

387.152
P227

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA MARITIMA Y CIENCIAS DEL MAR

"DISEÑO DE UN TERMINAL PROTOTIPO PARA TRANSPORTE FLUVIAL DE
PASAJEROS EN GUAYAQUIL"

Tesis de Grado

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO DE COSTAS Y OBRAS PORTUARIAS

Presentada por:

GALO D. PAREDES TORRES

Guayaquil - Ecuador

1985



AGRADECIMIENTO

A un "Maestro". Mi Director de Tesis
Ing. Ottón Lara Montiel, por su ayuda
y colaboración en la realización de este
proyecto.

Mi gratitud a los profesores:

Ing. Enrique Sánchez C., Coordinador
del área de Costas y Obras Portuarias.

Ing. Washington Martínez, del área de Trans
porte Marítimo.

Ing. José Chang Gómez, del área de Oceanogra
fía.

A mis Compañeros:

Roberto Palacios Dueñas

Zoila Valencia Pérez

Silvia Allauca Mendoza

por la colaboración brindada en lo que se re-
fiere a información técnica, críticas cons-
tructivas y sugerencias hacia esta Tesis.

A la Srta. Claudina Barcos, cuya paciencia
para mecanografiar el manuscrito aprecio
considerablemente.

A mi buen Amigo, Arq. Patricio Quiroga A.,
por su ayuda en el diseño arquitectónico,
elaboración de planos y de láminas.

A todas las personas que de una u otra forma
me ayudaron en la elaboración de esta Tesis.

"Mi imperecedera reciprocidad".

DEDICATORIA



A mis Padres

Pr. Gilberto Paredes Moreno

Sra. Teresa Torres de Paredes

A mis Hermanos

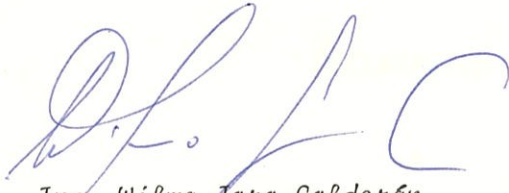
Miguel, Jaime, Lorena, Manuel,

Soraya y Mónica

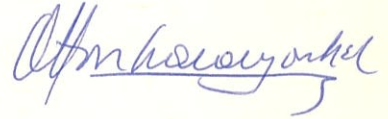
A mi Esposa Patricia

A mis Hijos Daniel y Fabricio

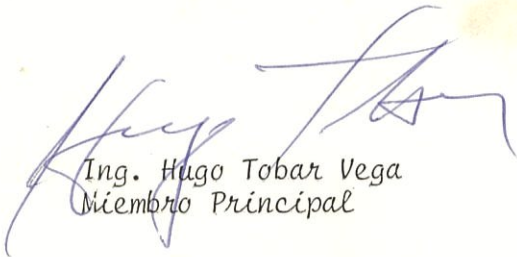
*"Y les doy gracias por su pa-
ciencia, estímulo y comprensión".*



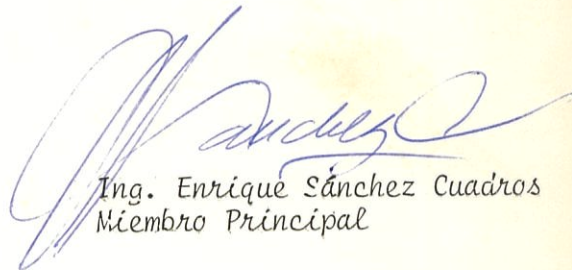
Ing. Wilmo Jara Calderón
Presidente del Tribunal



Ing. Ottón Lara Montiel
Director de Tesis



Ing. Hugo Tobar Vega
Miembro Principal

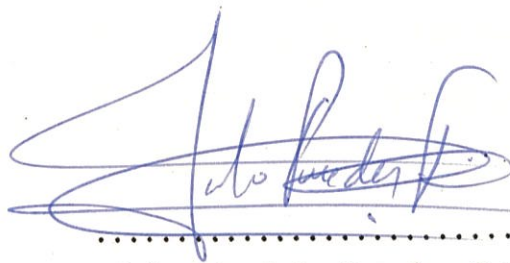


Ing. Enrique Sánchez Cuadros
Miembro Principal

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).



Galo Dionicio Paredes Torres

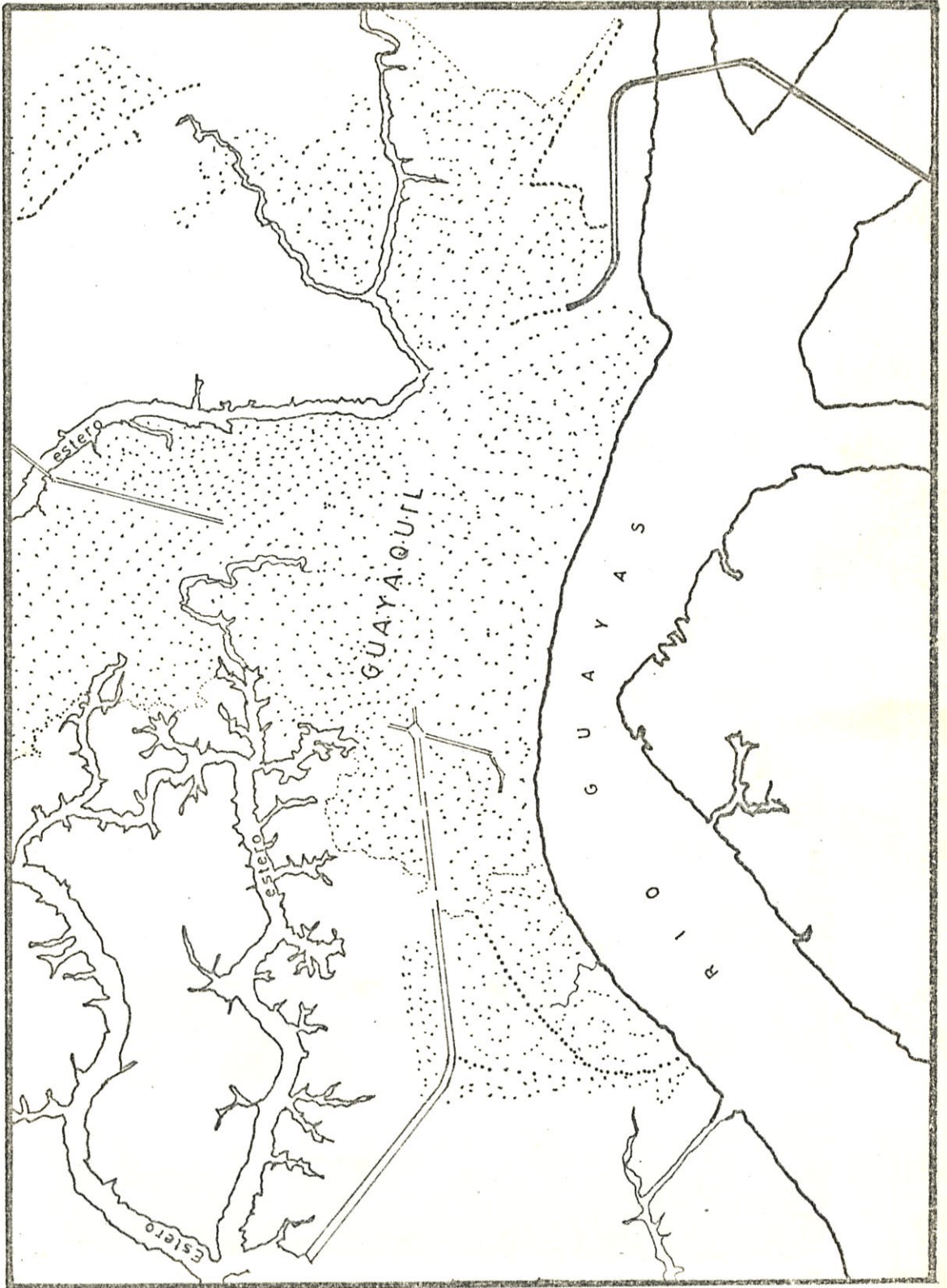
RESUMEN

La presente tesis se refiere al diseño de una obra fluvial, y trata de plantear un procedimiento para el desarrollo de proyectos futuros, en cuanto a la construcción de muelles a lo largo de la ribera del Río Guayas, se refiere. (Ver plano N° 1).

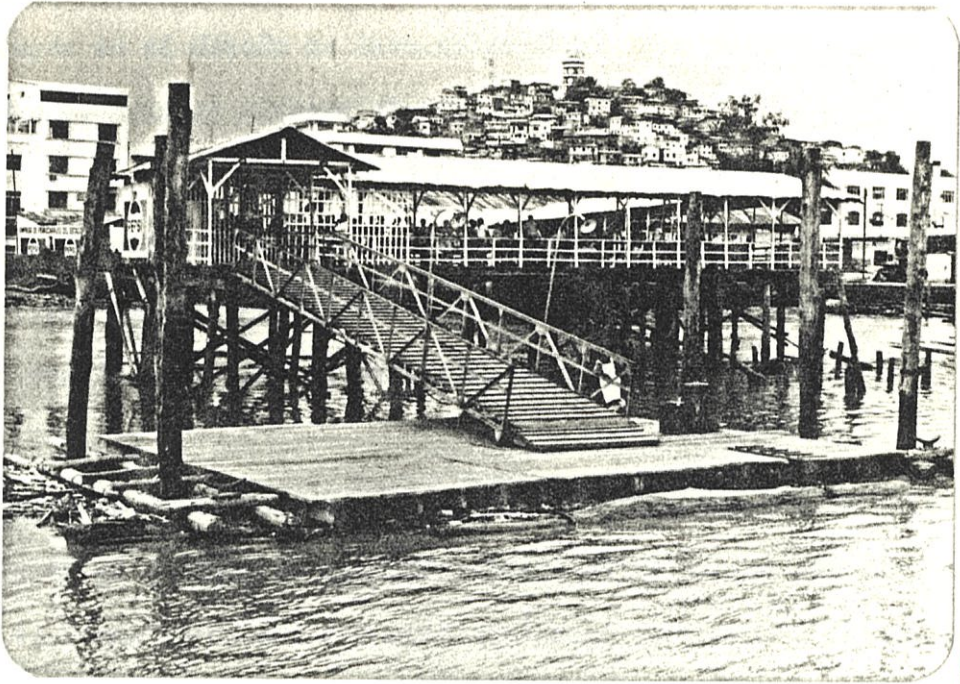
Los estudios realizados en este proyecto, involucran los diferentes criterios que se deben tomar para que dichas obras fluviales dejen de ser sistemas rústicos e inadecuados, que hasta hoy día se utilizan, originando que el transporte fluvial esté relegado a un segundo plano. (Ver fotos # 1, 2 y 3).

Para llevar a cabo este estudio se efectuó un análisis histórico, que indica la eficiencia de épocas de antaño del tráfico de lanchas, el cual fue desplazado por nuevas formas de transporte; tales como: buses, colectivos y taxis. Sin embargo, debido a la falta de planificación de la vialidad urbana, se hace necesario volver a utilizar el Río Guayas, como medio de solución al descongestionamiento del tráfico terrestre en Guayaquil.

Luego, tomando en cuenta el volumen de personas que se movilizan desde y hacia los diferentes puntos de la ciudad, se establecen las ubicaciones, donde es necesaria la presencia de estos terminales.



Plano N^o 1



✓ Foto N° 1

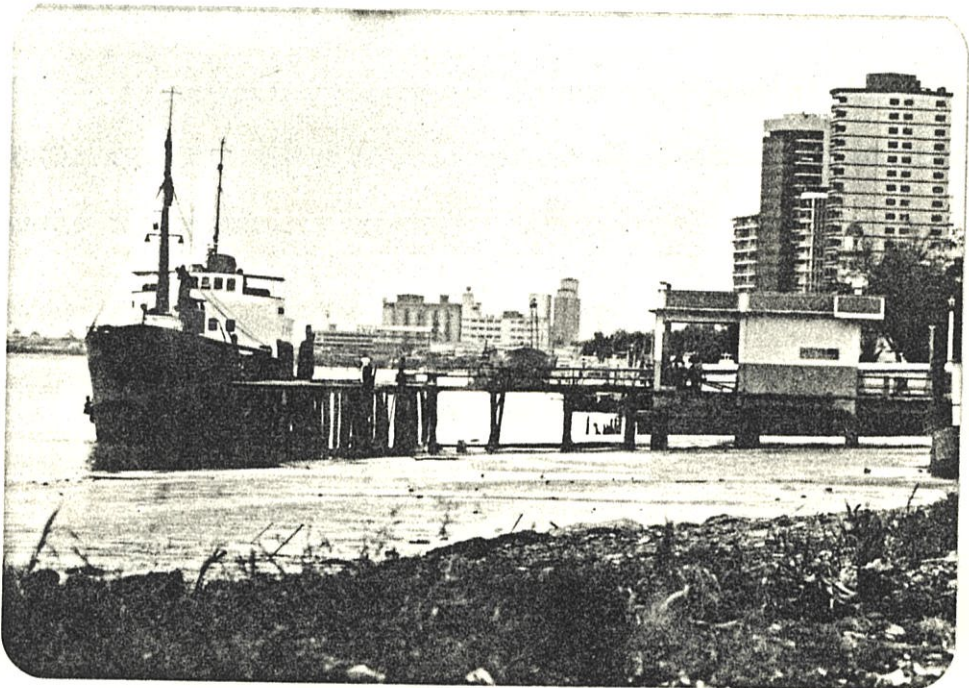


Foto N° 2

En la parte de Ingeniería, sobresalen los parámetros importantes que influyen en el diseño de terminales tales como mareas y corrientes que pueden afectar el sistema fluvial.

El diseño estructural se lo llevó a cabo considerando un muelle prototipo, con datos específicos de una zona del Río Guayas y que servirá como modelo para futuros proyectos de ejecución.

El diseño y cálculos definitivos para un terminal que se quiera construir en el futuro, en cualquier parte de la ribera del río, requerirá que se tomen en cuenta los criterios aquí expuestos y luego efectuar los respectivos estudios y mediciones para el sitio particular en que se desarrolle el proyecto.

En lo que se refiere a costos, se da una idea general del total de materiales a utilizarse y el presupuesto de construcción del muelle modelo antes mencionado.

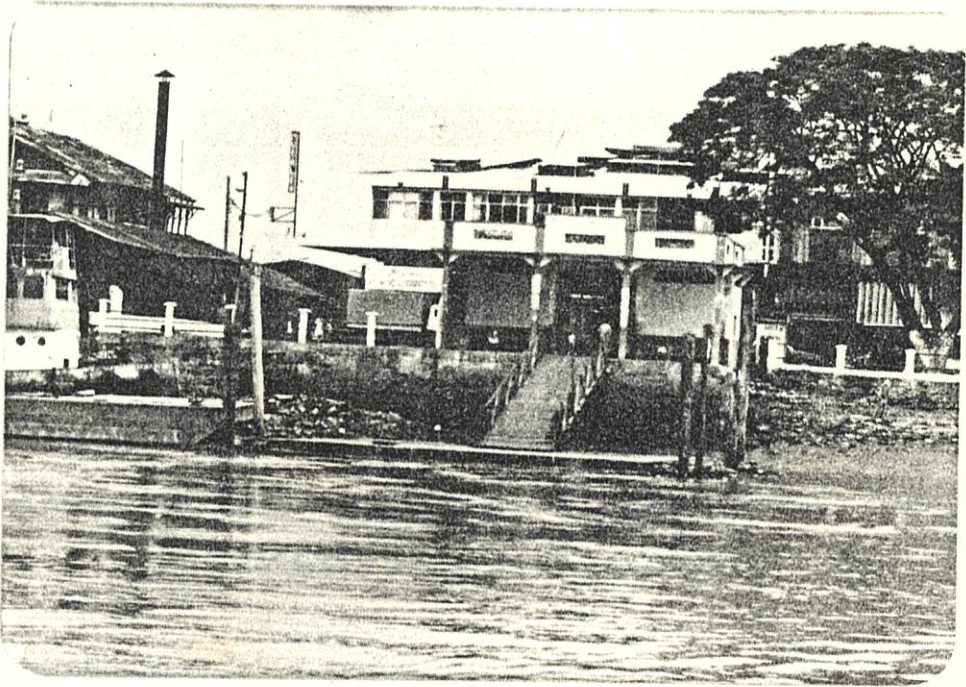


Foto N° 3

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	6
INDICE GENERAL	11
INDICE DE PLANOS	13
INDICE DE FOTOS	14
INDICE DE TABLAS	16
INDICE DE FIGURAS	17
INTRODUCCION	18
I. ANTECEDENTES	20
1.1. Antecedentes históricos de la necesidad del <u>trans</u> <u>porte fluvial para el descongestionamiento del trá</u> <u>fico terrestre en Guayaquil</u>	20
1.2. Descripción de las zonas más congestionadas y volú <u>menes de tráfico actuales y futuros</u>	23
1.3. Sumario	32
II. ESTUDIO DE CONDICIONES PARA LA INGENIERIA BASICA DE DI- SEÑO	33
2.1. Condiciones fluviales	33
2.2. Condiciones meteorológicas	47
2.3. Condiciones geotécnicas	55
III CRITERIOS DE DISEÑO DE LOS MUELLES	62
3.1. Tipos de embarcaciones a utilizar	62

3.2. Criterios de diseño de operación	66
3.3. Dimensiones de atracadero	69
3.4. Criterios de diseño estructural y geotécnico	72
IV. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL MUELLE TIPO	74
4.1. Selección de parámetros de diseño	74
4.2. Diseño estructural	79
V. CONSIDERACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION	115
5.1. Métodos y materiales requeridos para la construcción.	115
5.2. Costos aproximados de construcción	116
CONCLUSIONES	121
BIBLIOGRAFIA	122



BIBLIOTECA

INDICE DE PLANOS

		Pág.
Nº I.	Río Guayas y esteros	7
Nº II.	Implantación del Guasmo	24
Nº III.	Implantación del Suburbio	26
Nº IV.	Implantación del Centro	28
Nº V.	Perfiles Batimétricos	34
Nº VI.	Distribución y ubicación de estaciones de medición de corrientes	41
Nº VII.	Buque tipo para 300 pasajeros	65
Nº VIII.	Vista superior de instalaciones del terminal	81
Nº IX.	Vistas frontal, lateral, perspectivas de elementos diseñados	86
Nº X.	Corte longitudinal de pasarela fija	95
Nº XI.	Vista lateral de rampa articulada y plataformas....	109
Nº XII.	Diseño arquitectónico-vista en planta de obra ci- vil en tierra	113
Nº XIII.	Vista frontal anterior y posterior del terminal ...	114

INDICE DE FOTOS

	Pág.
Foto N ^o 1. Actual muelle Municipal en servicio (marea en reflujó)	8
Foto N ^o 2. Vista panorámica de actual muelle Municipal - en Durán	8
Foto N ^o 3. Vista panorámica de actual muelle Municipal al norte de Guayaquil	10
Foto N ^o 4. Muelle con estructura de madera al norte de Guayaquil	31
Foto N ^o 5. Vista de pasarela de conexión entre muelle y plataforma flotante	31
Foto N ^o 6. Dimensiones de embarcaciones que circulan - por el Río Guayas ocasionando olas	47
Foto N ^o 7. Playa de sedimentación a lo largo del malecón..	58
Foto N ^o 8. Playa de sedimentación a lo largo del malecón..	61
Foto N ^o 9. Exceso de sedimentación y pérdidas de zonas para navegación	61
Foto N ^o 10. Embarcaciones atracadas utilizando muelles actuales para carga general	63
Foto N ^o 11. Tipos de embarcaciones utilizadas actualmente	63

Foto N° 12. Sedimentación y obstáculos para la navegación

INDICE DE TABLAS

	Páa.
Nº I	Mareas más altas entre 1977 - 1981 38
Nº II	Valores de velocidad de corriente en flujo 43
Nº III	Valores de velocidad de corriente en reflujó ... 44
Nº IV	Promedios mensuales de velocidad y dirección de los vientos de Enero - Abril 49
Nº V	Promedios mensuales de velocidad y dirección de los vientos de Mayo - Agosto 50
Nº VI	Promedios mensuales de velocidad y dirección de los vientos de Septiembre - Diciembre 51
Nº VII	Promedio de precipitación mensual entre 1977 - 1981 53
Nº VIII	Promedios mensuales y máxima precipitación por día registrada en 1983 54
Nº IX	Costos aproximados de materiales y de construcción del terminal. 118

INDICE DE FIGURAS

Pág.

Fig. I	Velocidad de corriente al sur de Guayaquil en marea de <i>sisigía</i>	45
Fig. II	Velocidad de corriente al sur de Guayaquil en marea de <i>cuadratura</i>	46
Fig. III	Transporte de sedimentos en marea de <i>sisigía</i>	59
Fig. IV	Transporte de sedimentos en marea de <i>cuadratura</i>	60
Fig. V	Niveles de referencia de mareas	71
Fig. VI	Tramo de losetas de 5m x 100m x .007m	89
Fig. VII	Puntos de izado del pilote	97
Fig. VIII	Análisis de sección doblemente reforzada	99
Fig. IX	Análisis de fuerzas en cajón flotante	105
Fig. X	Esquema funcional en el diseño arquitectónico del terminal	112

INTRODUCCION



El diseño de una obra portuaria, como en el caso de un terminal fluvial para pasajeros, requiere realizar estudios previos de las condiciones fluviales, meteorológicas y geotécnicas.

Los estudios de las condiciones fluviales implican conocer la batimetría del fondo del río; la cual servirá para ubicar la instalación requerida a la profundidad conveniente. Así mismo, conocer el comportamiento de las masas de agua que circulan por las diferentes zonas donde es posible ubicar los terminales y poder establecer las soluciones que se requieran para contrarrestar o atenuar su influencia.

De igual forma, es necesario conocer los resultados de los estudios meteorológicos que indican los cambios atmosféricos que se suscitan en el área, cuyos efectos deben preverse para que la respuesta que presente el terminal sea la más adecuada.

También es fundamental, conocer las características del suelo donde se van a cimentar las estructuras, es decir el perfil de estratos hasta cierta profundidad, para así, de esta manera poder establecer, calcular y diseñar de una mejor forma las cimentaciones (pilotes). A su vez, es necesario, conocer como la estructura fluvial va a actuar sobre el suelo (medio ambiente), originando erosiones o sedimentaciones.

Luego de recopilar toda la información de los estudios descritos anteriormente, debe añadirse los requerimientos socio-económicos que influyen en la construcción del terminal.

El diseño se lo realiza, tomando en cuenta, los criterios típicos del diseño de muelles tales como, tipos de embarcaciones a utilizarse, dimensionamiento de los atracaderos, parámetros oceanográficos y los criterios de diseño estructural y geotécnico.

Como complemento fundamental del diseño, se toman en consideración los métodos y materiales que se requieren y los costos aproximados de construcción.

I. ANTECEDENTES

1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA NECESIDAD DE TRANSPORTE FLUVIAL, PARA EL DESCONGESTIONAMIENTO DEL TRAFICO TERRESTRE EN GUAYAQUIL.

Antiguamente, el transporte fluvial tenía gran importancia para la movilización de personas y carga general debido a la no existencia de vías terrestres accesibles. Aproximadamente hace veinte o veinticinco años el transporte fluvial tuvo su apogeo principalmente, en el orden económico, ya que el tráfico de lanchas se realizaba en gran número por el constante movimiento turístico y comercial.

En aquella época, la ciudad contaba con muelles municipales, los que constituían terminales de transporte fluvial extraurbano, tales como el muelle N° 7, en Malecón y Diez de Agosto; el N° 8 en Sucre y Colón; el N° 4 en Malecón y Junín, entre otros; desde los cuales zarpaban o arribaban embarcaciones provenientes de la Provincia del Guayas, Los Ríos y El Oro, así como también, los lanchones para carga con productos exportables provenientes de las zonas aledañas a los ríos. El destino de estas embarcaciones, dependía del tamaño de las mismas y servía para transportar familias a sus haciendas y casas de campo, para transporte pesquero y en general para car

ga y descarga de buques.

Considerando la presencia del extenso sistema fluvial, en sus orillas se asentaban numerosos pequeños puertos en los que se recogían los productos agrícolas y forestales de las regiones vecinas, para ser conducidas a Guayaquil en pequeñas embarcaciones tales como: barquitos, chatas, motonaves, bumques y balsas. Los puertos, más notables de aquella época, fueron los siguientes: Durán, Samborondón, Victoria, Daule, Nauza, Jujan, Pimocha, Babahoyo, Caracol, Catarama, Ventanas, Zapotal, Vinces, Quevedo, Balzar, Santa Lucía, Colimes: y muchos más.

Con el devenir de los años, la ciudad de Guayaquil creció - en número de habitantes, sobre todo, por el fenómeno de migración interna que indujo un incremento natural de la población, que según el censo realizado en 1982 y comparado con censos anteriores, corresponde a una tasa promedio de incremento anual del 4.44%, lo que significa que para el año 2.000 se - tendrá una población de aproximadamente 2'650.000 habitantes, asumiendo que al presente Guayaquil cuenta con 1'400.000 habitantes.

Un proceso de tal magnitud implica que el problema de adecuación de servicios públicos urbanos, en particular el de los

servicios de transporte, tiene que ser solucionado de inmediato, con miras al futuro.

Actualmente, el servicio de transporte en la ciudad, se efectúa por medio de autobuses los cuales movilizan diariamente 850.000 personas, como promedio; dicha movilización se realiza en aproximadamente 1.200 autobuses que cubren 60 rutas y que efectúan diariamente, unos 14.000 viajes. Esta cantidad de medios de transporte público, junto con los taxis y carros particulares, conllevan un volumen de tráfico promedio diario alcanzando, en algunos casos valores superiores a los 50.000 vehículos, que causan fuertes congestionamientos, lo que casi paraliza el flujo de tráfico terrestre en la ciudad.

Ya que la ciudad de Guayaquil al ampliarse en dirección Sur-Norte, debido a que hay limitaciones de desarrollo al Oeste y al Este, nos da la alternativa para que el problema del congestionamiento del tráfico terrestre sea solucionado, en gran parte, tomando en cuenta la presencia del Río Guayas que baña a Guayaquil al Este, y el Estero Salado al Oeste. De esta manera se pueden utilizar las vías fluviales que conectan la ciudad de Sur a Norte. Esto nos lleva a considerar la optimización de un transporte de pasajeros por bar-

co desde las áreas del Sur hasta la zona céntrica e incluso, la zona Norte, pasando por el terminal terrestre, hasta llegar a Pascuales ya que la ciudad, en el futuro, seguirá ampliándose bordeando la ribera en la Cuenca del Río Guayas.

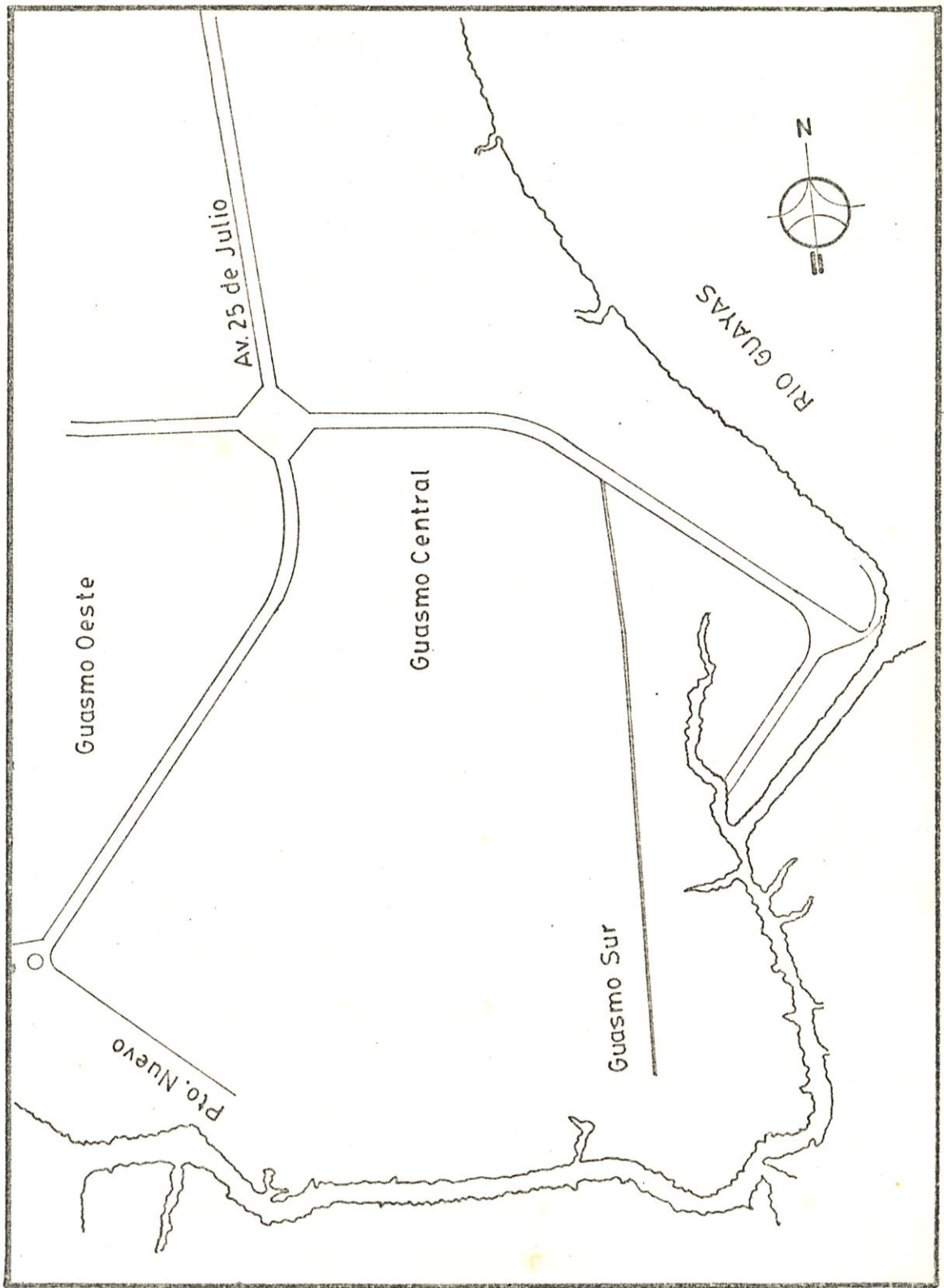
1.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS MAS CONGESTIONADAS Y VOLUMENES DE TRAFICO ACTUALES Y FUTUROS.

Basándose en la zonificación de la ciudad realizada por técnicos japoneses para estudiar los problemas del transporte urbano, se puede determinar que las zonas de mayor congestión, son las que se encuentran bordeando el Río Guayas y el Estero Salado.

Estas zonas, son las siguientes:

- Zona 1. Comprende la población del Guasmo al sur de la ciudad. (Ver plano II)
- Zona 2. Comprende la población del Suburbio al sur-oeste de la ciudad. (Ver plano III)
- Zona 3. Centro de la ciudad. (Ver plano IV)





Plano N° II

ZONA 1. GUASMO

Límites: Norte. Ciudadela La Pradera 2 y 3
 Sur. Estero Cobina y Puerto Marítimo
 Este. Río Guayas y Estero Cobina
 Oeste. Avenida 25 de julio

Area: 2.061 Ha

Población: 212.069 Hbts.

Densidad: (Hbt./ha) 103

ZONA 2. SUBURBIO

Límites: Norte y Oeste. Estero Salado
 Sur. Estero de las Ramas
 Este. Estero Puerto Liza

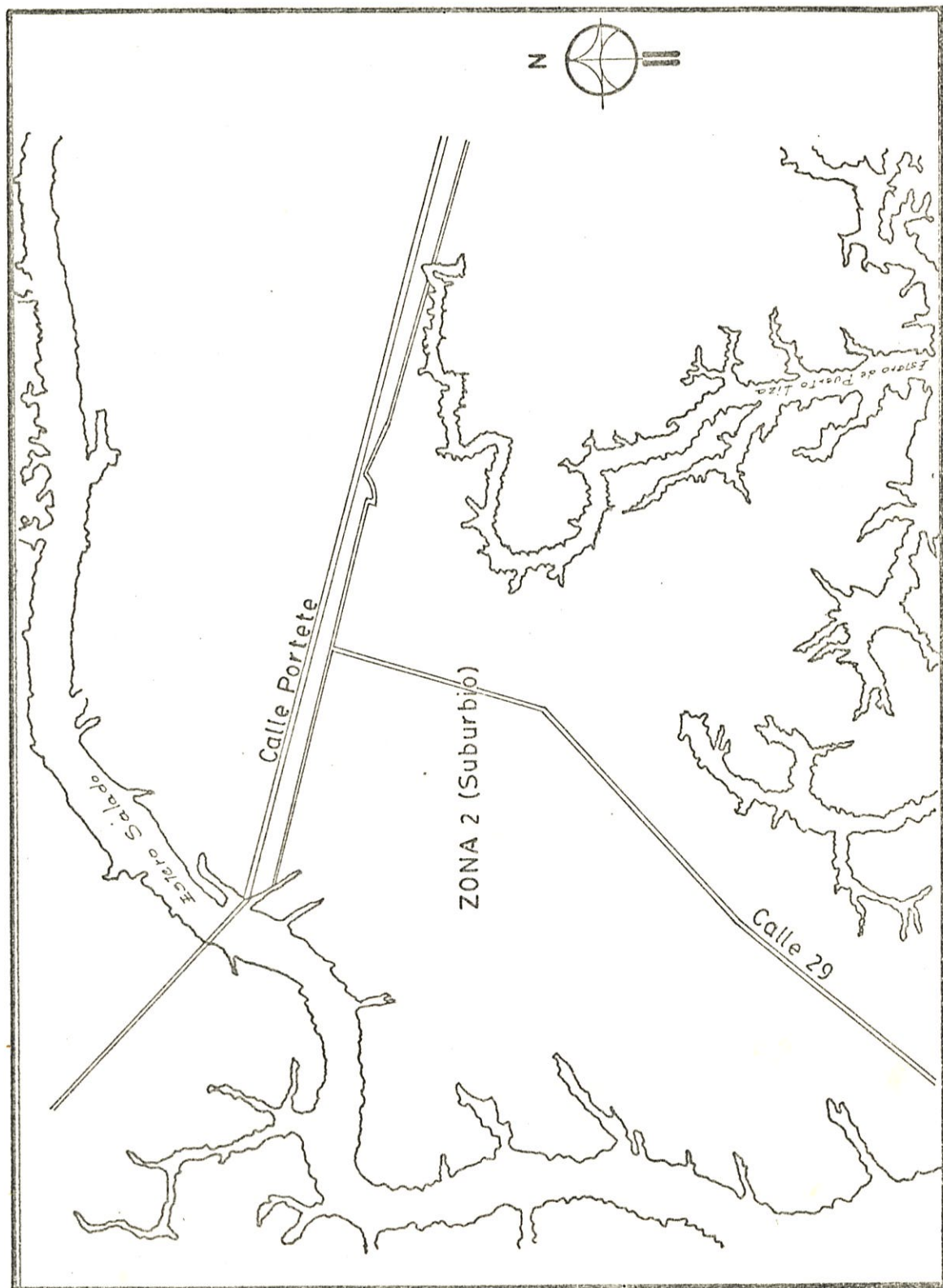
Area: 6.600 Ha

Población: 157.519 Hbts.

Densidad: (Hbt./ha) 23,9

ZONA 3. CENTRO

Límites: Norte. Calle Loja
 Sur. Avenida Olmedo



Plano N° III

Este. Malecón Simón Bolívar

Oeste. Calle Lorenzo de Garaicoa

Area: 443.4Ha.

Población: 143.1983 Hbst.

Densidad: [Hbt./Ha] 323

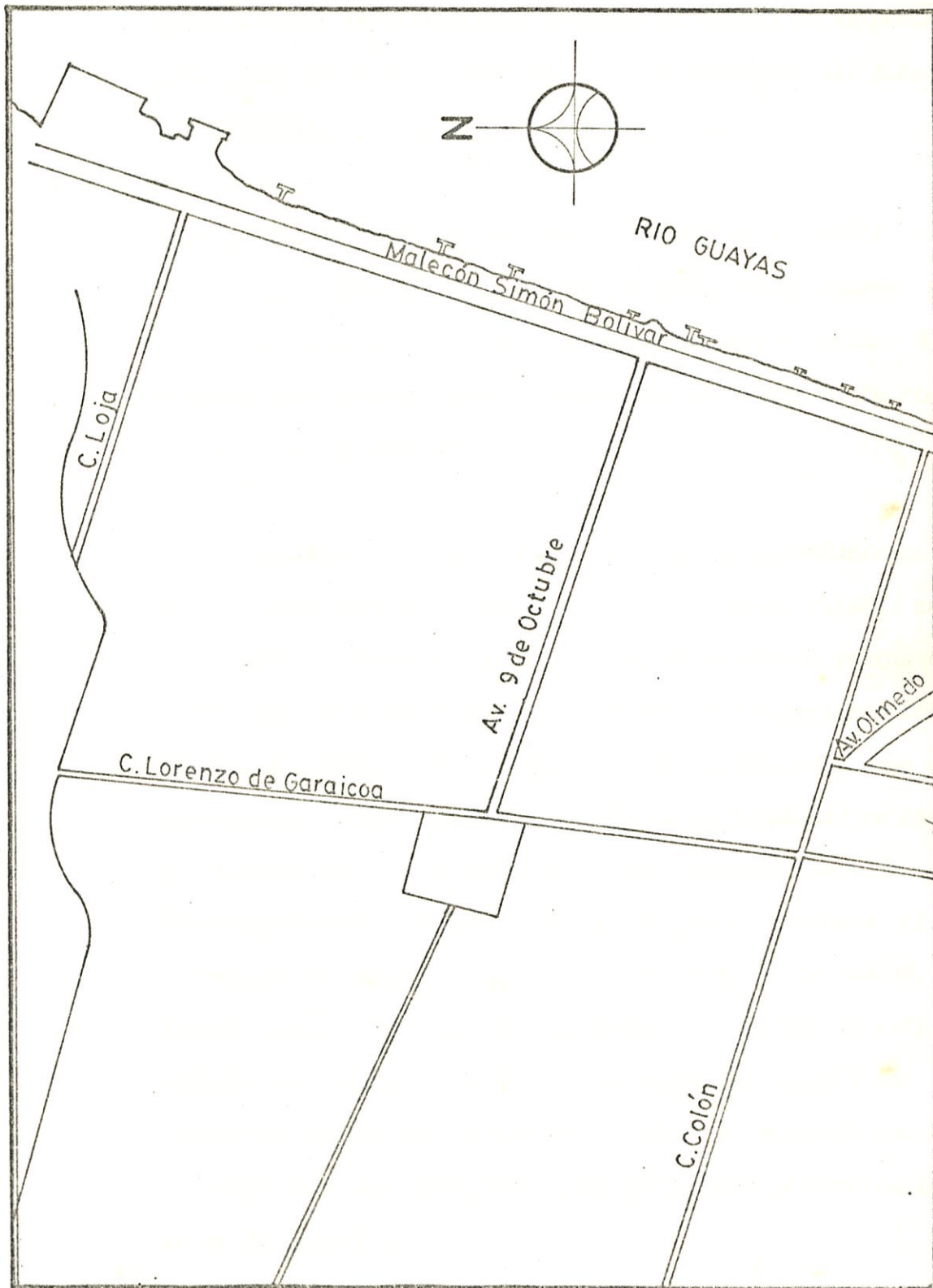
De acuerdo a las investigaciones realizadas sobre análisis - cuantitativos y cualitativos del transporte terrestre en las zonas específicas de estudio, se puede indicar que del Guasmo y Suburbio existe una gran demanda de pasajeros hacia las diferentes zonas de la ciudad por diferentes motivos: trabajo, estudio u otras actividades, lo que produce un déficit - del servicio de transporte, ya que la demanda no está en pro - porción a la capacidad del mismo.

Estos análisis concluyen, que diariamente se movilizan del - Guasmo y Suburbio a las diferentes zonas de la ciudad, un vo - lumen de pasajeros de 149.600 y 150.735 respectivamente.

Si dividimos los mencionados totales, para el dactor viaje - por persona, definido como el valor promedio de veces que u - na persona ocupa un transporte en el día, tenemos:

$$149.600 : 2.5 = 59.840 \text{ personas (Guasmo)}$$

$$150.735 : 2.5 = 60.294 \text{ personas (Suburbio)}$$



Plano N° IV

Estos valores representan un promedio de 28.22% de la población total del Guasmo (212.000) y de 38.27% de la del Suburbio (157.000), que se movilizan diariamente.

Luego, tomando en cuenta el incremento de población del 4.44% anual, para el año 2.000 la población en el Guasmo y Suburbio habrá aumentado, lo que originará mayor volumen de personas que se movilicen desde y hacia el centro de la ciudad y sitios de trabajo.

Además, entre el centro de la ciudad y algunas poblaciones como la Parroquia Durán y otras cercanas a ésta, existe un considerable movimiento de pasajeros, por medio de varias embarcaciones tipo lanchones, que conectan las mismas con los muelles del Malecón Simón Bolívar; dicho movimiento, suma aproximadamente unos 15.000 pasajeros en su totalidad en las dos direcciones. A lo largo del citado malecón han sido -
construidos varios muelles municipales que sirven para el movimiento de carga, hacia o desde el centro de la ciudad. Durante muchas horas del día se destaca a lo largo de este malecón, un tráfico considerable de vehículos pesados que cargan mercancías que llegan por el río. Es evidente que esto constituye otra dificultad para el tráfico ya problemático de la ciudad.

Cabe anotar aquí, que estos muelles municipales no tienen - las condiciones e instalaciones necesarias para la optimización de manipuleo de carga y transporte de pasajeros que en la actualidad se requiere (ver fotos 4-5).

* Los datos estadísticos antes mencionados fueron obtenidos - de la tesis "DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE TERMINALES" de la Fa - cultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Guayaquil, en la cual se concluye que el buque tipo para el - descongestionamiento del tráfico terrestre en las zonas an - tes citadas debe ser para 600 pasajeros.*

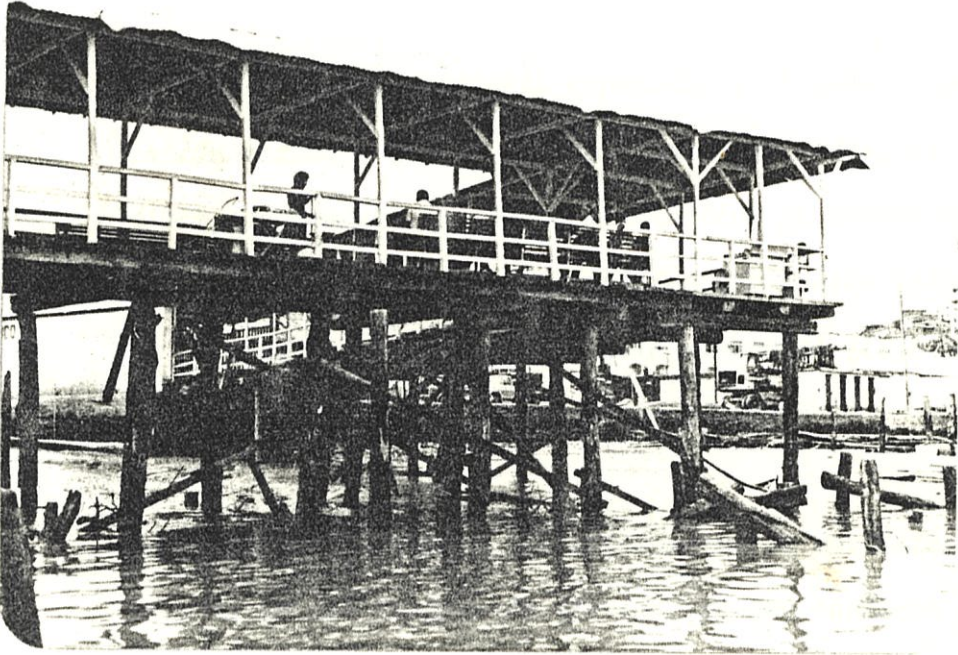


Foto N° 4

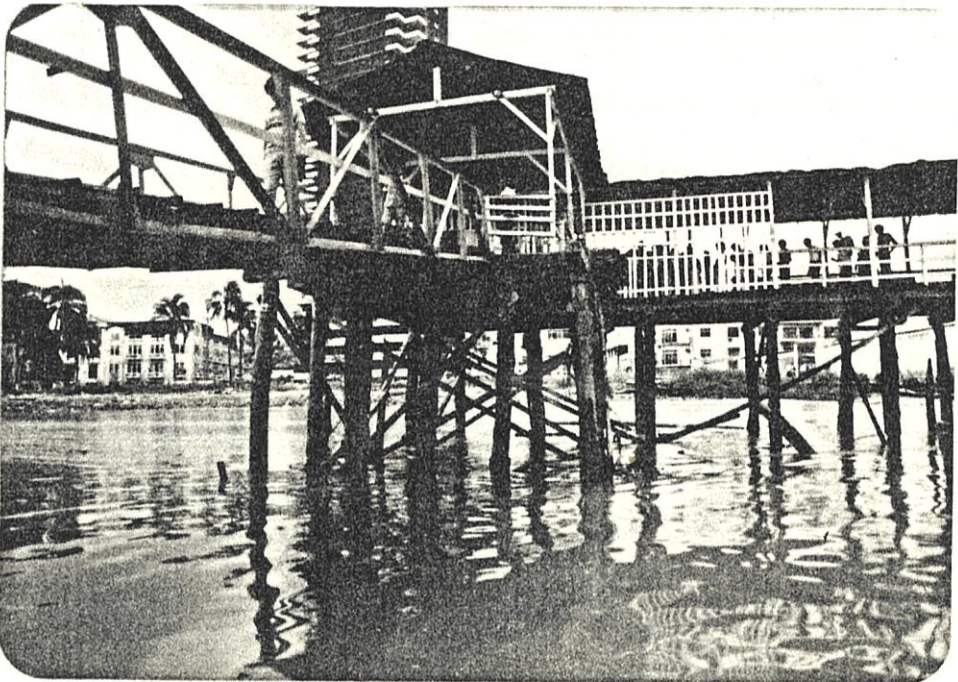


Foto N° 5

1.3. SUMARIO.

En base a los antecedentes expuestos y el volumen de movili
zación actual y futuro en las zonas analizadas, es imprescin
dible, determinar una nueva alternativa de movilización para
el descongestionamiento del tráfico que existe actualmente -
en la ciudad, optimizando de esta manera el flujo de perso -
nas desde y hacia el centro de la ciudad.

En el presente trabajo, la alternativa de movilización adop -
tada es la del transporte fluvial, ya que contamos con la -
presencia de un sistema que conecta todas las zonas que por
sus características poblacionales aseguran un alto porcentaje
de utilización de este medio de transporte. Para el efecto,
se diseñará un muelle prototipo; el mismo que podría ser
utilizado en un sitio específico.

El alcance de este trabajo, permite diseñar el terminal con
las características necesarias para que su operatibilidad
sea efectiva tomando en cuenta previsiones futuras respecto
a ampliaciones del mismo.

II. ESTUDIO DE CONDICIONES PARA LA INGENIERIA BASICA DE DISEÑO.

2.1. CONDICIONES FLUVIALES

A. Batimetría. -

Debido a que este estudio, está dirigido exclusivamente hacia el transporte de embarcaciones menores, se debe tener una idea clara del canal de navegación a lo largo del Río Guayas y demás zonas de maniobras, para el atraque de las mismas. Esto implica que deben realizarse sondeos (Batimetría), a fin de conocer las mejores zonas, para una navegación normal y segura de las embarcaciones que van a cumplir en el tráfico fluvial.

La BATIMETRIA que se presenta fue proporcionada por el Instituto Oceanográfico de la Armada, y está referida al nivel medio de las bajamares de Sisigia (M.L.W.S.). El área cubierta, tiene como límites, el puente Rafael Mendoza Avilés y la Avenida 9 de Octubre. (Ver plano N° V).

* No fue posible obtener mayor información, ya que ésta es de uso exclusivo del INOCAR. *

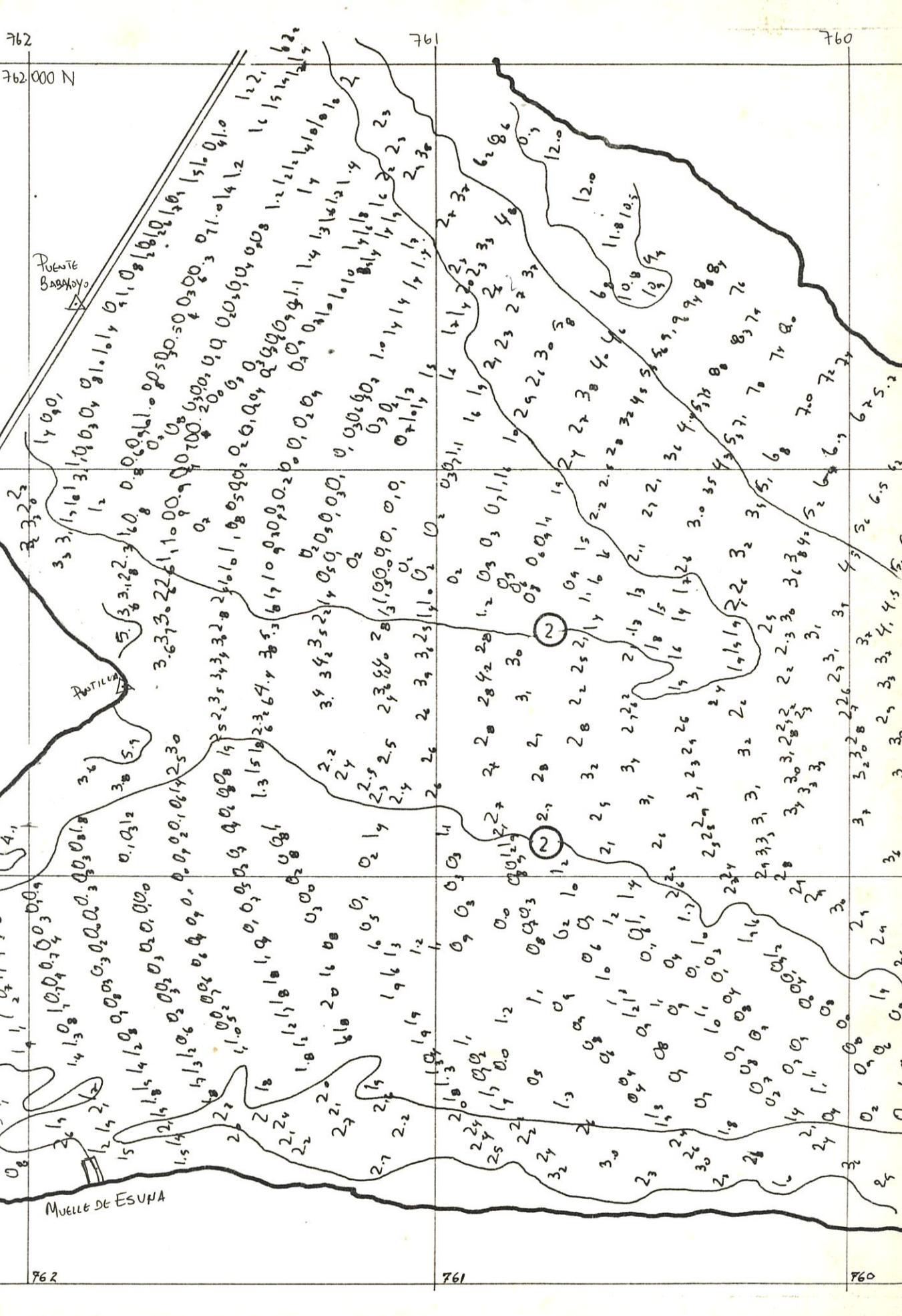
* La Batimetría de cada área específica donde se quiera ubicar los terminales, tendrá que ser realizada para cada pro*



PUNTE BABAYO

PATILLA

MUELLE DE ESUPA



HS. I.O.A- 1071

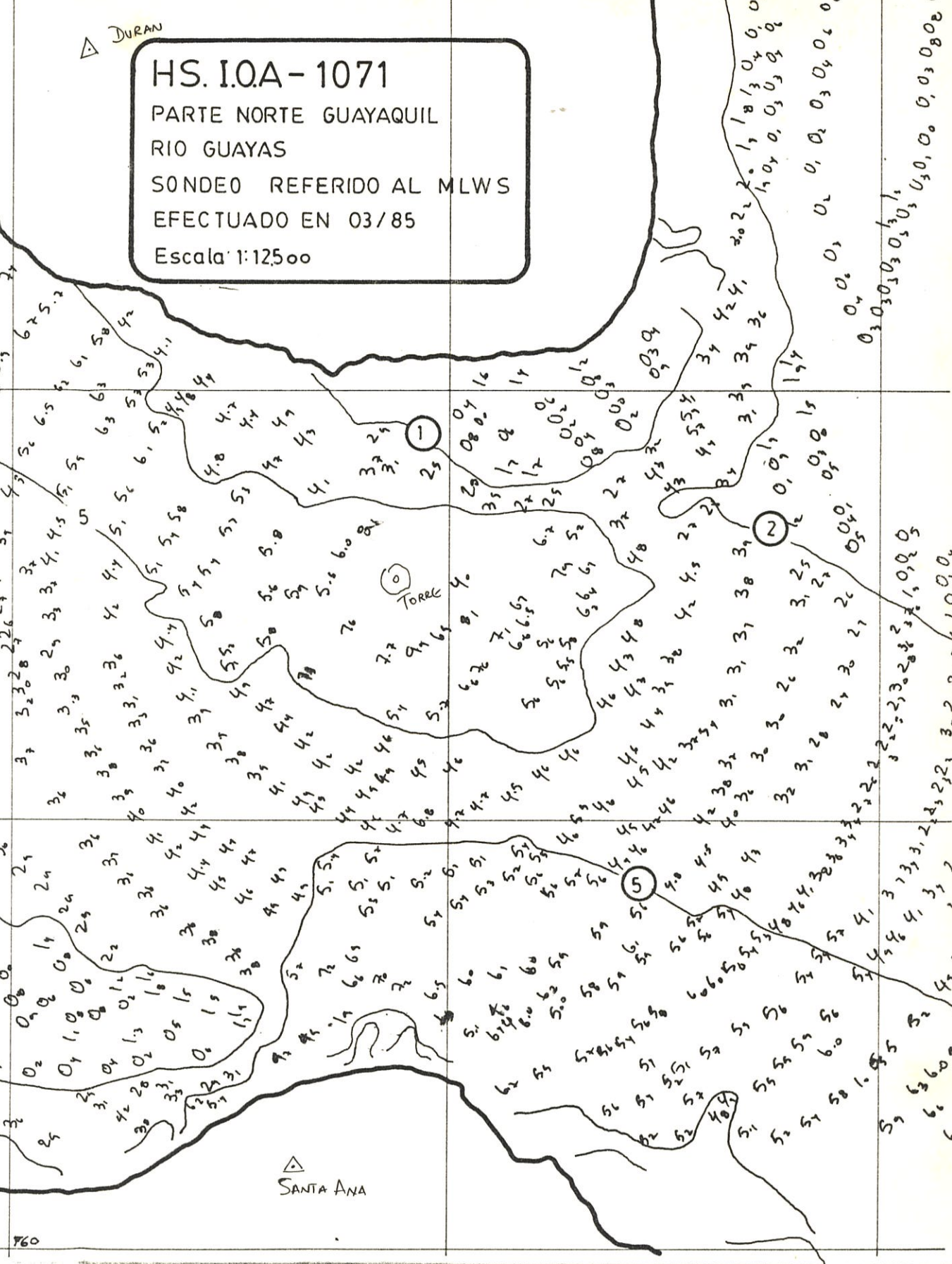
PARTE NORTE GUAYAQUIL

RIO GUAYAS

SONDEO REFERIDO AL MLWS

EFECTUADO EN 03/85

Escala 1:12500



yecto en particular.

B. Olas.-

Las Olas, en un sistema fluvial, pueden ser creadas especialmente por la acción de los vientos y por el paso de las embarcaciones que circulan por la vía navegable. En general, las olas son movimientos oscilatorios en los cuales no existe transporte neto de masa (agua-sedimento) pero originan un cambio de nivel en la superficie del agua. La altura máxima a la cual sube, esta superficie, es llamada cresta de la ola y la altura mínima, seno de ola. En general; se puede identificar a las olas que van a interactuar con la estructura, mediante el conocimiento de su longitud de onda, λ que es la distancia entre dos crestas sucesivas, y el período T , definido como el intervalo de tiempo en que ocurren dos ondas sucesivas.

En el caso de este estudio y debido a la ubicación del Río Guayas, el cual está rodeado de cerros lo que implica escasos vientos fuertes, la influencia del viento en la formación de olas es mínima.

De estudios varios en zonas aledañas, se ha observado - que cuando pasan los buques de mayor calado (ver foto # 6), se produce una altura de ola representativa de 0.80mts.

Igualmente, el paso de embarcaciones menores, pero a gran velocidad, producen agitaciones continuas de las aguas de la zona, pero se considera que en ningún caso sobrepasan el límite antes establecido de altura de ola.

C. Mareas. -

Son oscilaciones periódicas (ondas) que originan cambios de nivel en la superficie del agua (aumento y disminución) como resultado de los efectos creados por las fuerzas gravitacionales de atracción de la Luna y el Sol, actuando sobre nuestro planeta.

En este estudio, la marea es un parámetro fundamental, al cual se le da importancia primaria.

Las mareas se las puede clasificar, en diurnas, semidiurnas y mixtas. Es diurna, cuando predomina la onda diurna, cuya característica es producir una sola pleamar y bajamar cada 24 horas durante la mayor parte del mes.

Se denominan semidiurnas; si predomina la onda semidiurna, la cual produce dos pleamares y dos bajamares cada 24 horas, con pequeñas desigualdades de altura entre pleas y bajas respectivamente.

En mareas mixtas, son importantes tanto las ondas diurnas como las semidiurnas; es decir que durante el mes de producen ondas diurnas y semidiurnas.

Según información proporcionada por el INOCAR, las mareas que ocurren en el Río Guayas son de tipo semidiurna. Los datos que a continuación se presentan están en función de los últimos cinco años (Tabla # 1).

Para el caso del presente proyecto, lo más importante es considerar las variaciones de marea de Sisígia, las cuales nos dan la máxima variación de amplitud que ocurre en el mes.

La máxima variación de marea encontrada en esta zona es de 4.70 metros, aunque es necesario dejar indicado, que el rango de marea va cambiando a medida que se penetra al estuario.

Datos de mareas más altas producidas entre los años 1977 a 1981, según la predicción de altura en metros, tomadas en la Capitanía del Puerto de Guayaquil.

Mes Año	Enero	Febrer.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octub.	Nov.	Dicre.
1977	3.9	3.8	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	4.0	3.7	3.8	3.9	4.2
1978	3.7	3.8	3.9	3.8	3.7	3.7	3.7	3.6	3.7	3.7	3.5	3.8
1979	3.8	4.0	4.0	3.7	3.5	3.6	3.7	3.7	3.7	3.6	3.6	3.5
1980	3.9	4.0	4.0	4.0	3.9	3.9	3.9	3.9	3.8	3.8	3.8	3.9
1981	4.2	4.2	4.3	4.7	4.6	4.3	4.3	4.3	4.2	4.2	4.2	4.2

Tabla # 1

D. Corrientes.-

Las corrientes, que pueden ser generadas por vientos y mareas, así como por diferencia de densidad, cumplen un papel importante en este estudio, ya que son estas las que influyen en el diseño de las obras de atraque, maniobras de navegación, transporte de sedimentos y descarga general en el río. ⊛ Desafortunadamente es muy poca la información que existe sobre corrientes a lo largo del Río Guayas. ⊛

La información de corrientes que se presenta a continuación, está basada en el informe preliminar de correntometría presentado por el INQCAR, el cual realizó un estudio de corrientes en el Río Guayas al norte de la ciudad de Guayaquil, para dos instituciones nacionales que estuvieron interesadas en establecer la conveniencia o no, de construir un hotel de lujo de cinco estrellas en esta parte del río. Las mediciones tuvieron lugar los días 30 y 31 de mayo de 1977 y fue en la época, en que empieza a decrecer el caudal del río.

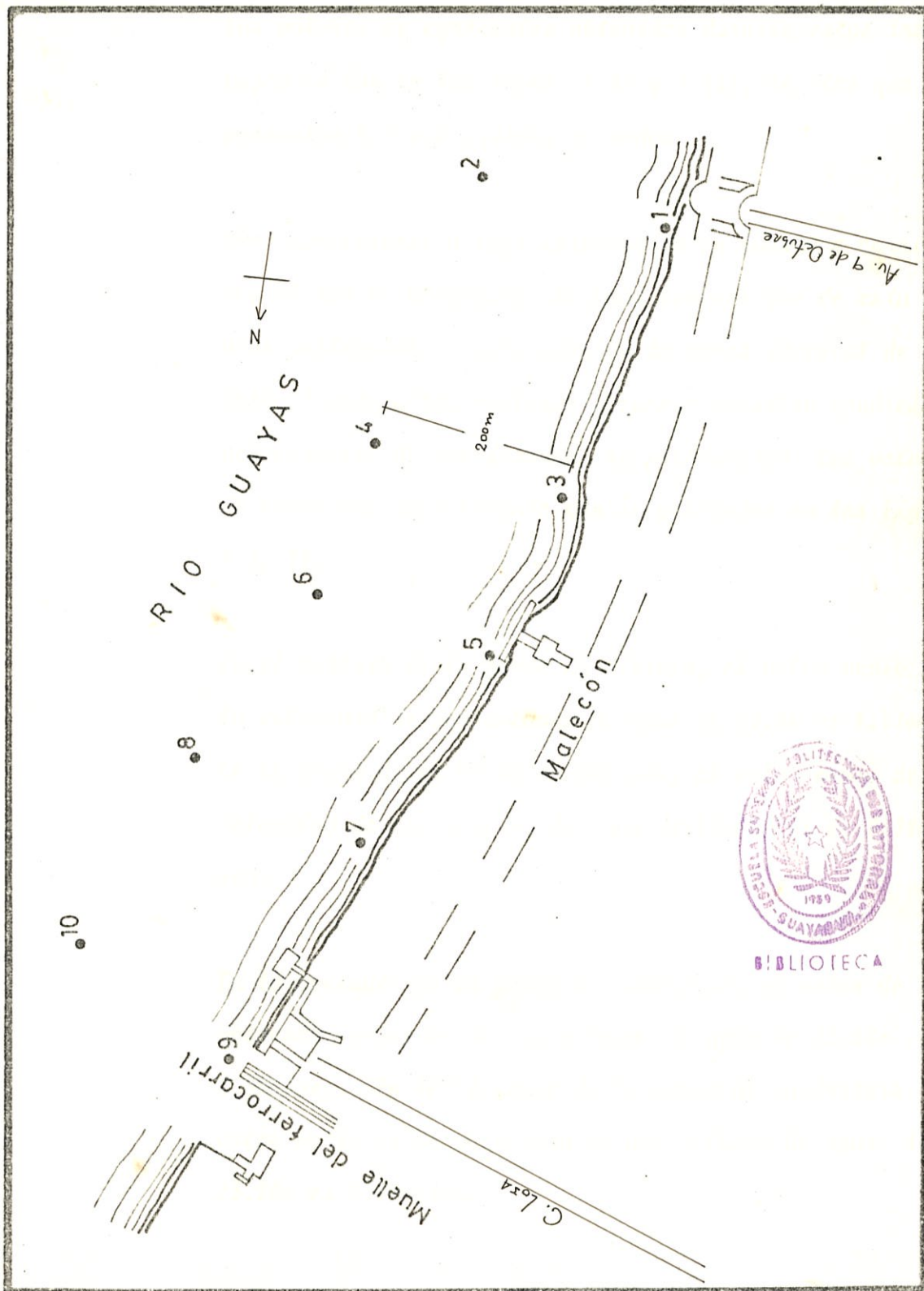
De las mediciones se desprende que la máxima intensidad de corriente superficial observada en el reflujo, fue al rededor de 1,9 nudos y fueron las estaciones más aleja-

das del Malecón (200mts perpendicular a la ribera), las que presentaron los máximos valores de corrientes superficiales, al igual que una regular distribución vertical de corriente. Esto no sucede con las estaciones cercanas al Malecón en que la distribución vertical es bastante irregular.

Tanto en las estaciones cercanas, como en las más alejadas del Malecón, se puede observar que la topografía del lugar tiene gran influencia sobre la distribución de las corrientes.

En el plano # VI se presenta la distribución y ubicación de las 10 estaciones de medición. Nótese, que las estaciones más alejadas del malecón se encuentran ubicadas alrededor de la isóbata de 6m.

Las mediciones de corrientes fueron hechas con un correntómetro HIDRO PRODUCTS, modelo 460-65 de lectura directa, y se efectuaron desde la superficie del agua hasta una profundidad igual a la distancia entre la superficie y un punto ubicado a 1m antes de tocar el fondo. Este procedimiento se lo repitió en cada estación y el intervalo vertical usado fue de 1m.



Plano N° VI
DISTRIBUCION Y UBICACION DE ESTACIONES DE MEDICION
DE CORRIENTES

Los valores de corrientes obtenidos durante estos trabajos se dan en las tablas # II y # III, en las que presentan las velocidades en nudos.

Como complemento a esta información en cuanto a corrientes al Sur de Guayaquil, se pudo conocer que de estudios particulares realizados en la época invernal de 1984, frente a las esclusas y cuando existían condiciones normales de pluviosidad, se presentaron los valores de velocidad de corriente que se presentan en las Fig. # I, II.

En el reflujó de la marea de Sisigia, el valor medio de la velocidad de una columna de agua de 10.8m es 1.51m/seg. En el flujo de la marea de Sisigia, el valor medio de la velocidad de una columna de agua de 14.60m es de 0.72m/seg.

En la vaciante de la marea de cuadratura el valor de la velocidad promedio de una columna de agua de 12.60m es 1.35m/seg. En la llenante de la marea de cuadratura el valor medio de la velocidad de una columna de agua de 13.20m es 0.82m/seg.

INTENSIDAD DE LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE
DURANTE EL FLUJO EN NUDOS

EST. PROF. (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0.45	1.93	1.00	1.18	1.25	1.65	0.95	0.83	0.85	1.32
1	0.55	1.65	1.00	1.21	1.25	1.54	0.95	0.80	0.75	0.94
2	0.50	1.65	1.00	0.83	1.25	1.10	0.94	0.90	0.85	0.83
3	0.50	1.10	1.10	0.83	1.10	1.10	0.90	0.90	0.82	0.83
4	0.50	1.43	0.85	0.94	1.10	0.94	0.82	0.88	0.75	0.74
5	0.55	1.38	0.83	0.94	1.00	0.96	0.75	0.94		0.68
6	0.60		0.68	0.94	1.00	0.83		0.55		0.55
7				0.79		0.72		0.33		0.39
8				0.33						0.35

Tabla # 11

INTENSIDAD DE LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE
DURANTE EL REFLUJO (NUDOS)

EST. PROF. (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0.70	1.93	0.65	1.87	0.75	1.82	0.45	1.43	0.70	1.54
1	0.50	1.82	0.87	1.65	0.85	1.82	0.57	1.43	0.71	1.49
2	0.55	1.87	0.84	1.65	0.85	1.65	0.75	1.32	0.81	1.49
3	0.67	1.76	0.85	1.54	0.85	1.65	0.70	1.10	0.81	1.49
4	0.60	1.65	0.62	1.43	0.63	1.43		0.99		1.49
5		1.65	0.40	1.21	0.57	1.32		0.74		1.49
6		1.65		1.21		1.10		0.63		1.32
7		1.65		0.83		0.44		0.84		1.10
8		1.43								0.88

Tabla # III

VELOCIDAD DE CORRIENTE AL SUR DE GUAYAQUIL
EN MAREA DE SISIGIA vs PROFUNDIDAD

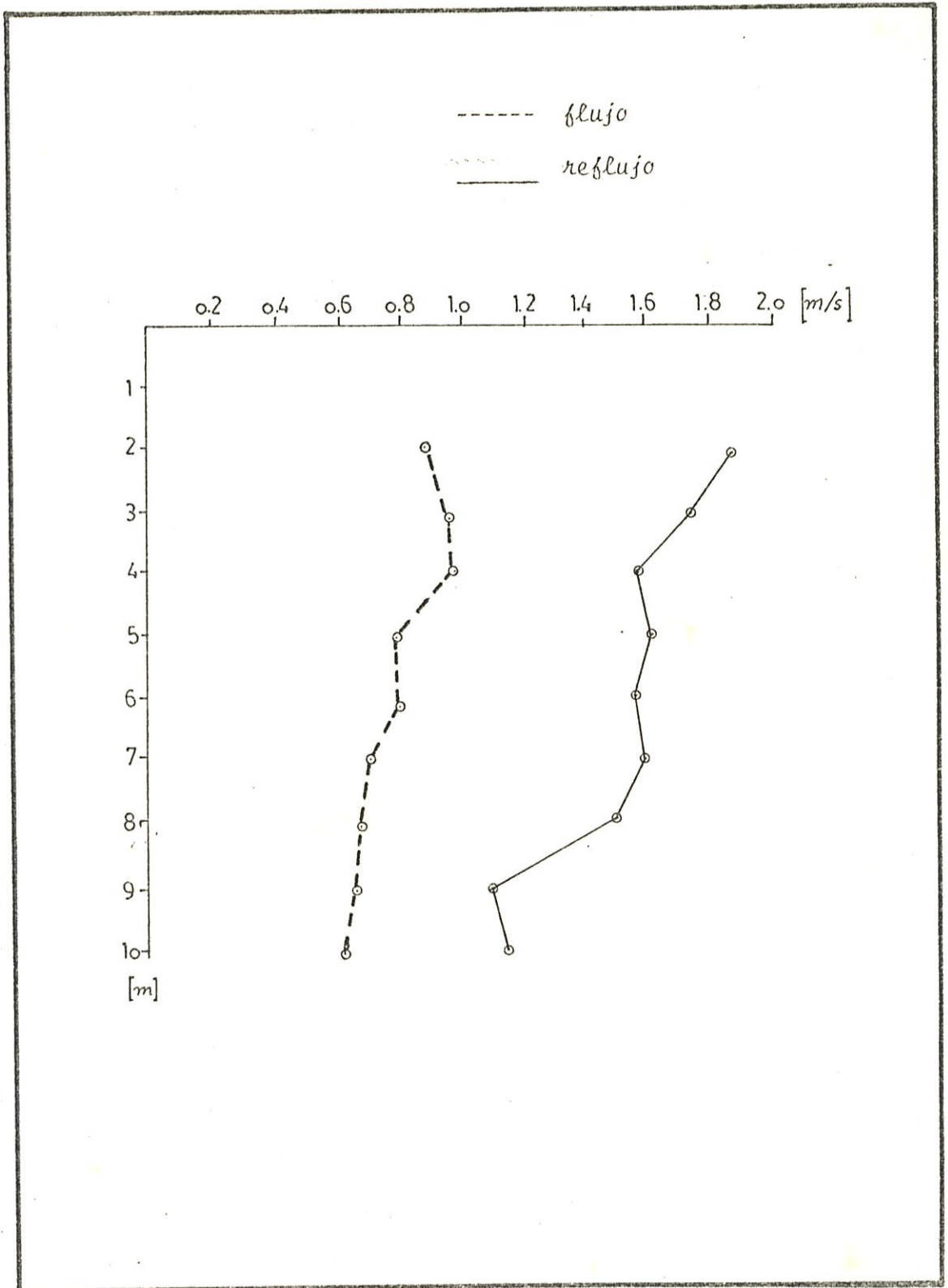


Fig. N° I

VELOCIDAD DE CORRIENTE AL SUR DE GUAYAQUIL

MAREA DE CUADRATURA

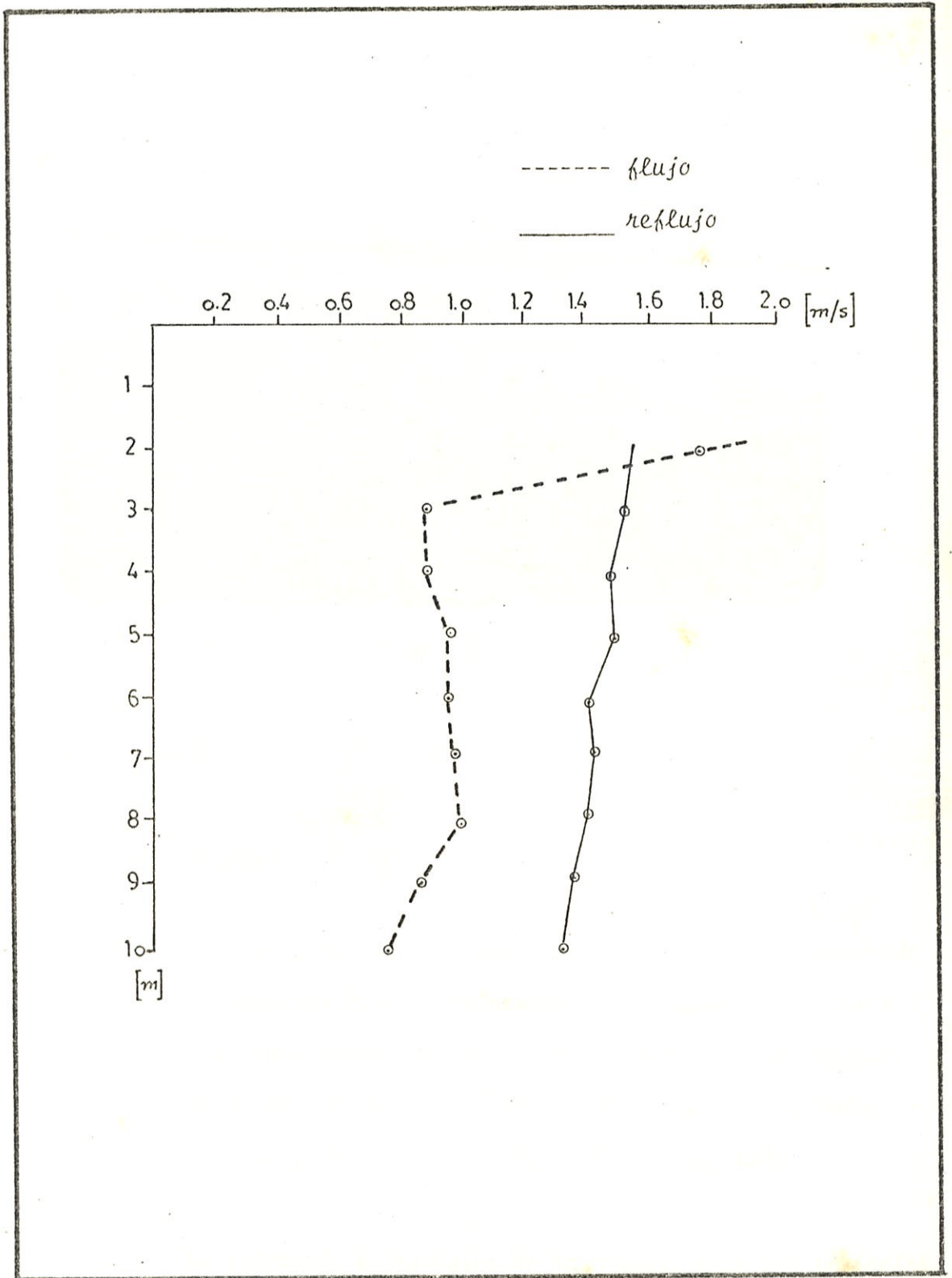


Fig. N° II



Foto # 6

2.2. CONDICIONES METEOROLOGICAS

A. Vientos.-

Como es conocido, la ciudad de Guayaquil está rodeada de cerros, los cuales influyen en la formación de vientos, cuya causa fundamental es la diferencia de presión entre dos puntos de la superficie de la tierra, entre los cuales pasa una masa de aire en movimiento.

La situación estratégica de la ciudad, hace que el factor ambiental "viento" tenga una regular importancia, ya que



el movimiento de masas de aire tienen alguna influencia en el régimen de corrientes del Río Guayas,

La información de vientos que se presenta, está contenida en el anuario meteorológico referido a la estación - de primer orden del Aeropuerto Simón Bolívar de Guayaquil, que cubre cinco de los últimos años y permite obtener una idea representativa de la intensidad y dirección predominante de los vientos,

Las tablas # IV, V y VI indican los valores medios de intensidad y dirección de los vientos de todos los meses del año, tomados en cinco años consecutivos desde 1977 a 1981.

La velocidad media anual es 3.39m/s, la máxima velocidad registrada es de 11.7m/s, y la dirección predominante es la del Sur-Oeste, aunque también se registraron de otras direcciones, tales como Este y Sur.

B. Precipitación.-

La precipitación es un parámetro muy importante a considerar en el presente proyecto, pues influirá en el diseño del terminal, instalaciones civiles en la ribera, vi-

PROMEDIOS MENSUALES DE VELOCIDAD DEL VIENTO PERIODO 1977-1981

E N E R O				F E B R E R O			
Velocidad del viento en m/seg.		Dirección Predom. (del)		Velocidad del viento en m/seg.		Dirección Predom. (del)	
07 H	13 H	07 H	13 H	07 H	13 H	07 H	13 H
19 H	19 H	19 H	19 H	19 H	19 H	19 H	19 H
2.0	3.4	3.6	E	1.8	2.9	2.9	N
M A R Z O				A B R I L			
Velocidad del viento en m/seg.		Dirección Predom. (del)		Velocidad del viento en m/seg.		Dirección Predom. (del)	
07 H	13 H	07 H	13 H	07 H	13 H	07 H	13 H
19 H	19 H	19 H	19 H	19 H	19 H	19 H	19 H
1.8	3.3	2.9	N	1.8	3.2	3.1	S

Estación: Guayaquil DAC

Fuente: Anuario Meteorológico (INAMHI)

Tabla # IV

PROMEDIOS MENSUALES DE VELOCIDAD DEL VIENTO
PERIODO 1977 - 1981

M A Y O			J U N I O		
Velocidad del viento en m/seg.		Dirección Predom. (del)	Velocidad del viento en m/seg.		Dirección Pred. (del)
07 H	13 H	19 H	07 H	13 H	19 H
2.1	3.0	3.0	2.9	3.6	4.3
E			SW		
J U L I O			A G O S T O		
Velocidad del viento en m/s.		Dirección Predom. (del)	Velocidad del viento en m/seg.		Dirección Predom. (del)
07 H	13 H	19 H	07 H	13 H	19 H
3.2	3.9	4.9	2.9	3.9	5.7
SW			SW		

Estación: Guayaquil DAC

Fuente: Anuario Meteorológico
(INAMHI)

Tabla # V

PROMEDIOS MENSUALES DE VELOCIDAD DEL VIENTO
PERIODO 1977 - 1981

Dirección Aviación Civil

S E P T I E M B R E				O C T U B R E			
Velocidad del viento en m/seg.		Dirección Predomin. (del)		Velocidad del viento en m/seg.		Dirección predomin. (del)	
07 Horas	13 Horas	07 Horas	19 Horas	07 Horas	13 Horas	07 Horas	19 Horas
2.0	3.6	SW	S	2.4	3.8	SW	S
N O V I E M B R E				D I C I E M B R E			
Velocidad del viento en m/seg.		Dirección predomin. (del)		Velocidad del viento en m/seg.		Dirección predomin. (del)	
07 H	13 H	07 H	19 H	07 H	13 H	07 H	19 H
2.4	4.0	SW	S	2.2	3.7	SW	S

Fuente: Anuario Meteorológico
(INAMHI)

sibilidad, etc.

La información que se presenta, se la recopiló de los anuarios meteorológicos de los años 1977 a 1981, regis-trados en la estación de la Dirección de Aviación Civil de Guayaquil, y están tabulados por año en la tabla # VII.

Como complemento para el estudio, se han incluido los datos de precipitación de la estación lluviosa del año - 1983, que por efectos del fenómeno de El Niño, fue alejado de lo normal llegando a un máximo de 830.5 mm x mes.

Esta fue una condición extrema y se ha llegado a estimar según declaraciones de varios entendidos en la materia, que esta condición de precipitación podría no volver a ocurrir en varias décadas. A continuación, se presenta en la tabla # VIII los promedios mensuales y máxima precipitación por día, registrada en 1983 en la estación de Guayaquil D.A.C.

C. Visibilidad. -

La visibilidad, es una condición meteorológica que debe tomarse en cuenta en el diseño de puertos y terminales -

PRECIPITACION MENSUAL EN mm DE ALTURA

MES ANO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SEP.	OCT.	NOV.	DBRE.	ANUAL
1977	162.0	146.2	216.9	580	01	05	07	00	209	09	00	32	609.7
1978	969	244.1	1176.7	689	394	00	00	00	02	00	00	265	688.7
1979	657	640	782	190.7	142	TRZ	01	00	05	00	01	00	413.2
1980	932	684	175.6	378.8	298	14	03	TRZ	00	04	02	26	750.7
1981	117.6	399.4	230.4	958	02	00	02	00	00	00	00	44	887.8

Estación: Guayaquil DAC.

Inf. recopilada en INAMHI

Tabla # VII

PROMEDIOS MENSUALES Y MAXIMA PRECIPITACION POR DIA, REGISTRADA EN 1983.

<i>Lluvia</i>			
	<i>Total mensual</i>	<i>Máximo 24 horas</i>	<i>Número de días</i>
Enero	601.7	55.3	28
Febrero	539.4	126.0	26
Marzo	830.5	149.3	29
Abril	606.4	156.2	29
Mayo	621.7	164.4	27
Junio	629.5	111.6	23
Julio	292.5	51.3	22
Agosto	18.2	12.2	5
Septiembre	18.9	6.2	9
Octubre	4.0	2.3	8
Noviembre	1.1	0.5	4
Diciembre	66.4	28.4	13
TOTAL	4228.6		

Tabla N° VIII

marítimos o fluviales, por su relación con las maniobras de atraque, así como para la adecuada señalización de la vía de navegación.

Es obvio que no todas las personas tienen igual capacidad para visualizar un objeto a lo lejos, por otro lado existen ciertos factores que pueden afectar la visibilidad, tales como impurezas y humedad relativa del aire, densidad de la nube que esté en contacto con el suelo y cantidad de precipitación *in situ*.

Para Guayaquil, específicamente en el Río Guayas, la visibilidad es afectada por intensas lluvias en los primeros cuatro meses del año, siendo del orden de 12.1 a 20 km, en los meses siguientes la visibilidad oscila entre 6.1 a 12km.*

2.3. CONDICIONES GEOTECNICAS

Para el diseño de un terminal costero y fluvial, se requiere conocer el tipo de suelo y sus diferentes estratificaciones,

[*] (Datos de anuario meteorológico, tomados a las 13h00 Estación, Dirección de Aviación Civil-Guayaquil).

en las cuales van a estar cimentadas las estructuras, así como también el transporte de sedimentos que puede originar erosión o acreción del suelo en la zona donde van a estar ubicadas las instalaciones del terminal.

A. Suelos.-

La información que se tiene acerca de la estratificación del suelo en el Río Guayas, está basada en un grupo de perforaciones realizadas para la ampliación del Malecón Simón Bolívar en la zona comprendida entre la Avenida 10 de Agosto y la calle General Franco al norte de Guayaquil.

Del análisis de estas perforaciones se concluye que el perfil estratificado del suelo que bordea el malecón, presenta un potente estrato de arcilla inorgánica, cuyos parámetros obtenidos de ensayos de laboratorio indican que con un pilote de 0.40 por 0.40 por 25 metros de longitud, se obtiene una capacidad por fricción mayor que 25 toneladas, que es la descarga máxima por pilote que desarrollan estructuras livianas tipo muelle.

B. Transporte de Sedimentos.-

En lo que se refiere a transporte de sedimentos, los da-

tos que se presentan corresponden a estudios realizados en una zona donde es factible la construcción de un terminal fluvial.

Mediciones de flujo de agua de 13 horas consecutivas efectuadas en el Río Guayas a comienzos del año 1984, específicamente frente a las esclusas y cuando existían condiciones normales de pluviosidad que afectan directamente la descarga del Río, dan como resultado que en las mareas de Sisigía y Cuadratura, que son las más representativas para el diseño de obras fluviales, se presentan los siguientes valores de transporte de sedimentos:

En Sisigía (valores máximos) Fig. # III

En el reflujo, los valores del contenido de sólidos en suspensión que viajan en una columna de agua de 10.0 metros es 9.80 Kg/m.s. En el flujo se encuentra que para una columna de agua de 13 metros el valor de transporte de sedimentos es 9.80 Kg/m.s.

En cuadratura (valores máximos) Fig. #IV.

En el reflujo, el transporte a través de una columna de 11.0 metros es 5.46 Kg/ms. En el flujo el transporte a

través de una columna de 13.20 metros es 3.36 Kg/m.s.

Como complemento se presentan las siguientes fotos, que muestran claramente la acumulación de sedimentos en el actual muelle municipal para pasajeros que viajan a Durán que se encuentra al Norte de Guayaquil. Se puede observar una gran playa de lodo que obstaculiza la navegación en baja marea, no permitiendo operar eficientemente el terminal. (Ver fotos # 7, 8 y 9.)

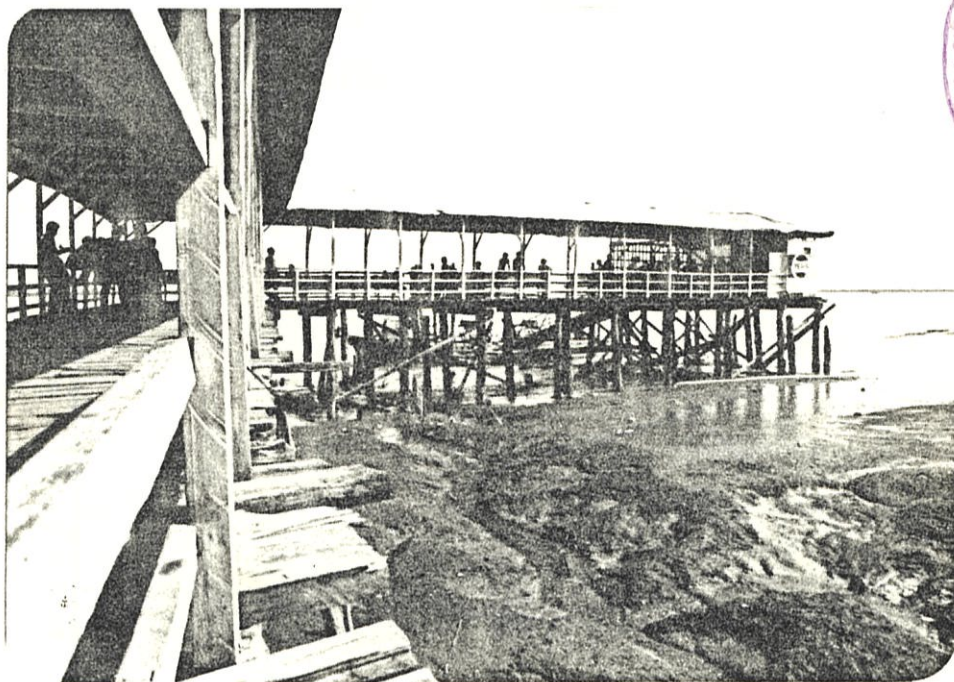


Foto # 7



TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN MAREA DE SISIGIA vs PROFUNDIDAD

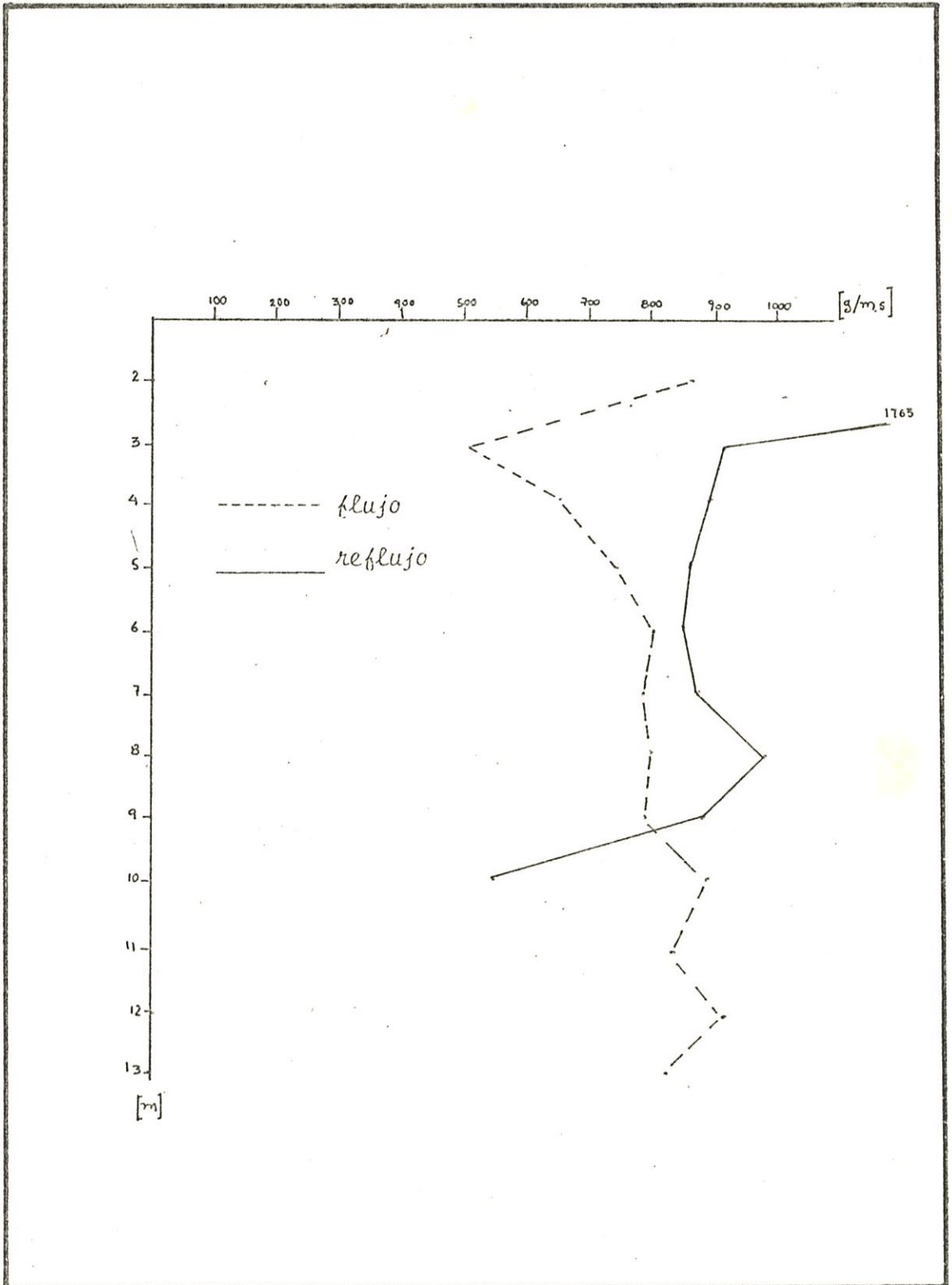


Fig. N° III

TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN MAREA DE CUADRATURA vs
PROFUNDIDAD

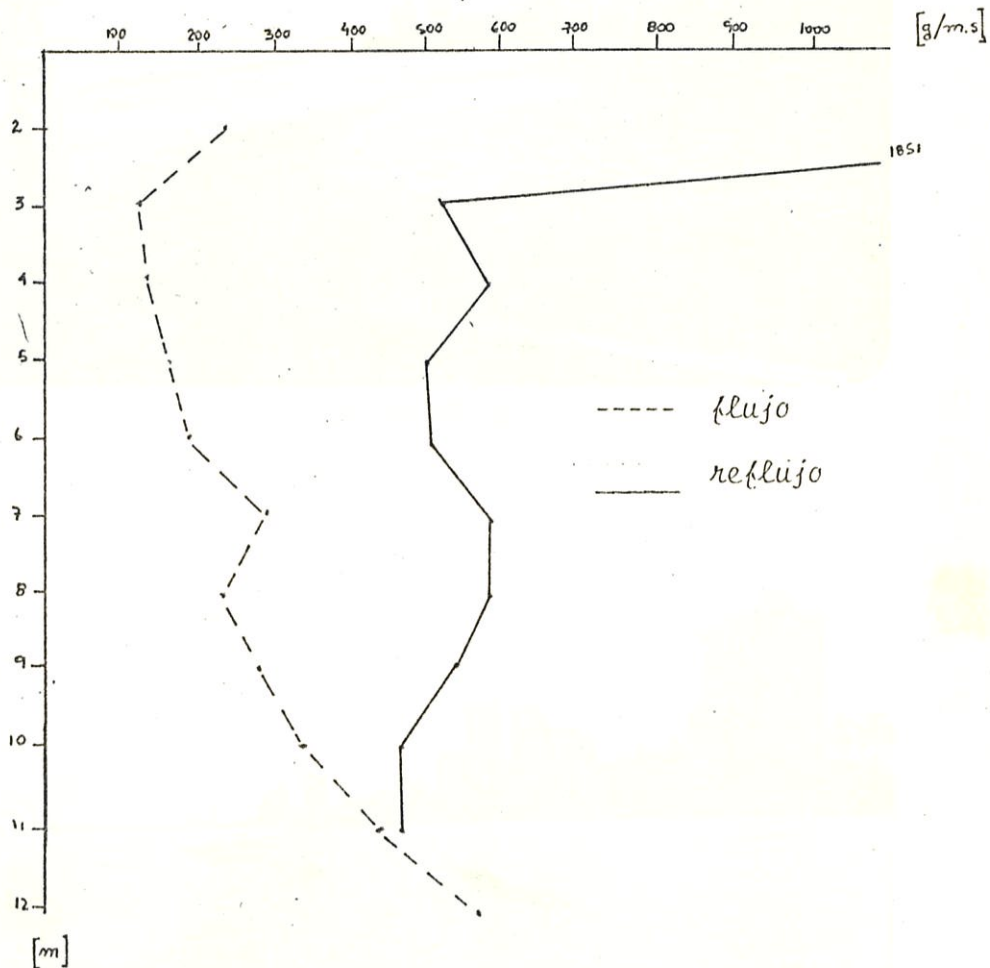


Fig. N° IV



Foto N° 8



Foto N° 9

III. CRITERIOS DE DISEÑO DE LOS MUELLES.

3.1. TIPOS DE EMBARCACIONES A UTILIZAR. -

El dimensionamiento de estructuras tales como muelles y -
plataformas flotantes, dependen principalmente del tipo de
embarcaciones que hagan uso del atracadero. (Ver fotos #
10 y 11).

En el primer capítulo de este proyecto encontramos que en
base a datos estadísticos de movilización de personas, pre-
sentados en la tesis de la Facultad de Arquitectura "Dise-
ño Arquitectónico de Terminales", se puede concluir que la
embarcación requerida debe transportar 600 pasajeros, lo -
cual indica que el buque tipo tenga las siguientes caracte-
rísticas:

Eslora: 64 mts.
Manga: 4.3 mts
Calado: 3.3 mts
Desplazamiento: 1.100 ton.*

Ya que el estudio antes mencionado es bastante teórico, y -
no cubre el hecho de que el 100% del usuario potencial uti-

(*) Shipbuilding International Maritime Monthly

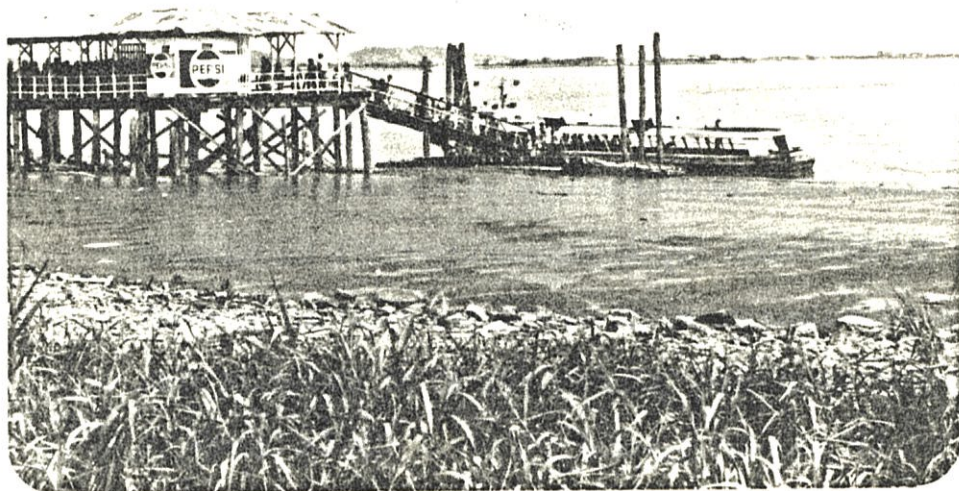


Foto N° 10



Foto N° 11

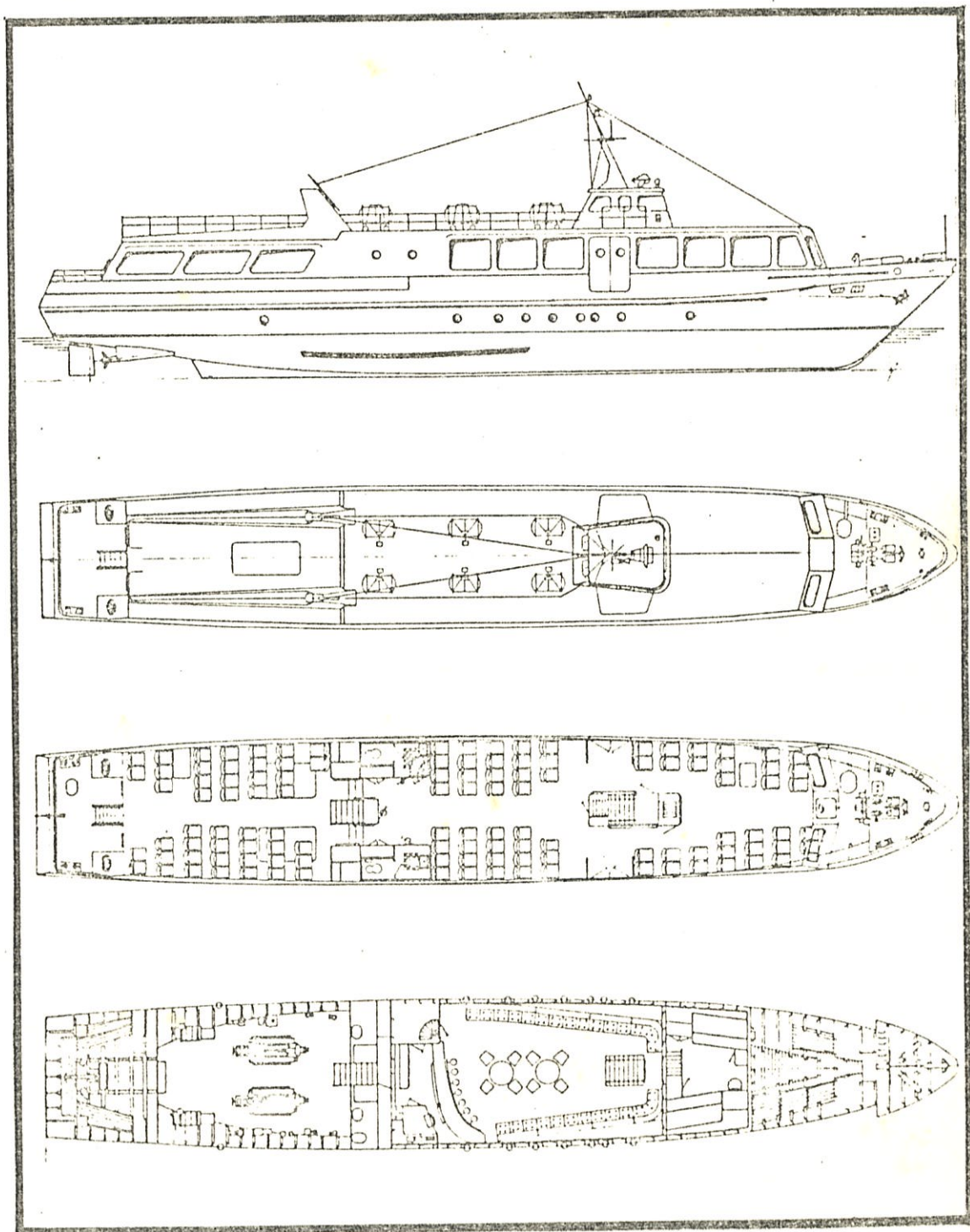
lizaría el transporte fluvial, además si tomamos en cuenta el factor psicológico de las personas, muchos preferirían seguir utilizando el transporte terrestre, debido a la falta de adaptación a una nueva forma de transporte.

Luego como podemos ver una embarcación relativamente grande, que en realidad no va a ser la que va a satisfacer las necesidades socio-económicas ya que aumentaría el costo del terminal al tener que llegar hasta profundidades adecuadas para el calado de la embarcación, aumentando también gastos de mantenimiento tanto del buque y terminal lo que directamente recae en los costos de pasaje que tendrá el usuario.

Entonces, si consideramos que embarcaciones para 300 pasajeros solucionan la demanda de servicio de transporte terrestre, se puede pensar en un incremento del número de estas embarcaciones, lo cual equipara el descongestionamiento y la demanda de movilización hacia los diferentes muelles que se construyan a lo largo de la ribera del Río Guayas. A continuación se presentan las características fundamentales de un buque tipo para 300 pasajeros. (Ver plano # VII).

Eslora: 33.2m

Manga: 5.3m



Plano N^o VII

Calado: 1.55m

Puntal: 2.55m

Desplazamiento: 101.6 Ton.

Potencia: 300 HP [15100 RPM]*

Luego si se dimensionan las estructuras para soportar la carga viva equivalente a 300 personas, más alguna carga que estas personas pueden llevar, estos muelles también brindarían servicio a embarcaciones menores, como yates, botes a motor, etc., durante el tiempo en que los atracaderos estén desocupados.

3.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE OPERACION.

Las obras más expuestas a la elevación y descenso del plano de agua, son en general las situadas en las orillas de pequeños canales de navegación. La influencia es tanto mayor, cuanto mayor es la velocidad de los barcos que pasan, cuanto mayor es la relación entre la sección transversal del barco que pasa y la del canal, cuanto mayor es la relación del calado a la profundidad y cuanto menor es la distancia a que el barco pasa con respecto a la orilla.

Los criterios para la mejor operación del muelle situado en la ribera del Río Guayas, serían:

(*) Shipping World & Shipbuilder



* - Regulación de la distancia y velocidad a la cual deben pasar los buques de mayor calado, que debe ser por lo menos 100m alejado del muelle y 4 nudos respectivamente, para evitar movimientos de la embarcación atracada debido a las olas producidas por estos buques.*

- Realizar un programa de mantenimiento de los atracaderos que involucre lo siguiente:

Limpieza de sedimentos depositados (con dragado) y de material en suspensión, tales como: Lechugones, palos, material arrastrado por las corrientes y que por causa de interferencia de la estructura no han podido avanzar en su recorrido hacia el mar. Se sugiere, que esta limpieza se realice 8 días consecutivos cada año. (Ver foto # 12.).



Foto # 12

3.3. DIMENSIONAMIENTO DE ATRACADEROS

Condiciones:

Las principales condiciones que se deben cumplir en el dimensionamiento de atracaderos son las siguientes:

- Cantidad de embarcaciones que deben estar atracadas en un mismo intervalo de tiempo.
- Longitud del muelle, para que brinde facilidad para el embarque y desembarque de personas y de carga.
- El tiempo previsto que va a utilizar una embarcación en espera de carga y descarga.
- Tiempo en que va a estar desocupado el atracadero y que lo pueden ocupar momentáneamente otras embarcaciones.
- Instalaciones que se van a colocar para brindar servicio a las embarcaciones, tales como:

Agua, combustible y otros suministros.

Dimensiones:

Las dimensiones básicas de los muelles son:

1. Cota de la plataforma
2. Profundidad
3. Longitud

1. La elevación de la cota de la plataforma del muelle, sobre el nivel de referencia, no debe ser menor de dos metros. (Ver fig. # V). En el momento de pleamar se permite una disminución de la reserva hasta la altura de 1m.
2. Al determinar las profundidades al pie de los muelles, se toma en consideración la finalidad de ellos, la presencia de otros atracaderos y las previsiones de aumento de calado para el futuro.
3. Al determinar la longitud del atracadero hay que sumar a la eslora del buque las distancias de reserva que abastecen de seguridad al mismo, y que corresponden a la distancia de parada del buque y de las maniobras en el momento de acceso al atracadero y partida de él.

3.4. CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL Y GEOTECNICO

Los criterios que tienen importancia primaria para el diseño estructural y geotécnico y que controlan la selección del tipo de muelle se los puede resumir en:

1. Objetivo fundamental de la estructura
2. Tipo de diseño a ser utilizado
3. Cargas que va a soportar la estructura

1. Un muelle es usualmente construido, para un uso definido, su principal función es para el manipuleo de carga general o pasajeros, o la combinación de ambas, o puede requerir el manipuleo de un tipo específico de carga como contenedores, transporte de aceite, cemento, granos, etc. La función, para la cual va a ser usado el muelle, es importante para su selección.

Sin embargo, hay otros factores que determinan el tipo de muelles a ser construidos, tales como; conocer si la instalación requerida va a ser permanente o temporal, el tamaño de los barcos que van a usar el muelle, la dirección de las olas y el viento, condiciones del suelo, particularmente, si el dragado va a ser considerado y fi

nalmente es de considerable importancia la determinación de tipo de construcción más económica.

2. Un muelle, puede ser diseñado como una estructura rígida, donde las fuerzas laterales, son tomadas por pilotes que debido a la posición geométrica y cantidad de los mismos, le dan gran rigidez o flexibilidad a la estructura. Sin embargo, hay deformaciones y deflexiones debidas al impacto del barco cuando atracá.
3. Las fuerzas, a que va a estar expuesta la estructura, son las siguientes:
 - a. Carga muerta de la estructura
 - b. Carga viva y equipos móviles sobre la estructura
 - c. Cargas de impacto
 - d. Fuerzas sísmicas
 - e. Fuerzas debidas a la corriente
 - f. Fuerzas de atraque
 - g. Fuerzas de amarre de las embarcaciones
 - h. Fuerzas del viento.

IV. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL MUELLE TIPO

4.1. SELECCIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO.-



Los parámetros más importantes a considerar en el diseño de una obra de atraque, son los siguientes:

1. ORIENTACION

Depende de los siguientes factores:

- a. Distribución en planta de las instalaciones del terminal.
- b. Facilidad de maniobra del buque en las operaciones de atraque y desatraque.
- * c. Orientación de los vientos reinantes, no siendo favorables separaciones mayores de 30 grados de alineación del muelle con respecto a la dirección de los vientos predominantes. *
- * d. Orientación con respecto a la dirección media de las corrientes. Conviene que la alineación del muelle - difiera en más de 15 grados con respecto a la direc-

ción media de las corrientes. *

2. CALADOS

- a. Tamaño y calado del buque tipo a que está destinado el muelle. Según investigaciones, el calado al pie del muelle, estará comprendido como mínimo entre 0.5 y 1.5m bajo la quilla del buque máximo cargado, en baja marea.
- b. Mareas.- Los calados han de considerarse desde el nivel de la baja marea máxima.
- c. Aterramientos.- Es conveniente adoptar un margen de seguridad en zonas expuestas a corrientes de transporte sólido o aterramiento, cuyo valor oscilará en función de su vulnerabilidad.
- d. Naturaleza del suelo.- En zonas rocosas, es conveniente adoptar un margen de resguardo adicional que cubra la peligrosidad que presenten las puntas salientes no detectadas. Este margen suele establecerse entre 30 y 60cm.

3. ELEVACION DEL MUELLE CON RESPECTO AL NIVEL DEL AGUA.

- a. El factor que determina la mínima altura del muelle es el de mantener en seco el muelle, en condiciones de máxima marea. Este valor mínimo, está comprendido entre 0.5 a 1.0m sobre la pleamar máxima.

4. ESFUERZOS HORIZONTALES SOBRE EL MUELLE.

Los esfuerzos horizontales se pueden desglosar en los siguientes grupos:

- a. Esfuerzos hidrostáticos y de oleaje.
- b. Esfuerzos de atraque.- La magnitud de las presiones sobre el muelle están en función de las dimensiones del buque, la velocidad de aproximación, el sistema de defensas y la elasticidad del costado del buque y el muelle.

Además, de los esfuerzos generados en la maniobra de atraque, deberán tenerse en cuenta los originados por causa del viento y las corrientes que inciden sobre el buque y que tienden a separarlo o juntarlo al



muelle. Para el primer caso se producirá un esfuerzo de tiro sobre los bolardos o dispositivos de amarre, en el segundo caso, serán las defensas del muelle o del barco, las que transmitan el esfuerzo a la pared del muelle, absorbiéndolo en parte, según su elasticidad.

Los empujes, sobre el muelle se calculan mediante la fórmula de Newton:

$$F = K \cdot \frac{Q \cdot S}{2g} v^2$$

donde:

F = Empuje normal al muelle

S = Superficie de la obra muerta del buque en las tre en el plano de la eslora (en el caso del viento), o superficie de la obra viva del buque a plena carga en el mismo plano - (en el caso de la corriente).

Q = Densidad específica del aire $1.28/9.81 =$
 $= 128/9.81 = .13.$

Densidad específica del agua -

$1030/9.81 = 105$

V = Velocidad máxima del viento en el lugar de emplazamiento a una altura de 10m, o velocidad de la corriente a 2m de profundidad (en m/seg.).

K = Coeficiente de forma = 1.3 (Según Hoerner), ángulo de la dirección del viento o de la corriente, respecto a la normal del muelle.

- * c. Impacto de atraque.- Este impacto se debe al golpe del buque contra el muelle al atracar. Para propósitos de diseño se asume que el máximo impacto a considerarse será producido cuando la embarcación se encuentre a plena carga y se acerca al muelle con un ángulo de 10 grados y una velocidad normal al muelle de 0.078 a 0.15 m/S. *

Los sistemas de defensa, son diseñados para absorber estos impactos y la fuerza resultante deberá ser absorbida por el muelle, y las defensas de éste, tendrán un tipo de construcción flexible.

- d. Fuerzas Sísmicas.- Este tipo de fuerzas serán consideradas en los lugares donde existían áreas de disturbación sísmica. Las fuerzas sísmicas horizontales dependen de las características de la excitación y a-

(*) Dirección General de Puertos y Señales Marítimas de España.

quellas de la estructura.

* 5. ESFUERZOS VERTICALES SOBRE EL MUELLE.

Las cargas verticales están constituidas por el peso - muerto de la estructura (carga muerta), y el peso de la carga viva, que consiste de cargas uniformes y rodantes, debido a los equipos de manipuleo de carga y pasajeros, que según las especificaciones técnicas dadas por el - INEN tiene un valor de 450 Kg/m^2 para plataformas ex - puestas a este tipo de carga. *

4.2. DISEÑO ESTRUCTURAL.-

Una estructura puede concebirse como un sistema, es decir, como un conjunto de partes o componentes que se combinan en forma ordenada para cumplir una función dada. La estructura debe cumplir la función a la que está destinada con un grado razonable de seguridad, y de manera que tenga un comportamiento adecuado en las condiciones normales de servicio.

Además, deben satisfacerse otros requisitos, tales como man tener el costo dentro de límites económicos y satis facer de de terminadas exigencias estéticas. El siguiente diseño, se -

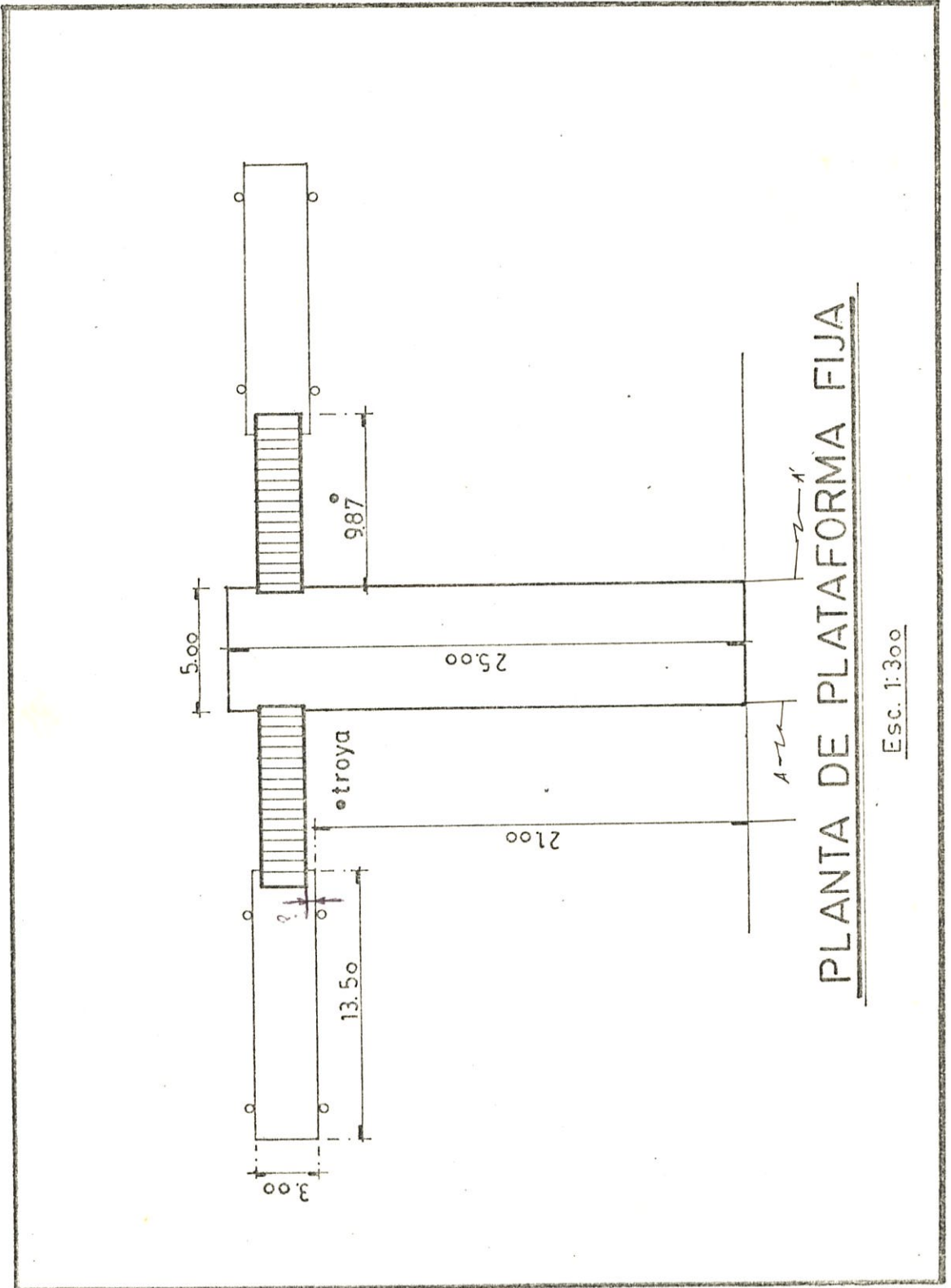
lo realizó usando el método, llamado "DISEÑO POR RESISTENCIA Y SERVICIO". Se considera la estructura estáticamente indeterminada y va a estar conformada por elementos estructurales prefabricados, debidamente entrelazados y fundidas las juntas entre ellas.

DISEÑO.

Habiendo analizado todos los criterios anteriormente anotados, se concluye que el tipo de diseño a realizarse debe ser una combinación de estructuras fijas y flotantes, con lo cual se cubre, tanto el aspecto económico como las necesidades, debido a las condiciones fluviales, meteorológicas y geotécnicas.

El modelo arquitectónico y orientación del terminal que se presenta en el plano N^o VIII considera las siguientes acotaciones:

1. El sistema fluvial es bidireccional (flujo-reflujo).
2. Está expuesto a un rango considerable de marea.
3. Se toma en cuenta los mayores valores de velocidad de corriente.



Plano N^o VIII

VISTA SUPERIOR DE INSTALACIONES DEL TERMINAL

4. El sistema estructural es relativamente económico y -
permite ampliación según las necesidades lo requieran.
5. Da mayor maniobrabilidad de atraque a las embarcacio -
nes.
6. Puede ser utilizado en ambos lados en alta y baja ma -
rea.
7. Permite atracar mayor número de embarcaciones.
8. Las embarcaciones a utilizar en el terminal van a tener
características menores a éstas.

Eslora: 35m

Manga: 6m

Calado: 2m

Teniendo en cuenta, lo antes citado, el diseño del terminal
va a comprender tres partes fundamentales:

1. Diseño de una pasarela fija que servirá de base para -
la conexión de tierra con los muelles flotantes.

2. Diseño de plataforma flotante.
3. Diseño de rampa articulada que servirá de unión entre estructuras fija y flotante.

El diseño de instalaciones en tierra, está limitado sólo a la parte arquitectónica, ya que constituye realmente una obra civil.

La estructura fija que en realidad es una pasarela perpendicular de la ribera del río, tendrá que llegar hasta donde se encuentre el beril de 2m en baja marea; será una estructura de hormigón armado soportada por pilotes, que permitirá la conexión a tierra y a la estructura flotante por medio de una rampa articulada de acero.

Desarrollo:

1. Diseño de pasarela fija.
 - A. Diseño de losa aligerada que comprende loseta y viguetas.
 - B. Diseño de pilotes

A. Diseño de loseta de hormigón armado de $100 \times 5 \text{ m}^2$.

Podemos asumir que:

$$f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 4.200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$W = 2.400 \text{ Kg/cm}^3$$

$$z = 0.07 \text{ m}$$

$$l' = 5.00 \text{ cm}$$



Donde:

f'_c = Esfuerzo de resistencia a la compresión del concreto.

f_y = Esfuerzo de resistencia a tensión del acero

W = Peso específico del hormigón armado

z = Espesor de la loseta

l' = Ancho de tramo de loseta

w_{pp} = Peso propio de loseta de 0,07 m de espesor

w_l = Carga viva según código A.C.I.

w_t = Carga mayorada con factores de carga

M = Momento flexionante en la loseta

Luego:

$$w_{pp} = 2.400 \text{ Kg/m}^3 \times 0.07\text{m} = 168 \text{ Kg/m}^2$$

$$w_L = 450 \text{ Kg/m}^2 \quad (\text{según código ACI})$$

$$w_t = 1.4 w_{pp} + 1.7 w_L$$

$$w_t = 1.4 (168) + 1.7 (450) = 1000.2 \text{ Kg/m}^2$$

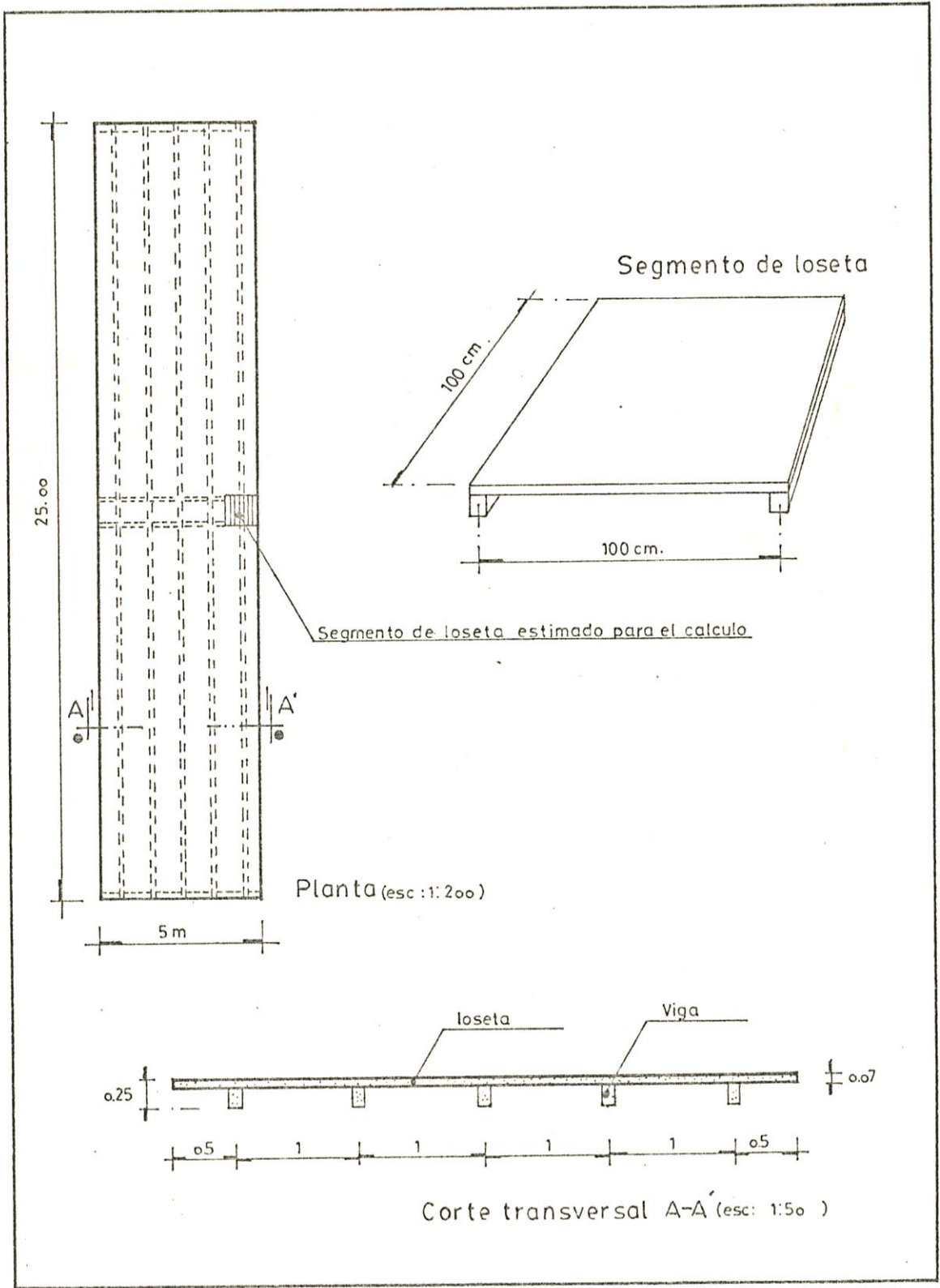
$$M = 1/8 w_t \times (1.0)^2 = \left(\frac{1000.2}{8.0} \right) \times (1.0)^2 = 125.025 \text{ Kg-m/}$$

/metro lineal de losa.

Si se analiza la porción de loseta de 100 x 100 (Plano N° IX), como una viga. Podemos deducir, las ecuaciones de diseño utilizando una resistencia confiable de ϕ por la resistencia ideal, en que ϕ es el factor de reducción de la capacidad.

En consecuencia, el momento resistente último de diseño, M_u es:

$$M_u = \phi f'cbd^2q (1-0.59q) ; \quad (\phi = 0.9 \text{ para flexión})$$



Plano N^o IX

$$\rho = A_s / bd = \text{cuantía de acero}$$

$$q = f_y / f'_c = \text{cuantía mecánica}$$

$$q_{\max} = 0.18 \text{ (por código del ACI para flexión)}$$

$$bd^2 = \frac{M_u}{\phi f'_c q (1 - 0.59 q)}$$

$$bd^2 = \frac{125,025 (100)}{0.9 (280) (0.18) [1 - 0.59 (0.18)]}$$

$$bd^2 = \frac{125,025 (100)^*}{40.54}$$

$$\text{Si } b = 100 \text{ cm}$$

$$d^2 = \frac{3.08 \times 100}{100}$$

$$d = 1.75$$

$$\text{Cuando } q = 0.17 \quad d = 1.8 \text{ cm}$$

$$q = 0.16 \quad d = 1.85 \text{ cm}$$

$$q = 0.15 \quad d = 1.90 \text{ cm}$$

$$q = 0.14 \quad d = 1.95 \text{ cm}$$

$$q = 0.13 \quad d = 2.00 \text{ cm}$$

$$q = 0.12 \quad d = 2.10 \text{ cm}$$

(*) Factor para transformar a cm

q mínimo por flexión = 0.05 (por código del ACI)

Asumo $d = 0.03n$ con q máximo por flexión

$$a = \frac{qd}{0.85} : \quad a = \frac{0.18 (3)}{0.85} = 0.63 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u (100)}{0.9 f_y \left(\frac{d-a}{2} \right)} \quad A_s = \frac{125,025 (100)}{0.9 (4,200) \left(\frac{3-0.63}{2} \right)}$$

$$A_s = 1.23 \text{ cm}^2$$

Si varillas de $\phi = 6.3 \text{ mm}$ tienen Area = 0.32 cm^2

$$\text{luego } \frac{1.23}{0.32} = 3.84 \quad \begin{array}{l} 4 \text{ varillas de refuerzo, separadas} \\ 25 \text{ cm entre ellas} \end{array}$$

Entonces para comprobación la nueva área del acero es

$$4 (0.32) \Rightarrow 1.28 \text{ cm}^2$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \Rightarrow \rho = \frac{1.28}{100 \times 3} = 0.004266$$

$$\rho_{\text{min. por flexión}} = \frac{14}{f_y} = \frac{14}{4,200} = 0.0033$$

luego $S > S_{\text{mín.}}$

Si A_s mínimo por contracción por temperatura = 0.0018 bt

$$\Rightarrow 0.0018 (100) \times 5 = 0.9 \text{ cm}^2$$

luego $1.28 > 0.9 \Rightarrow A_s > A_s \text{ mín. por Cont. - Temp.}$

Entonces, como la loseta es de 5 x.100 x 0.07 quiere decir que por cada m^2 longitudinal hay que poner 4 varillas (ver figura VI) \Rightarrow 20 varillas de $\phi' = 6.3 \text{ mm}$ a lo largo de 100 m.

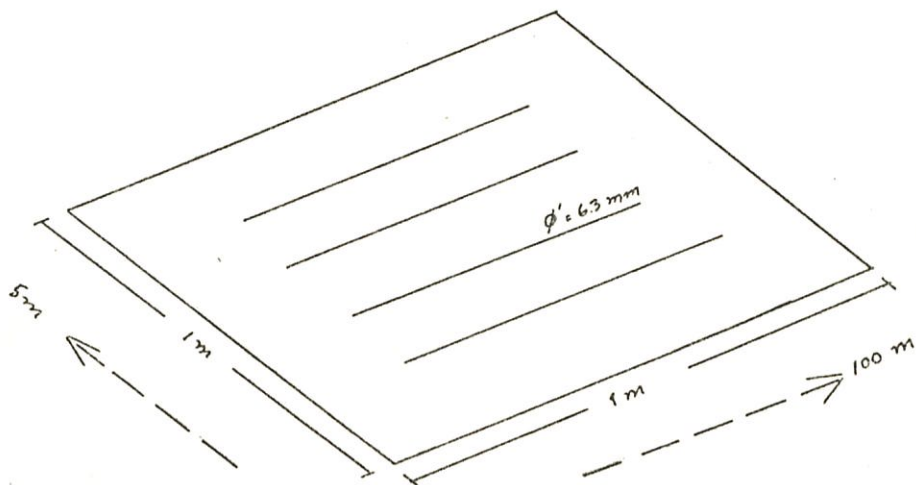


Fig. N° VI

Diseño de viguetas en dos direcciones para mayor rigidez de la estructura.

$$w_{pp'} = 2 bwh = 2 (0.10) (2,400) (0.2) \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \text{m} \times \text{m} = \frac{96 \text{ Kg}}{\text{m}}$$

$w_{pp'}$ = peso propio de vigueta

$$w_{pp} = 168 \text{ Kg/m}$$

$$w_d = 96 + 168 = 264 \text{ Kg/m}$$

El diseño es como si fuera una sola viga de 20 cm de ancho por 5m de largo y 25 cm de altura.

$$w_{\ell} = 450 \text{ Kg/m}$$

$$w_t = 1.4 (264) + 1.7 (450) = w_t = 369.6 + 765 = 1,134.6 \text{ Kg/m}$$

$$M^+ = \frac{wl^2}{8} = \frac{1,134.6 (5^2)}{8} = 3,545.62 \text{ Kg} \cdot \text{m} \text{ (momento debido a las cargas aplicadas)}.$$

$$M_u = \phi f'cbd^2 q (1 - 0.59 q)$$

$$\rho_{\text{mín. por flexión}} = 0.0033$$

$$\left. \begin{array}{l} \rho_{\text{máx.}} = 0.18 \\ \rho_{\text{mín.}} = 0.05 \end{array} \right\} \text{por flexión}$$

$$M_u = 3365.62 \times (100^*) = 0.9(280)(20)d^2(0.18)[1 - (0.59)(0.18)]$$

$$d^2 = \frac{3365.62 \times 100}{0.9 \times 280 \times 20 \times 0.18 (1 - 0.59 \times 0.18)}$$

$$d = 20.91 \text{ cm}$$

$$S_i \quad q = 0.17 \Rightarrow d = 20.44 \text{ cm}$$

$$S_i \quad q = 0.16 \Rightarrow d = 22.03 \text{ cm}$$

$$\therefore \text{Asumo } q = 0.18$$

$$\text{Entonces } a = \frac{qd}{0.85} ; \quad a = \frac{0.18(22)}{0.85} = 4.65 \text{ cm}$$

$$\rho = qd'c/6y = \frac{0.18 \times 280}{4,200} = 0.012$$

(*) Factor de conversión a cm



$$A_s = \rho b d$$

$$A_s = 0.01 (20) (22) = 5.28 \text{ cm}^2$$

∴ chequeamos el momento último

$$M_u = \frac{0.9 \times 4.200 \left(22 - \frac{4.65}{2}\right) \times 5.28}{100}$$

$$M_u = 3,926.81 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$\therefore M_u > M^+$$

lo que quiere decir que el momento resistente es mayor que el momento aplicado, tomando en cuenta los factores de seguridad debido al mayoro de carga.

$$\text{Entonces si } A_s = 5.28 \text{ cm}^2$$

y si varillas de $\phi' = 12 \text{ mm}$ tienen un Area $A_v = 1.13 \text{ cm}^2$

$$\Rightarrow \frac{5.28}{1.13} = 4.67 \Rightarrow \text{utilizar 5 varillas de } \phi' = 12 \text{ mm; para}$$

la viga diseñada.

Para chequear si colocamos 4 varillas con:

$$\phi' = 12.70 \text{ mm}$$

$$A = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$\frac{5.28}{1.29} = 4.09 \text{ varillas, también se puede utilizar esta alter-
nativa.}$$

Chequeo por contracción por temperatura:

$$A_s \text{ mín. } T^\circ = 0.0018 (20) (25) = 0.9 \text{ cm}^2$$

$$\Rightarrow A_s > A_s \text{ mín. } T^\circ$$

∴ chequeo por cortante:

$$V_u = \frac{w (l - \frac{d}{2})}{2 \phi} = \frac{1,134.6 (5 - \frac{0.22}{2})}{2 (0.85)} = 3,263.64 \text{ Kg}$$

$$v_u = \frac{3,263.64}{20. (22)} = 7.41 \text{ Kg/cm}^2$$

$$v_{\text{crítico}} = 0.5 \sqrt{f'c} = 0.5 \sqrt{280} = 8.36 \text{ Kg/cm}^2$$

$$v_u < v_{\text{crítico}} \quad \text{OK}$$

$$7.41 \text{ Kg/cm}^2 < 8.36 \text{ Kg/cm}^2$$

.. Colocar 2 varillas en cada vigueta de 0.10m de ancho por 5m de largo por 0.18m de altura (tomando en cuenta el espesor de loseta de 0.07m, colocadas a una profundidad de 0.22m en ambas direcciones). (Ver plano X).

B. Diseño de Pilotes.

Resistencia requerida por el pilote debida a las cargas -
axiales.

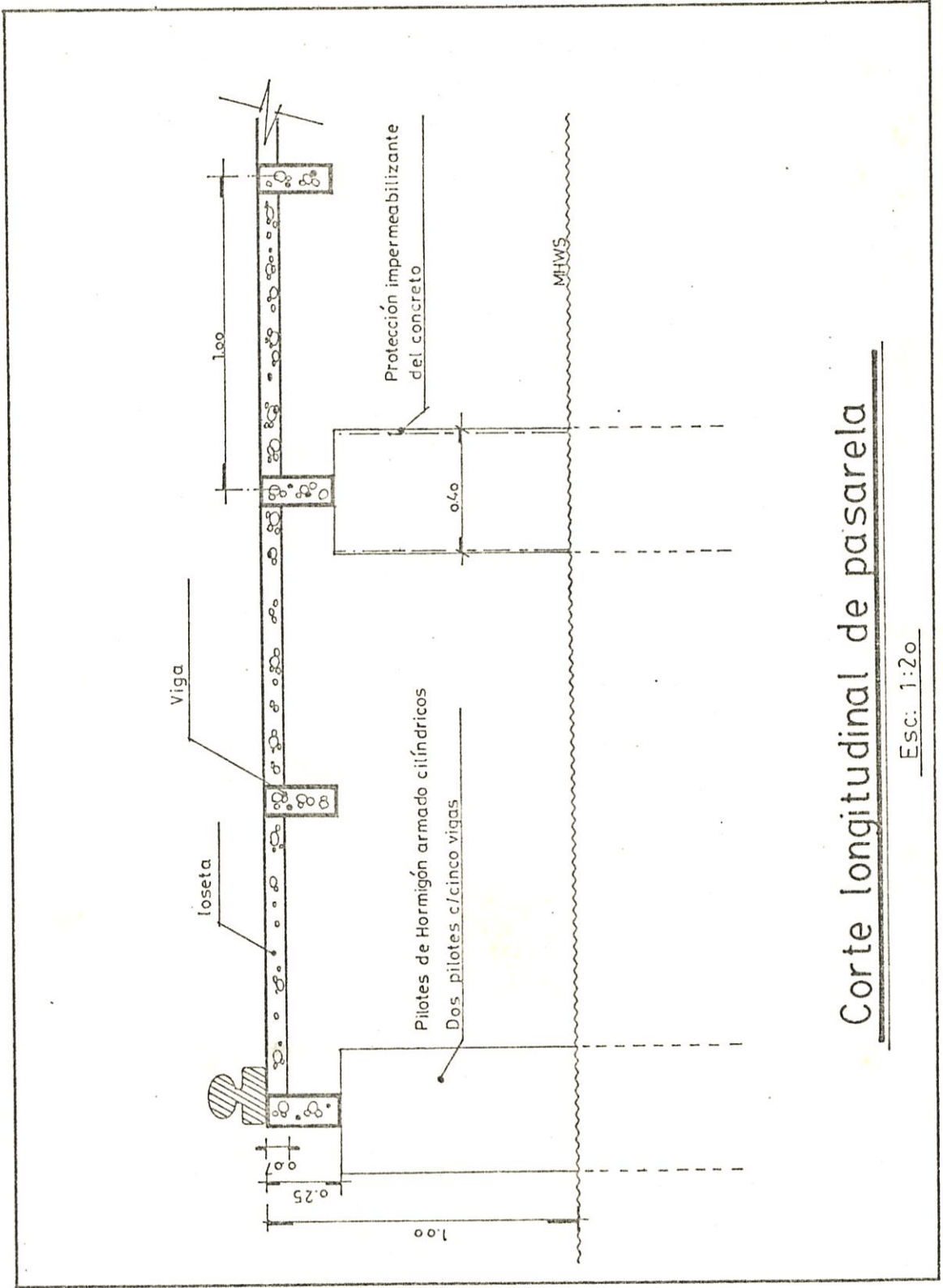
Carga muerta:

$$\text{Peso loseta} = 2,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0.007\text{m} = 168 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Peso viguetas} = 2,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0.25\text{m} = 600 \text{ Kg/m}^2$$

Carga viva debido a:

$$\text{Movimiento de personas y cargas} = 450 \text{ Kg/m}^2$$



Corte longitudinal de pasarela

Esc: 1:20

Plano N° X

$$\text{Carga total} = 1.4 \times 768 + 1.7 \times 450$$

$$\text{Carga total} = 1,840,2 \text{ Kg/m}^2$$

Luego:

El área total por tramo de pasarela fija es de $25 \times 5 \text{ [m}^2\text{]} =$

$$= 125 \text{ m}^2;$$

Si se colocan 5 filas de 2 pilotes separados cada $5\text{m} \Rightarrow 10$ pilotes.

∴ 12.5 m^2 será el área que cada pilote tendrá que soportar, con una carga respectiva de $1,840,2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} \times 12.5 \text{ m}^2$

\Rightarrow cada pilote soportará $23,002.5 \text{ Kg}$.

∴ La resistencia del pilote debido a cargas verticales será:

$$P_u = 0.85 f'_c A_c + A_{ss} f_y$$

donde:

$A_c =$ Area del concreto

A_{ss} = Areas de los aceros en la sección

$$A_c = (40 \times 40) \text{cm}^2 - A_s - A_s'$$

Como de antemano conocemos que el problema en pilotes es el izado, para comprobarlo, la resistencia requerida, que son las fuerzas internas requeridas por las fuerzas externas en la estructura, debe ser menor o igual a la resistencia disponible por la estructura, o sea que:

$$M_{\text{resistente}} \geq M_{\text{requerido}} \quad (\text{Ver figura N}^\circ \text{ VII})$$

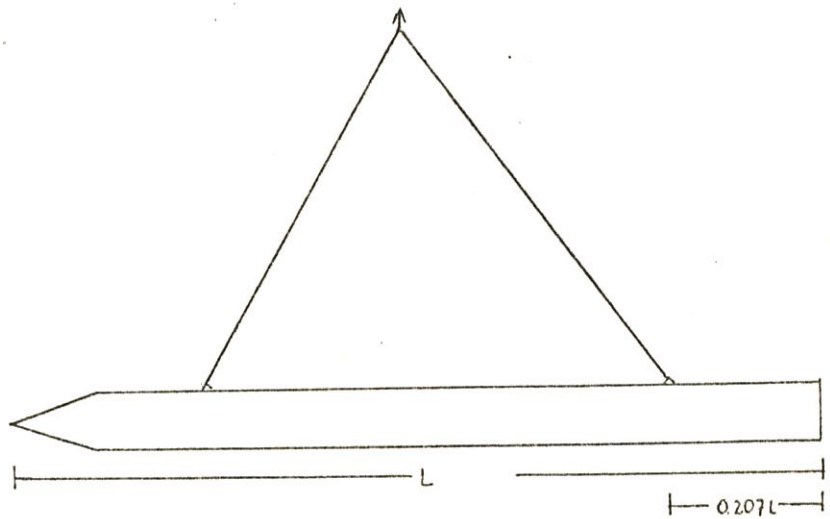


Fig. N^o VII

$$M_{\text{requerido}} = \frac{w_u (0.207L)^2}{2} \times 1.3^*$$

$$w_u = 1.4w$$

$$w = 2,400 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \times 0.4\text{m} \times 0.4\text{m} = 384 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

$$w_u = 537.6 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

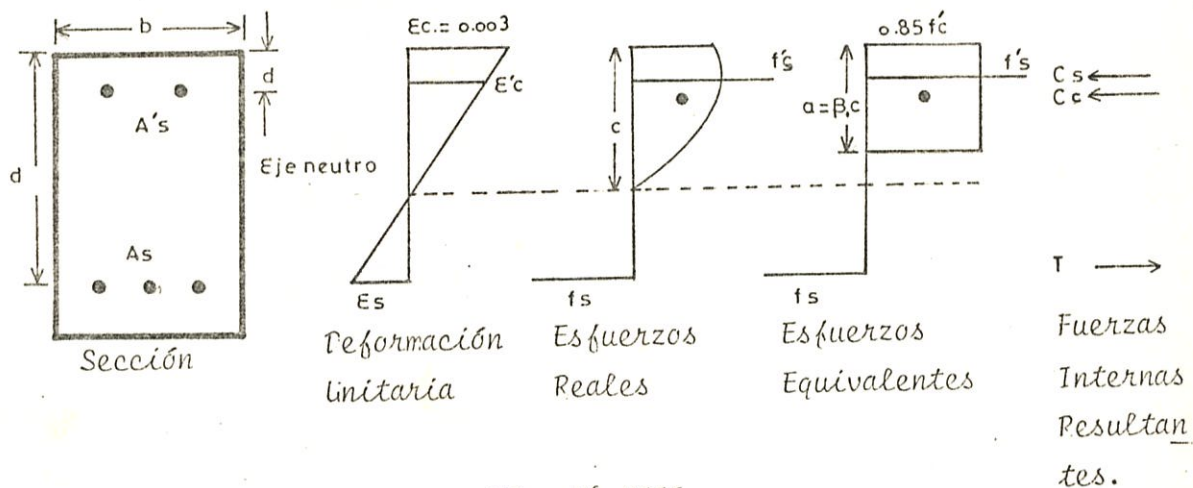
$$M_{\text{requerido}} = 537.6 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \times 1.3 \times (0.207 \times 25\text{m})^2 / 2$$

$$M_{\text{requerido}} = 9,358.22 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

A menudo el análisis de las combinaciones posibles de cargas externas, revelan que el momento flexionante puede cambiar de signo, lo que es común para las vigas de marcos - contínuos bajo cargas de gravedad y laterales. Estos miembros requieren refuerzo cerca de ambas caras, para transmitir las fuerzas posibles de tensión y consecuentemente actúan como miembros doblemente reforzados.

Luego, para conocer el momento resistente, nos valemos de las ecuaciones siguientes, basándose en el análisis de una viga doblemente reforzada. (Ver figura # VIII).

(*) Factor de impacto

Fig. N^o VIII

Sección de concreto doblemente reforzada cuando se alcanza la resistencia a flexión.

$$\text{La Ecuación } M_u = \phi \left[0.85 f'_c a b \left(d - \frac{a}{2} \right) + A_s' f_y (d - d') \right]$$

en que $a = \frac{(A_s - A's) f_y}{0.85 f'_c b}$; da el momento resistente de diseño de una viga doblemente reforzada, suponiendo que todo el acero está cediendo.

Para que el acero a compresión esté cediendo se requiere que

$$a \geq \frac{0.003 E_s}{0.003 E_s - f_y} \times \beta_1 d'$$



Donde:

$$\epsilon'_{\Delta} = (c-d') \frac{\epsilon_c}{c} ; \quad \epsilon'_{\Delta} = 0.003 \frac{c-d'}{c} \geq \frac{\delta y}{E_s}$$

$$\epsilon'_{\Delta} = \frac{\delta'_{\Delta}}{E_s}$$

$$0.003 \frac{a - \beta_1 d'}{a} \geq \frac{\delta y}{E_s}$$

$$\frac{0.003 E_s (a - \beta_1 d')}{a} \geq \delta y$$

$$0.003 E_s - 0.003 \frac{\beta_1 d'}{a} \geq \delta y$$

$$0.003 E_s - \delta y \geq 0.003 \frac{\beta_1 d'}{a}$$

$$a \geq \frac{0.003 \beta_1 d'}{0.003 E_s - \delta y}$$

Donde:

a = Profundidad del bloque equivalente de compresión

c = Posición del eje neutro

d = Posición del acero a tensión

d' = Posición del acero a compresión

f_y = Esfuerzo de cedencia del acero

E_s = Modulo de elasticidad del acero

Luego para que el acero a compresión esté cediendo se debe tener:

$$\frac{(A_s - A_s') f_y}{0.85 f'_c b} \geq \frac{0.003 E_s}{0.003 E_s - f_y} \beta_1 d' \Rightarrow$$

$$\rho - \rho' \geq \frac{0.85 f'_c \beta_1 d'}{d f_y} \frac{0.003 E_s}{0.003 E_s - f_y}$$

Donde:

ρ, ρ' son los porcentajes de acero a tensión inferior y superior respectivamente.

$$\dots f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\beta_1 = 0.85 \text{ para } f'_c \leq 290 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (4.000 lb/plg}^2\text{)}$$

$$d' = 5 \text{ cm}$$

$$d = 35 \text{ cm}$$

$$f_y = 4,000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E_s = 2 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\delta - \delta' \geq \frac{0.85 \times 280 \times 0.85 \times 5}{35 \times 4,200} \quad \frac{0.003 - 2 \times 10^6}{0.003 - 2 \times 10^6 - 4,200}$$

$$\delta - \delta' \geq 0.01144 \quad ;$$

Para el caso en que $\delta - \delta' = 0.01144$

$$a = \frac{(A_s - A'_s) f_y}{0.85 f'_c b} \quad ; \quad a = \frac{(\quad) b d f_y}{0.85 f'_c b}$$

$$a = \frac{0.01144 \times 35 \times 4,200}{0.85 \times 280}$$

$$a = 7.06 \text{ cm}$$

Se puede asumir

$$A_s \approx 1\% \rightarrow 1.5\% \text{ del } A_c \quad ; \quad A_c = 1,600 \text{ cm}^2$$

$$\therefore \text{ Si } A_s = 20 \text{ cm}^2$$

$$\delta = \frac{A_s}{b d} = \frac{20}{40 \times 35} = 0.01428$$

$$\rho - \rho' = 0.01144$$

$$\rho' = 0.01428 - 0.01144$$

$$\rho' = 2.8457 \times 10^{-3}$$

$$A_s' = \rho' b d = 3.98 \text{ cm}^2 = 4 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} \therefore M_{\text{resistente}} &= 0.9 \left[0.85 \times 280 \times 7.06 \times 40 \left(35 - \frac{7.06}{2} \right) + \right. \\ &\quad \left. + 4 \times 4,200 (35 - 5) \right] \end{aligned}$$

$$M_{\text{resistente}} = 2'357,222.9 \text{ Kg} - \text{cm}$$

$$M_{\text{resistente}} = 23,572.22 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$\therefore M_{\text{requerido}} < M_{\text{resistente}}$$

$$9,358.22 \text{ Kg} - \text{m} < 23,572.22 \text{ Kg} - \text{m}$$

Luego las secciones de acero serán de 20 cm^2 y 4 cm^2 para las secciones de acero a tensión y a compresión, respectivamente.

Luego: $P_u = 0.85 \times 280 \times 1,536 + 4,200 \times 64$

$$P_u = 634,368 \text{ Kg}$$

Donde:

$$A_c = 1,600 - 64 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$P_{requerida} < P_{resistente}$$

2. Diseño de Plataforma Flotante.

Al ser la plataforma una estructura flotante, su movimiento efectivo será en el plano vertical. Para asegurar su posición relativa tendrá como guías pilotes de mangle que estarán unidos a sus bordes como se muestra en el plano N°

La plataforma se la diseña como pequeñas barcazas metálicas unidas entre sí por los pilotes guías, asegurando de esta forma su estabilidad y boyantez.

El calado de las barcazas está diseñado para que la diferencia de nivel entre la plataforma flotante y la embarcación atracada, facilite el movimiento de personas y de carga.

DESARROLLO:

Selección de la eslora:

Si se cumple la relación $L/B = 4$ a 5.5 m *

Donde:

L = eslora, B = manga

Luego, asumiendo que la eslora de la barcaza es 13.5m esto nos da que la manga sería 3.0m. (Ver figura N° IX)

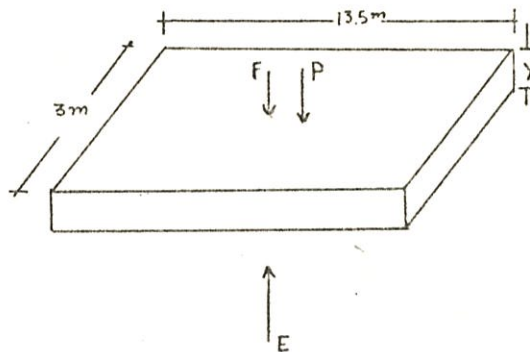


Fig. N° IX

(*) Relación obtenida de la standardización en las di menciones de las barcazas en EE.UU.



Haciendo equilibrio de fuerzas, tenemos que:

$$(P + F) - E = 0$$

La condición impuesta en problema es que el francobordo del cajón flotante en máxima carga, sea menor o igual a $y/3$, ya que de esta forma se asegura la mayor estabilidad, cuando es menor el francobordo.

Luego:

$$\begin{aligned} E &= \gamma V = \gamma \left(\frac{y}{3} \right) A = \frac{2}{3} y \gamma (13.5 \times 3) = \\ &= 27\gamma y = 27 (1016) y = 27432 y \text{ Kg} \end{aligned}$$

E = Empuje

V = Volumen del cajón flotante

γ = Peso específico del agua = $1,016 \text{ Kg/m}^3$

P = Peso del tanque

Si se utilizan planchas de acero de 6mm de espesor con peso de 47.1 Kg/m^2 , tenemos que:

$$\text{Area} = 2 (13.5 \times 3) = 2 (13.5 y) + 2 (3y) =$$

$$A = 81 + 27 y + 6 y = 33 y + 81 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$P = 47.1 \text{ Kg/m}^2 \times (33 y + 81) \text{ m}^2$$

$$P = (1,554.3 y + 3,815.1) \text{ Kg}$$

F = Peso debido a la sobrecarga por las personas

$$F = 450 \text{ Kg/m}^2 \times 40.5 \text{ m}^2$$

$$F = 18,225 \text{ Kg}$$

Reemplazando en $P + F - E = 0$

$$(1,554.3 y + 3,815.1) + 18,225 - 27,432 y = 0$$

$$22,040.1 - 25,877.7 y = 0$$

$$y = 22,040.1 / 25,877.7 \quad y = 0.85 \text{ m}$$

Está incluido en la sobrecarga, el peso del tablero y accesorios de amarre en la barcaza.

Tablero: Tablas de 0.20m de ancho por 0.004m de espesor por 3m de largo.

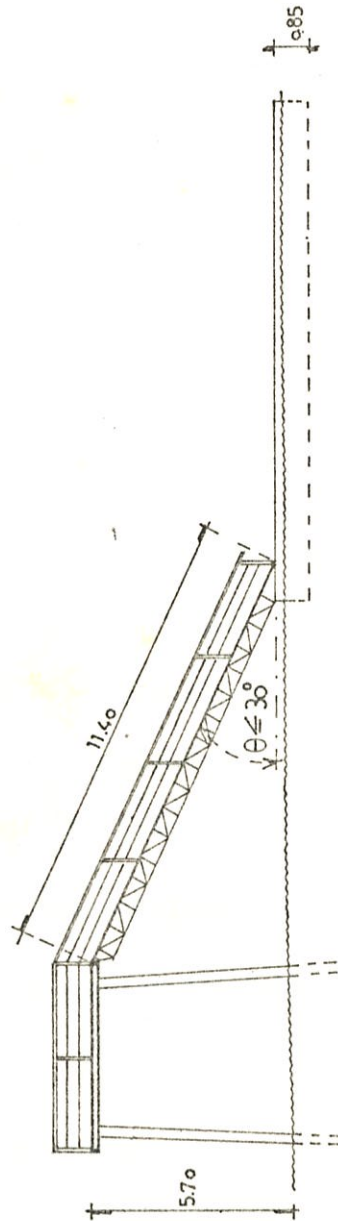
3. Diseño de Rampa Articulada. -

Es una escalinata que sirve de conexión entre la pasarela fija y la plataforma flotante, su largo está calculado en función de la mayor variación de la altura de marea y el ángulo de inclinación permitido para dar mayor comodidad y maniobrabilidad en la subida y bajada de pasajeros y de carga. (Ver plano N° XI).

La rampa es articulada en su parte superior a la pasarela fija por ejes de giro de acero, su movimiento sobre el plano horizontal es permitido, por tener ruedas en su extremo inferior y estar encarriladas en la plataforma flotante.

La rigidez de la estructura se logra diseñando su base como una armadura con puntos de apoyo en sus extremos.



Plano N^o XI

Esquema funcional

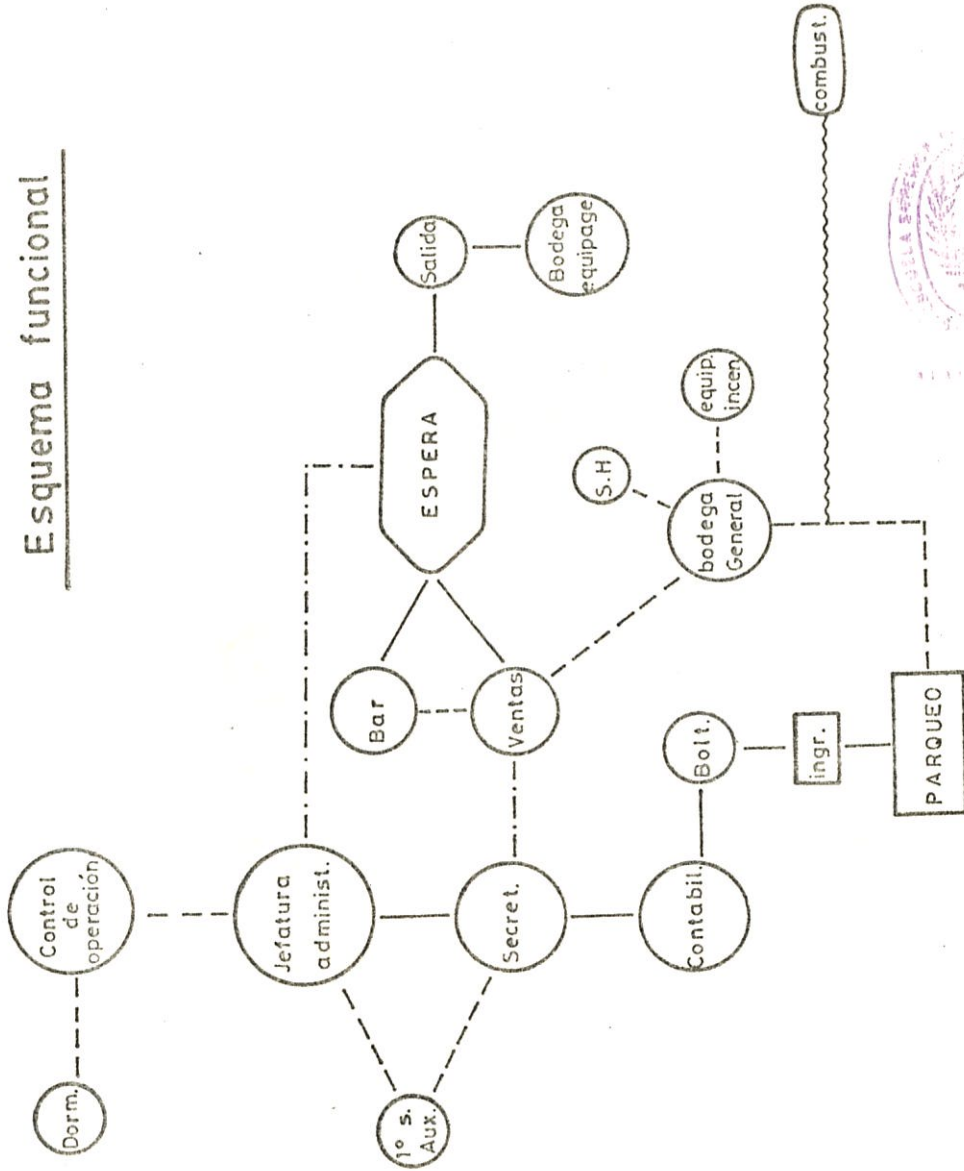
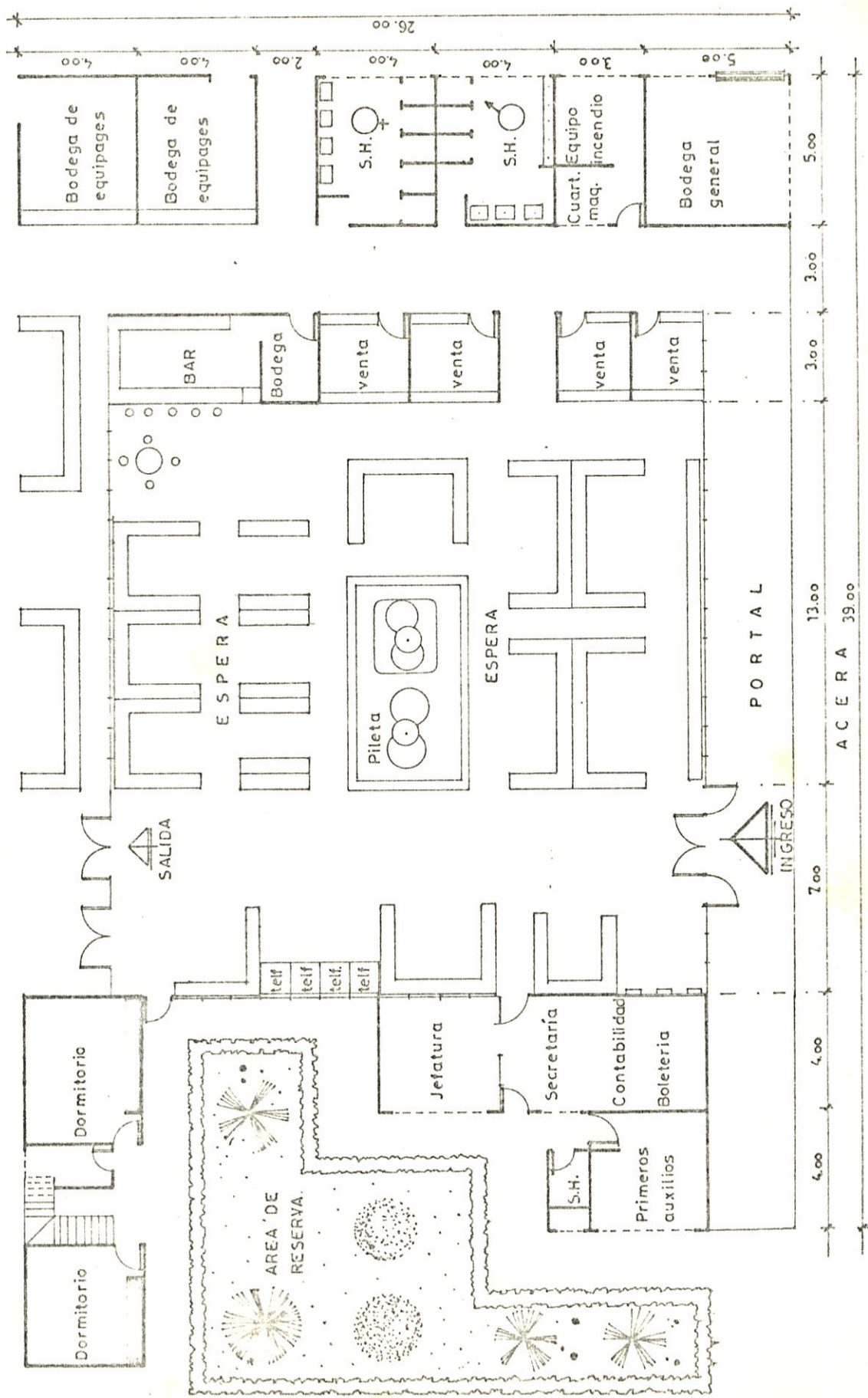


Fig. N° X



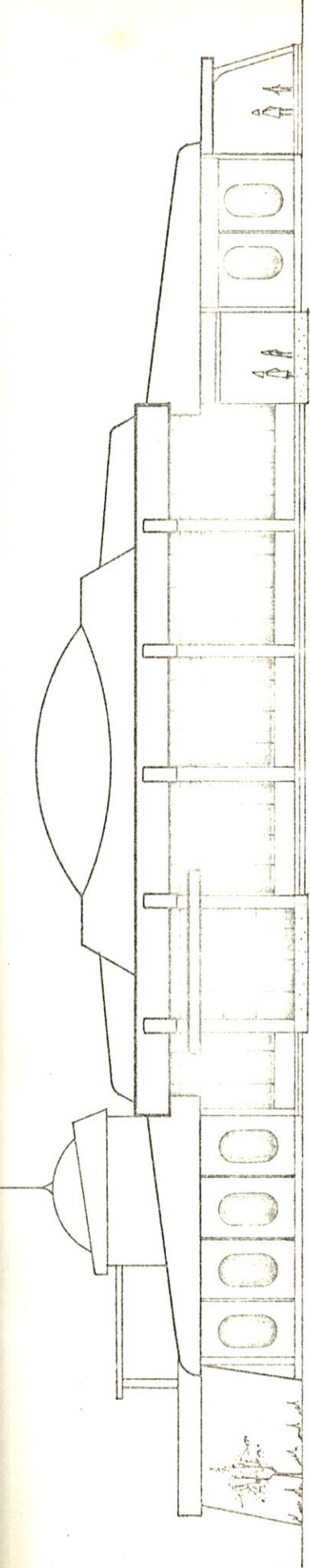
PLANTA ESC: 1:200

PARQUEADERO DE SERVICIO URBANO

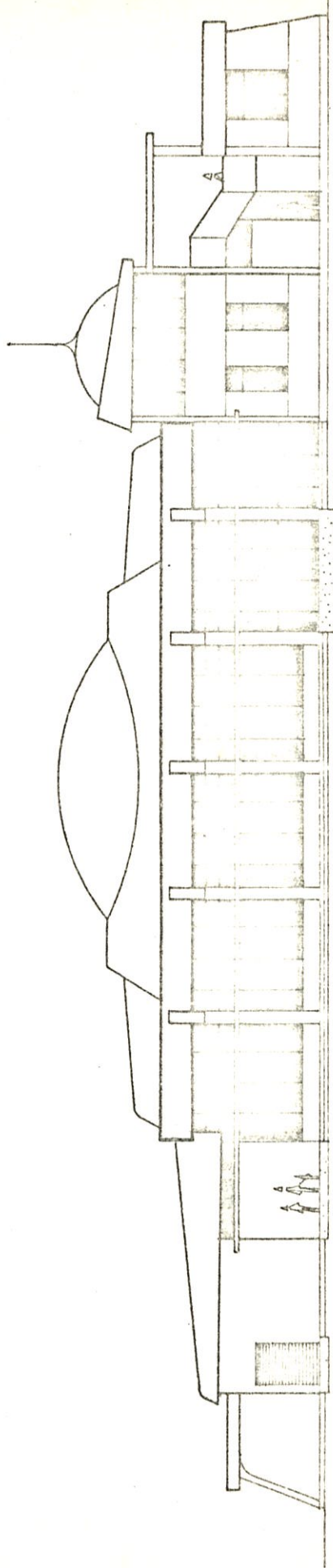
ACERA 39.00

MUELLE

RTO



Fachada frontal (calle)



Fachada posterior (muelle)

ESCALA: 1:200

V. CONSIDERACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION

5.1. METODOS Y MATERIALES REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCION.-

Al considerar el enfoque más lógico para el diseño, se enfatiza el comportamiento real del concreto reforzado, utilizando el método "Diseño por Resistencia y Servicio", tal como está descrito en el código de construcción en hormigón armado publicado por el American Concrete Institute de 1983.

La estructura se ha diseñado en base de esfuerzos admisibles de tensión, compresión, corte y flexión, tanto en el hormigón como en el acero de refuerzo.

Las cargas actuantes sobre la estructura, son conservadas y la teoría elástica de esfuerzo - deformación en flexión está mantenida a través del diseño.

En el hormigón se utilizó el esfuerzo de resistencia a la compresión de 280Kg/cm^2 y en el acero el esfuerzo de resistencia a tensión de 4.200Kg/cm^2 .

Se consideró este método como el más apropiado, debido a que en fechas más recientes se ha reconocido que el enfoque de di

seño para el concreto reforzado debe idealmente combinar las mejores características de los diseños por resistencia máxima y por esfuerzo de trabajo, ya que si solamente se proporcionan las secciones por los requerimientos de resistencia máxima, hay el peligro de que aunque el factor de carga sea adecuado, el agrietamiento y las deflexiones bajo cargas de servicio puedan ser excesivas.

El agrietamiento puede ser excesivo, si los esfuerzos en el acero son elevados o si las varillas están mal distribuidas. Las deflexiones pueden ser críticas si se utilizan secciones de poco peralte, las que son posibles en el diseño por resistencia máxima, junto con esfuerzos elevados.

En consecuencia, para garantizar un diseño satisfactorio se deben comprobar los anchos de las grietas y deflexiones bajo cargas de servicio, para asegurar que estén dentro de valores límites razonables dictados por los requerimientos funcionales de la estructura.

5.2. COSTOS APROXIMADOS DE CONSTRUCCION

El siguiente cálculo de costos se ha basado en un sistema constructivo planificado para este tipo de estructuras, o sea

en base a elementos prefabricados y a elementos que necesariamente tienen que fundirse en obra,

De acuerdo a los sistemas modernos de construcción los elementos prefabricados son los más utilizados actualmente, porque disminuyen el tiempo de construcción, el cual influye directamente en su costo.

A continuación se presenta una tabla que muestra con detalle los tipos y cantidad de materiales a utilizarse para la construcción de una pasarela fija piloteada cuyas dimensiones son 25 metros de largo, por 5 metros de ancho, la cual, estará soportada por 10 pilotes verticales. La pasarela fija consiste de una loseta de hormigón armado de 0.07 metros de espesor que está soportada por viguetas de 5 metros de largo en ambas direcciones para darle mayor rigidez a la estructura.

En lo que se refiere a elementos estructurales, como viguetas y loseta, se los analiza por metro cúbico de Hormigón Armado, y se da un valor total según la cantidad de elementos utilizados.

El costo por pilote se lo calcula por metro lineal de Hormigón Armado, así como también la hincada de los pilotes.

COSTO ESTIMADO DEL TERMINAL FLUVIAL PARA PASAJEROS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	Nº Y DIMENSION	P. UNITARIO	COSTO PARCIAL
PASARELA FIJA					
Loseta	3 m ²	8.75	25*5*0.07 1 de 35 de	10000	S/. 87,500.00
Viguetas	3 m	4.375	5*0.1*0.25	10000	43,750.00
Pilates de Hormigón Armado	mL	250	10 de 0.40*0.40*25	3000	750,000.00
Hincada de pilotes	m		10 de 25m	5000	<u>50,000</u>
					S/. 931,250.00
PLATAFORMA FLOTANTE					
Tablero (tablón 4cm)	2 m	40.5	67.5*tablones (0.20*3.0)	835	33,817.50
Planchas de acero	2 m	110	2*40.5+28.05	2395	263,450.00
Pilotes de mangle	mL	150	10 de 15m	350	<u>52,500.00</u>
					S/. 349,767.50



Tabla # IX

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	Nº Y DIMENSION	P. UNITARIO	COSTO PARCIAL
PASARELA					
RAMPA					
Tubo de 2"	m	100	16 de 6m	350	35,000.00
Tableto	m ²	30	50x0.2x3	835	25,050.00
Tablón	m	40	10 de 0.2x0.4x4	200	8,000.00
Tiras	m	40	8 de 0.05x0.05x5	130	1,200.00
Tiras	m	22	6 de 0.1x0.005x4	200	1,100.00
Abrazaderas					
metálicas	Unidad	60	-----	30	1,800.90
Eje acero de 2"	Unidad	1	-----	3,500	3,500.00
Ruedas de hierro	Unidad	2	-----	1,800	3,600.00
Accesorios menores					
	Global				10,000.00
Vigas metálicas	m	30	5 vigas C de 0.004mmx6m	5,000	25,000.00
TROYA					S/. 114,250.00
Pilotes de mangle de 15mx0.3m Ø					
	mL	75	5x15x0.3mØ	350	26,250.00
OBRAS CIVILES					
	Global				3,500,000.00

En el cálculo de costos de la Rampa o Escalera que conecta la pasarela fija con la plataforma flotante, se muestra con detalle los materiales a utilizarse con sus costos reales en el mercado actual.

En el caso de la plataforma flotante, se la analiza por tramos de plataforma de 13,5m de largo por 3m de ancho, y en los cuales están incluidos los elementos estructurales interiores de los cajones flotantes o barcazas cubiertas.

Dependiendo del lugar de ubicación del terminal, variará su costo total; para el caso específico analizado, a la altura del actual muelle municipal para pasajeros que viajan a Durán, ubicado al norte de Guayaquil los costos totales serían:

4 tramos de pasarela fija	4(931,250)	=	3'725,000.00
4 tramos de plataforma flo- tante	4(349,767)	=	1'399,070.00
2 rampa - pasarela	2(114,250)	=	228,500.00
8 troyas	8(26,250)	=	210,000.00
1 obra civil	3'500,000	=	3'500,000.00
Mano de obra en construc- ción	3'500.000	=	<u>3'500,000.00</u>
	TOTAL	=	12'562,570.00

CONCLUSIONES

- En lo que se refiere al diseño estructural, usar elementos prefabricados disminuye los costos y tiempo de obra en construir el terminal.
- La orientación y tipo de muelle da la alternativa para que si se requieren se puedan realizar ampliaciones futuras.
- En lo que respecta a transporte fluvial existen vías navegables, las cuales se las puede utilizar para el transporte fluvial de personas, ya que esta vía comunica la zona suburbana con el centro de la ciudad.
- Al existir muelles en varios puntos a lo largo del Río Guayas, la población se beneficia, ya que se evita utilizar el transporte terrestre, lo que en la actualidad brindan un mal servicio, tanto por su incomodidad, inseguridad y falta de unidades.
- El costo del proyecto es relativamente barato con relación a otras formas de solucionar el congestionamiento del tráfico terrestre y movilización de personas en la ciudad.
- Se tendría una nueva fuente de trabajo para la gran cantidad de gente desocupada que actualmente existe.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere que se diseñen paraderos en diferentes sitios, en lugar de que todos sean terminales.
- Extender el servicio hasta Pascuales, Los Vergeles, y tratar de aprovechar muelles instalados en el Río Guayas, readecuándolo.

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

1. ANUARIOS METEOROLOGICOS, publicados por el INAMHI, años 1977, 1978, 1979, 1980, 1981.
2. BRULIN, P. "PORT ENGINEERING", Gulf Publishing Company, Houston, Texas, 1973.
3. DIRECCION GENERAL DE PUERTOS Y SEÑALES MARITIMAS DE ESPAÑA "DEFENSAS PORTUARIAS DE ATRAQUE". 1967.
4. INSTITUTO OCEANOGRAFICO DE LA ARMADA "MANUAL DE PRACTICAS DE OCEANOGRAFIA FISICA". por David B. Enfield, 1976.
5. MINIKIN, R.R. "WIND, WAVES, AND MARITIME STRUCTURES", C. Griffin & Co. Limited, London, Great Britain, Second, Revised, Edition 1963.
6. "PUERTO MARITIMO DE GUAYAQUIL, RAICES PRESENTE Y PROYECCIONES", por Jorge Vivanco, Guayaquil, 1978.
- * 7. PROYECTO CEPE-ESPOL "MUELLE DE OPERACIONES Y SERVICIOS POSORJA". Memoria técnica del programa de Ingeniería. *
8. QUINN, Alonso Def. "DESIGN AND CONSTRUCTION OF PORTS AND MARINE STRUCTURES", Mc Graw-Hill, United States of America, 1972.
9. R. Park - T. PAULAY "ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO". Editorial Limusa, 1979.

10. TESIS DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYA-
QUIL, "DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE TERMINALES", 1983,