientes del Suroeste y son estos vientos los que barren permanentemente y en las tardes el area en mención. Por tanto, la acción del viento en la generación del oleaje local deberá ser analizada.

e.- Olas.

La saliente rocosa de la Punta Chanduy protege a la zona del fondeadero del puerto pesquero de oleaje incidente desde las direcciones 225° - 280° , creando una zona propicia a las embarcaciones.

El diseño de un puerto implica el saber aprovechar aquellas condiciones y sitios favorables que por sí brinda la naturaleza. En este contexto, esta zona de fondeadero se presenta entonces como una alternativa propicia para desarrollar en ella obras de infraestructura que permitan establecer el puerto pesquero para Chanduy.

Las estadísticas demuestran que el oleaje incidente en la zona, en aguas profundas, proviene principalmente del rango de direcciones 200° - 210° - 220° . Los diagramas de refracción muestran una divergencia de ortogonales y que el oleaje proveniente del oeste y del suroeste (270° - 225°) es refractado de tal manera que la incidencia en la zona de Chanduy es desde las direcciones Suroeste y Sur (225° - 180°).

Por tanto, será necesario asegurar una protección para el oleaje incidente desde el rango de direcciones 180° - 225° .

En cuanto a la altura de olas, las estadísticas de Monteverde sirven como referencia ya que nos muestran que la máxima altura en un registro de cinco meses para el rango de procedencia del oleaje de 200° - 335° fué de 1.62 m.

En este estudio, debido a que no existe mas información de olas disponible para la zona de Chanduy que aquella que se ha utilizado, se aplicará el modelo probabilístico de Weibull que se obtuvo en el estudio correspondiente de olas de mar de leva (subcapitulo 2.1.).

En base de este modelo se puede determinar, por extrapolación, la altura significativa para diferentes intervalos de recurrencia. Así por ejemplo, para las direcciones de estudio y para 8 años de registros, se tienen 111 alturas promedios de diferentes trenes de ondas en aguas profundas. Entonces, la ola anual tendrá una probabilidad de ocurrencia de $1/(8 \times 111)$ ó 0.00126. Para una ola de diseño con intervalos de recurrencia de 10 años, será aquella extrapolada con una probabilidad de ocurrencia de $1/(8 \times 10 \times 111)$ ó 0.000126 y así sucesivamente.

La altura de ola significativa extrapolada para un periodo de recurrencia de 25 años, que será utilizada en este estudio, es de 3.5 m. (Vida útil de las estructuras=25 años).

La tabla N° 14 muestra distintos valores de altura significativa extrapoladas para varios periodos de recurrencia a partir del modelo probabilístico de Weibull.

S. Allauca y V. Cardin, en su estudio "Análisis de olas en la costa central del Ecuador", utilizando otros métodos de análisis probabilístico, han encontrado valores similares y aún superiores a los encontrados en Chanduy en otros puntos de las costas de las provincias de Guayas y Manabí. La tabla N° 15 en que se presentan, a fin de establecer comparaciones, los resultados de estas autoras ha sido tomada del estudio en referencia (Acta oceanográfica del Pacífico volumen 4 N° 1, 1.987. 12 p).

En cuanto al oleaje generado por viento local, el estudio correspondiente muestra que para las diversas direcciones de incidencia de vientos desde el mar en Chanduy (135° hasta 270°) los valores de periodo de oleaje son de entre 4 y 4.5 segundos y los valores de altura de entre 1.17 y 1.36 metros.

Esto significa que aún existiendo una protección para el oleaje proveniente del rango 180°- 225° como ya fué observado, el fondeadero quedará desprotegido del oleaje generado por viento local proveniente del rango de direcciones de 135°-180° con periodos de hasta 4.3 segundos y alturas de

TABLA 14 .- VALORES DE ALTURA SIGNIFICATIVA EXTRAPOLADOS UTILIZANDO EL METODO DE WEIBULL.

INTERVALO DE RECURRENCIA (años)	1 - P	Hs (metros)
1	1.126×10^{-3}	1.60
10	1.126×10^{-4}	2.88
25	4.504×10^{-5}	3.49
50	2.252×10^{-5}	3.99
100	1.126×10^{-5}	4.53

p : Probabilidad de ocurrencia

1 - p : Probabilidad de excedencia

Hs : Altura significativa

TABLA 15.- VALORES REGIONALES DE ALTURA SIGNIFICATIVA EXTRAPOLADOS USANDO DIVERSOS METODOS.

METODO DE DRAPER

LUGAR I.R.	BAHIA DE CARAQUEZ.	JARAMIJO	VALDIVIA	MONTEVERDE
1	1.40	2.84	1.45	2.18
10	1.68	3.61	1.68	2.61
25	1.82	4.00	1.76	2.78
100	2.00	4.58	1.92	3.10

METODO DE MAYENCON

LUGAR I.R.	BAHIA DE CARAQUEZ	JARAMIJO	VALDIVIA	MONTEVERDE
1	1.69	2.72	1.54	2.06
10	2.09	3.28	1.79	2.44
25	2.24	3.52	1.89	2.58
100	2.47	3.85	2.04	2.82

METODO DE WEIBULL

LUGAR I.R.	BAHIA DE CARAQUEZ	JARAMIJO	VALDIVIA	MONTEVERDE
1	1.22	2.42	1.26	1.80
10	1.33	2.84	1.33	1.97
25	1.38	2.97	1.36	2.03
100	1.42	3.09	1.39	2.12

VALORES TOMADOS DE : Acta Oceanográfica del Pacífico.
 INOCAR, vol 4. No 1. 12 p.
 I.R. : Intervalo de recurrencia en años.

hasta 1.32 metros.

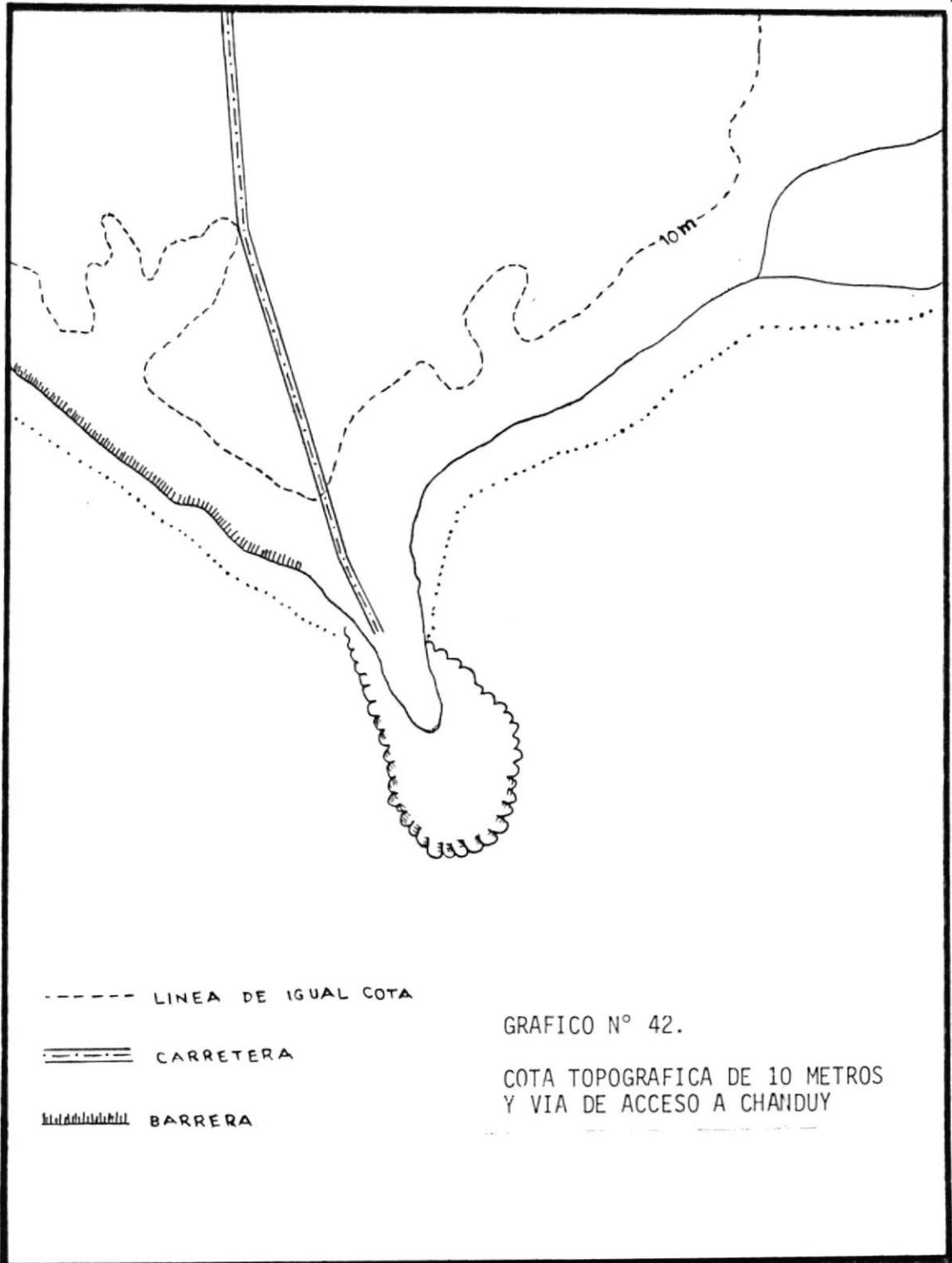
f.- Topografía y vías de comunicación.

Punta Chanduy presenta una plataforma rocosa que se descubre totalmente en bajamar. Durante la pleamar, la línea de marea suele llegar hasta prácticamente el pie de las casas del poblado, razón por la cual se ha construido un pequeño muro de contención en un extremo de la punta Chanduy y junto a la base de la plataforma rocosa. La zona de la punta Chanduy alcanza una elevación de 10 m. con respecto al nivel del mar (ver gráfico N° 42).

El acceso a la zona del puerto pesquero se lo realiza directamente a través de una carretera pavimentada de pequeña longitud que conecta con la vía que a su vez une Chanduy con la vía Guayaquil-Santa Elena. Esta carretera que une al pueblo (Chanduy) con la citada gran vía se encuentra bien pavimentada en un primer tramo y en estado de destrucción parcial en el tramo final. Su longitud total es de unos 10 Km. y actualmente se encuentra en uso regularmente.

g.- Transporte de sedimentos.

La acumulación de sedimentos se considera mayor en la par-



te central de la ensenada, junto a la desembocadura del río Zapotal, que en la zona del puerto. Como no existen evidencias de limos o arcillas en la zona del puerto se demuestra que los sedimentos provenientes de la descarga de este río no son transportados a la zona del puerto.

La batimetría produce convergencia de olas y si se cons-truye el rompeolas se espera una ligera acumulación de sedimentos que no afectará la operación del puerto. La posible reversión del flujo por el efecto de difracción cerca de la estructura se podría controlar a futuro con la construcción de un pequeño espigón retenedor de los sedimentos litorales, ubicado en la zona de cambio del alineamiento de la playa. Esta obra sería construida dependiendo del crecimiento de la playa adyacente al puerto. La utilización de la plataforma rocosa como base para el rompeolas contribuirá también a que los procesos naturales del transporte de sedimentos no se alteren significativamente, dado que se respeta la configuración actual.

h.- Sismicidad.

De acuerdo con el modelo probabilístico para valores extremos de Gumbel II, se halló que para la zona de Chanduy, la probabilidad de que un cierto valor de aceleración A no sea excedida en un año es:

$$p' = \exp - \left[\frac{21}{A} \right]^{3.5}$$

Y la probabilidad de que una aceleración A sea excedida en un período de r años será:

$$p = 1 - \exp - \left[\left[\frac{21}{A} \right]^{3.5} \right]^r$$

Con un período de retorno asociado dado por:

$$T = \frac{1}{1-p'}$$



La vida útil de la estructura (r) que se utilizará en este estudio es de 25 años. Si se acepta un riesgo del 10% de que un cierto valor de aceleración A sea excedido. El valor de aceleración A asociado a este valor se encontrará dadas las condiciones de la fórmula:

$$0.1 = 1 - \exp - \left[\left[\frac{21}{A} \right]^{3.5} \right]^{25}$$

De lo cual se obtiene que $A=100.2 \text{ cm/s}^2$.

Este valor representa 0.102 g y es un valor máximo a ser esperado en Chanduy en un período de 25 años con una pro-

babilidad de riesgo de excedencia del 10%.

El periodo de retorno asociado a este evento es de 112 años, lo cual nos da un margen de seguridad apreciable.

La tabla N°16 muestra diversos valores en porcentaje de la aceleración de la gravedad (g) encontrados para Chanduy con distintos valores de riesgo de excedencia y con la misma vida útil de 25 años.

Puede concluirse que el area de punta Chanduy y de la plata - forma rocosa frente a ella es la que reúne las mejores condiciones para la instalación de obras portuarias. Allí se cuenta con profundidad suficiente muy cerca de la costa, con la base de la zona de rocas que ya de por sí representa un rom - peolas sumergido natural para las olas provenientes del Oeste y corrientes de pequeña magnitud, protección contra el viento del Oeste y area de ensenada para fondear embarcaciones. Además, la posibilidad de evitar congestionamiento entre la actividad propia de un puerto y la de un poblado (Chanduy) y rápida y efectiva comunicación con otros puntos de la costa, especialmente Guayaquil.

Tambien ha de considerarse la existencia de vastas extensio - nes de terreno adyacente, lo que hace suponer la futura posi -

TABLA 16 .- VALORES DE ACELERACION DEL TERRENO ENCONTRADOS EN CHANDUY PARA DISTINTOS RIESGOS DE EXCEDENCIA UTILIZANDO UN MODELO GUMBEL II PARA VALORES EXTREMOS ANUALES.

RIESGO DE EXCEDENCIA (%)	ACELERACION ESPERADA (cm/s ²) (A/g)	PERIODO DE RETORNO (T) (años)
5	123.08 (0.125)	488
10	100.20 (0.102)	238
15	88.53 (0.090)	154
20	80.86 (0.082)	113
25	75.20 (0.077)	87
30	70.72 (0.072)	71

Nota : mas usualmente se presenta la aceleración esperada del terreno, inducida por un sismo, como su relación con la aceleración de la gravedad, que es de 981 cm/s². Dicho valor esta dado entre parentesis en la columna central.

bilidad de reclamación de tierras para ampliación de las instalaciones ya existentes y la construcción de otros servicios asociados (obras civiles, centros de procesamiento y elaboración del pescado, etc..).

Existe sin embargo, la desventaja de las plantas industriales en el sector que requerirían de un mejor control sanitario del area. Esto dificultará en algo las obras de desarrollo portuario.

4.2.1. Justificación de obras de abrigo

La acción de las olas debe ser considerada con mucho detenimiento a fin de alcanzar un eficiente funcionamiento del puerto.

Los puertos en mar abierto, como es el caso de Chanduy, deben ser protegidos de la acción del oleaje, pero esta protección por ser normalmente de alto costo, debe ser convenientemente justificada.

Bernard Le Mehauté, en su paper "Master Planning for the optimum Harbor", establece como nivel crítico de altura de olas para las operaciones de embarcaciones pesqueras en las facilidades de atraque el de 0.8 metros ;

esta conclusión es producto de experiencias transmitidas por pilotos, contramaestres, operadores portuarios, etc... Aunque expresa que por consideraciones especiales relacionadas con el tamaño de la embarcación, equipos empleados tanto en carga como en descarga, este valor puede variar incluso en un 50% llegando, por razón de seguridad, a 0.4 metros.

Las condiciones oceanográficas en el lugar de estudio indican que si bien las alturas de olas registradas o extrapoladas para la zona superan con mucho este valor, su nivel de ocurrencia decrece con relación a su altura. Esto es, las olas de altura superior a 1.5 m., generalmente generadas en mar abierto (Swell), tienen un porcentaje de ocurrencia muy pequeño comparado con las olas de altura inferior a 1. m, generadas usualmente por vientos locales (ver estudio 2.1). Tanto el oleaje de mar de leva como el producido por vientos locales deben ser analizados en su incidencia sobre el sitio del puerto a fin de establecer si existe o no la necesidad de estructuras de protección que aseguren un nivel de utilización del puerto (porcentaje de tiempo operacional) y así lograr el número de días laborables (300 al año) que fué fijado al calcular la razón de arribos en el estudio de capacidad de atracaderos (4.33 buques/día). Además se requiere que las instalaciones portuarias en el area de los atracaderos no sean dañadas por los efec

tos del oleaje.

En las encuestas realizadas a los pescadores del sitio durante los meses de Junio, Julio y Agosto de 1.988 se obtuvo la siguiente descripción de las condiciones actuales de operación en la zona del puerto pesquero:

- En general, de Diciembre a Marzo se puede operar con todas las facilidades dado las condiciones de viento y oleaje permiten a las embarcaciones hacerse a la mar en cualquier momento.
- De Abril a Noviembre el oleaje continuo (corto periodo) y de altura considerable (1.0-1.5 m.) producido por los fuerte vientos, impiden a las embarcaciones hacerse a la mar 2 ó 3 veces por mes, y durante 3 ó 4 días cada vez. Los meses en que las olas son mas altas y continuas son Julio y Agosto, debido a la mayor intensidad del viento. Los periodos predominantes son de alrededor de 5 segundos, según mediciones realizadas en el lugar en estos meses.
- El viento sopla mas frecuentemente del Suroeste, pero los vientos mas intensos y de mayor velocidad proceden del Norte y del Noroeste de Junio a Noviembre.
- Las corrientes no son un obstaculo para hacerse a la

mar, pero el oleaje generado por viento obliga a suspender la pesca durante periodos prolongados.

Estas condiciones descritas empíricamente por los pescadores artesanales del lugar, concuerdan con los resultados obtenidos en los estudios de viento y oleaje que son, junto con la visibilidad, los tres factores considerados como causas para cerrar un puerto a la operación cuando sus magnitudes superan valores críticos. Dado que en este estudio se considera que la pesca artesanal se efectuará durante la noche y que la utilización del puerto para efectos de operaciones de carga-descarga durante el día, se ha descartado la visibilidad como factor influyente en la operación del puerto.

Para las pangas, se ha de suponer de acuerdo con el testimonio de los pescadores, un total aproximado de entre 48 y 96 días al año en que los pescadores no podrán actualmente realizar sus faenas y que el número de días en los que se deberá operar sobre las condiciones críticas de viento y oleaje será mucho mayor.

De los estudios realizados anteriormente podemos identificar los parametros críticos y evaluarlos:

- El oleaje generado en mar abierto (Swell) que llega a la costa de Chanduy posee una probabilidad de ocu -

rrencia de 96.68% en la altura de oleaje que no excede los 0.4 m., y de 99.18% en la altura de oleaje que no excede los 0.8 m. Estos resultados se obtuvieron de el modelo de Weibull correspondiente al area (ver estudio 2.1.3.7.) y son válidos para el oleaje de mar de leva (Swell) en todas las direcciones.

- El valor promedio anual de altura de ola generado por vientos locales (sea) a la hora que las embarcaciones se hacen a la mar (18:00-19:00 horas, para las pangas) es de 0.37 m., lo que indica que en promedio el 50% del tiempo el oleaje de este tipo tienen alturas que exceden a este valor. El valor crítico de altura de ola permisible en este estudio es 0.4 m.

- La variación del nivel del mar debido a las mareas (2.8 m. sobre el MLWS como máximo), determinan que al combinarse el oleaje generado por vientos locales y aquel generado en mar abierto exista agitación y las olas rompan mas cerca de la linea de costa durante la pleamar. Como consecuencia queda un espacio reducido para que las embarcaciones puedan salir desde la playa y con frecuencia hacerlo es imposible.

- En cuanto a los valores de altura de oleaje asociado con la velocidad máxima mensual del viento, están entre los 0.75 m. y 1.77 m. con promedio de 1.05 m. Los

periodos correspondientes fluctúan entre 3.4 y 5.0 segundos. Esta condición específica se da en Chanduy hasta en un 1.7% del tiempo en un año.

- La influencia de corrientes y visibilidad en la operación del puerto se las descarta por las razones anteriormente expuestas.

Como conclusión, se requiere de estructuras de abrigo que permitan:

- a.) Proteger del oleaje generado en mar abierto (o Swell) proveniente del rango de direcciones de 200° - 280° .
- b.) Proteger del oleaje generado por vientos locales (o Sea) proveniente del rango de direcciones de 135° - 280° .

El valor crítico de altura significativa de oleaje en el area protegida ha sido determinado como de 0.4 m.

4.3. DISPOSICION DE LAS OBRAS PORTUARIAS.

Dado que se necesita establecer la ubicación exacta que tendrán las distintas obras del puerto (estructuras de protección o abrigo, muelles, etc...), se procederá a realizar los estudios pertinentes a este fin.

4.3.1. Disposición de las estructuras de protección

La necesidad de obras de abrigo en la zona de Chanduy se ha determinado técnicamente en los estudios anteriores, en consecuencia se diseñará una estructura de gravedad flexible y semi-impermeable que sirva de barrera al oleaje incidente y que permita disponer detrás de sí de una zona de fondeadero libre del efecto de condiciones adversas de oleaje.

Dicha estructura será un rompeolas tipo escollera construido con rocas cuya función será absorber y reflejar la energía del oleaje. Tal estructura se deformará de tal manera que sus elementos se acomoden a las deformaciones.

El rompeolas a diseñarse estará dispuesto el L con el tronco siguiendo la orientación noroeste-sureste (315°-

135°) y con una longitud de 300 m., necesaria para alcanzar el veril de 5 m. de profundidad (adecuada para buques con calado de carga de hasta 2.5 m, incluyendo buques industriales). El análisis se basa en establecer el o los puntos donde deberá terminar el brazo de la L o estructura. La orientación descrita del tronco del rompeolas permitirá lograr tres objetivos favorables para la operatividad del puerto pesquero; tales son:

- El aprovechamiento de la plataforma rocosa sumergida como base para el asentamiento del tronco del rompeolas.
- La reducción en los volúmenes de material necesario para la construcción del tronco dado que esta orientación, perpendicular a la línea de costa inmediatamente adyacente hacia el este, permite alcanzar las mayores profundidades a la menor distancia posible del pie del rompeolas.
- La protección de la zona del fondeadero del oleaje proveniente del Oeste y del Suroeste, que son predominantes en la zona tanto en el caso de mar de leva como en el de oleaje generado por viento local.

Se requiere efectuar un análisis del efecto de la difracción del oleaje en la punta del rompeolas. El brazo del

rompeolas estará orientado en la dirección que indique el análisis de la difracción, como la más favorable y su longitud dependerá de los resultados de dicho estudio, a si como de las necesidades de area protegida.

La difracción de las ondas es un fenómeno en que la energía es trasladada a lo largo de la cresta de la onda. Si las ondas encuentran una barrera, las crestas que pasan al extremo de la barrera serán casi inalteradas pero detrás de la barrera habrán ondas de crestas pequeñas. En este aspecto, la difracción es un efecto de punta, esto es, del extremo del obstáculo.

La distribución de las alturas de las ondas en un puer - to protegido es determinada principalmente por la difrac - ción de las olas. En este estudio se utilizaron abacos de relaciones (longitud del rompeolas/longitud de onda incidente) vs coeficiente de difracción (k). El coefi - ciente de difracción es la relación de las alturas de o - las detrás y delante de la barrera, esto es, de la ola difractada y de la ola incidente (H_d/H_i).

La orientación óptima de el brazo del rompeolas es $270^\circ - 90^\circ$ debido a que en esta dirección la profundidad se mantiene mas o menos constante en 5 m, condición necesaria a fin de disponer de facilidades de atraque eficientes.

Con esta orientación se elaboraron tres diagramas de difracción para condiciones críticas de oleaje, que se describen a continuación:

- Oleaje generado por vientos locales, procedente del Suroeste (225°), con altura máxima de ola de 1.36 m. y periodo de oleaje de 4.5 segundos. Las curvas de difracción para estas condiciones demuestran que el interior del fondeadero se verá libre de alturas de ola superior a 0.4 m. para una longitud aproximada del brazo del rompeolas de 127 m. (grafico N° 43).
- Oleaje de mar de leva (Swell) con altura máxima de 3.5 m. y periodo de 12 segundos. La dirección predominante del oleaje de mar de leva, después de la refracción de las olas, es del Suroeste. La longitud del brazo del rompeolas utilizada es de 127 m. y las curvas de difracción muestran que una gran area del fondeadero queda libre de altura de oleaje superior a 0.7 m. (ver gráfico N° 44).
- Oleaje de mar de leva para las mismas características anteriores pero con un periodo de 18 segundos. Este caso resultó ser crítico pero las alturas en el interior del fondeadero aseguran un gran area libre de altura de oleaje superior a 0.7 m. (ver gra

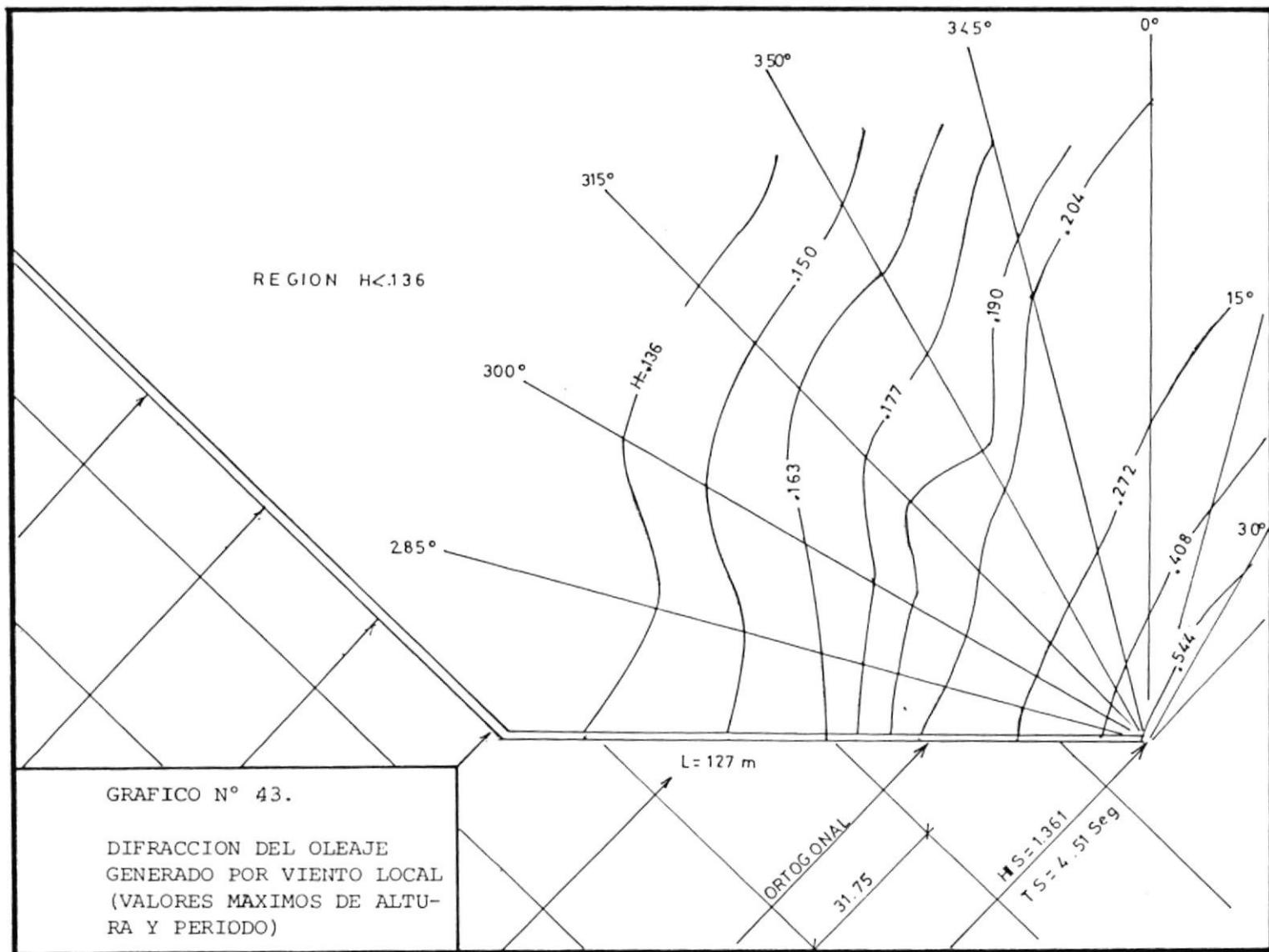
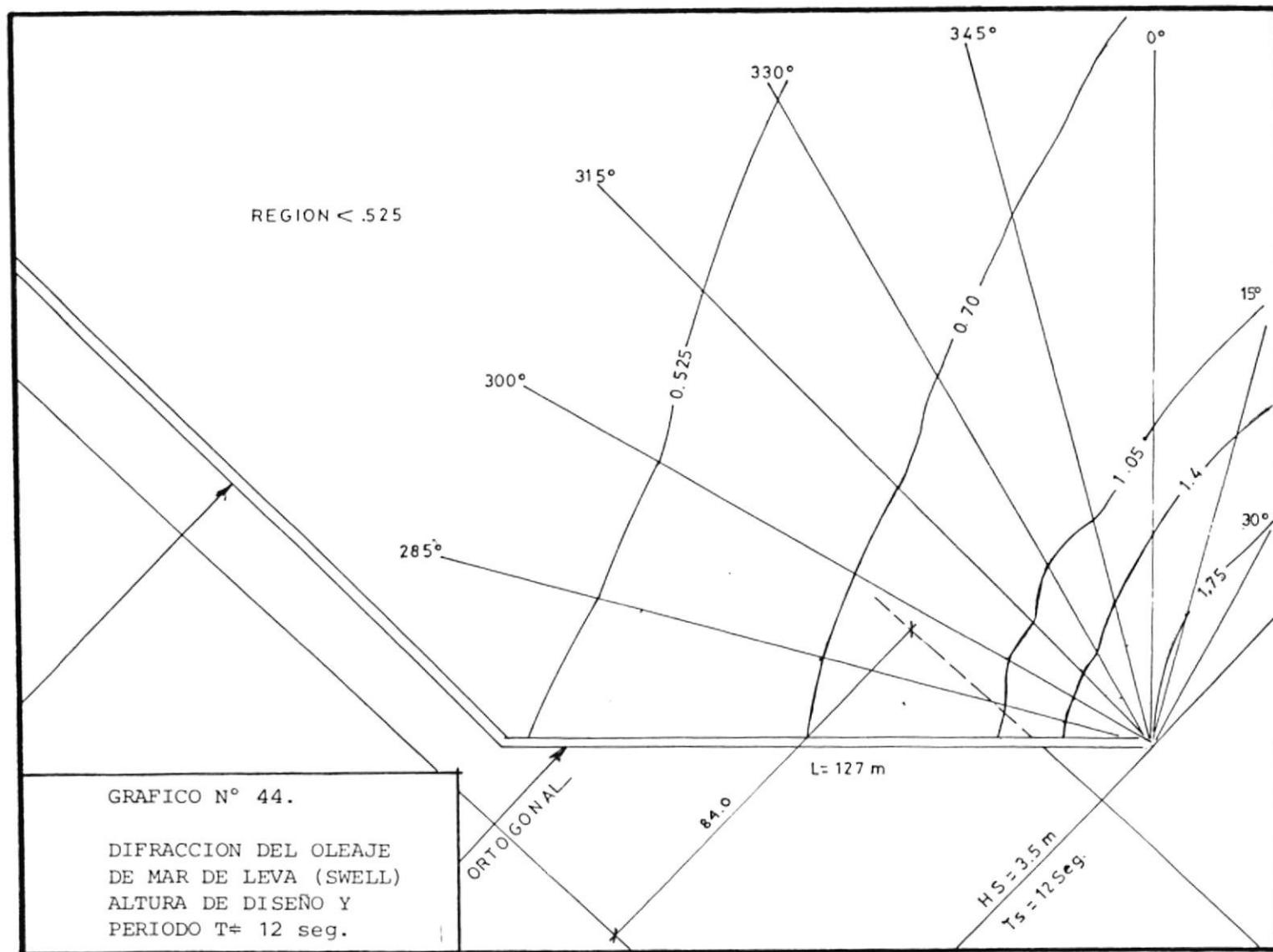


GRAFICO N° 43.

DIFRACCION DEL OLEAJE
 GENERADO POR VIENTO LOCAL
 (VALORES MAXIMOS DE ALTURA Y PERIODO)



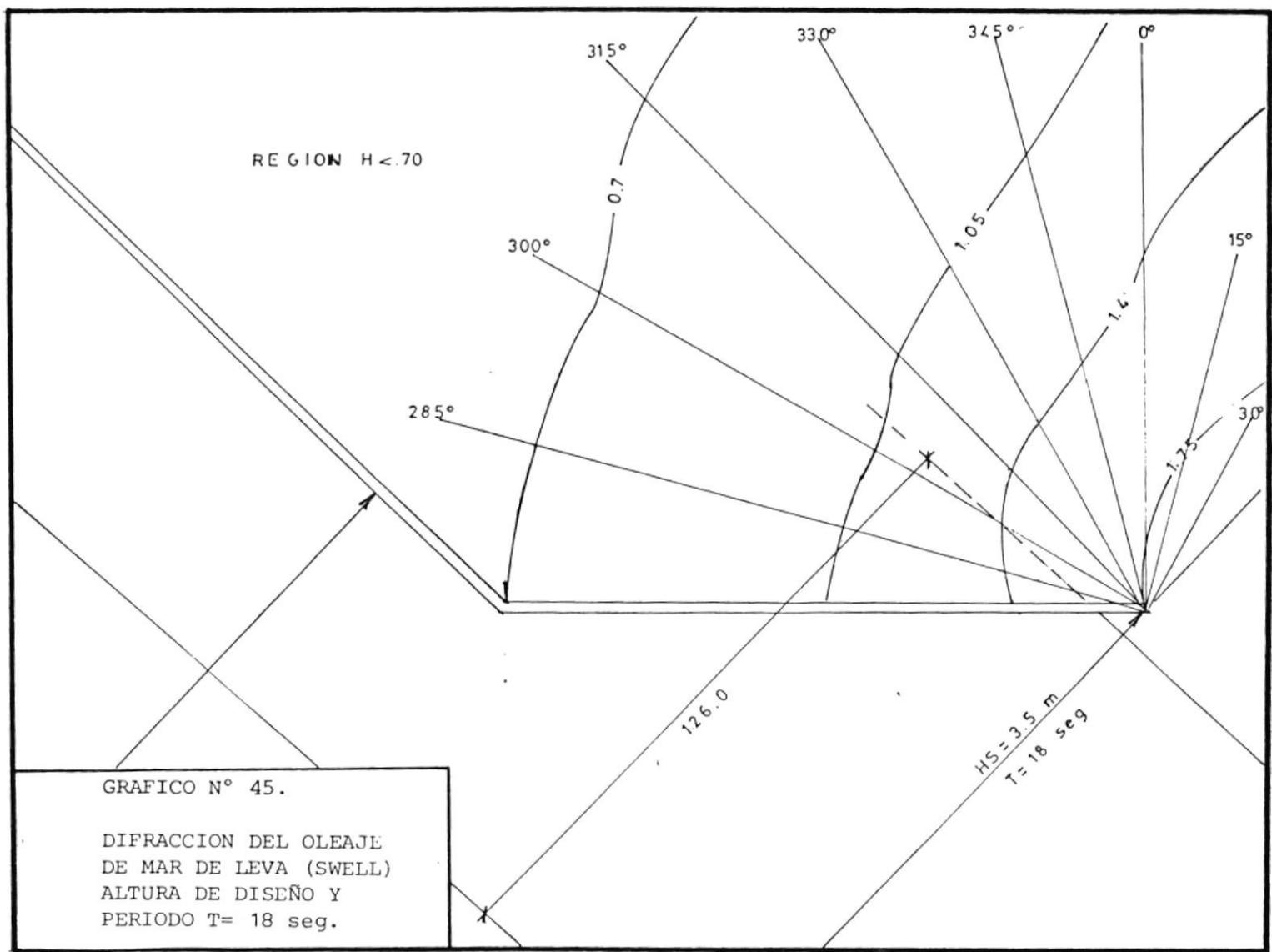


GRAFICO N° 45.
 DIFRACCION DEL OLEAJE
 DE MAR DE LEVA (SWELL)
 ALTURA DE DISEÑO Y
 PERIODO $T = 18 \text{ seg}$.

BIBLIOTECA



fico N° 45).

Las condiciones máximas de altura y periodo de oleaje en contradas en este estudio ocasionan en el interior de el puerto alturas de oleaje que según los criterios de operatividad son menores que el valor crítico (0.8 m) pero que están por encima de la seguridad (0.4 m). Sin embargo, esto ocurrirá para mar de leva de máxima altura y periodo, con un evento calculado para una ocurrencia de uno en 25 años. Además, ya se demostró que el porcentaje de Swell incidente en la zona es pequeño en relación con el oleaje generado por vientos locales, que no superará nunca el nivel de seguridad al interior del puerto.

En cuanto a la protección que podría tener el area de el fondeadero se indica que la configuración del rompeolas podría suponer el dejar desprotegida esta zona del oleaje procedente del Sureste, que de acuerdo con los estudios de olas no puede ser generado en mar abierto (mar de leva) pero que podría serlo por olas generadas por vientos locales. Sin embargo se desprecia el oleaje que teóricamente podría ser generado de esta dirección pues el estudio de vientos muestra que la ocurrencia de vientos procedentes de esta dirección en la zona apenas alcanza un 0.2% y que las velocidades máximas registradas para esta dirección son de 8 m/s. Considerando que

en esta dirección el alcance es limitado y utilizando la metodología explicada en el estudio 4.2.1. se llegó a determinar que las máximas alturas de oleaje que se esperaran procedentes del sureste en la zona serán de 0.67 m. Por tanto, estas condiciones afectarán solo ligeramente la operación del puerto. En el caso extremo, se tendría que suspender la operación del puerto, estimando este caso en hasta 0.73 días/año; pero las estructuras no serán afectadas. Otro tanto se puede afirmar del oleaje generado por viento procedente del Sur (2.4% del total registrado), el que de todas maneras no llegará a incidir en la zona de los atracaderos debido a la disposición del brazo del rompeolas.

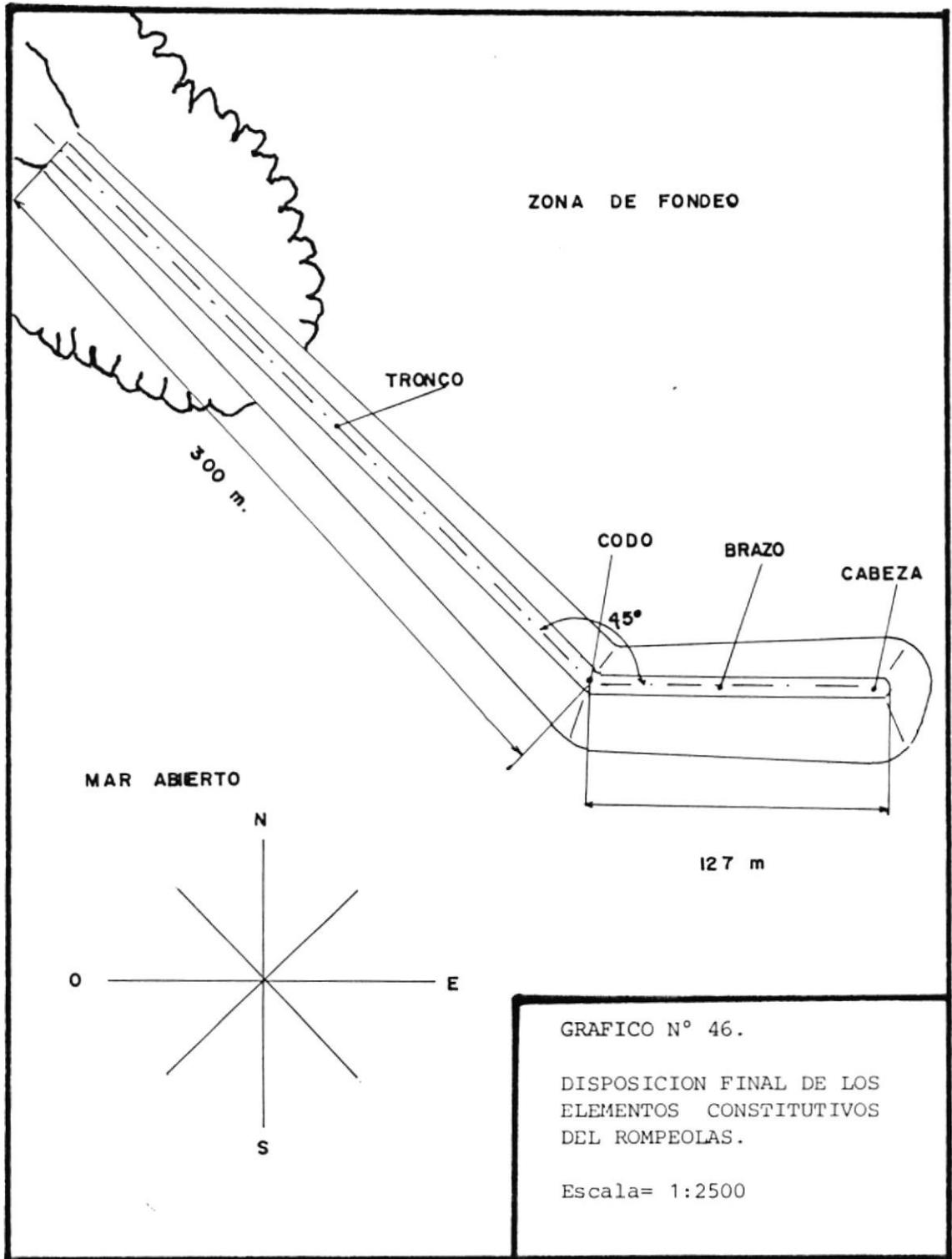
La disposición final de los elementos constitutivos del rompeolas (tronco, brazo y cabeza o parte final), es mostrada en el gráfico N° 46.

4.3.2. Capacidad de los muelles

Basados en los criterios operacionales del puerto, que son:

- Operación de un buque madre artesanal de 18 m. de eslora, 3 naves pesqueras artesanales de 12 m. de eslora y un buque pesquero industrial.





- Operación de 15 lanchas pesqueras de 9 m. de eslora y de 49 botes pesqueros de pequeñas dimensiones (pangas y otros tipos).
- Para el primer grupo, 1300 arribos al año para buques equivalentes a las naves de 12 m. de eslora; 300 días laborables y 4.33 arribos al día. La razón de servicio se fija en 6.32 buques/día (12 toneladas por hora de descarga).
- Para el segundo grupo la operación de descarga se hará en el orden de llegada de las embarcaciones al muelle. El tiempo estimado de servicio por embarcación se calcula de la siguiente manera para las lanchas de 9 m. de eslora:

$$\frac{.18 \text{ Ton/buque}}{12 \text{ Ton/hora}} + \frac{.18 \text{ hora}}{3.2 \text{ buque}} = .075 \text{ horas/buque}$$

Para los botes pesqueros en Chanduy:

$$\frac{.08 \text{ Ton/buque}}{12 \text{ Ton/hora}} + \frac{.08 \text{ hora}}{3.2 \text{ buque}} = .032 \text{ horas/buque}$$

La descarga de todas las embarcaciones requerirá del siguiente tiempo total: $.075 \times 15 + .032 \times 49 = 2.67$ horas.

Y considerando el análisis de colas se estableció la siguiente capacidad:

- Un muelle con un atracadero para las embarcaciones grandes del primer grupo.

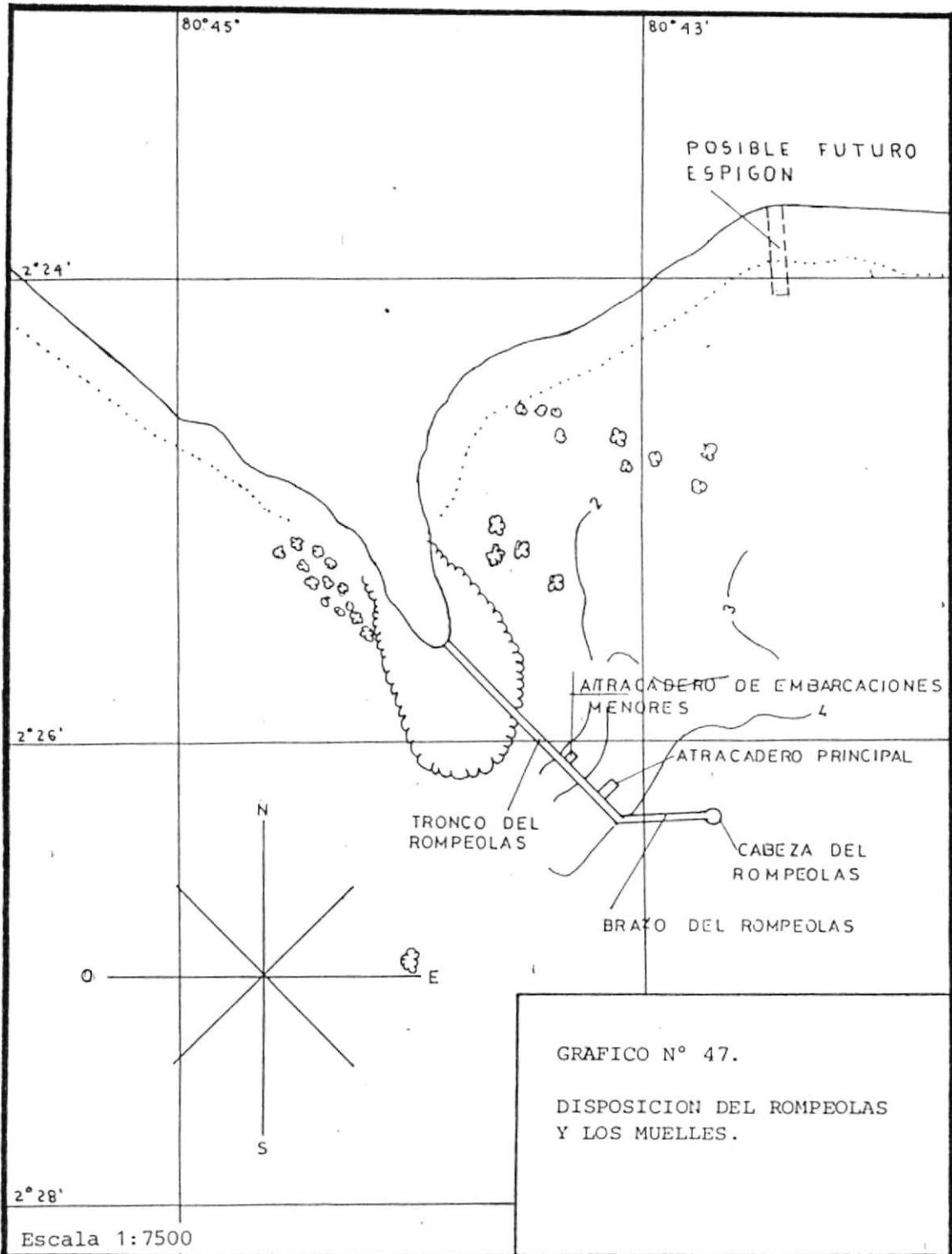
- Un muelle con un atracadero para embarcaciones pequeñas del segundo grupo.

4.3.3. Disposición general

La figura N° 47 muestra la disposición general de las obras portuarias. Los muelles de embarcaciones grandes y pequeñas estarán ubicados junto al tronco del rompeolas. La profundidad mínima del atracadero principal será de 3.0 m. con respecto al MLWS y la profundidad mínima para el atracadero de embarcaciones menores será de 2.0 m. respecto al mismo nivel.

A continuación se detallan los procedimientos de diseño y cálculo de los componentes del puerto.

4.4. DISEÑO DE LAS OBRAS PORTUARIAS.



4.4.1. Criterios de diseño del puerto

Un rompeolas de escollera está generalmente conformado por material petreo de tres tamaños conocidas con el nombre de coraza o armadura, capa secundaria y núcleo.

La coraza o armadura es la capa que recibe el embate de el oleaje y los elementos que la conforman son por ello de mayor peso y volumen. Es la capa mas superficial y de ella depende la estabilidad externa de la estructura.

La capa secundaria es intermedia y tiene como finalidad evitar que los elementos del núcleo o capa interior se filtren hacia el exterior. Sin embargo, no evita la filtración de agua o arena hacia el interior. Por esta razón se dice que el rompeolas de escollera es una estructura semipermeable.

Las rocas de la coraza descansan sobre las de la capa intermedia y estas a su vez sobre las del núcleo. La pendiente que tienen estas capas evitan que las rocas y gravas que las conforman resbalen unas con respecto a otras. Este característica le da al rompeolas de escollera su calidad de estructura de gravedad.

Tambien se dice que es una estructura flexible, dado que cuando la fuerza del oleaje desplaza a alguna roca de su sitio, los otros elementos se vuelven a acomodar a fin de llenar el vacio dejado.

El grafico N° 48 nos proporciona una vista en planta del rompeolas de escollera y de las secciones típicas a ser diseñadas.

Hudson, en su artículo "Laboratory investigation of rubble mound breakwaters" (1.959), presenta la siguiente formula para el cálculo del peso de las rocas de co ra za:

$$W = \frac{W_r H^3}{K_d (S_r - 1)^3 \cot \theta}$$

Donde: W = peso de la roca de coraza.

W_r = peso específico de la roca = 2804.6 Kg/m³.

H = altura de la ola de diseño.

S_r = gravedad específica de la roca = 2.73

θ = angulo de la pendiente de la estructura
con respecto a la horizontal.

K_d = coeficiente adimensional de estabilidad.

Esta es la fórmula de diseño de la sección de un rompe-

200 200 200

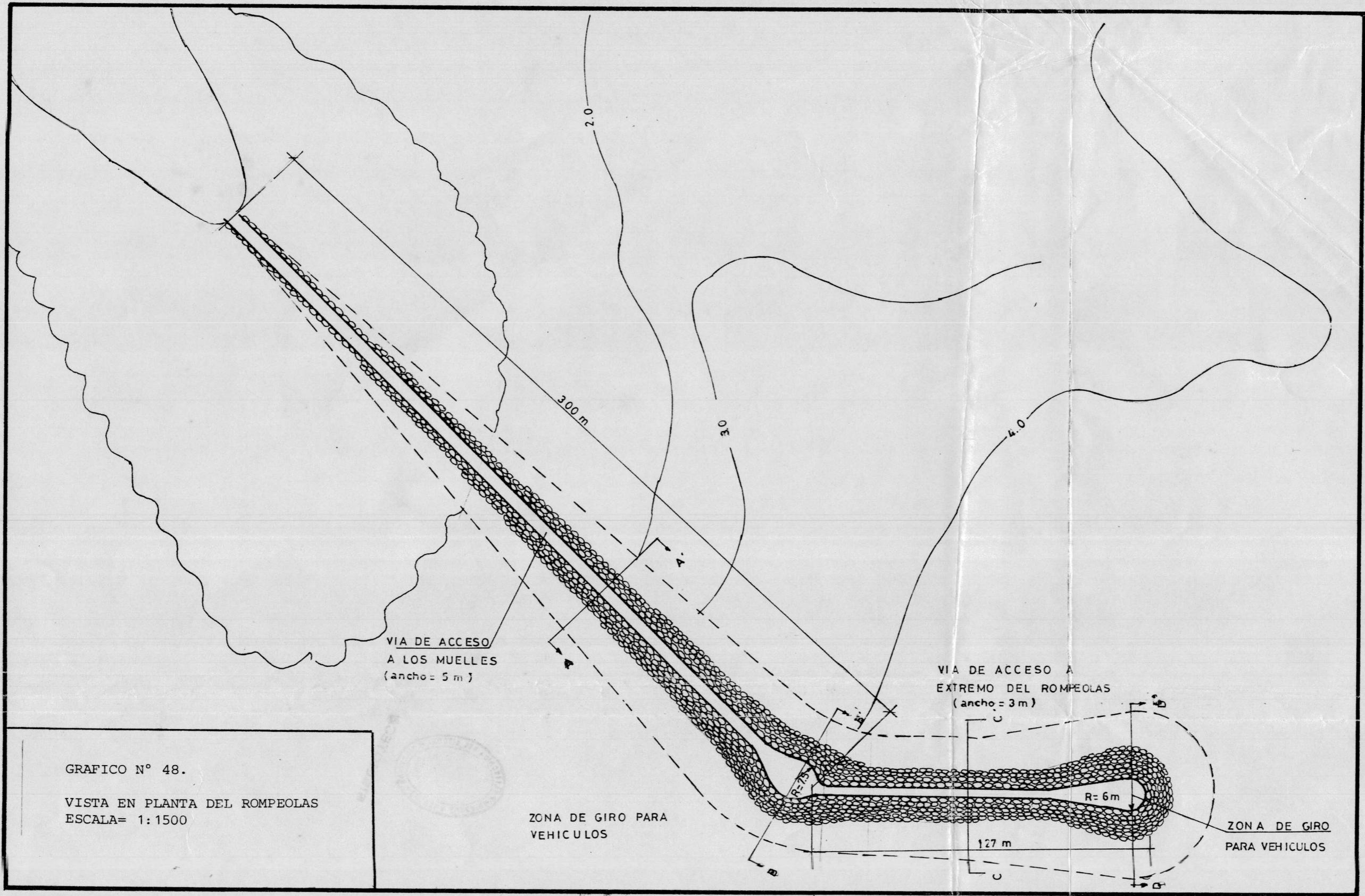


GRAFICO N° 48.
VISTA EN PLANTA DEL ROMPEOLAS
ESCALA= 1:1500

olas mas utilizada y es la recomendada por el Shore Protection Manual (manual de protección de costas) de el cuerpo de ingenieros del ejercito de los Estados Unidos (1.977).

En este diseño, dado que se considera que los elementos de construcción de la coraza que se usarán serán piedras angulares, se darán los siguientes valores para el coeficiente de estabilidad:

Tronco y brazo del rompeolas: $K_d = 3.5$ (tronco)

$K_d = 4$. (brazo)

Cabeza del rompeolas : $K_d = 2.8$ (cabeza)

Estos valores fueron tomados de la tabla 7.7 del volumen II (1.977) del Shore Protection Manual para las condiciones siguientes:

- Olas rompientes sobre el tronco del rompeolas en su lado no protegido (externo). Las profundidades junto al tronco son de 2 m. como promedio y se espera que las olas de gran altura romperan sobre el.
- Olas no rompientes sobre el brazo del rompeolas en toda su extensión (127 m). La profundidad junto al bra-

zo, mayores de 4 m., aseguran que las olas no romperán sobre él.

- Olas no rompientes en la cabeza del rompeolas (profundidad mayor a 5 m.).
- Pendiente sobre el lado no protegido (expuesto al oleaje) de 1:2. para el tronco y el brazo. También la cabeza tendrá esta pendiente sobre ambos lados.; debido a que en esa zona la altura del oleaje es mayor sobre el lado protegido que en las otras zonas y en el mismo lado (efecto de difracción).
- Pendiente sobre el lado protegido (no expuesto al oleaje o expuesto a oleaje difractado) de 1:1.5 para el tronco y para el brazo del rompeolas.

Para estimaciones preliminares del número de rocas por unidad de area podría usarse un planimetro. También se puede usar la fórmula:

$$\frac{Nr}{A} = n K_{\Delta} \left(1 - \frac{P}{100} \right) \left(\frac{Wr}{W} \right)^{2/3}$$

Donde: Nr/A = número de piedras por area superficial de coraza.

n = número de rocas por capa (2)

K_{Δ} = coeficiente de capa = 1.15 (SPM. Tabla 7-11)

P = porosidad = 37% (piedra angular)

W, W_r = igual que en la fórmula anterior.

El espesor de la capa de coraza y de la capa secundaria será calculado con la siguiente fórmula:

$$r = n K_{\Delta} \left(\frac{W}{W_r} \right)^{1/3}$$

Donde: r = espesor de la capa de coraza.

n, K_{Δ}, W, W_r = igual que en la fórmula anterior.

El ancho de la cresta del rompeolas será calculado también con esta última fórmula, pero con un valor de n igual a 5 y $k=1.1$ (SPM. Tabla 7-11) por necesidades de operación de cálculo y dado que se diseñará un camino. A fin de facilitar el cálculo y dado que en este diseño todos los parámetros, con excepción de la altura de la ola de diseño (H) ya están determinados; se han reducido todas las fórmulas anteriores a funciones de la altura de diseño. La tabla N° 17 nos muestra dichas funciones para la coraza y para cuatro distintas secciones del rompeolas. Las longitudes totales de tales secciones se han calculado y se muestran en la tabla.

TABLA N° 17.- Funciones de la altura de diseño.

LADO PROTEGIDO DEL ROMPEOLAS

	Función	TRONCO	CODO	BRAZO	CABEZA
Tan 0	Pendiente	1:1.5	1:2.0	1:1.5	1:2.0
Kd	Coefficiente estabilidad	3.5	2.8	4.0	2.8
W (Kg)	Peso de elementos coraza	$103 H_p^3$	$96.7 H_p^3$	$90.3 H_p^3$	$96.7 H^3$
r (m)	Ancho de capa de coraza	$0.695 H_p$	$0.75 H_p$	$0.665 H_p$	$0.75 H$
Nr/A	# de rocas por m ²	$13.12/H_p^2$	$13.68/H_p^2$	$14.32/H_p^2$	$13.68/H^2$

H_p = altura de ola en el lado protegido del rompeolas.

LADO NO PROTEGIDO DEL ROMPEOLAS

		TRONCO	CODO	BRAZO	CABEZA
Tan 0		1:2.0	1:2.0	1:2.0	1:2.0
Kd		3.5	2.8	4.0	2.8
W (Kg)		$77.4 H^3$	$96.7 H^3$	$66.7 H^3$	$96.7 H^3$
r (m)		$0.695 H$	$0.75 H$	$0.665 H$	$0.75 H$
Nr/A		$15.87/H^2$	$13.68/H^2$	$17.52/H^2$	$13.68/H^2$

4.4.2. Determinación de porcentajes de daño

Hay una característica de los rompeolas de escollera que los diferencia de un p \acute{o} rtico o de un muelle: el da \tilde{n} o sufrido va a ser progresivo y no va a ser al mismo tiempo. Normalmente se pierde una u otra roca y sus va \tilde{c} ios van a ser llenados por otras rocas.

En el caso de un p \acute{o} rtico se puede anticipar cierto grado de da \tilde{n} o y se pueden usar t \acute{e} cnicas de evaluaci \acute{o} n o m \acute{o} delos te \acute{o} ricos. El comportamiento estructural de los rompeolas dista de ser exacto y a \acute{u} n cuando se cuente en laboratorios con m \acute{o} delos no hay una seguridad absoluta de evitar da \tilde{n} os. En este dise \tilde{n} o se procura prever un cierto nivel de da \tilde{n} os para el rompeolas.

Para ello se ha usado la tabla N $^{\circ}$ 7.8 del SPM (Shore Protection Manual) donde se muestran los resultados de pruebas de da \tilde{n} os donde $H/H_d=0$ y K_d son funciones de un porcentaje de da \tilde{n} os, D . $H_d=0$ es la altura de ola significativa correspondiente a un da \tilde{n} o de 0 a 5% (condici \acute{o} n de no da \tilde{n} o). Para rocas de cantera de caracter \acute{i} sticas rugosas y basados en la tabla anteriormente citada se han calculado , para alturas de ola significativa entre 2.5 y 3.5 metros, altura de ola de dise \tilde{n} o de 3.5 metros y n \acute{u} mero de rocas por capa de 2; diversos niveles por -

centuales de daño y valores de K_d asociados a la relación $H/H_d=0$, en condiciones de diseño (altura H igual a 3.5 m). Los resultados obtenidos se muestran en la tabla N° 18.

De el análisis de estos resultados podemos concluir que la condición de no daño esta dada para la altura de ola de diseño (3.5 m), K_d igual a 4 y peso de rocas de la coraza de 2.89 toneladas o más. Estas son las mismas ca - racterísticas de diseño del brazo del rompeolas en su lado no protegido.

El verdadero factor limitante en este caso es la capacidad de las canteras del area para producir rocas de gran tonelaje y en número suficiente. Mediante investigaciones realizadas de datos existentes en el diseño de la ampliación del rompeolas de escollera del Salinas Yatch Club, se llegó a determinar que las rocas en el diseño deberían pesar entre las 2 toneladas y 3 toneladas a fin de asegurar la factibilidad de obtenerlas en la zona con facilidad.

Este es un criterio eminentemente práctico y que puede ser considerado válido para el presente estudio.

De la inspección al area y de cartas geológicas existen-

TABLA N° 18 .- Valores de altura de daño para rocas de 2 y 3 toneladas.

SECCION	PESO DE ROCA	Hd (0% de daño)	H/Hd	Kd
Tronco	2	2.95	1.19	3.5
	3	3.38	1.04	
Codo	2	2.74	1.28	2.8
	3	3.14	1.11	
Brazo	2	3.09	1.13	4.0
	3	3.54	1.00	
Cabeza	2	2.74	1.28	2.8
	3	3.14	1.11	

H = altura de ola de diseño

Hd = altura de ola de daño del 0%

Kd = coeficiente de estabilidad equivalente

Altura de ola de diseño de 3.5 m.

Valores calculados en base al Shore Protection Manual (tabla 7.8)

tes sabemos que rocas en cantidad suficiente de mayor peso al indicado serían difíciles de conseguir debido a dos factores: la conformación misma de las rocas metamórficas existentes en el area (ver estudios geológicos) y las técnicas de extracción en banco utilizando medios explosivos. Ambos factores determinan que el número de los bloques extraídos en canteras en una explosión este limitado por el tamaño de estos. Rocas de mayor peso al indicado tendrían un tamaño que haría su obtención muy costosa debido al escaso número que se podría obtener de ellas en una explosión.

Para pesos de rocas de entre 2 y 3 toneladas y si se admite $n = 2$, se permitirán porcentajes de daños de entre 0% y 10% para olas que rebasen los tres metros de altura. De acuerdo con el estudio de oleaje, tales olas tienen un periodo de recurrencia de mas de 10 años, lo que asegura que estas condiciones puedan asumirse ya que suponen un mantenimiento del rompeolas cada 10 años al menos.

Estas consideraciones se incorporan al diseño.

4.4.3. Cálculo de la altura de coronamiento



Un aspecto importante en el diseño del rompeolas es el cálculo de la coronación que se dará a la estructura sobre el nivel del mar al producirse la ascensión del agua sobre su cara de ataque, efecto conocido como run-up. En nuestro caso se considera que el oleaje no rebasará la altura máxima de la estructura aún considerando la existencia de este fenómeno. Esta consideración se hace por la necesidad de proteger las vías de acceso a los atracaderos y las instalaciones portuarias mismas.

A fin de lograr este objetivo se dispondrá de salpicaderos a ambos lados de la cabeza del rompeolas y en el lado no protegido de las demás secciones. La altura máxima o de coronamiento se conocerá una vez determinado el run-up de la estructura.

El run-up depende de la forma de la estructura, de la profundidad del agua al pie de la misma, la pendiente de el fondo y las características de la ola incidente.

Para el cálculo del run-up se utilizaron las figuras presentadas por Gumbak en su obra "Rubble Mound Breakwaters" (1.979), los cuales son el producto de múltiples pruebas de la boratorio sobre rompeolas de escollera. El gráfico N° 49 presenta la curva que permite el cálculo del run-up para la cabeza del rompeolas. Para usarlo se han con-

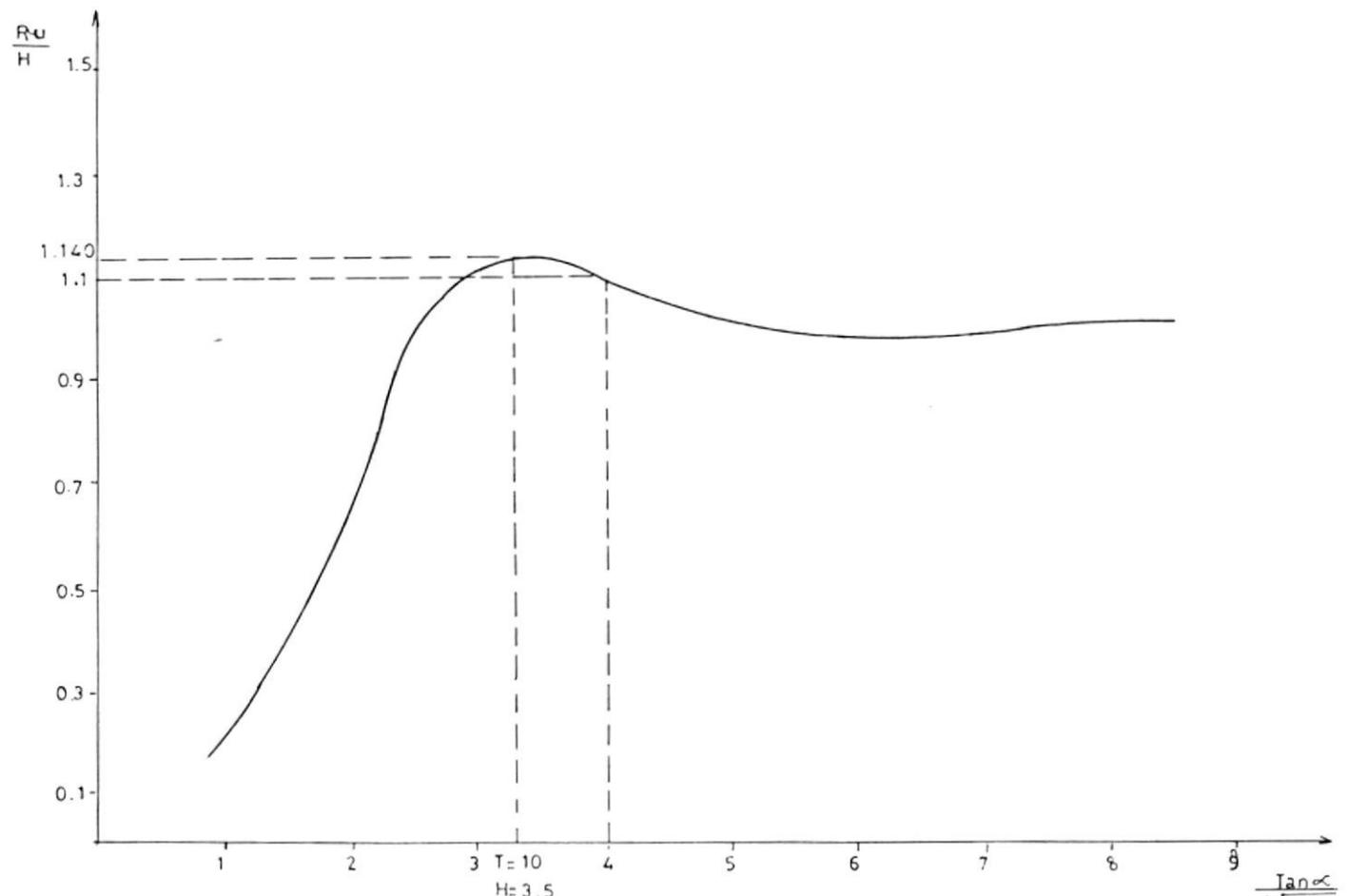


GRAFICO N° 49. : RUN - UP PARA ROCA (ROMPEOLAS DE TALUD)
 FUENTE GUNBAK, RUBBLE MOUND BREAKWATER (1.979)

$$\frac{T_{an} \alpha}{\sqrt{H} L_0}$$

siderado los siguientes valores:

$\tan \alpha$ = pendiente de la escollera.

H = altura de la ola de diseño.

Lo = longitud de onda en aguas profundas.

Ru = valor del run-up.

Si se realiza un análisis para la cabeza del rompeolas ($\tan \alpha = 0.5$), para la altura de ola de diseño $H=3.5$ m. y para distintos períodos de oleaje, se encuentran los siguientes valores:

T	$\tan \alpha / \sqrt{H/Lo}$
10	3.34
12	4.00
14	4.68
16	5.34
18	6.01

De acuerdo con el gráfico N° 49, aún en las peores condiciones ($T=12$ seg, $H=3.5$ m.) el valor de la relación Ru/H no superará 1.10. Esto indica que el máximo valor que podrá alcanzar el run-up en este caso es de 3.85 m.

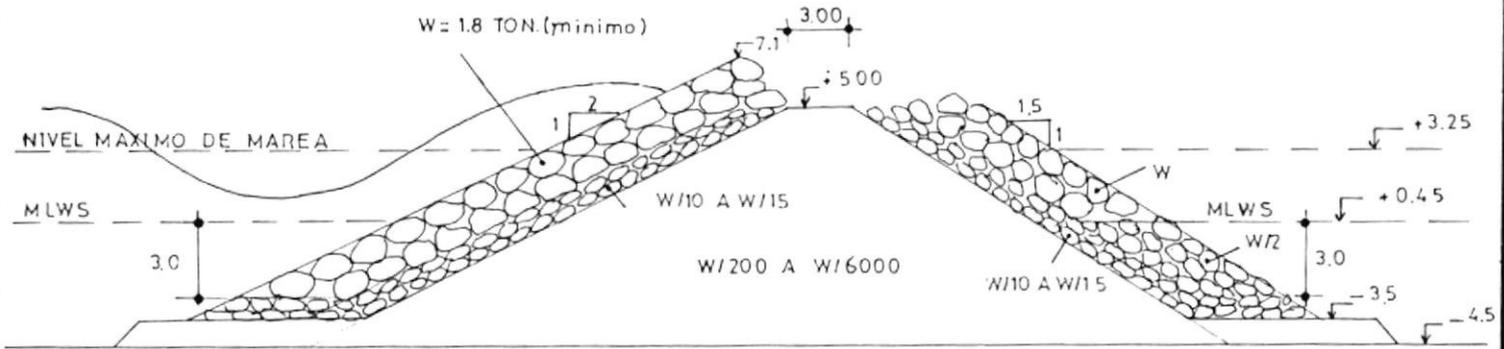
Dado que el nivel máximo de marea es de 3.25 m, la altura de coronamiento necesaria es de 7.1 m. sobre el MLWS.

4.4.4. Diseño de las secciones típicas del rompeolas

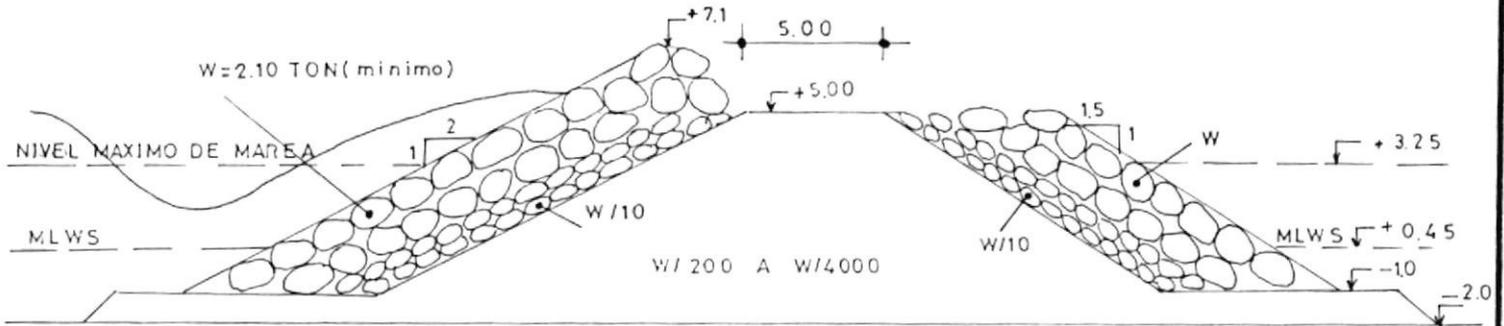
Como ya se mencionó, el gráfico N° 48 muestra una vista en planta del rompeolas con la ubicación de los cortes transversales de las secciones típicas a diseñarse. Estas son: tronco (corte A-A'), brazo (corte C-C'), codo (corte B-B') y cabeza (corte D-D').

La sección del tronco, según ya se estableció, dispondrá de una pendiente de 1:1.5 en el lado protegido y de 1:2 en el lado no protegido. De acuerdo con la tabla N° 17, el peso de rocas de coraza en el lado no protegido es de 2.1 toneladas como mínimo para una altura de ola de no daño o de cálculo de 3.0 m. La disposición de las rocas de coraza, filtro y núcleo sigue la recomendación dada en el Shore Protection Manual (SPM), figura 7-100, para secciones de rompeolas de escollera de 3 capas en condiciones de ola rompiente. La sección típica así diseñada se muestra en el gráfico N° 50.

El codo del rompeolas posee las mismas pendientes que el tronco, pero el peso mínimo de rocas de coraza alcanza las 2.6 tons. La disposición de las rocas en las 3 capas del rompeolas en este sector corresponde a aquella recomendada por el SPM en la figura 7-99 para condiciones de ola no rompiente y se muestra en el gráfico N° 51.

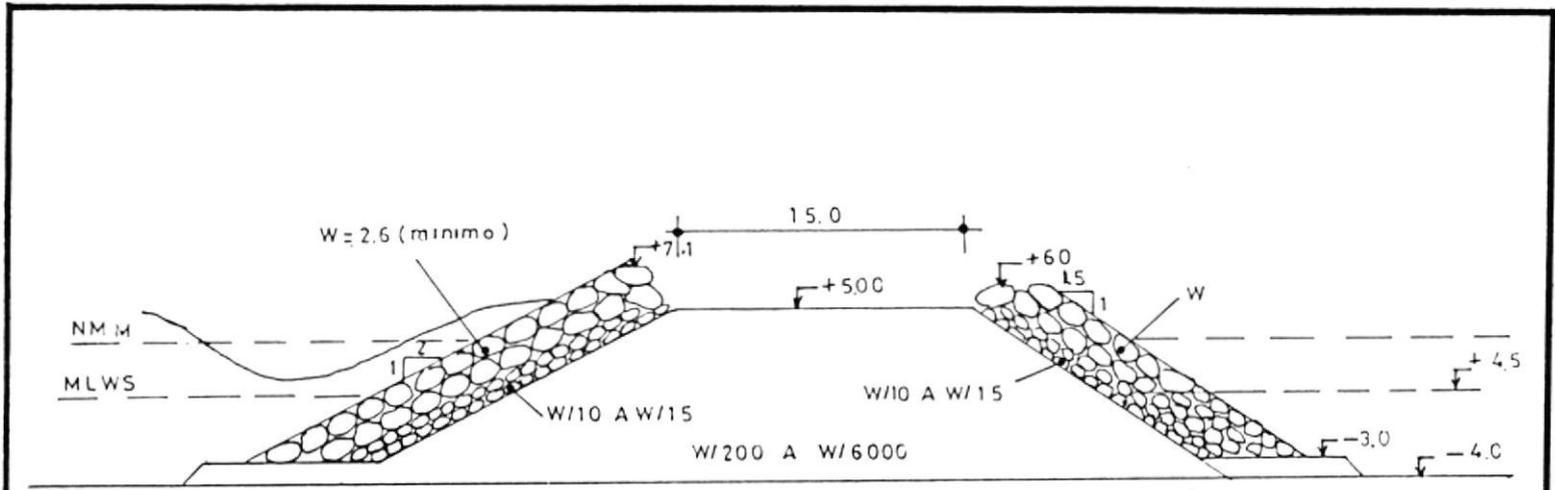


SECCION TIPICA DEL BRAZO (C - C')
 ESCALA _____ 1:300



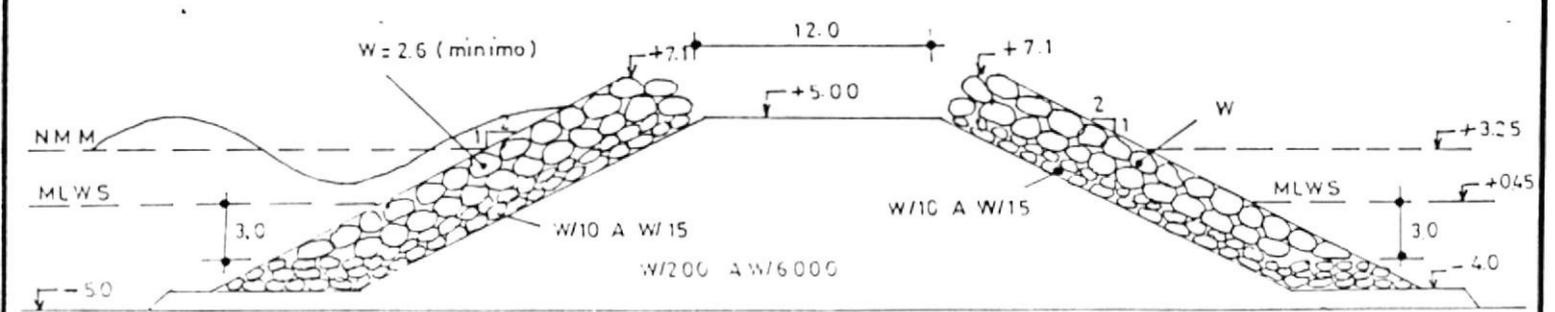
SECCION TIPICA DEL TRONCO (A - A')
 ESCALA _____ 1:250

GRAFICO N° 50. : SECCIONES DEL BRAZO Y TRONCO DEL ROMPEOLAS.



SECCION TIPICA DEL CODO (B-B')

ESCALA _____ 1:400



SECCION TIPICA DE LA CABEZA (D-D')

ESCALA _____ 1:400

GRAFICO N° 51. : SECCIONES DEL CODO Y DE LA CABEZA DEL ROMPEOLAS.



El brazo necesita de una protección consistente en rocas de 1.8 tons como mínimo en la coraza. La disposición de los elementos sigue la misma recomendación que para el codo del rompeolas. La sección típica se muestra en el gráfico N° 50.

La cabeza del rompeolas tendrá una pendiente de 1:2 a ambos lados, a fin de darle mayor estabilidad dado que es el sector del rompeolas más expuesto al oleaje por el fenómeno de difracción. El peso de las rocas de la coraza será de 2.6 tons como mínimo y la disposición será simétrica, aunque procurando seguir las recomendaciones del SPM para secciones de rompeolas expuestas a oleaje no rompiente. La sección típica se muestra en el gráfico N° 51

La técnica americana de construcción dispone que los pesos de roca de la coraza varíen entre $W/2$ y W , siendo W el peso mínimo de roca necesaria en la coraza en el sector mas expuesto al oleaje. Los elementos del filtro variaran en su peso entre $W/15$ y $W/10$ y el núcleo entre pesos de $W/6000$ y $W/200$ en zonas de oleaje no rompiente y entre $W/4000$ y $W/200$ en otras zonas. La disposición vertical de los elementos varia tambien con las condiciones de marea. Esta técnica es la utilizada en el SPM y en ella se basa el diseño del rompeolas propuesto.

4.4.5. Muelle de desembarco y servicio

Dado que fué determinada la necesidad de un solo atracadero para embarcaciones artesanales o industriales de mayor tonelaje, se construirá en el sitio una estructura de gravedad tipo caisson que sirva a tal propósito.

La justificación de este tipo de estructura se fundamenta en que la naturaleza rocosa del fondo sobre el que está asentado el tronco del rompeolas y el muelle hacen que no sea económicamente factible el uso de pilotes para este último. Estos pilotes, de usarse, deberían ser prebarrenados y con punta metálica. De manera que, sumados estos costos a los de transporte de los pilotes y máquinas de hincado, el costo total del pilotaje sería necesariamente muy alto.

Por esto, una estructura de gravedad sería la más adecuada a las necesidades de Chanduy. Las estructuras tipo caisson presentan las siguientes ventajas para las condiciones del puerto de Chanduy:

- Por ser una estructura masiva, su estabilidad está asegurada por su propio peso. El caisson descansa sobre el fondo y la seguridad de que no falle por deslizamiento o por volcamiento depende en última instancia de sus di

mensiones y del peso específico del material de llenado.

- El costo de construcción es comparativamente muy bajo con respecto a otras estructuras marinas, ya que en realidad se trata de un cajón con paredes de hormigón armado que se encuentra llenado con materiales de bajísimos costos y fácil obtención: en este caso se utilizará arena (peso específico drenado: 1924 Kg/m³; sumergido: 1042 Kg/m³).
- La construcción del caisson puede ser realizada en el lugar ya que no requiere de tecnologías complejas y puede usarse mano de obra local.

El muelle será construido de tal manera que la estructura descansa sobre el fondo a -3 m. de profundidad respecto a el MLWS y su cota superior con respecto a este mismo nivel será establecida de manera que se asegure la operación del muelle en todo tiempo y con independencia de la marea (altura máxima=2.8 m.), de las elevaciones máximas del nivel del mar (.45 m) y del oleaje normalmente incidente en el sitio que pudiera formar ondas estacionarias cerca del muelle (altura máxima=0.67 m).

El ancho del delantal estará determinado principalmente por el análisis de estabilidad que se realizará a fin de

evitar el deslizamiento y el volcamiento.

4.4.5.1. Análisis del deslizamiento.

El gráfico N° 52 muestra la disposición de la estructura en un corte transversal y las fuerzas por unidad de longitud actuantes sobre ella. A fin de realizar el análisis del deslizamiento se asume que:

- 1.- No hay acción de las olas rompientes (protegido por el rompeolas). La altura máxima de ola junto al muelle es de 0.4 m. pudiendo alcanzar 0.5 m. en el caso de las olas generadas por los buques (valor normalmente aceptado).
- 2.- Los vacíos del caisson están llenos con arena seca (1924 Kg/m³ como peso específico).
- 3.- El material sobre el que descansa directamente el caisson es una delgada capa de grava suprayacente al fondo rocoso (peso específico de la grava= 2645 Kg/m³). Se usará la grava por la necesidad de asegurar un fondo plano.

- ① Presión de tierra debida a sobrecarga
- ② " " " " al vellido drenado
- ③ " " " " al vellido saturado
- ④ fuerza de levantamiento distribuida
- ⑤ fuerza hidrostática distribuida
- FB fuerza de impacto del buque
- FS fuerza sismica (dirección crítica)
- W Peso propio del caisson
- B Resultante de la fuerza de levantamiento
- R Reacción del suelo
- FH Resultante de la fuerza hidrostática.

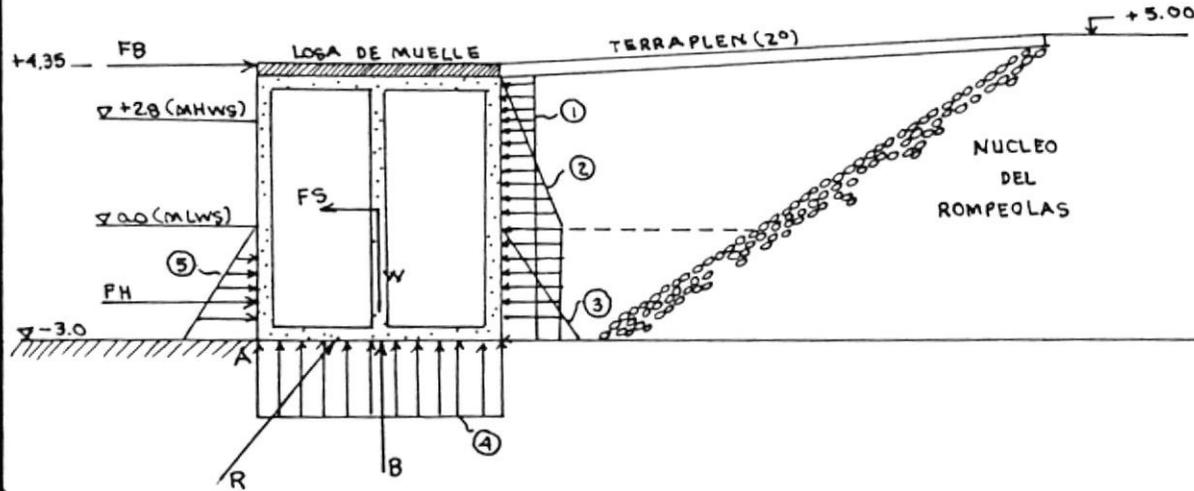


GRAFICO 52.- FUERZAS ACTUANTES SOBRE EL MUELLE
(FUERZA POR UNIDAD DE LONGITUD)

ESCALA 1:200



4.- El material usado para el relleno de la base del terraplén será arena de relleno (peso específico drenado = 1924 Kg/m³; sumergido = 1040 Kg/m³). Se construirán filtros laterales de grava a fin de evitar pérdidas de material.

5.- El terraplén y la losa del muelle son una capa de concreto de 35 cm. de espesor.

El ángulo de fricción interna del material de relleno se los asume igual a 30° (valor usual para este tipo de material). Los diagramas de las fuerzas distribuidas horizontales actuando sobre la estructura en sentido transversal son mostrados en el gráfico N° 53. El análisis se lo realizará para este sentido porque es el único en el que se podría esperar que ocurriese deslizamiento. La tabla N° 19 muestra los valores tabulados de fuerza total, brazo de momento y momento respecto al punto A (identificarlo en el gráfico N° 52) correspondientes a las fuerzas distribuidas horizontales.

En este análisis, se usará L_c para designar el ancho del muelle, cuya magnitud se busca determi

TABLA N° 19 .- Fuerzas totales y momentos debidos a fuerzas distribuidas horizontales.

N°	FUERZA	BRAZO DE MOMENTO	MOMENTO
1	$0.33(0.35)(7)$ $(2400)=1940$ 1.94 Tons	3.5 m	6.79 Ton-m
3	$\frac{0.33(1040)(3)^2}{2}$ 1.55 Tons	1.0 m	1.55 Ton-m
5	$\frac{1030(3)^2}{2}$ -4.64 Tons	1.0 m	-4.64 Ton-m
2	$0.33 \left[\frac{(1924)(4)^2}{2} \right]$ $+4(1924)(3)]$ 12.70 Tons	2.63 m	33.40 Ton-m
Suma	11.55 Tons		37.10 Ton-m



ANGULO DE FRICCION: $\phi = 30^\circ$

$$\tan^2\left(\frac{90-\phi}{2}\right) = 0.33$$

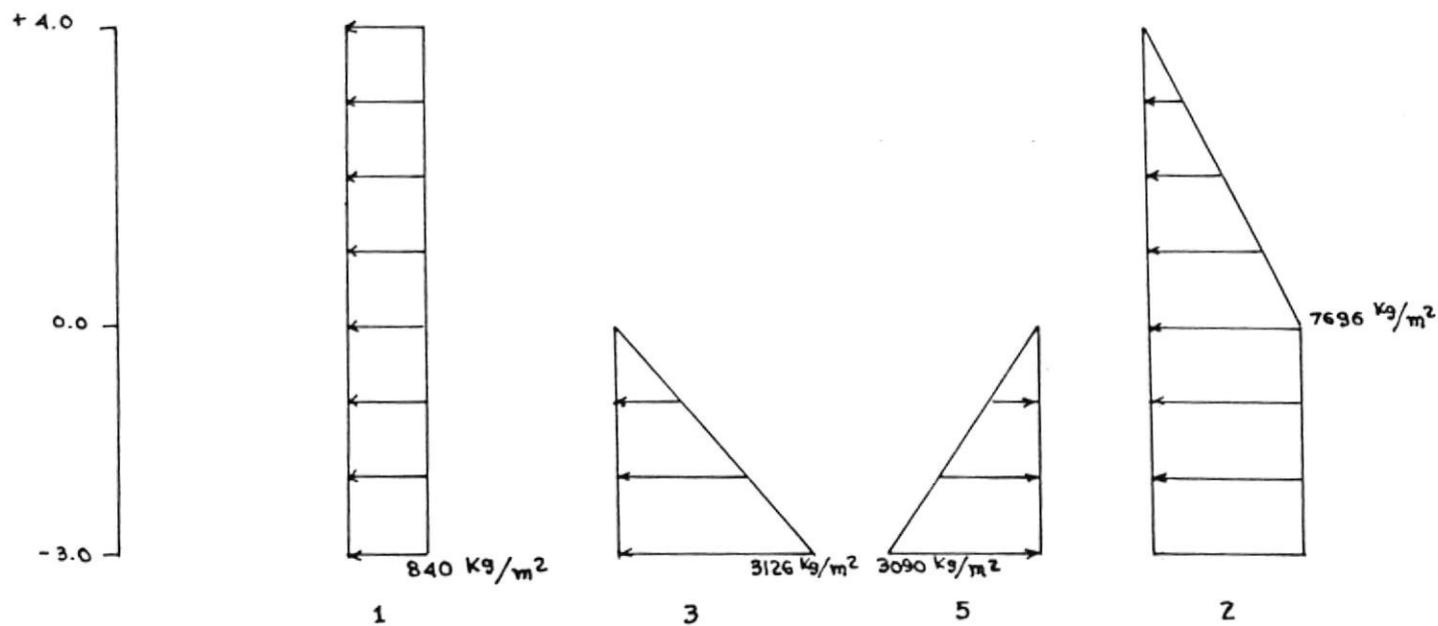


GRAFICO 53.- DIAGRAMAS DE FUERZAS DISTRIBUIDAS HORIZONTALES

NO A ESCALA



nar. Las otras fuerzas que actúan sobre la estructura son:

- PESO/UNIDAD DE LONGITUD (W)

Peso por unidad de ancho y por unidad de longitud de la estructura.

Concreto: 2400 Kg/m³ (25% del area)

Arena : 1924 Kg/m³ (75% del area)

$W = Lc (7.00) (0.25 \times 2400 + 0.75 \times 1924)$

$W = 14.301 Lc \text{ (Ton/m)}.$

- FUERZA DE LEVANTAMIENTO (B)

$w = \text{peso específico del agua} = 1030 \text{ Kg/m}^3$

$d = \text{profundidad bajo el MLWS} = 3.0 \text{ m}.$

$B = w d Lc = 3.09 Lc \text{ (Ton/m)}.$

- FUERZA HIDROSTATICA (FH)

$$FH = \frac{w d^2}{2} = 4.64 \text{ Ton/m}$$

Brazo de momento = $1/3 (3) = 1.0 \text{ m}.$ (respecto a A)

- FUERZA SISMICA (FS)



$$FS = \frac{a_{max} W}{G}$$

a_{max} = máxima aceleración esperada (suelo)

= 1.00 m/s² (para un riesgo del 10%)

G = 9.81 m/s²

W = peso por unidad de longitud

FS = 1.46 Lc (Ton/m)

- FUERZA DE IMPACTO DE LAS EMBARCACIONES (FB)

Las defensas que se utilizarán serán circulares de caucho y se admitirán buques de hasta a proximadamente 180 toneladas (buques pesqueros industriales que ocasionalmente se espera que usarán estas instalaciones. Ver capítulo 3.)

La energía desarrollada por un buque al atracar (E) es:

$$E = \frac{G V^2}{2 g}$$

G = desplazamiento del buque = 180 Ton.

g = aceleración de la gravedad

V = velocidad de atraque del buque = 0.5 m/s

E = 2.25 Ton-m

La energía absorbida por las defensas circulares

es de 1.13 Ton-m (50%). Para una defensa circular y para este nivel de absorción de energía, se tiene una fuerza de 15 toneladas por metro.

- FUERZA LATERAL DE VIENTO (FV)

La fuerza del viento actuando sobre una superficie vertical se determina de la siguiente forma:

$$PV = \frac{v^2}{16} \times C \quad (\text{Kg/m}^2)$$

v = velocidad del viento (m/s)

C = coeficiente eólico (para zonas expuestas es igual a 0.8 en superficies verticales lisas).

La fuerza de viento por unidad de longitud será calculada usando una velocidad máxima de 14 m/s, por tanto:

$$FV = \frac{0.8 (4.00) (14)^2}{1000 \cdot 16} = 0.039 \text{ Ton/m (Brazo de momento a 5 m. de A)}$$

- FUERZA POR OLAS INCIDENTES. (FO)

Dado que se ha mencionado que la máxima altu-

ra que podrán tener las olas junto al muelle, a fin de permitir la operación, es de 0.4 m.; se diseñaran disipadores de oleaje que puedan absorber la energía del oleaje generado por viento, cuya altura máxima es de 0.67 m. Sin embargo, se ha de considerar el oleaje producido por las embarcaciones, cuya altura máxima se considera de 0.5 m. La variación de la presión sobre el fondo será:

$$Dp = \rho g A_s$$

$$\rho = \text{densidad del agua} = 105 \text{ Kg-seg/m}^4$$

$$A_s = \text{amplitud de la onda} = 0.25 \text{ m.}$$

La fuerza por unidad de longitud que esta presión ejerce sobre la estructura es:

$$FO = (3.25)(.105 \times 9.81 \times 0.25) = .83 \text{ Ton/m.}$$

Brazo de momento a 1.5 m. del fondo.

Una vez que se han determinado las fuerzas que actúan sobre el muelle se realizará el análisis de estabilidad para la condición crítica de carga. Para establecer tal condición es útil describir las ecuaciones generales de Suma de fuerzas verticales y horizontales.

- Suma de fuerzas verticales:

$$B + R_v - W = 0$$

$$3.09 L_c + R_v - 14.301 L_c = 0$$

$$R_v = 11.211 L_c$$

R_v : componente vertical de la reacción en la base del caisson.

- Suma de fuerzas horizontales:

$$FE + FS - R_h - FH - FB - FV - FO = 0$$

$$16.19 + 1.46 L_c - R_h - 4.64 - 15 - .04 - .83$$

$$= 0 \quad (FE = 16.19 \text{ Ton. Ver tabla N}^\circ 18)$$

$$R_h = -4.32 + 1.46 L_c$$

FE = suma de empujes de tierra horizontales.

R_h : componente horizontal de la reacción en la base del caisson.

Las componentes de la reacción en la base del caisson han sido calculadas en este caso de manera idealizada, debido a que es prácticamente imposible que todas las fuerzas descritas concurren sobre la estructura en el mismo momento. De la simple inspección de la ecuación de suma de fuerzas horizontales se determina que la condición crítica de carga es aquella en que las direcciones de la fuerza de empuje (FE) y la fuerza sísmica coinciden y la única fuerza que se opone a la acción de estas es la reacción ho

horizontal en la base del caisson. Sin embargo, debe incluirse la fuerza hidrostática en el análisis debido a ser la única fuerza de carácter permanente que actúa sobre el borde externo del muelle.

ANÁLISIS DEL DESLIZAMIENTO, CONDICION DE CARGA CRITICA.

- Suma de fuerzas horizontales:

$$F_E - F_H - R_h + F_S = 0$$

$$R_h = F_E - F_H + F_S$$

$$R_h = 16.19 - 4.64 + 1.46 L_c$$

- Deslizamiento:

$$\text{Coeficiente de fricción: } U = 0.40$$

Fuerza horizontal necesaria para iniciar el deslizamiento: $F_{hcr} = U R_v$

$$\text{Condición de no deslizamiento: } F_{hcr} > R_h$$

$$U R_v > R_h$$

Si nos fijamos un factor de seguridad de 1.5 (apropiado para el caso de materiales bien conocidos), tenemos que:

$$U R_v > 1.5 R_h$$

$$0.40 (11.211) L_c > 1.5 (11.55 + 1.46 L_c)$$

$$4.4844 L_c > 17.325 + 2.19 L_c$$

$$L_c > 7.55 \text{ m.}$$

Del análisis del deslizamiento en la condición de carga crítica se puede llegar a la conclusión de que es necesario dar al muelle un ancho de por lo menos 7.5 m. a fin de asegurar un factor de protección de 1.5.

Sin embargo, es necesario verificar si este ancho es suficiente para resistir sin deslizamiento el empuje de la masa del relleno en el supuesto caso de que este, en presencia de un sismo, se deslizará sobre el núcleo del rompeolas (ver gráfico N° 52).

ANÁLISIS DEL DESLIZAMIENTO. CASO DE DESLIZAMIENTO DE LA MASA DE RELLENO SOBRE EL NÚCLEO.

En este caso se calculará un peso efectivo en el cual se considera que el conjunto estructura - relleno del terraplén actúan como un todo en presencia de un sismo, esto es, existe deslizamiento del relleno sobre el núcleo del rompeo

las.

Las fuerzas de empuje de tierra en este caso solo son fuerzas internas del cuerpo y no se consideran en el análisis de estabilidad. El peso efectivo del conjunto es:

$$W_e = W + W_r$$

W = peso de la estructura (por unidad de longitud)

W_r = peso del relleno por unidad de longitud

$$W_r = (A_r) 1,924 = 99.61 \text{ Ton/m}$$

$$W_e = 14.301 L_c + 99.61 \text{ (Ton/m)}$$

La fuerza sísmica para el conjunto será:

$$F_S = \frac{W_e a_{max}}{G} = 1.46 L_c + 10.15$$

- Suma de fuerzas verticales:

$$B + R_v - W = 0 \quad (\text{para la estructura})$$

$$R_v = W - B = 11.211 L_c \text{ (Ton/m)}$$

- Suma de fuerzas horizontales:

$$F_S - F_H - R_h = 0$$

$$R_h = F_S - F_H = 1.46 L_c + 10.15 - 4.64$$

$$R_h = 1.46 L_c + 5.51 \text{ (Ton/m)}$$

Si usamos $L_c=7.55$ m. y establecemos la condición de no deslizamiento con estos parámetros, tenemos:

$$U R_v > F_s R_h \quad F_s : \text{factor de seguridad.}$$

$$0.40 (11.211 L_c) > F_s (1.46 L_c + 5.51)$$

$$F_s = \frac{0.40 (11.211 \times 7.55)}{1.46 \times 7.55 + 5.51} = 2.04$$

El factor de seguridad encontrado para este caso satisface los requerimientos de diseño.

4.4.5.2. Análisis del volcamiento.

Dado que es preciso que la dimensión mínima del ancho del delantal del muelle sea 7.55 m. a fin de evitar deslizamiento, se procederá a realizar el análisis del volcamiento a fin de verificar si la estabilidad de la estructura requiere o no de un valor mayor a $L_c = 7.0$ m. para evitarlo.

Según las recomendaciones para el diseño, la ra

zón de la sumatoria de momentos producidos por fuerzas verticales a la sumatoria de momentos ocasionados por fuerzas horizontales debe ser igual o mayor a 1.5 (factor de seguridad), esto significa que:

$$\frac{M_v}{M_h} > 1.5$$

Las fuerzas actuantes que podrían ocasionar volcamiento son las fuerzas o empujes del terreno y las que se oponen al volcamiento son el peso de la estructura y la fuerza hidrostática. La fuerza sísmica se sumará a aquellas que podrían ocasionar volcamiento (dirección crítica del sismo) y la fuerza de impacto del buque va a sumarse a aquellas que evitarán el volcamiento por el sentido del momento que produce con respecto al punto A. Igual ocurre con las otras fuerzas consideradas en el análisis de deslizamiento. La condición crítica de carga será por tanto la misma.

$$\frac{M_v}{M_h} = 1.5$$

$$\frac{W \frac{L_c}{2} - R_v \frac{L_c}{3} - B \frac{L_c}{2}}{41.74 + FS \frac{L_c}{2} - 4.64x1} = 1.5 \text{ (ver gráfico 52)}$$

$$W = 14.301 \text{ Lc}$$

$$Rv = 11.211 \text{ Lc}$$

$$B = 3.09 \text{ Lc}$$

$$FS = 1.46 \text{ Lc}$$

41.74 = momentos debidos a fuerzas de empuje horizontal.



Una vez realizados los cálculos respectivos se obtiene que para evitar el volcamiento se necesita de un ancho de 8.48 m. como mínimo. Por tanto se dará al muelle un ancho de 8.5.

En el análisis de deslizamiento se encontró un mayor factor de seguridad para el caso de deslizamiento del relleno sobre el núcleo del rompeolas, esto significa que este caso es menos crítico que el de la acción del empuje de tierra combinada con la acción de un sismo, por esto no se realizará un análisis adicional para volcamiento.

El ancho efectivo que se muestra en el gráfico N° 54 se debe a la necesidad de destinar 0.5 m. de la estructura a actuar como dissipador de oleaje. Este propósito se logrará dejando hueco este sector de la estructura y disponiendo en la pared delantera de esta de agujeros de 1.0 m. de diametro cada 2.0 m., tal como lo muestra el gráfico N°

54.1.

Estos agujeros permitirán la circulación del agua al interior de el sector hueco de la estructura y de esta manera se evitará la reflexión del oleaje generado por viento de el sureste, que aunque ocurre en circunstancias excepcionales, como ya se mencionó, puede entorpecer la operación del muelle si se permitiera la reflexión sobre una pared plana y desprovista de disipadores de oleaje. Este método de disipación ha sido utilizado en obras marítimas en otros países, como lo indica el SPM.

Las defensas que se utilizarán serán del tipo circular de caucho (llantas). Estarán dispuestas sobre un entramado de madera de mangle que se fijará al borde externo del muelle por medio de pernos. De esta manera se permitirá el atraque de las embarcaciones en toda condición de mareas y de tal manera que el muelle quede protegido de los impactos de los buques y al mismo tiempo se proteja de daños el casco de los mismos.

Es necesario puntualizar que la propuesta del muelle de desembarco y servicio está presentada solo a nivel de pre diseño. El gráfico N° 54 presenta la disposición final de la estructura, sus dimensiones y sus diversos elementos.

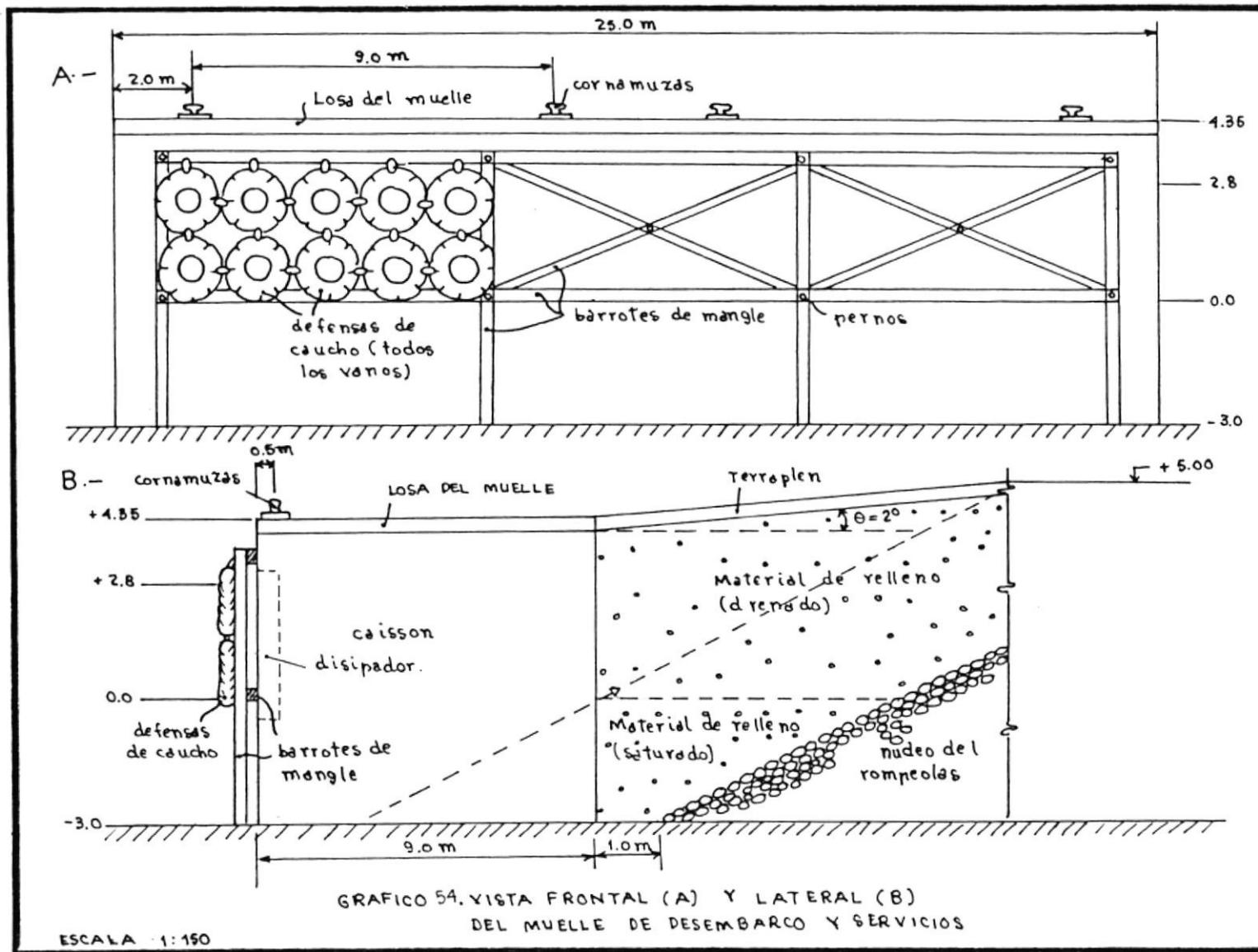
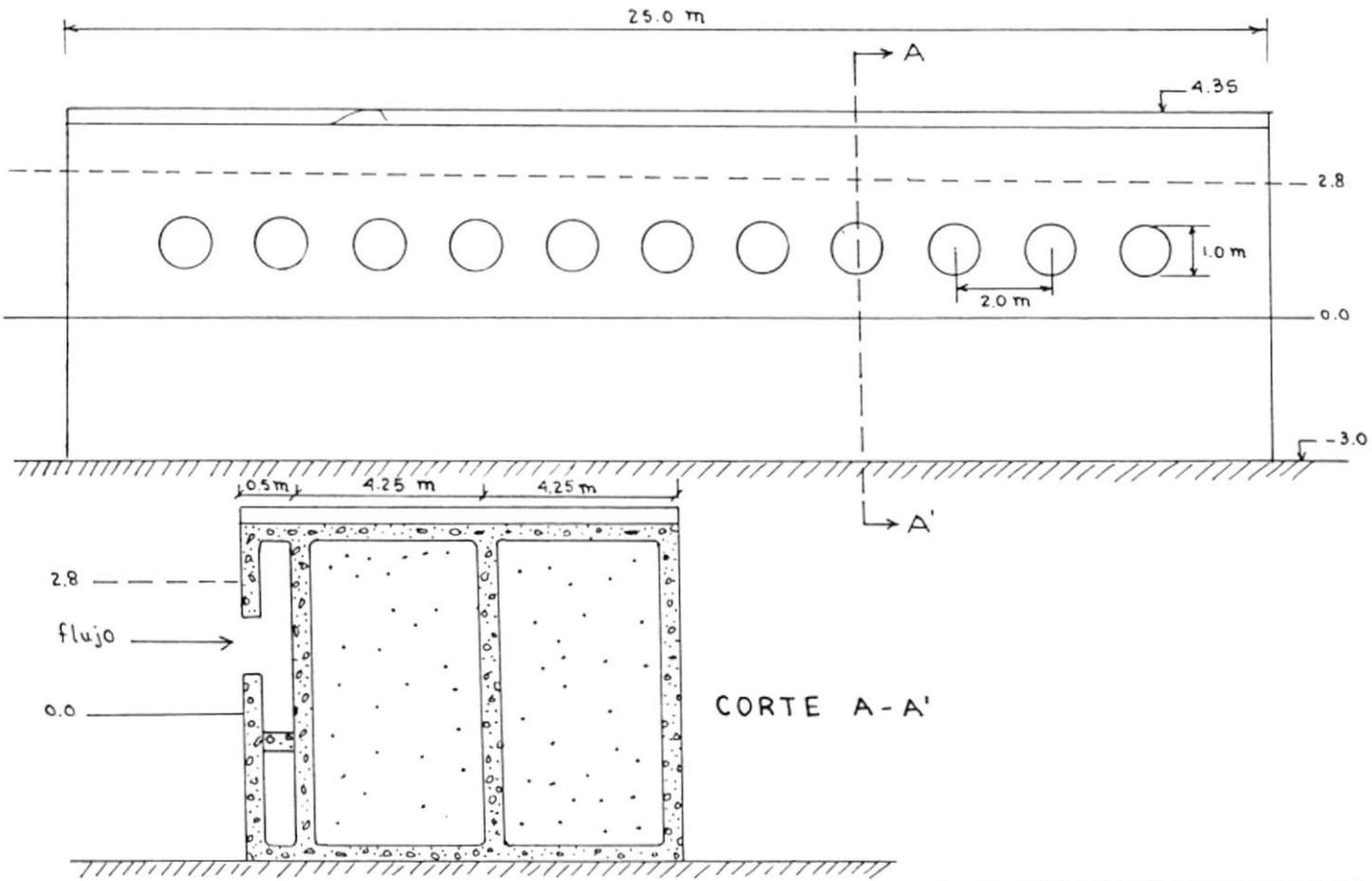


GRAFICO 54.1. Ubicación de disipadores de oleaje.
ESCALA 1:150





4.4.6. Muelle para embarcaciones menores

El muelle destinado al uso de las numerosas lanchas y pangas de eslora menor a 8 m. que operan en Chanduy debe permitir una gran movilidad a los pescadores durante la descarga manual de la pesca.

Dada esta condición, se diseñara una estructura de gravedad tipo caisson, cuyo borde superior, inclinado con respecto a la horizontal, permitirá construir sobre el una serie de escalones de 65 cm. de ancho por 27 cm. de alto en concreto. Las dimensiones en planta de este muelle serán de 12 m. de largo por 5 m. de ancho para permitir el atraque de las embarcaciones a ambos lados del muelle y sin que la operación simultánea de descarga se entorpezca por falta de espacio.

La estructura estará unida al núcleo del rompeolas por material de relleno de la misma clase que el usado para el muelle de desembarco y servicio y comunicará con el camino sobre la corona del rompeolas a través de un terraplen de 5 m. de ancho construido con losetas de concreto de 35 cm. de espesor.

El material de relleno del caisson será grava secá. El gráfico N° 55 nos muestra un corte transversal del muelle y de las fuerzas por unidad de longitud que actuarán so-

- ① Presión de tierra debida a sobrecarga
- ② " " " " al relleno drenado
- ③ " " " " al relleno saturado
- ④ fuerza de levantamiento distribuida
- ⑤ fuerza hidrostática distribuida
- FS fuerza sísmica
- w Peso propio del caisson
- B Resultante de la fuerza de levantamiento
- R Reacción del suelo
- FH Resultante de la fuerza hidrostática

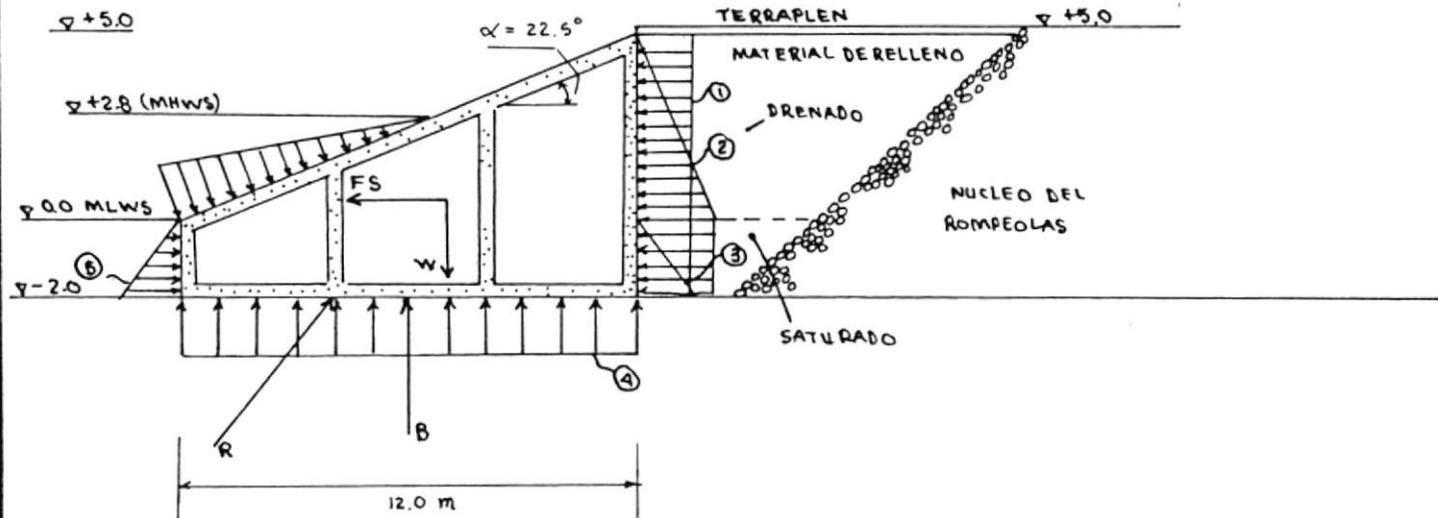


GRAFICO 55.- FUERZAS ACTUANTES SOBRE EL MUELLE PARA EMBARCACIONES MENORES (FUERZA POR UNIDAD DE LONGITUD)

ESCALA 1:200

bre el. Los análisis de deslizamiento y volcamiento se realizaran a continuación:

4.4.6.1. Análisis del deslizamiento.

En este análisis se utilizarán las mismas fuerzas por unidad de longitud que intervinieron en la condición de carga crítica del análisis para el muelle de desembarco y servicio. Esto es:

- Suma de fuerzas verticales:

$$R_v = W - B$$

- Suma de fuerzas horizontales:

$$R_h = F_E - F_H + F_S$$

- PESO/UNIDAD DE LONGITUD (W)

Peso por unidad de ancho y por unidad de longitud de la estructura.

Concreto : 2400 Kg/m³ (25% del area)

Grava : 2645 Kg/m³ (75% del area)

$$W = 12.00 (4.50) (0.25 \times 2400 + 0.75 \times 2645)$$

$$W = 139.5 \text{ Ton/m.}$$

-- FUERZA DE LEVANTAMIENTO (B)

$$B = 1030 \times 2 \times 12 = 24.72 \text{ Ton/m}$$

- FUERZA HIDROSTATICA (FH)

$$FH = \frac{1030 (2)^2}{2} = 2.06 \text{ Ton/m}$$

- FUERZA SISMICA (FS)

$$FS = \frac{139.5 (1.00)}{9.81} = 14.22 \text{ Ton/m}$$

- SUMA DE EMPUJES DE TIERRA HORIZONTALES (FE)

Realizando los análisis pertinentes, de igual forma a la mostrada en el gráfico 53; obtenemos que:

$$FE = .33 \times .35 \times 7 \times 2400 + \frac{.33 \times 1042 \times 2^2}{2} + \frac{.33 \times 1924 \times 5^2}{2} + 5 \times 1924 \times 2$$

$$FE = 16.916 \text{ Ton/m}$$

- Deslizamiento:

Coefficiente de fricción: $U = 0.40$

Fuerza horizontal necesaria para iniciar el

deslizamiento: $F_{hcr} = U Rv$

Condición de no deslizamiento: $F_{hr} > R_h$

$$U R_v > R_h$$

Si introducimos el concepto de factor de seguridad tenemos que:

$$U R_v = F.S. R_h$$

$$0.4(W - B) = F.S. (F_E - F_H + F_S)$$

$$0.4(139.5 - 24.72) = F.S. (16.916 - 2.06 + 14.22)$$

$$F. S. = 1.6$$

4.4.6.2. Análisis del volcamiento.

El centro de gravedad de la estructura se encuentra en $X = 7.11$, $Y = 2.48$; si tomamos como centro de coordenadas X-Y el punto señalado como A en el gráfico N° 55.

La condición no-volcamiento establece que:

$$\frac{M_v}{M_h} > 1.5$$

$$\frac{Wx7.11 - Rvx4 - Bx7.11}{42.68 + FSx2.48 - 2.06} > 1.5$$

42.68 = momento debido a fuerzas de empuje h_o

rizontales.

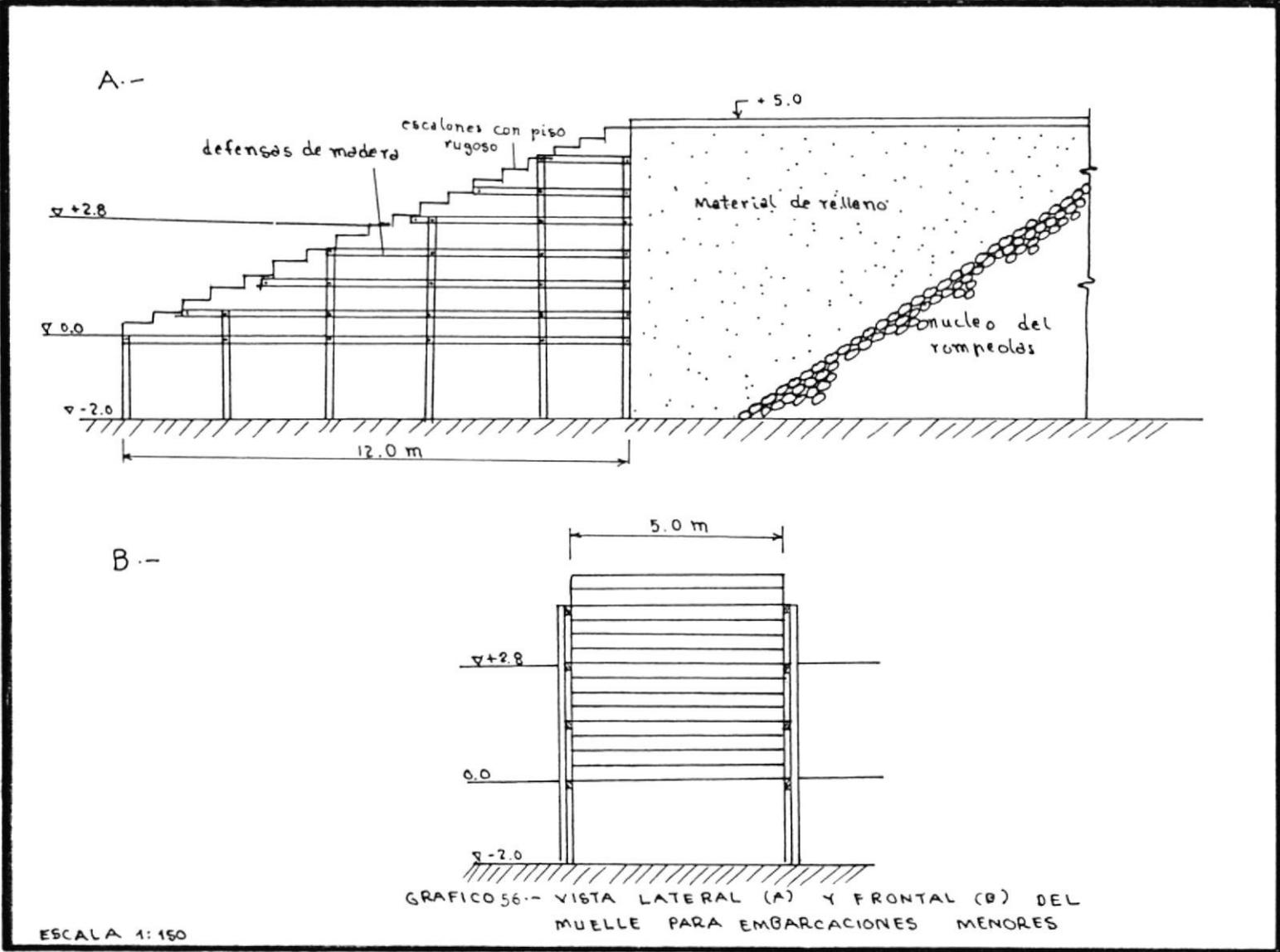
$$\frac{139.5 \times 7.11 - 114.78 \times 4 - 24.72 \times 7.11}{42.68 + 14.22 \times 2.48 - 2.06} > 1.5$$

$$\frac{356.97}{75.88} = 4.7$$

Los factores de seguridad encontrados para deslizamiento y volcamiento son de 1.6 y 4.7 respectivamente. En este caso la grava, por ser un material mas pesado que la arena, asegura una estabilidad contra el deslizamiento y contra el volcamiento. Aunque el factor de seguridad de 1.6 contra el deslizamiento es menor que el del muelle de desembarco y servicio (F.S.=2.00), tambien la importancia de la estructura es menor.

A fin de proteger las embarcaciones del impacto contra los bordes longitudinales del muelle se proveerá a estos de un sistema de protección con defensas de madera fijadas a los escalones del muelle mediante agarraderas.

El gráfico N° 56 presenta la disposición final de la estructura del muelle para embarcaciones menores.



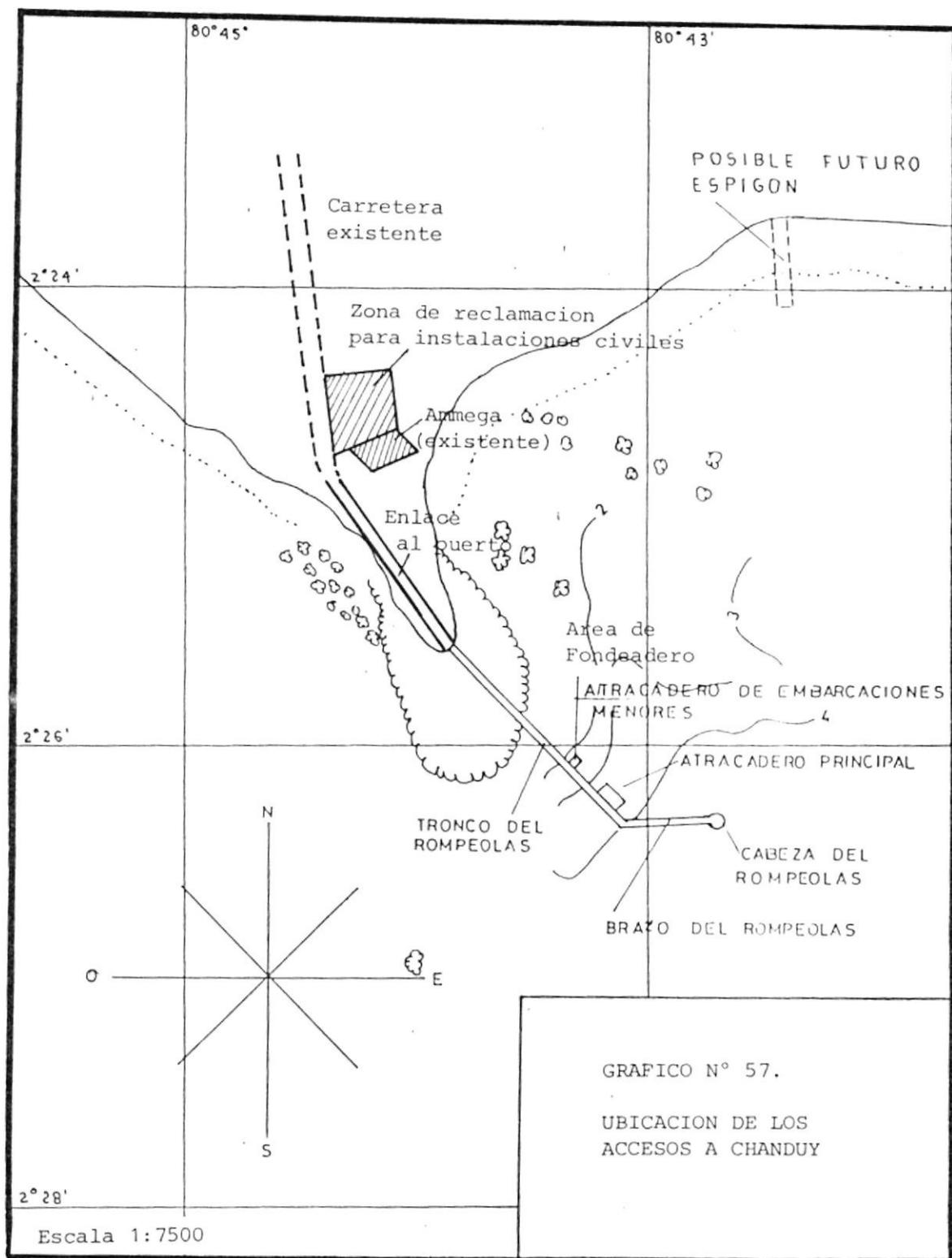
4.4.7. Obras civiles de servicio.

En realidad, el camino sobre la corona del rompeolas es tá diseñado a fin de conectar directamente con el malecón del puerto pesquero, que es una via asfaltada que corre a lo largo de aproximadamente 500 m. al borde de la playa y a través de la cual llegan actualmente los transportes de los comerciantes hasta la misma playa pa ra cargar el pescado capturado por las embarcaciones ar tesanales. Una vista general del acceso desde tierra a la corona del rompeolas se muestra en el gráfico N° 57.

En dichos transportes, el pescado es mezclado con hielo picado a fin de asegurar su conservación en el corto re corrido (máximo de 2 horas) que separa al puerto pesque ro de Guayaquil, en donde se realiza la comercializa -
ción.

El proceso de comercialización se mejoraría, abriendo a la pesca artesanal nuevos mercados en sitios mas distan tes a Guayaquil si el pescado fuese pesado, desviscera-
do y lavado para luego ser conservado en hielo durante su transportación hasta los sitios de venta. Para ello se requiere de instalaciones adecuadas.

Desde el malecón del puerto pesquero de Chanduy, dos ca



lles laterales comunican con el carretero que une a la población de Chanduy con la vía Guayaquil-Santa Elena. En los puntos en donde se unen dichas calles laterales con esta vía existe el espacio suficiente para situar en él las instalaciones civiles de servicio, las cuales requeriran entre 1800 y 2000 m² de area de operación.

Dichas obras deberán contar con las siguientes facilidades:

- Parqueadero para los transportes que llevarán el pescado desde los muelles hasta el sitio.
- Sistema de distribución de agua y accesorios. El uso del agua para el lavado del pescado es continuo en este tipo de procesos y el requerimiento del liquido es en grandes volúmenes.
- Cisterna, de gran capacidad (7500 galones).
- Sistema de aguas servidas y lecho de filtración.
- Sistemas eléctricos de alumbrado y comunicación.
- Cámaras frigoríficas con facilidad de enfriamiento de -20 °C como mínimo.



- Planta para la producción de hielo

- Galpones para el almacenamiento de equipos, herramientas y materiales (850 m2 de area).

- Edificios para administración (dos plantas, 190 m2 de construcción en total).

Dado que no existe un estudio precedente con el fin de construir y poner en funcionamiento este tipo de sistemas en Chanduy, es necesario puntualizar que en todo caso las instalaciones marítimas (rompeolas y muelles) aseguran una mayor producción en cuanto a la pesca artesanal se refiere. De manera que de mantenerse el sistema actual de transporte directo de la pesca desde Chanduy a Guayaquil (sin procesamiento previo), es recomendable situar en el area una planta para la producción de hielo que permita la conservación del pescado a bajos costos durante el transporte.

4.5. ASPECTOS GENERALES DE OPERACION DEL PUERTO.

La disposición de las obras portuarias de abrigo aseguran las condiciones necesarias para las embarcaciones pesqueras en cuanto que permiten que estas se hagan a la mar o que ingresen al puerto en cualquier circunstancia oceanográfica o meteorológica.

Los buques pesqueros artesanales de mayor tonelaje o los buques pesqueros industriales que necesiten usar el puerto ocasionalmente (ver capítulo N° 3), descargarán la pesca en el muelle de desembarco y servicios por medio de dos grúas ligeras móviles ubicadas en el delantal del muelle. Los transportes que trasladarán la pesca hasta las instalaciones civiles para su procesamiento o para el enhielado pueden ingresar directamente a través del camino sobre el rompeolas hasta el delantal del muelle usando antes el terraplén, con el fin de ser cargados con la pesca. El área del terraplén del muelle (14.5x20 m²) asegurará el espacio suficiente para que los transportes maniobren, giren y retornen por el mismo camino del rompeolas hasta el malecón y por este hasta las instalaciones civiles de servicio.

Una vez en estas instalaciones, el pescado será primero clasificado por especie y luego será pesado antes de entrar a dos líneas de desvicerado y lavado que dejarán al pescado listo para ser enhielado en cajas para su comercialización después de tras

ladarlo desde la vía que conecta Chanduy con el carretero Guayaquil-Santa Elena y desde allí a los diversos sitios de venta.

Este proceso requiere del uso de grandes cantidades de agua tanto para el lavado como para la producción de hielo y de un sistema de aguas servidas y filtración que permita una eficaz liberación de desechos del desvicerado. Se recomienda la adquisición de una pequeña planta de tratamiento.

Los buques no realizarán ningún tipo de descarga de residuos de desechos de pesca en la zona del puerto pesquero. La dirección predominante de las corrientes y el carácter de bahía artificial que adquirirá el lugar harán que tanto la zona del puerto como las de las playas del sitio sean contaminadas. El lavado de los buques y la descarga de los desechos deberá realizarse en mar abierto antes de comenzar la siguiente faena de pesca o inmediatamente después de la descarga.

El pescado que no sea destinado a la comercialización inmediata será mantenido en el frigorífico a una temperatura mínima de 20 °C.

La disposición de los elementos de este sistema, presentado a nivel de propuesta, es presentado en el gráfico N° 58. Una vista en planta real del centro de procesamiento se muestra en el gráfico N° 59.

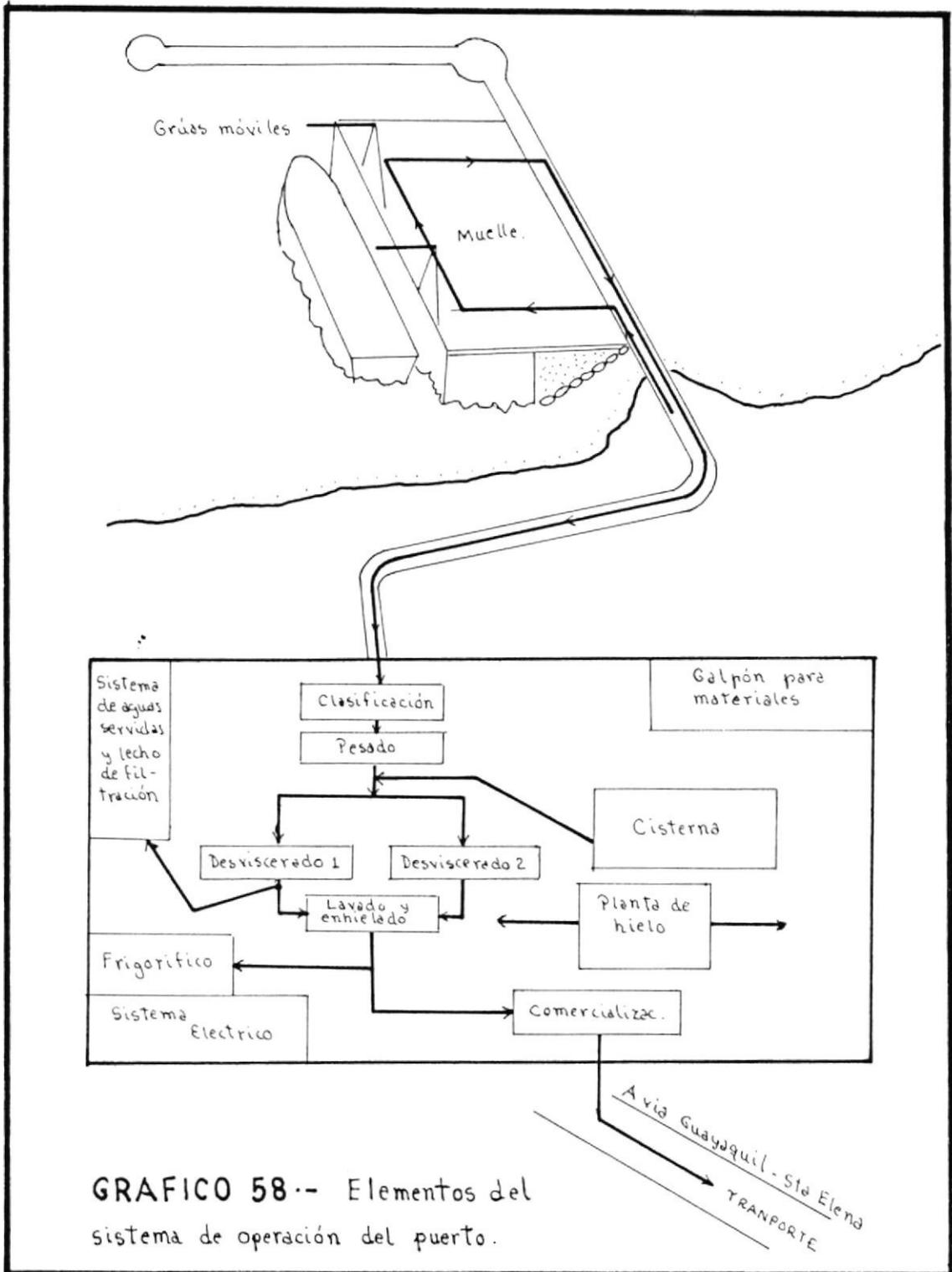
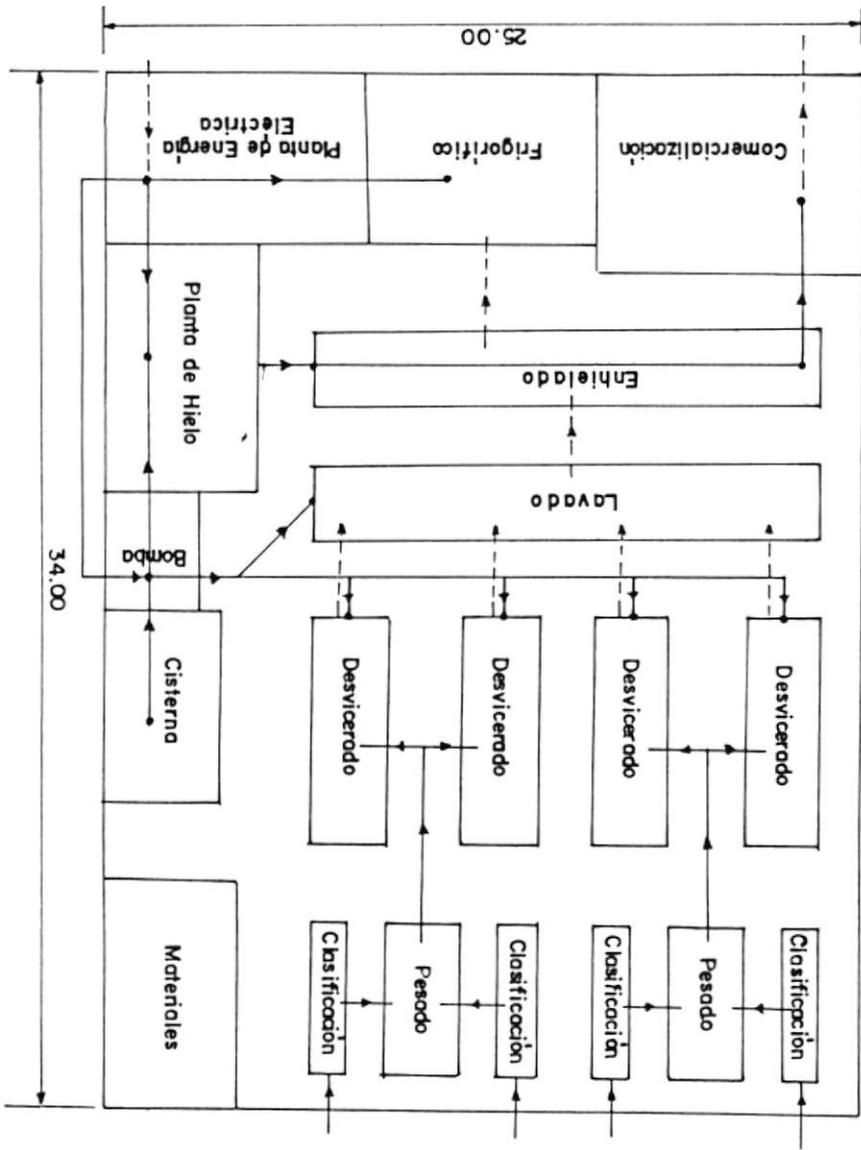


GRAFICO 58.- Elementos del sistema de operación del puerto.

GRÁFICO Nº 59 : PLANTA DE PROCESAMIENTO DE PESCADO Escala 1 : 250



4.6. ANALISIS DE COSTOS.

Los costos que se presentan a continuación se refieren a los rubros de construcción mas importantes y están referidos al mes de Febrero de 1991. Todos los costos están dados en sucres.

a.- Rompeolas.

Sector	Capa	Volumen (m3)	Peso (Kg)	Costo por m3	Costo Capa
Tronco	Coraza	14196	2100	5110	72'541.560
	Filtro	5857	210	3690	21'612.330
	Nucleo	33735	0.525-10.5	3410	<u>115'036.350</u>
				† Total	S/. 209'190.240
Codo	Coraza	2464	2600	5110	12'591.040
	Filtro	1365	170-260	3690	5'036.850
	Nucleo	8350	0.43-13.	3410	<u>28'473.500</u>
				Total	S/. 46'101.390
Brazo	Coraza	6191	900-1800	1790	11'081.890
	Filtro	3637	120-180	3690	13'420.530
	Nucleo	16775	0.3-9.	3410	<u>57'202.750</u>
					S/. 81'705.170

Cabeza	Coraza	2200	2600	5110	11'081.890
	Filtro	1426	170--260	3690	5'261.940
	Nucleo	13345	0.43-13.	3410	<u>45'506.450</u>
					S/. 62'010.390

TOTAL GENERAL S/.399'007.190

b.- Muelle de desembarco y servicios.

Precios para rubros puestos en obra:

Rubro	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
- Hormigón Caisson.	m3	54500	499	27'195.500
- Relleno del Caisson.	m3	3660	1059	3'875.940
- Relleno del Terraplén.	m3	3660	1295	4'739.700
- Hormigón losa del muelle.	m3	54500	79	4'305.500
- Hormigón losa del terraplén.	m3	54500	114	6'213.000
- Grava de base.	m3	4900	79	387.100
- Barrotes de mangle.	barrote	21000	17	357.000
- Bitas de amarre	bita	700000	4	2'800.000

- Llantas de	llanta	20000	30	600.000
defensa.				<hr/>

TOTAL GENERAL S/. 50'473.740

c.- Muelle para embarcaciones menores.

Precios para rubros puestos en obra:

Rubro	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
- Hormigón Caisson.	m3	54500	98	5'341.000
- Relleno del Caisson.	m3	6800	172	1'169.000
- Relleno del terraplén.	m3	3660	219	801.540
- Listones de madera.	m1	2300	152	349.600
- Hormigón escalones.	m3	54500	8.5	<u>463.250</u>
TOTAL GENERAL S/.				8'124.990

d.- Instalaciones civiles de servicio.

Precios para rubros puestos en obra:

Rubro	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
- Edificios	m2	189000	190	35'910.000

- Galpones.	m2	121000	850	102'850.000
- Sistema de distri <u>bu</u> ción de agua y accesorios.	Global		Global	820.000
- Cisterna.	m3	184000	30	5'520.000
- Sistema eléctrico de alumbrado y <u>co</u> municación.	Global		Global	8'534.610
- Sistema de aguas servidas y lecho de filtración.	Global		Global	740.000
- Cámara frigorífi- ca con capacidad de -20 °C y pro- ducción de hielo.	Global		Global	61'845.000
TOTAL GENERAL				S/.216'219.610

TOTAL OBRAS: a + b + c + d = 673'825.530 sucres.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El número total de días por año en que un puerto pesquero puede operar depende de las condiciones oceanográficas (oleaje, corrientes y mareas), climatológicas (vientos, lluvia y neblina) y pesqueras (a - bastecimiento de combustible, mantenimiento y servicio a las embarcaciones). Por la naturaleza del lugar, en Chanduy no intervienen la lluvia y la neblina como factores limitantes. Se ha demostrado que el oleaje y los vientos son factores limitantes de importancia, en tanto que las corrientes y mareas tienen importancia secundaria en impedir la normal operación de las embarcaciones pesqueras. Es necesario evitar los efectos de estos factores y a ello se refieren las siguientes conclusiones:

- 1.- La ubicación óptima para la construcción de instalaciones portuarias en la zona de Chanduy es la plataforma rocosa que aflora en la punta Chanduy junto al puerto pesquero debido a que en esa zona las líneas batimétricas son mas cercanas entre ellas, alcanzándose mayores profundidades a menores distancias de la costa que en los otros puntos del area, y a que la formación rocosa es una óptima base firme para la construcción de muelles y rompeo -

las y además evita la necesidad de obras de pilotaje.

- 2.- La construcción de obras de abrigo en Chanduy se justifica plenamente debido a que el número de días por año que las embarcaciones pesqueras no pueden operar debido a malas condiciones oceanográficas y climatológicas reduce considerablemente la capacidad de pesca de las mismas. Sin embargo, por facilidad de explotación en canteras, los elementos constitutivos de un rompeolas no deberán exceder de 3 toneladas en peso (roca).
- 3.- La altura de la ola de diseño se ha fijado en 2.5 m. y no se admite rebase. El daño aceptado para el rompeolas varia entre 0% y 10% y el periodo de retorno de la ola de diseño es de 10 años, lo cual asegura una reposición por daño en periodos de tiempo que no resultan onerosos para el puerto.
- 4.- La acumulación de sedimentos en la ensenada no será significativa debido a que las descargas del río Zapotal se ven disminuidas por la presencia de la presa del Azúcar. Se procura disminuir los efectos de la presencia del rompeolas sobre la circulación de sedimentos llevados por las corrientes litorales siguiendo en lo posible la dirección de la plataforma rocosa para el tronco y el de las corrientes litorales para el brazo del rompeolas. Se prevee la construcción de un espigón retenedor de sedimentos para el caso en que se produzca acumulación del mismo en las playas adyacentes.

- 5.- El caisson es la estructura básica para la construcción de muelles debido a que los materiales para su construcción son de fácil adquisición en el lugar. Descansan además sobre una base firme, lo cual evita el uso de cimentaciones profundas. La condición crítica de diseño es aquella en la que la fuerza sísmica actúa sobre el muelle en la misma dirección que las fuerzas de empuje de tierra.
- 6.- Se ha demostrado técnica y económicamente que en Chanduy se requiere y se puede construir un puerto pesquero artesanal a un costo moderado pero con grandes beneficios sociales.

Se recomienda:

- 1.- La realización de un estudio de mercado que permita conocer con exactitud la ubicación de rutas de transporte de pesca que optimizen los ingresos por venta.
- 2.- Un estudio geológico muy detallado de la zona que permita la localización de sitios donde la explotación de rocas de características adecuadas de rugosidad, volumen y peso pueda ser realizado a bajos costos y en cantidad suficiente.
- 3.- El puerto, en caso de decidirse su construcción, requerirá de la instalación de una planta de tratamiento de aguas que asegure la reposición del agua utilizada en el desvicerado y lavado del pescado en condiciones aceptables de captación para las aguas del



BIBLIOTECA

mar. Igualmente deberá considerarse la adecuada provisión de agua potable necesaria para la operación de la planta de tratamiento.

- 4.- Finalmente, el diseño y construcción de las obras civiles de servicio propuestas para la planta del tratamiento del pescado, por la naturaleza de este tipo de estructuras, escapa también del alcance de esta tesis. Se recomienda el estudio pertinente.



BIBLIOGRAFIA

1. ALLAUCA, S. "Estudio del oleaje en la zona de Valdivia", tesis de grado ESPOL, 1986, 137-139p.
2. ANSALDO, A. "Nombres científicos, vulgares y en inglés de los peces predominantes en aguas ecuatorianas, con su tipo y zona de explotación", Instituto Nacional de Pesca (INP), artículo inédito.
3. ARMADA DE LOS USA. "Atlas climático del mundo".
4. BENITEZ, S. "Morfología y sedimentos del golfo de Guayaquil", tesis de grado ESPOL, 1975.
5. CERESIS (Centro Regional de Sismología para América del Sur). "Catálogo de terremotos para Sudamérica, proyecto SISRA", 1982.
6. BRUUN, P. "Port Engineering", Gulf Publishing Company, Houston, Texas, 1973, 49-60p, 364-370p.
7. CERVAñTES, E. "Diseño preliminar de un puerto pesquero artesanal en Puerto López", tesis de grado ESPOL, 1982, 49-60p.
8. INSTITUTO GEOLOGICO MILITAR (IGM). "Atlas geográfico de la república del Ecuador", 1980.
9. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA (INAMHI). "Anuario meteorológico", ediciones de 1976 a 1983, localidades de Playas y Salinas.
10. INSTITUTO OCEANOGRAFICO DE LA ARMADA (INOCAR). "Acta Oceanográfica del Pacífico, volumen 4 No 1.", 1-33p, 171-189p.
11. INOCAR. "Acta Oceanográfica del Pacífico, volumen 2 No 1.", 1-11p 53-84p.

12. INOCAR. "Manual de prácticas de Oceanografía Física", 1976, 109-121p.
13. JARA, W. "Site selection and conceptual design for an LNG terminal in the gulf of Guayaquil, Ecuador", tesis de grado de la Universidad de Miami, 1980, 39-73p.
14. LARA, TOLA Y SERRANO (LATSE), INGENIEROS CONSULTORES. "Estudio de riesgo sísmico para la central hidroeléctrica de la presa Daulé - Peripa".
15. LE MEHAUTE, B. "Master Planning for the optimum harbor", Marine Technological Society, Volumen XI, 1978, 4-8 p.
16. MOPU (Dirección general de puertos y señales marítimas, España). "Ingeniería de Costas", 415-484p.
17. SALVAT EDITORES. "Gran enciclopedia EL MAR", tomos 1-10.
18. SANCHEZ, E. "Transporte litoral en General Villamil (Playas)", tesis de grado ESPOL, 1978.
19. U.S. ARMY, COASTAL ENGINEERING RESEARCH CENTER. "Shore Protection manual, volumen I", 1977, capítulo II, 79-109p.
20. U.S. ARMY, COASTAL ENGINEERING RESEARCH CENTER. "Shore Protection manual, volumen II", 1977, capítulo 7, 178-192p, 202-213p, 15-37p capítulo 8, 96-106p.