

MFN-23

37322

ASESORAMIENTO A CODEFOR

OBRAS DE DEFENSA DE COSTA Y  
EQUIPAMIENTO INTEGRAL DEL  
NUEVO PUERTO DE FORMOSA

INFORME Nº 1

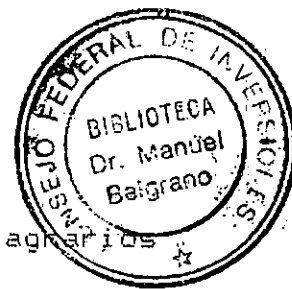
INDICE

CAPITULO 1 : RECOPIACION DE ANTECEDENTES

1. Introducción
2. Estado Actual
3. Capacidad de las Estructuras  
Anexo

CAPITULO 2 : MERCADERIAS A MOVER

1. Introducción
2. Análisis Histórico
3. Agrograneles secos
4. Carga General
5. Contenedores
6. Graneles sólidos no agrícolas
7. Conclusiones



CAPITULO 3 : EMBARCACIONES

1. Introducción
2. Tipos y Características
3. Operación Náutica

Relac. con el  
9/4341  
5136  
9/4341  
5136

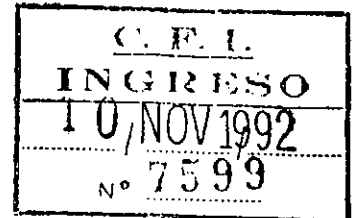
9/4341  
5136  
I



Buenos Aires, 10 de noviembre de 1992

Señores  
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES  
San Martín 871  
BUENOS AIRES

-----



At: Ing Carlos LANDO

Ref: Asesoramiento a CODEFOR

De mi mayor consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a Uds. para elevar cuatro ejemplares del Informe Nº 1 correspondiente al "Asesoramiento a CODEFOR - Obras de Defensa de Costa y Equipamiento Integral del Nuevo Puerto".

Sin otro particular saludo a Uds. con mi mayor distinción.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "R. Schwarz".

Ing Ricardo A Schwarz  
Echeverría 3157 4º A  
(1428) BUENOS AIRES

Tres ejemplares fueron entregados en el área  
al Ing. Carlos Lando.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "R. Schwarz".



## C A P Í T U L O    1

### R E C O P I L A C I O N    D E    A N T E C E D E N T E S

#### 1.   I N T R O D U C C I O N

El presente Capítulo se refiere a las tareas efectuadas con el propósito de recopilar y analizar la información técnica existente del Nuevo Puerto de Formosa, en el marco del estudio sobre el "Equipamiento Integral del Puerto de Formosa".

Las obras e instalaciones portuarias se encuentran en un muy avanzado estado de desarrollo, restando solo algunas tareas menores y el dragado en el frente de muelle, para llegar a su habilitación definitiva.

Dichas instalaciones abarcan tanto el sector estrictamente portuario, compuesto por los frentes de atraque, las playas, el depósito y las instalaciones de servicios, como un elevador ubicado detrás del puerto con sus sectores de recepción, manipuleo, almacenamiento y despacho a barcasas.

Los antecedentes obtenidos se componen de documentación elaborada por las empresas constructoras de la obra portuaria, de estudios anteriores realizados por el Consejo Federal de Inversiones e información diversa de terceros.

Los resultados de los análisis respectivos se detallan a continuación.



## 2. ESTADO ACTUAL

El Nuevo Puerto de Formosa fue proyectado y construido sobre el Río Paraguay en el arranque norte del Riacho de Oro para reemplazar las antiguas instalaciones situadas frente al centro de la ciudad. Las obras fueron terminadas en su estado actual alrededor de 1987, si bien posteriormente se continuaron algunas tareas menores.

A continuación se describe cada una de sus partes por separado.

### 2.1 FRENTE DE ATRAQUE

El puerto tiene un frente principal de 225 metros de longitud, y un frente secundario con un desarrollo oblicuo con respecto al anterior, de 87 metros de longitud.

En ambos frentes se construyó una estructura de contención compuesta por una pantalla de elementos premoldeados de hormigón armado empotrados en su pie con una viga de coronamiento superior y anclajes compuestos por tensores y bulbos de inyección.

En el coronamiento se dispusieron bolardos para el amarre y en el frente se colocaron defensas de goma.



En este muelle se han observado en varios puntos, fugas de la arena refulada por detrás del mismo como relleno para alcanzar la cota de coronamiento, que se manifiestan como derrumbes y pozos a lo largo del pavimento junto al borde anterior.

Estas fugas tienen como origen la falta de estanqueidad de las juntas entre los elementos premoldeados de la pantalla. Para corregir esta situación se procedió oportunamente al sellado de las juntas mediante inyección de mortero de cemento en los lugares donde se produjeron los asentamientos. No obstante, los derrumbes continuaron en algunos lugares y aparecieron con el tiempo en otros.

La solución adoptada es correcta, pero debe ser repetida cuantas veces se observen fugas de arena.

En cada oportunidad deberá efectuarse el agregado de arena para recomponer el plano de operaciones del puerto y a continuación reconstruir el pavimento.

En cuanto a la profundidad a pie de muelle, no se realizó el dragado previsto en el proyecto para llevar la cota de fondo al nivel - 2,00 referido al hidrómetro del Puerto de Formosa. En la actualidad, esta profundidad oscila entre las cotas + 4,00 y + 2,00



## 2.2 FRANJA DE TRANSFERENCIA

La franja de transferencia de cargas tiene un ancho de unos 15 metros y ocupa un area de alrededor de 3500 metros cuadrados.

El proyecto original había previsto disponer en esa zona las fundaciones para recibir los rieles de apoyo de una o varias grúas pórtico destinadas a los movimientos barcaza-puerto.

Dichas fundaciones fueron diseñadas como dos vigas paralelas al muelle principal apoyadas sobre pilotes.

En la parte sur del muelle principal, donde el puerto cuenta con dos niveles operativos, la viga anterior de las antes mencionadas, se continúa con una viga apoyada sobre las columnas que sirven de soporte a las plateas superior e inferior del muelle. Esta viga se interrumpe antes del extremo del muelle, en el sector donde se encuentra la escalera de vinculación entre niveles.

Las vigas sobre pilotes no fueron construidas, de modo que no existe hoy estructura de apoyo para grúas de puerto. En cuanto al tramo del sector de dos niveles, se ha efectuado una verificación de su capacidad de carga, cuyo desarrollo se encuentra más adelante. (ver 4.2)

Como se señaló en el punto anterior, la franja de transferencia se encuentra parcialmente dañada por efecto de las fugas de arena.



El pavimento en este sector es similar al del resto de playas y circulaciones portuarias. Está constituido por una cama de asiento de arena y bloques de hormigón conformados del tipo Unistein para la capa de rodamiento.

### 2.3 PLAYAS Y CIRCULACIONES

Las playas para almacenamiento y las circulaciones se extienden por detrás de los muelles en un ancho de 70 metros, y tienen una configuración trapezoidal. Ocupan un espacio total de aproximadamente 25 000 m<sup>2</sup>. Ubicados en las mismas, se encuentran el galpón, edificios para oficinas y el tanque elevado. Del valor indicado, 1500 m<sup>2</sup> corresponden al depósito y a las oficinas, por lo que la superficie neta de zona libre es de unos 23 500 m<sup>2</sup>.

De esa zona libre se estima en principio que cerca de un 70 % puede ser aprovechado para playa de almacenamiento, en tanto que el resto se destinaría a circulaciones. Esta apreciación es global y deberá ser ajustada con una distribución en detalle de las áreas, una vez que se conozcan las mercancías a mover y el puerto comience a operar efectivamente.

De acuerdo con los porcentajes indicados, hay unos 16 500 m<sup>2</sup> para playa y unos 6 000 m<sup>2</sup> para circulaciones. Estas últimas se distribuyen entre empalme con el acceso a puerto, calles en los costados del depósito y de las oficinas, y vinculaciones con el muelle.



6

Entre los edificios está ubicado el tanque elevado y además se encuentran distribuidas en un eje paralelo al muelle tres columnas de alumbrado.

Las playas fueron construidas con un pavimento similar al anteriormente descrito, con cama de arena y bloques de hormigón.

En su mayor extensión esta playa muestra un estado aceptable y es perfectamente operable. Hace un tiempo presentaba algunas ondulaciones e irregularidades de superficie, que en su mayor parte fueron corregidas.

El pavimento fue previsto para soportar el apilamiento de carga general y los esfuerzos debidos a la operación de los equipos portuarios para esta carga sobre neumáticos.

En su conformación actual, es factible almacenar contenedores en esta playa. Sin embargo, deberá observarse con cierta cautela, cuales pueden ser los efectos de equipos de manipuleo para contenedores pesados, del tipo elevador frontal, que aplican fuertes cargas y sollicitaciones a los pavimentos, particularmente grandes cargas verticales y esfuerzos de torsión por giro de las ruedas.

Los eventuales daños que dichos equipos pudieran ocasionar, son por otra parte reparables sin mayores dificultades en el tipo de pavimento existente.



Si las roturas llegasen a repetir en ciertas zonas, se recomienda rediseñar el pavimento y disponer una estructura más resistente.

#### 2.4 DEPOSITO Y EDIFICIOS

El depósito es de forma rectangular. Las dimensiones de sus lados son 50 \* 25 metros. Se encuentra en buen estado y puede ser usado sin inconveniente alguno.

En años anteriores había sufrido algunos daños en su lado posterior, al producirse un corrimiento de la pantalla provisoria que se había construido para realizar la excavación para las tolvas de recepción del elevador.

Pero esta situación fue corregida en su oportunidad, habiéndose efectuado las reparaciones de paredes y columnas y soledos, afectados por el descenso del piso.

Actualmente se observan nuevos problemas de filtraciones de arena hacia el sector del elevador, que sin embargo no afectan aún al galpón.

En cuanto a los edificios ubicados sobre el lado sur del galpón, una inspección de los mismos reveló que se encuentran en buen estado para su uso futuro.



## 2.5 ELEVADOR

Las obras e instalaciones del elevador están ubicadas detrás del area portuaria. Actualmente, estas obras se encuentran en un estado de avance intermedio y ninguna de sus partes está concluida. Los trabajos están interrumpidos y no se aprecia cuando podrán ser retomados para su finalización.

Cabe señalar, que estas obras fueron realizadas por la Junta Nacional de Granos, organismo que se encuentra en un proceso de reducción y por tanto con una capacidad casi nula de continuar los contratos anteriores.

El elevador consta de una torre y a su costado una batería de silos metálicos con una capacidad máxima de 10 000 toneladas de cereal.

La recepción de carga desde camiones y vagones ferroviarios, está construida parcialmente, y sus lados están entibados provisoriamente. Por su ubicación a la altura del depósito portuario, y en razón de la precariedad de las obras de contención, constituye hoy un peligro latente de daño para la zona posterior del puerto, ya que se producen filtraciones de arena y derrumbes en la playa.

La continuación y terminación de estas obras, están hoy fuera del ámbito provincial por las razones arriba indicadas.



## 2.6 INSTALACIONES DE CARGA EN EL AREA PORTUARIA

En el espacio propio del puerto, se encuentran las estructuras de apoyo de las instalaciones de carga a barcasas del elevador. Están formadas por dos columnas, una a cada lado del depósito, y una torre de embarque en el muelle.

No se han construido aún las galerías de transporte desde el elevador al frente de atraque, ni las instalaciones de carga en el muelle.

La torre de embarque está constituida por una estructura de hormigón armado sumamente robusta que ocupa toda la franja de transferencia y anula la posibilidad de trasladar una grúa pórtico sobre rieles de un tramo al otro. No permite, en consecuencia, intercomunicar ambas partes desde un punto de vista operativo de la carga y descarga de mercaderías.

Las obras existentes han dejado establecido definitivamente el eje de la galería a muelle y el punto de carga, condicionando de ese modo el uso del puerto para otros fines.

Lamentablemente esta instalación divide al muelle en dos tramos, uno hacia el norte de unos 90 metros y otro hacia el sur de 135 metros. El tramo sur está integrado a su vez sobre una longitud de 63 metros por la estructura en dos niveles que muestra ciertas restricciones para recibir una grúa.



Cabe señalar al respecto, que en general, cuando se prevén muelles de uso múltiple, se trata de ubicar las instalaciones fijas hacia los extremos, con el propósito de interferir en la menor medida posible las demás actividades.

### 3. CAPACIDAD DE LAS ESTRUCTURAS

Se ha efectuado un análisis de las capacidades de las estructuras principales para absorber los esfuerzos que originarán las cargas previstas en el puerto.

Desde la realización del proyecto y la construcción de las obras, y también como consecuencia de las expectativas que puedan presentarse para el futuro, se han producido modificaciones parciales de los destinos a los que puede servir el puerto.

La posibilidad de manejar cargas no consideradas en su momento, hace necesario examinar las estructuras resistentes, en razón de que cada mercadería tiene sus propias exigencias de sobrecarga.

Las dos estructuras de muelle analizadas en este trabajo son la pantalla frontal y la viga delantera superior del tramo de muelle en dos niveles, cuyo eje está alineado con el de la viga sobre pilotes proyectada para apoyo delantero de la grúa de muelle.



### 3.1 PANTALLA FRONTAL

El cálculo original muestra que la pantalla fue dimensionada para los empujes de suelo y para una sobrecarga de 3,5 t/m<sup>2</sup>.

Una verificación posterior efectuada en el marco de un asesoramiento prestado por el CFI a la Provincia de Formosa en 1987, reveló que las solicitaciones reales se encontraban por debajo de los valores obtenidos para el proyecto.

En lo que se refiere al futuro movimiento de mercaderías, una de las posibilidades existentes, es la operación de contenedores en el puerto. La sobrecarga a ser aplicada en este caso a la superficie de trabajo, se encuentra entre las más elevadas que se consideran en los puertos y alcanza como mínimo un valor de 5 t/m<sup>2</sup>.

Con respecto a la sobrecarga prevista, esto significa un aumento del 43 % en la ordenada del empuje horizontal en el nivel de coronamiento (+ 11,00 ). La carga total de empuje se incrementa en 5,5 ton/m, esto es un 9,4 % adicional en relación con la verificación anterior. En consecuencia el momento flector en el tramo aumenta 4,8 tm/m, lo que significa un total de 82,3 tm/m, es decir un aumento del 6,1 %.

Comparados estos valores con el cálculo original, se observa que aún para la hipótesis de una sobrecarga de 5 ton/m<sup>2</sup>, la estructura tiene reservas suficientes para absorber las solicitaciones que resulten.



### 3.2 VIGA SUPERIOR DELANTERA (TRAMO DOBLE NIVEL)

En los planos originales de construcción del muelle, esta viga está identificada con el N° 103.

Las dimensiones de la viga son: altura 80 cm y ancho 45 cm. En la información original no se pudo obtener la cuantía ni la sección y distribución de las armaduras colocadas.

Tampoco se consiguió información referida a la calidad de los materiales utilizados. En consecuencia debieron adoptarse las hipótesis que se detallan a continuación.

#### 3.2.1 Hipótesis de cálculo

La sección se consideró rectangular por tratarse de una viga invertida cuyo sobreancho prácticamente no colabora. De esta manera se adopta la situación más desfavorable.

Los materiales se han supuesto de la siguiente manera:

- \* Hormigón: H21;  $\beta_e = 17,5$  MP (175 Kg/cm<sup>2</sup>).
- \* Acero: Tipo III;  $\beta = 420$  MP (4200 Kg/cm<sup>2</sup>).

Se han elegido estos dos materiales en razón del conocimiento general que se tiene de la obra y considerando que se trata de aquellos que se usan normalmente en esta clase de construcciones.



### 3.2.2 Procedimiento de cálculo

Se adoptó el procedimiento recomendado por el Ingeniero A. H. Puppo en su publicación "Cálculo límite de vigas y estructuras aporticadas de Hormigón Armado", editado por el Instituto del Cemento Portland Argentino.

Este procedimiento consiste en:

- 1º) Establecer un estado de deformación arbitrario en la sección;
- 2º) A partir de este estado de deformación, calcular la ubicación del eje neutro, el esfuerzo de compresión en el hormigón y el esfuerzo de tracción en el acero;
- 3º) Con los esfuerzos anteriores se calculan el esfuerzo axial último " $N_u$ " y el momento último " $N_y * y_p$ ", que constituyen los esfuerzos de rotura de la sección.

En el caso particular de esta verificación, el cálculo se efectuó para un estado de sollicitación de flexión pura, por lo que se consideró nulo el valor de " $N_u$ ".

La verificación se llevó a cabo mediante un proceso iterativo.



### 3.2.3 Armaduras

En razón de no conocerse las armaduras, se han establecido tres hipótesis para determinar su sección.

Hipótesis 1: se ha tomado una sección de armadura de 54 cm<sup>2</sup> que corresponde al 1,5 % de la sección de la viga. Esta sección resulta ser una cuantía económica, esto es una cuantía que ofrece un buen aprovechamiento de las cualidades mecánicas de los materiales.

Hipótesis 2: se ha tomado una cuantía baja de 0,42 %, que se traduce en una sección de 15 cm<sup>2</sup>. El objetivo de esta hipótesis es verificar la sección en condiciones de baja capacidad portante, si bien no mínimas.

Hipótesis 3: en este caso la armadura se definió en función de la máxima capacidad de barras que admite la sección. Dicha capacidad es de 8 barras de Ø 25 por capa. De esta manera se estableció una sección de 78 cm<sup>2</sup>, que corresponde a 16 barras dispuestas en dos capas. La cuantía es en este caso de 2,17 %, considerada como alta, pero dentro de los límites utilizables. Cuantías mayores a 2,8 % son consideradas anti-económicas recomendándose en esos casos aumentar la sección de hormigón.

En todos los casos, los estados de deformación arbitrarios se han definido en los dominios 1, 2 y 3, para los cuales el coeficiente de seguridad normalmente es de 1,75.



Estos dominios o estados de deformación permiten una óptima utilización de ambos materiales, aprovechando las cualidades mecánicas de los mismos.

#### 3.2.4 Determinación de las cargas

Ante la indefinición de las cargas, se ha hecho una estimación de las mismas en base a los datos recabados en los planos originales de obra.

En la estimación se han calculado el peso propio de la viga y las cargas por reacciones de ambas losas. Para la estimación de las reacciones de las losas, se consideró el peso propio de las mismas, una capa de arena de 40 cm de espesor, el pavimento de bloques que apoya sobre la misma, y una sobrecarga de 3,5 t/m<sup>2</sup>.

La sobrecarga de 3,5 t/m<sup>2</sup> se mantuvo de acuerdo con el cálculo original. No se consideró razonable aumentarla a 5 t/m<sup>2</sup> correspondientes a contenedores, porque la configuración estructural del área, la imposibilidad de ubicar una grúa para estos efectos y las circulaciones previstas en el sector de dos niveles, no permiten utilizar esta parte del puerto para la transferencia de contenedores.



En el caso de la losa identificada como 1 en los planos, se definieron dos esquemas estáticos: el primero considerándola armada en una sola dirección, y el segundo con armaduras en ambas direcciones.

En ambos casos se tomaron los casos de sustentación más desfavorable.

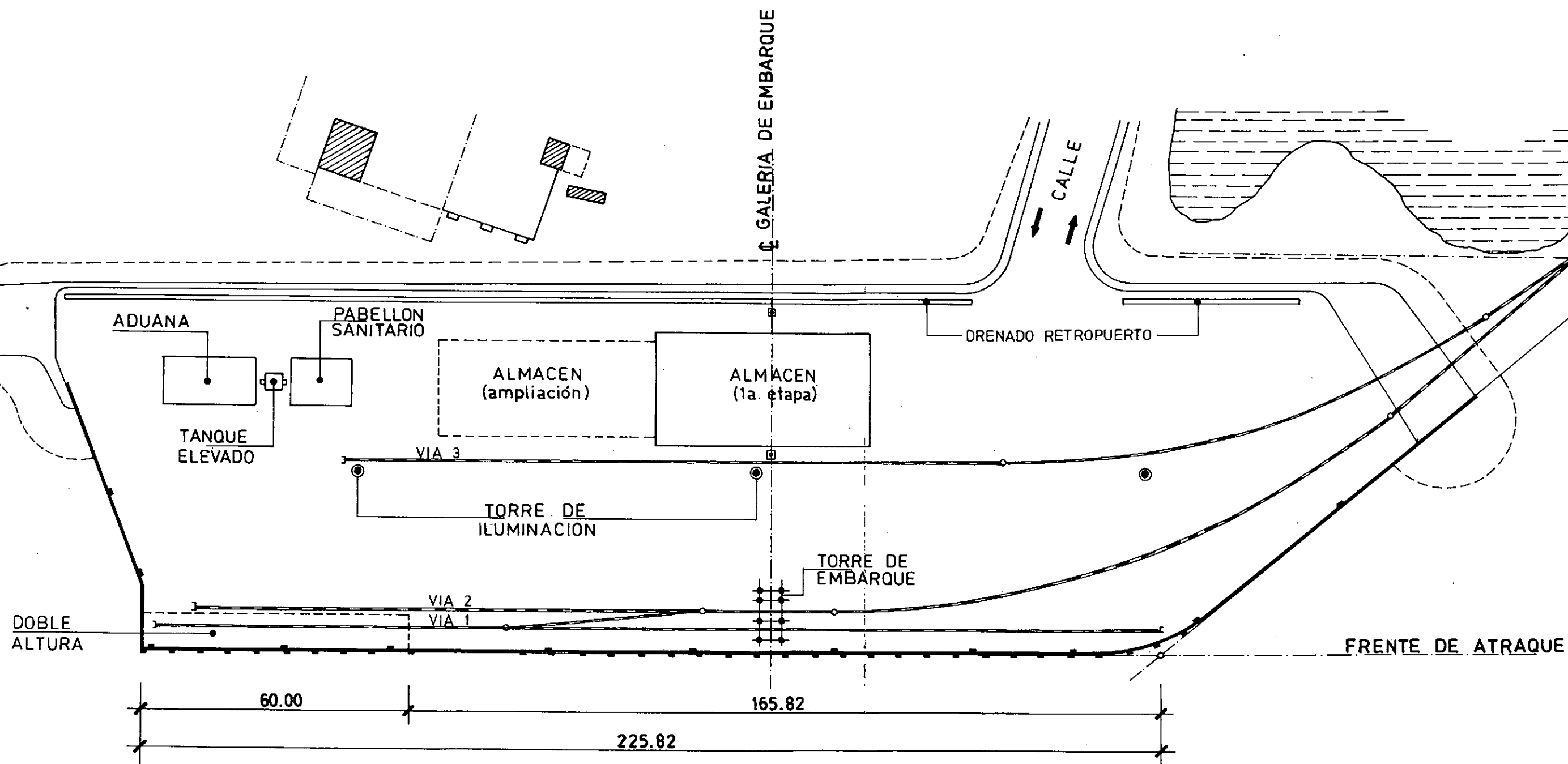
En el caso de la losa denominada con 2, el esquema estático tomado es el único posible según las características geométricas.

### 3.2.5 Solicitaciones obtenidas

En el Anexo se agrega el procedimiento de cálculo seguido para determinar la capacidad portante de la viga 103.

De acuerdo con los valores obtenidos, el momento flector admisible en el tramo de la viga es de 76 tm. Considerando las diferentes hipótesis de sustentación de losas, queda un momento remanente para las cargas de la grúa en el orden de los 40 tm.







CAPITULO 1

ANEXO



## PUERTO DE FORMOSA

### VERIFICACION DE SECCION

#### VIGA 103

Dimensiones :

Ancho (b) : 0,45 m  
Altura (d) : 0,80 m  
Sección (A): 0,36 m<sup>2</sup>

#### Hipótesis I

$$H21 \Rightarrow \beta_r = 17,5 \text{ MN/m}^2 \quad \text{BSt 42/50} \Rightarrow \beta_s = 420 \text{ MN/m}^2$$

$$A_s = 54 \text{ cm}^2$$

$$h = 0,73 \text{ m}$$

#### Iteración 1

$$E_b = -2 \%. \quad E_s = 5 \%.$$

$$x = E_b / (E_b - E_s) * h \Rightarrow x = -2 / (-2 - 5) * 0,73 \text{ m} = 0,21 \text{ m}$$

$$0,8x = 0,8 * 0,21 \text{ m} = 0,17 \text{ m}$$

$$D_b = -0,95 * \beta_r * b * 0,8x = -0,95 * 17,5 \text{ MN/m}^2 * 0,45 \text{ m} * 0,17 \text{ m} = -1,27 \text{ MN}$$

$$D_b = -127 \text{ t}$$

$$D_b * y_b = -0,95 * \beta_r * b * 0,8x * [d - 0,5 * 0,8x] = -0,95 * 17,5 \text{ MN} * 0,45 \text{ m} * 0,17 \text{ m} * [0,80 \text{ m} - 0,5 * 0,17 \text{ m}] = -0,91 \text{ MN}$$

$$D_b * y_b = -91 \text{ tm}$$

$$Z_s = \beta_s * A_s = 420 \text{ MN/m}^2 * 0,0054 \text{ m}^2 = 2,27 \text{ MN} = 227 \text{ t}$$

$$Z_s * y_s = \beta_s * A_s * [d - h] = 420 \text{ MN/m}^2 * 0,0054 \text{ m}^2 * [0,80 \text{ m} - 0,73 \text{ m}]$$

$$Z_s * y_s = 0,16 \text{ MNm} = 16 \text{ tm}$$

$$N_u = Z_s + D_b = 227 \text{ t} - 127 \text{ t} = 100 \text{ t}$$

$$N_u * y_p = Z_s * y_s + D_b * y_b = 16 \text{ tm} - 91 \text{ tm} = -75 \text{ tm}$$

#### Iteración 2

$$E_b = -3,5 \%. \quad E_s = 5 \%.$$

$$x = -3,5 / (-3,5 - 5) * 0,73 \text{ m} = 0,30 \text{ m}$$

$$0,8x = 0,8 * 0,30 \text{ m} = 0,24 \text{ m}$$

$$D_b = -0,95 * \beta_r * b * 0,8x = -0,95 * 17,5 \text{ MN/m}^2 * 0,45 \text{ m} * 0,24 \text{ m} = -1,80 \text{ MN}$$

$$D_b = -180 \text{ t}$$

$$D_b * y_b = -0,95 * \beta_r * b * 0,8x * [d - 0,5 * 0,8x] = -0,95 * 17,5 \text{ MN} * 0,45 \text{ m} * 0,24 \text{ m} * [0,80 \text{ m} - 0,5 * 0,24 \text{ m}] = -1,22 \text{ MN}$$

$$D_b * y_b = -122 \text{ tm}$$

$$Z_s = \beta_s * A_s = 420 \text{ MN/m}^2 * 0,0054 \text{ m}^2 = 2,27 \text{ MN} = 227 \text{ t}$$

$$Z_s * y_s = \beta_s * A_s * [d - h] = 420 \text{ MN/m}^2 * 0,0054 \text{ m}^2 * [0,80 \text{ m} - 0,73 \text{ m}]$$

$$Z_s * y_s = 0,16 \text{ MNm} = 16 \text{ tm}$$

$$N_u = Z_s + D_b = 227 \text{ t} - 180 \text{ t} = 47 \text{ t}$$

$$N_u * y_p = Z_s * y_s + D_b * y_b = 16 \text{ tm} - 122 \text{ tm} = -106 \text{ tm}$$



Extrapolación para  $Nu=0$

	It 1	It 2	EP
Nu	100 t	47 t	0 t
Nu*yp	-75 tm	-106 tm	-133,5 tm

Momento de rotura de la sección con una armadura de  $54 \text{ cm}^2$  (1,5 % de  $b*d$ ) :  $Mu = 133,5 \text{ tm}$

Momento máximo admisible de la sección con armadura de  $54 \text{ cm}^2$  (1,5 % de  $b*d$ ) :  $M_{adm} = Mu/1,75 = 76 \text{ tm}$

### Hipótesis II

H21  $\Rightarrow \beta_r = 17,5 \text{ MN/m}^2$       BSt 42/50  $\Rightarrow \beta_s = 420 \text{ MN/m}^2$   
 $A_s = 15 \text{ cm}^2$   
 $h = 0,75 \text{ m}$

#### Iteración 1

$E_b = -2 \%$ .     $E_s = 5 \%$ .

$x = E_b / (E_b - E_s) * h \Rightarrow x = -2 / (-2 - 5) * 0,75 \text{ m} = 0,21 \text{ m}$   
 $0,8x = 0,8 * 0,21 \text{ m} = 0,17 \text{ m}$

$Db = -0,95 * \beta_r * b * 0,8x = -0,95 * 17,5 \text{ MN/m}^2 * 0,45 \text{ m} * 0,17 \text{ m} = -1,27 \text{ MN}$   
 $Db = -127 \text{ t}$

$Db*y_b = -0,95 * \beta_r * b * 0,8x * [d - 0,5 * 0,8x] = -0,95 * 17,5 \text{ MN} * 0,45 \text{ m} * 0,17 \text{ m} * [0,80 \text{ m} - 0,5 * 0,17 \text{ m}] = -0,91 \text{ MN}$   
 $Db*y_b = -91 \text{ tm}$

$Z_s = \beta_s * A_s = 420 \text{ MN/m}^2 * 0,0015 \text{ m}^2 = 0,63 \text{ MN} = 63 \text{ t}$   
 $Z_s*y_s = \beta_s * A_s * [d - h] = 420 \text{ MN/m}^2 * 0,0015 \text{ m}^2 * [0,80 \text{ m} - 0,75 \text{ m}]$   
 $Z_s*y_s = 0,03 \text{ MNm} = 3 \text{ tm}$

$Nu = Z_s + Db = 63 \text{ t} - 127 \text{ t} = -64 \text{ t}$   
 $Nu*yp = Z_s*y_s + Db*y_b = 3 \text{ tm} - 91 \text{ tm} = -88 \text{ tm}$

#### Iteración 2

$E_b = -3,5 \%$ .     $E_s = 5 \%$ .

$x = -3,5 / (-3,5 - 5) * 0,75 \text{ m} = 0,31 \text{ m}$   
 $0,8x = 0,8 * 0,31 \text{ m} = 0,25 \text{ m}$

$Db = -0,95 * \beta_r * b * 0,8x = -0,95 * 17,5 \text{ MN/m}^2 * 0,45 \text{ m} * 0,25 \text{ m} = -1,07 \text{ MN}$   
 $Db = -107 \text{ t}$

$Db*y_b = -0,95 * \beta_r * b * 0,8x * [d - 0,5 * 0,8x] = -0,95 * 17,5 \text{ MN} * 0,45 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * [0,80 \text{ m} - 0,5 * 0,25 \text{ m}] = -1,26 \text{ MN}$   
 $Db*y_b = -126 \text{ tm}$

$Z_s = \beta_s * A_s = 420 \text{ MN/m}^2 * 0,0015 \text{ m}^2 = 0,63 \text{ MN} = 63 \text{ t}$



$$Z_s * y_s = \beta_s * A_s * [d - h] = 420 \text{ MN/m}^2 * 0,0015 \text{ m}^2 * [0,80 \text{ m} - 0,75 \text{ m}]$$

$$Z_s * y_s = 0,03 \text{ MNm} = 3 \text{ tm}$$

$$Nu = Z_s + Db = 63 \text{ t} - 187 \text{ t} = 124 \text{ t}$$

$$Nu * yp = Z_s * y_s + Db * y_b = 3 \text{ tm} - 126 \text{ tm} = -123 \text{ tm}$$

Extrapolación para  $Nu=0$

	It 1	It 2	EP
Nu	-64 t	-124 t	0 t
Nu*yp	-88 tm	-123 tm	-51 tm

Momento de rotura de la sección con una armadura de 15 cm<sup>2</sup>  
(0,42 % de  $b*d$ ) :  $Mu = 51 \text{ tm}$

Momento máximo admisible de la sección con armadura de 15 cm<sup>2</sup>  
(0,42 % de  $b*d$ ) :  $Madm = Mu/1,75 = 29 \text{ tm}$

### Hipótesis III

$$H21 \Rightarrow \beta_r = 17,5 \text{ MN/m}^2 \quad BSt \ 42/50 \Rightarrow \beta_s = 420 \text{ MN/m}^2$$

$$A_s = 78 \text{ cm}^2$$

$$h = 0,73 \text{ m}$$

Iteración 1

$$Eb = -2 \%. \quad Es = 5 \%.$$

$$x = Eb / (Eb - Es) * h \Rightarrow x = -2 / (-2 - 5) * 0,73 \text{ m} = 0,21 \text{ m}$$

$$0,8x = 0,8 * 0,21 \text{ m} = 0,17 \text{ m}$$

$$Db = -0,95 * \beta_r * b * 0,8x = -0,95 * 17,5 \text{ MN/m}^2 * 0,45 \text{ m} * 0,17 \text{ m} = -1,27 \text{ MN}$$

$$Db = -127 \text{ t}$$

$$Db * y_b = -0,95 * \beta_r * b * 0,8x * [d - 0,5 * 0,8x] = -0,95 * 17,5 \text{ MN} * 0,45 \text{ m} * 0,17 \text{ m} * [0,80 \text{ m} - 0,5 * 0,17 \text{ m}] = -0,91 \text{ MN}$$

$$Db * y_b = -91 \text{ tm}$$

$$Z_s = \beta_s * A_s = 420 \text{ MN/m}^2 * 0,0078 \text{ m}^2 = 3,28 \text{ MN} = 328 \text{ t}$$

$$Z_s * y_s = \beta_s * A_s * [d - h] = 420 \text{ MN/m}^2 * 0,0078 \text{ m}^2 * [0,80 \text{ m} - 0,73 \text{ m}]$$

$$Z_s * y_s = 0,23 \text{ MNm} = 23 \text{ tm}$$

$$Nu = Z_s + Db = 328 \text{ t} - 127 \text{ t} = 201 \text{ t}$$

$$Nu * yp = Z_s * y_s + Db * y_b = 23 \text{ tm} - 91 \text{ tm} = -68 \text{ tm}$$

Iteración 2

$$Eb = -3,5 \%. \quad Es = 5 \%.$$

$$x = -3,5 / (-3,5 - 5) * 0,73 \text{ m} = 0,30 \text{ m}$$

$$0,8x = 0,8 * 0,30 \text{ m} = 0,24 \text{ m}$$



$$D_b = -0,95 \cdot \beta_r \cdot b \cdot 0,8x = -0,95 \cdot 17,5 \text{ MN/m}^2 \cdot 0,45 \text{ m} \cdot 0,24 \text{ m} = -1,80 \text{ MN}$$

$$D_b = -180 \text{ t}$$

$$D_b \cdot y_b = -0,95 \cdot \beta_r \cdot b \cdot 0,8x \cdot [d - 0,5 \cdot 0,8x] = -0,95 \cdot 17,5 \text{ MN} \cdot 0,45 \text{ m} \cdot 0,24 \text{ m} \cdot [0,80 \text{ m} - 0,5 \cdot 0,24 \text{ m}] = -1,22 \text{ MN}$$

$$D_b \cdot y_b = -122 \text{ tm}$$

$$Z_s = \beta_s \cdot A_s = 420 \text{ MN/m}^2 \cdot 0,0078 \text{ m}^2 = 3,28 \text{ MN} = 328 \text{ t}$$

$$Z_s \cdot y_s = \beta_s \cdot A_s \cdot [d - h] = 420 \text{ MN/m}^2 \cdot 0,0078 \text{ m}^2 \cdot [0,80 \text{ m} - 0,73 \text{ m}]$$

$$Z_s \cdot y_s = 0,23 \text{ MNm} = 23 \text{ tm}$$

$$N_u = Z_s + D_b = 328 \text{ t} - 180 \text{ t} = 148 \text{ t}$$

$$N_u \cdot y_p = Z_s \cdot y_s + D_b \cdot y_b = 3 \text{ tm} - 122 \text{ tm} = -99 \text{ tm}$$

Extrapolación para  $N_u = 0$

	It 1	It 2	EP
$N_u$	201 t	148 t	0 t
$N_u \cdot y_p$	-88 tm	-99 tm	-186 tm

Momento de rotura de la sección con una armadura de  $78 \text{ cm}^2$   
 (2,17 % de  $b \cdot d$ ) :  $M_u = 186 \text{ tm}$

Momento máximo admisible de la sección con armadura de  $78 \text{ cm}^2$   
 (2,17 % de  $b \cdot d$ ) :  $M_{adm} = M_u / 1,75 = 106 \text{ tm}$



## ESTIMACION DE CARGAS

### VIGA 103

#### 1.- Peso propio

Dimensiones: Ancho (b) = 0,45 m  
              Altura (d) = 0,80 m  
              Longitud = 6,00 m

Peso específico H2A2 : 2,4 t/m<sup>3</sup>

Peso propio : 0,45 m \* 0,80 m \* 2,4 t/m<sup>3</sup> = 0,86 t/m

#### 2.- Cargas

##### 2.1 Losa 1

Dimensiones: Ancho = 6,00 m  
              Longitud = 6,40 m  
              Espesor = 0,25 m

Peso propio : 0,25 m \* 2,4 t/m<sup>3</sup> ..... = 0,60 t/m<sup>2</sup>

Relleno de Arena: Peso específico = 1,7 t/m<sup>3</sup>  
                  Espesor relleno = 0,40 m

Carga : 0,40 m \* 1,7 t/m<sup>3</sup> ..... = 0,68 t/m<sup>2</sup>

Pavimento de bloques: ..... = 0,20 t/m<sup>2</sup>

Sobrecarga de trabajo: ..... = 3,50 t/m<sup>2</sup>

TOTAL LOSA 1: ..... = 4,98 t/m<sup>2</sup>

##### 2.2 Losa 2

Dimensiones: Ancho = 1,45 m  
              Longitud = 6,00 m  
              Espesor = 0,25 m

Peso propio : 0,25 m \* 2,4 t/m<sup>3</sup> ..... = 0,60 t/m<sup>2</sup>

Relleno de Arena: Peso específico = 1,7 t/m<sup>3</sup>  
                  Espesor relleno = 0,40 m

Carga : 0,40 m \* 1,7 t/m<sup>3</sup> ..... = 0,68 t/m<sup>2</sup>

Pavimento de bloques: ..... = 0,20 t/m<sup>2</sup>

Sobrecarga de trabajo: ..... = 3,50 t/m<sup>2</sup>

TOTAL LOSA 2: ..... = 4,98 t/m<sup>2</sup>



### 3.- Esquema estático

#### 3.1 Losa 1

##### 3.1.1 Hipótesis I

Losa armada en una dirección simplemente apoyada

$$Q_0 = \frac{4,98 \text{ t/m}^2 * 6,40 \text{ m}}{2} = 15,94 \text{ t/m}$$

##### 3.1.2 Hipótesis II

Losa armada en dos direcciones simplemente apoyada

$$Q_0 = 0,5 * 4,98 \text{ t/m}^2 * 6,00 \text{ m} = 14,94 \text{ t/m}$$

##### 3.1.3 Hipótesis III

###### 3.1.3.1 Losa armada en dos direcciones empotrada en un lado

$$Q_0 = 0,366 * 4,98 \text{ t/m}^2 * 6,00 \text{ m} = 10,94 \text{ t/m}$$

###### 3.1.3.2 Losa armada en dos direcciones biempotrada

$$Q_0 = 0,29 * 4,98 \text{ t/m}^2 * 6,00 \text{ m} = 8,67 \text{ t/m}$$

#### 3.2 Losa 2

Losa armada en una dirección empotrada-articulada

$$Q_e = \frac{5}{8} * 4,98 \text{ t/m}^2 * 1,45 \text{ m} = 4,51 \text{ t/m}$$

### 4.- Cargas actuantes sobre la viga

#### 4.1 Hipótesis I

$$P_p \text{ viga} = 0,86 \text{ t/m}$$

$$\text{Losa 1} = 15,94 \text{ t/m}$$

$$\text{Losa 2} = 4,51 \text{ t/m}$$

$$\text{Total} = 21,31 \text{ t/m}$$

#### 4.2 Hipótesis II

$$P_p \text{ viga} = 0,86 \text{ t/m}$$

$$\text{Losa 1} = 14,94 \text{ t/m}$$

$$\text{Losa 2} = 4,51 \text{ t/m}$$

$$\text{Total} = 20,31 \text{ t/m}$$



#### 4.2 Hipótesis III

	Extremo	Tramo int
Pp viga =	0,86 t/m	0,86 t/m
Losa 1 =	10,94 t/m	8,67 t/m
Losa 2 =	4,51 t/m	4,51 t/m
Total =	16,31 t/m	14,04 t/m

#### 5. Solicitaciones en la viga

##### 5.1 Hipótesis I:

Viga empotrada-articulada ( $Q = 21,31 \text{ t/m}$ )

$M_{\text{max tramo}} = 59,64 \text{ tm}$

##### 5.2 Hipótesis II

Viga empotrada-articulada ( $Q = 20,31 \text{ t/m}$ )

$M_{\text{max tramo}} = 43,23 \text{ tm}$

##### 5.3 Hipótesis III

Viga empotrada-articulada ( $Q_{\text{ex}} = 16,31 \text{ t/m}$  ;  $Q_{\text{t}} = 14,04 \text{ t/m}$ )

$M_{\text{max tramo}} = 36,50 \text{ tm}$  (extremo de viga)

$M_{\text{max tramo}} = 19,10 \text{ tm}$  (tramo intermedio)



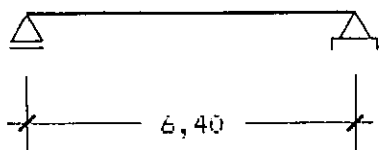
# LOSA I

HIPÓTESIS I: Losa armada en una dirección simplemente apoyada.

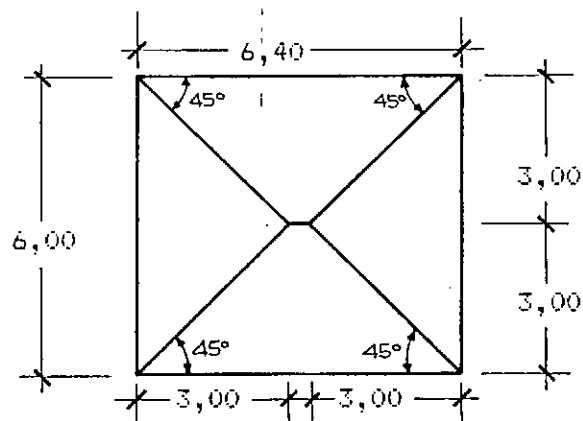
$$Q = 4,98 \text{ t/m}^2$$

$$Q_0 = 0,5 * 4,98 \text{ t/m}^2 * 6,40 \text{ m}$$

$$Q_0 = 15,94 \text{ t/m}$$



HIPÓTESIS II : Losa armada en dos direcciones simplemente apoyada



$$Q = 4,98 \text{ t/m}^2$$

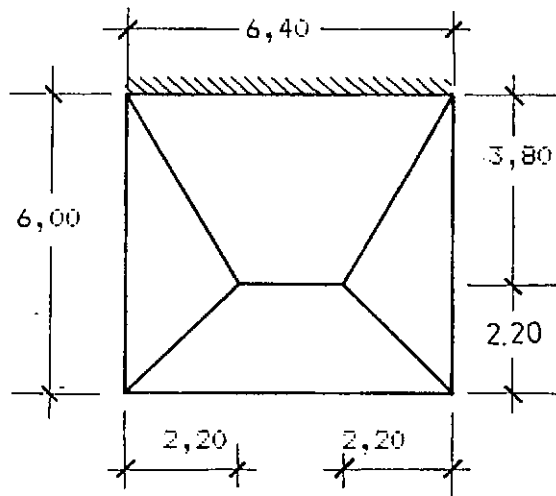
$$Q_0 = 0,5 * 4,98 \text{ t/m}^2 * 6,00 \text{ m}$$

$$Q_0 = 14,94 \text{ t/m}$$

$$\alpha = 45^\circ$$



HIPOTESIS III: Losa armada en dos direcciones empotrada en un lado



$$Q = 4,98 \text{ t/m}^2$$

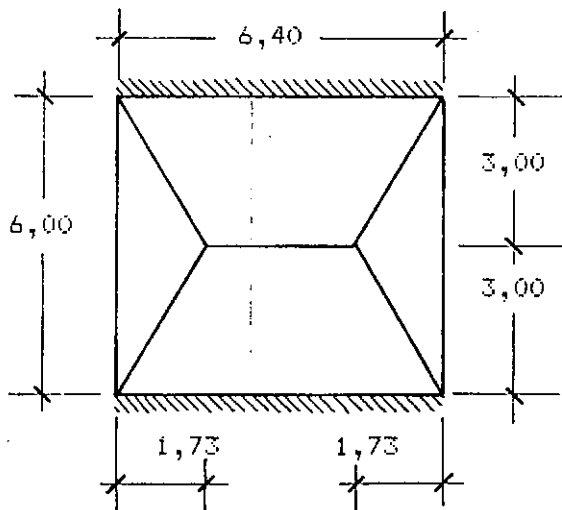
$$Q_0 = 0,366 * 4,98 * 6,00$$

$$Q_0 = 10,94 \text{ t/m}$$

$$\alpha_1 = 60^\circ$$

$$\alpha_2 = 45^\circ$$

Losa armada en dos direcciones biempotrada



$$Q = 4,98 \text{ t/m}^2$$

$$Q_0 = 0,29 * 4,98 * 6,00$$

$$Q_0 = 8,67 \text{ t/m}$$

$$\alpha = 60^\circ$$



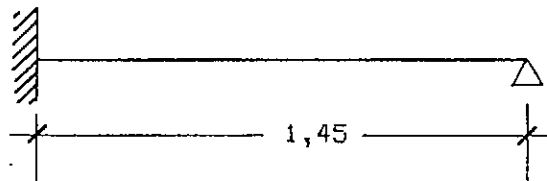
## LOSA 2

Losa armada en una dirección empotrada-articulada

$$Q = 4,98 \text{ t/m}^2$$

$$Q_e = 5/8 * 4,98 \text{ t/m}^2 * 1,45 \text{ m}$$

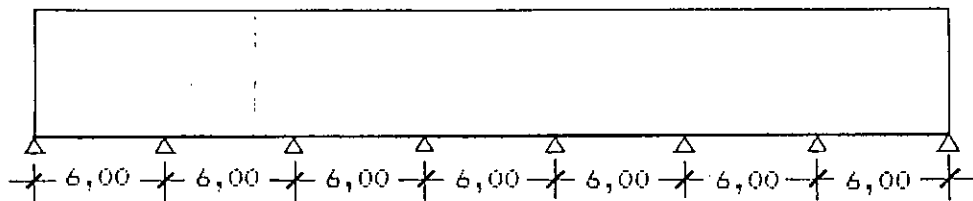
$$Q_e = 4,51 \text{ t/m}$$



## VIGA 103

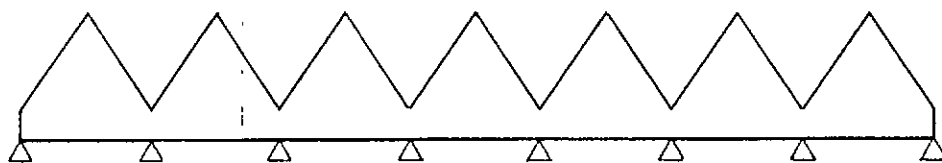
HIPOTESIS I

$$Q = 21,31 \text{ t/m}$$



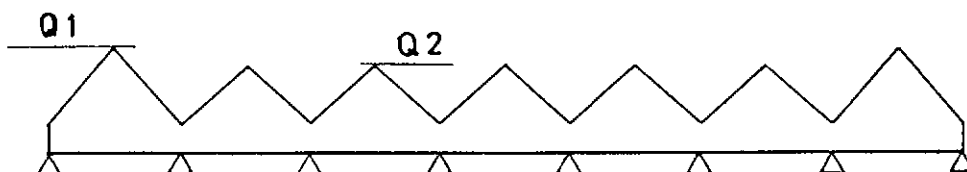
HIPOTESIS II

$$Q = 20,31 \text{ t/m}$$



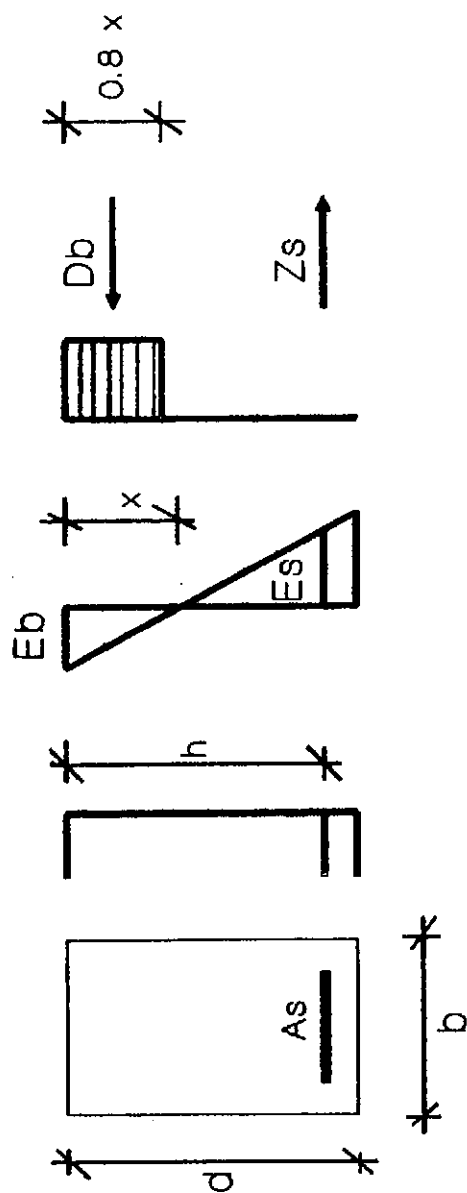
HIPOTESIS III

$$Q_1 = 16,31 \text{ t/m} ; Q_2 = 14,04 \text{ t/m}$$





## VERIFICACION DE SECCION



As: Sección de armadura de Acero

Db: Compresión en el  $H^2$

Eb: Deformación del  $H^2$

Es: Deformación del Acero

Zs: Tracción en el Acero

b: Ancho de la sección

d: Altura de la sección

h: Distancia a la sección de armadura

x: Distancia al eje neutro



## C A P I T U L O    2

### M E R C A D E R I A S    A    M O V E R

#### 1.   I N T R O D U C C I O N

En el proyecto original del Nuevo Puerto de Formosa ubicado en la zona del Riacho de Oro, no se indicaron específicamente los flujos ni tipos de mercaderías que se moverían a través de sus instalaciones, para determinar su diseño, dimensionar sus partes y ordenar sus espacios terrestres.

Sin embargo, tanto la distribución general como los elementos que configuran el puerto, apuntan hacia su utilización como lugar de transferencias para cargas generales. La presencia y las dimensiones del hangar, resultan a estos efectos sumamente demostrativos.

En el antiguo puerto ubicado frente al sector céntrico de la ciudad, se mueven por otra parte cargas generales, y se entiende que estas cargas deberán ser absorbidas por las nuevas instalaciones.



Posteriormente a su iniciación y posiblemente como modificación o ampliación del proyecto, las obras del Nuevo Puerto fueron complementadas en su sector posterior con la construcción de un elevador para agrograneles secos y sus correspondientes silos. Dentro del predio portuario se construyeron las bases para una galería de cintas y la torre de embarque junto al muelle.

Estas facilidades de particular importancia en el conjunto, cuyas instalaciones no han sido concluidas, marcan evidentemente un nuevo destino para el uso portuario con la carga de agrograneles secos a barcazas, que se agrega a las anteriores.

Con el correr del tiempo, se fueron realizando refulados de arena en una zona lindante con el puerto hacia el norte. El propósito de estos trabajos es ampliar la superficie de playa portuaria, eventualmente para el almacenamiento de graneles sólidos, y contar con un terraplen que permita el acceso ferroviario.

En la misma época, aguas arriba del puerto, en un tramo del río donde se encuentran las instalaciones de Yacimientos Petrolíferos Fiscales, se construyó y terminó una posta para el embarque del crudo proveniente de los yacimientos del oeste formoseño, cuyo destino es la destilería de Petropar en Villa Elisa, Paraguay.



Con esta instalación, emplazada en el lugar donde se encuentran los tanques de YPF, ha quedado resuelto el problema de la carga de crudo. En consecuencia, resulta improbable que esta transferencia sea trasladada al Nuevo Puerto, que no cuenta con los depósitos para el almacenamiento de petróleo.

A continuación se describen las posibles cargas y los flujos y movimientos portuarios que se consideran posibles en el Nuevo Puerto de Formosa. Previamente se efectúa un breve análisis histórico.

## 2. ANALISIS HISTORICO

Este análisis se realizó sobre la base de la información publicada por la Administración General de Puertos SE para la serie que va desde el año 1984 a 1990 (ver Cuadro 2.1).

Cabe aclarar, que con posterioridad a este último año, AGPSE no publicó datos estadísticos correspondientes al Puerto de Formosa.

Además de esos valores, se consideraron cifras globales de tráficos para la serie 1978-1983, al solo efecto de mostrar la evolución de los tráficos en un plazo más largo. (ver Cuadro 2.2)



Del análisis de las cifras estadísticas pueden apreciarse dos periodos netamente diferenciados:

- 1978-1983 : los movimientos portuarios superan las 200 000 toneladas/año, en algunos años holgadamente, con excepción de 1979, donde se observa una caída circunstancial a 155 000 ton/año.
- 1985-1990 : los movimientos portuarios caen notablemente a un plano que se ubica entre las 80 000 y 90 000 ton/año, con excepción de 1988, año que registra un aumento a 114 000 toneladas.

Entre ambos periodos se intercala el año 1984 como una transición con 140 000 toneladas.

Cabe destacar, que entre las cargas registradas, la arena ocupa un porcentaje muy elevado, con una participación alrededor del 98% sobre los totales de los últimos años.

La arena se mueve en instalaciones propias de las compañías areneras en lugares integrados en la zona del puerto antiguo, pero no previstos en el Nuevo Puerto, por lo que quedaría para los movimientos propios del puerto un volumen de cargas en el orden del 2% de los valores totales. Para los últimos años esto significa un volumen anual de 1000 toneladas.



En las cifras indicadas en el Cuadro 2.1, no se incluye el crudo que se exporta al Paraguay, cuyos embarques se realizan en la posta petrolera y que alcanzan anualmente unos 45 000 m3.

La progresiva reducción de cargas movidas anualmente en el puerto antiguo señalada más arriba, se corresponde con el deterioro y la sucesiva pérdida de instalaciones de amarre y almacenamiento sufridas en el mismo por efectos de la erosión del Río Paraguay. Ello no significa que este hecho debe ser considerado como la causa de la caída de los movimientos.

De hecho, las instalaciones actuales, compuestas por un solo espigón de transferencia en mal estado con una grúa obsoleta de baja capacidad, un solo galpón afectado en uno de sus lados por la erosión, y una playa de circulación disminuida por la misma causa, no ofrecen una capacidad operativa que permita alcanzar movimientos muy superiores a los registrados en los últimos años.

Frente a esta situación, las facilidades que pueda ofrecer el Nuevo Puerto, una vez completadas sus instalaciones, cambiarán sustancialmente. La capacidad operativa del puerto se ubicará en niveles muy superiores a los actualmente disponibles.



En relación con los datos de movimientos de buques, se presenta una situación similar a la descripta para las cargas.

Tanto el número de embarcaciones como el tonelaje de registro neto total por año, siguen una evolución descendente de características iguales que la observada para el movimiento de cargas.

Del análisis de las cifras surge por otro lado, que las embarcaciones muestran promedios muy bajos de TRN. Ello coincide con el hecho de que operan en este puerto embarcaciones autopropulsadas de porte reducido. No se registran en el puerto antiguo la presencia de trenes de barcazas, que no obstante navegan frente a él por el río con destino u origen en el Paraguay.

### 3. A G R O G R A N E L E S    S E C O S

La decisión tomada oportunamente por la Junta Nacional de Granos de emplazar un elevador de granos en el Nuevo Puerto de Formosa, sin duda obedeció a los resultados positivos de la factibilidad que ese puerto ofrece para la salida de agrograneles al sistema conformado por los ríos Paraguay y Paraná como vías navegables y los trenes de barcazas como transportadores fluviales.



Se entiende que en las consideraciones efectuadas, la zona de influencia del puerto de Formosa se estimó con la suficiente aptitud para producir el volumen de agrograneles que justifican una instalación portuaria.

Teniendo en cuenta los destinos usuales de esos productos, su transporte por el río debió preverse para su posterior exportación con transferencias en los puertos del Paraná Inferior, o su procesamiento en plantas de producción de aceites ubicada en la zona de Puerto San Martín/Rosario.

Los agrograneles propios de la región, que cumplen con los requisitos anteriores, son principalmente la soja y el algodón. Estos productos se cultivan o cuentan con potenciales áreas de cultivo en la Provincia de Formosa, el este de Salta y el sureste de Bolivia.

Las regiones indicadas se encuentran vinculadas con Formosa en materia de transportes, por el ramal ferroviario que se extiende de dicha ciudad hasta Embarcación.

Actualmente este ramal no llega hasta el Nuevo Puerto. Termina a poca distancia en las instalaciones de YPF, a las que arriban los trenes que transportan el crudo desde el oeste formoseño para su embarque con destino al Paraguay.

Para enlazar el Nuevo Puerto con la zona descrita, será condición necesaria e ineludible prolongar las vías férreas hasta el muelle. Caso contrario, se harían necesarias operaciones de descargas, cargas y traslados cortos por camión,



que encarecerían notoriamente el costo de transporte, pudiendo perderse de este modo, si no todas, al menos una buena porción de las ventajas que el puerto tiene.

A su vez, la zona antes señalada, está unida con Formosa por la ruta que atraviesa la Provincia y corre desde esta ciudad hacia el oeste para enlazarse con la red vial que sirve al este salteño y el sureste de Bolivia.

#### 4. C A R G A   G E N E R A L

La carga general o carga fraccionada que se manipula por unidades sueltas o en forma agrupada mediante pallets u otros medios auxiliares simples de unitización de cargas, integrará sin duda el menú de cargas a ser movidas en el Nuevo Puerto de Formosa.

Estas cargas podrán comprender:

- productos manufacturados varios de exportación a Paraguay y Brasil,
- mercaderías a granel envasadas en bolsas o tambores con destino al Paraguay, como yeso, sales y otros, o como derivados del tanino con destino al sur,
- rollizos y maderas de aserradero en atados provenientes del Paraguay,



- productos celulósicos y papel,
- productos químicos.

Como se señaló antes, los movimientos actuales en estos rubros son pequeños, pero la presencia del Nuevo Puerto una vez terminado y equipado adecuadamente, constituirá un eslabón destacado en la cadena de transporte. A partir de esta circunstancia, deberán analizarse las proyecciones hacia el futuro.

En este análisis deberá incorporarse la influencia seguramente muy marcada, que tendrá sobre el transporte fluvial y los desarrollos comerciales con el Paraguay y el Brasil, la futura habilitación de la Hidrovía Paraguay - Paraná.

No es posible estimar al presente como evolucionará esta carga en el futuro, no se pueden hacer pronósticos con un nivel aceptable de acierto, pero puede suponerse que un primer escalón con movimientos anuales de 10 000 toneladas debería ser alcanzado fácilmente en el mediano plazo.

La capacidad de la infraestructura portuaria excede dicho valor. Tanto la extensión y la futura profundidad del muelle, así como el volumen de almacenamiento que tiene el depósito de 1250 m<sup>2</sup> y la superficies de playa, constituyen facilidades suficientemente amplias como para atender esos volúmenes de carga y aún otros superiores.



En un capítulo posterior se trata el equipamiento para la transferencia de cargas y el de manipuleos en depósitos y playas, para dotar al puerto de un utilaje acorde con la capacidad de su infraestructura.

## 5. CONTENEDORES

El puerto antiguo no está en condiciones de atender un tráfico de contenedores, razón por la cual este movimiento ha sido nulo hasta ahora en Formosa.

El Nuevo Puerto, por el contrario cuenta en principio con las condiciones mínimas, si bien limitadas por ahora, de recibir ese tipo de carga.

Teniendo a la vista la progresiva containerización de cargas y tráficos que se está operando en la Argentina y desde luego en todo el mundo, puede afirmarse que en el futuro resultará indispensable contar en el puerto con facilidades que permitan atender el tráfico de contenedores.

Junto con el proceso señalado, se va extendiendo cada vez más el transporte multimodal en nuestro país. Dentro de este panorama resulta obvio, que una clave central para integrar al Nuevo Puerto en las redes de transporte multimodal, será su capacidad de recibir y manipular contenedores en forma eficiente y segura.



Desde luego que un posicionamiento dentro de dichas redes exige parte un conjunto de facilidades portuarias específicas y sus respectivos equipos con su personal especializado.

En primer lugar deberá contarse con el equipo pesado para la transferencia y el manejo en playa de los contenedores.

Estos equipos tienen costos de adquisición elevados, y no son aptos para ser usados con otras cargas. También requieren un mantenimiento especial y operadores capacitados para su manejo. En conjunto, esto significa que imponen usos y exigencias de un nivel general de desarrollo industrial, que actualmente no existe en la operatividad portuaria ni en general en la ciudad de Formosa.

En segundo lugar, se requieren espacios amplios para playas de almacenamiento, para circulaciones y para las áreas de transferencia a/de vehículos terrestres, así como las respectivas áreas de estacionamiento, de talleres, etc.

Esos espacios están relacionados directamente con la cantidad de contenedores que se pretenden mover anualmente en el puerto y con el régimen de almacenamiento.

A este respecto se aprecia que las superficies disponibles para estos fines en el Nuevo Puerto de Formosa, considerando además los otros usos antes mencionados, son relativamente escasos.



Una primera estimación de las áreas factibles de ser ocupadas por playas de contenedores, permitirían atender unos 5000 TEU/año. Esta cifra parece razonable y suficiente para un primer horizonte del desarrollo portuario, pero es insuficiente desde el punto de vista de la inversión que exigiría el movimiento de contenedores en materia de equipamientos.

En virtud de lo señalado, las metas a fijar para el futuro deben apuntar a movimientos más importantes. La inversión, los gastos operativos y los costos del mantenimiento no podrán justificarse con movimientos tan reducidos.

Planteada la situación de esta manera, quedan finalmente dos opciones: la primera es atender contenedores solamente en forma circunstancial y con baja eficiencia utilizando los medios más o menos precarios disponibles en el puerto o en la zona. La segunda es apuntar decididamente a un desarrollo especializado del puerto con miras a transformarlo en un centro de transferencias de contenedores en el Noreste argentino, que actúe en el marco de los comercios de Brasil y Paraguay con Chile, y los que deriven de la futura presencia de la Hidrovía.



## 6. GRANELES SÓLIDOS NO AGRARIOS

En esta categoría cabe considerar mercaderías como minerales originarios de Brasil, sales, fertilizantes, materiales de construcción, etc.

La atención portuaria de estos graneles impone condiciones globales de carácter similar a las que exigen los contenedores.

En efecto, se requieren para su movimiento equipos específicos de elevado costo, no aptos para otras cargas y playas de almacenamiento aún más amplias que las necesarias para contenedores en la zona portuaria. Estas playas hoy no existen, si bien pueden habilitarse en parte aprovechando una posible extensión que se realice hacia el norte del puerto.

Los graneles sólidos exigen en todos los casos una especialización portuaria que va en desmedro de las otras mercaderías. Ocupan espacios amplios, requieren equipos no utilizables para otras mercaderías, crean solicitaciones de tráfico muy importantes para las vías de acceso terrestre y por último generan una contaminación sobre el resto del puerto por la difusión de polvillos nocivos.

Estos graneles también presentan características parecidas a las que tienen los graneles líquidos, como por ejemplo el



petróleo, que precisamente constituye un buen ejemplo actual en los movimientos de carga en Formosa. Este producto se opera en lugares especiales, con equipos propios no transferibles y con depósitos que ocupan áreas importantes.

En consecuencia, disponer facilidades en el Nuevo Puerto para la atención de estas cargas, no aparec hoy como una alternativa interesante de aplicación inmediata o a mediano plazo, quedando una decisión a este respecto postergada para el futuro, en función de las evoluciones que estos tráficos muestren.

De cualquier manera, tampoco se perciben hoy posibilidades ciertas para el movimiento de estos graneles.

Cabe acotar finalmente, que el tráfico de graneles sólidos, a diferencia de la carga general y los contenedores, maneja mercaderías de bajo valor, por lo que las tarifas portuarias deben ubicarse en niveles adecuados.

## 7. CONCLUSION

Del análisis precedente, se obtiene como conclusión, que en el Nuevo Puerto de Formosa se puede prever el tráfico de tres mercaderías o cargas en el corto y mediano plazo.



Estos tráficos son:

- Carga General,
- Agrograneles secos,
- Contenedores.

Las instalaciones actualmente existentes no están en condiciones de atender ninguna de las tres cargas. Eventualmente pueden moverse cargas generales con métodos precarios, que por otra parte tampoco se encuentran hoy en el Puerto.



CUADRO 2.1  
PUERTO DE FORMOSA  
MOVIMIENTOS

■ AÑO 1990  
-----

1	MOVIMIENTO DE BUQUES				
1.1	Cabotaje	Nº	479	TRN	20 450
1.2	C M I	Nº	-	TRN	-
2	MOVIMIENTO DE CARGAS				
2.1	Importación	ton	-	Carga	-
2.2	Exportación	ton	1 076	Carga	Gral/Arrab.
2.3	Removido entrado	ton	84 388	Carga	Arena
2.4	Removido salido	ton	-	Carga	-
2.5	Movimiento total	ton	85 464		

■ AÑO 1989  
-----

1	MOVIMIENTO DE BUQUES				
1.1	Cabotaje	Nº	725	TRN	24 919
1.2	C M I	Nº	-	TRN	-
2	MOVIMIENTO DE CARGAS				
2.1	Importación	ton	145	Carga	
2.2	Exportación	ton	887	Carga	Gral/Arrab.
2.3	Removido entrado	ton	72 687	Carga	Arena
2.4	Removido salido	ton	-	Carga	-
2.5	Movimiento total	ton	73 719		



CUADRO 2.1 - CONTINUACION

■ AÑO 1988

1 MOVIMIENTO DE BUQUES

1.1	Cabotaje	Nº	1034	TRN	41 062
1.2	C M I	Nº	1	TRN	18

2 MOVIMIENTO DE CARGAS

2.1	Importación	ton	8	Carga General
2.2	Exportación	ton	926	Carga Gr/Sal/Quím
2.3	Removido entrado	ton	113 361	Carga Arena
2.4	Removido salido	ton	-	Carga -
2.5	Movimiento total	ton	114 255	

■ AÑO 1987

1 MOVIMIENTO DE BUQUES

1.1	Cabotaje	Nº	855	TRN	30 998
1.2	C M I	Nº	-	TRN	-

2 MOVIMIENTO DE CARGAS

2.1	Importación	ton	2	Carga General
2.2	Exportación	ton	592	Carga Gr1/Sal/Arr
2.3	Removido entrado	ton	81 571	Carga Gral/Arena
2.4	Removido salido	ton	73	Carga
2.5	Movimiento total	ton	82 238	



CUADRO 2.1 - CONTINUACION

■ AÑO 1986

1	MOVIMIENTO DE BUQUES				
1.1	Cabotaje	Nº	981	TRN	44 502
1.2	C M I	Nº	-	TRN	-
2	MOVIMIENTO DE CARGAS				
2.1	Importación	ton	15 217	Carga	
2.2	Exportación	ton	712	Carga	
2.3	Removido entrado	ton	76 614	Carga	
2.4	Removido salido	ton	-	Carga	
2.5	Movimiento total	ton	92 543		

■ AÑO 1985

1	MOVIMIENTO DE BUQUES				
1.1	Cabotaje	Nº	767	TRN	18 482
1.2	C M I	Nº	-	TRN	-
2	MOVIMIENTO DE CARGAS				
2.1	Importación	ton	-	Carga	
2.2	Exportación	ton	4 000	Carga	
2.3	Removido entrado	ton	79 113	Carga	
2.4	Removido salido	ton	-	Carga	
2.5	Movimiento total	ton	83 702		



CUADRO 2.1 - CONTINUACION

■ AÑO 1984

1	MOVIMIENTO DE BUQUES				
1.1	Cabotaje	NO	1923	TRN	114 284
1.2	C M I	NO	-	TRN	-
2	MOVIMIENTO DE CARGAS				
2.1	Importación	ton	204	Carga	
2.2	Exportación	ton	6 697	Carga	
2.3	Removido entrado	ton	131 094	Carga	
2.4	Removido salido	ton	-	Carga	
2.5	Movimiento total	ton	137 995		



CUADRO 2.2  
PUERTO DE FORMOSA  
MOVIMIENTO GLOBAL DE CARGAS - PERIODO 1978 A 1983

1978	212 0000 ton
1979	154 800 ton
1980	242 300 ton
1981	208 000 ton
1982	223 300 ton
1983	250 700 ton



## C A P I T U L O    3

### E M B A R C A C I O N E S

#### 1. I N T R O D U C C I O N

El Nuevo Puerto de Formosa, una vez terminadas sus obras y completado su equipamiento, estará en condiciones de ofrecer sus instalaciones para la escala de las embarcaciones que realizan hoy transportes en el Río Paraguay.

Dichas embarcaciones forman parte de la flota que integra el sistema de transporte fluvial cuyas vías navegables principales son los ríos Paraná y Paraguay. A ellas se irán agregando en el futuro nuevas embarcaciones, tanto las que aumenten el tonelaje total de la flota, como aquellas que renueven el parque existente.

Los ríos mencionados se caracterizan actualmente por las profundidades que ofrecen a la navegación en sus distintos tramos. Definen de este modo el tamaño y tipo de las embarcaciones que pueden transitar por ellos.

El Río Paraná admite navegación de ultramar hasta el puerto de Santa Fé. Aguas arriba, el Río Paraná río hasta Barranqueras y luego el Río Paraguay hasta Asunción (Paraguay), permiten navegar con 10 pies de calado y con 7 pies o aún menos, al norte de Asunción.



Estos valores podrán ser aumentados en el futuro, en la medida que se vayan cumpliendo las obras de profundización y mejoramiento previstas en el desarrollo de la Hidrovía Paraná - Paraguay.

## 2. TIPOS Y CARACTERÍSTICAS

Para determinar los tipos y las características de las embarcaciones que navegan por el Río Paraguay, se han utilizado diversos relevamientos efectuados en oportunidades anteriores.

En los Cuadros 3.1, 3.2 y 3.3 se han volcado datos de interés para este estudio provenientes de dichos relevamientos.

Dada la circunstancia de que el Río Paraguay es navegado hoy prioritariamente por embarcaciones de banderas argentina y paraguaya, se han discriminado en todas las referencias estos dos países.

El Cuadro 3.1 se refiere a las barcasas de empuje. Se trata de la modalidad de transporte fluvial que tiene una gran capacidad de flujo en relación con el resto y que viene imponiéndose cada vez más como el sistema de mayor eficiencia en nuestros ríos navegables.



En el Cuadro mencionado, se indican las dimensiones geométricas de las barcasas de empuje, en relación con su capacidad de carga expresada en Tonelaje de Porte Bruto.

Estas barcasas se reúnen en trenes de 4 a 12 unidades movidos por una sola unidad motriz de empuje. En el Cuadro 3.2 se indican las dimensiones de estas unidades motrices, identificadas por su potencia.

En el mismo Cuadro se han volcado también las características de las motonaves o embarcaciones autopropulsadas, que constituyen la otra modalidad de transporte fluvial.

El Cuadro 3.3 a su vez, referido a la flota argentina, expresa en cantidad y tonelaje de porte bruto la participación, que tiene cada uno de los tipos operativos de barcasas, sobre el total de las embarcaciones.

Los Cuadros mencionados contienen los datos de las embarcaciones comerciales más utilizadas, cuyos tamaños responden a la escala que surge de los principios económicos de transporte fluvial a larga distancia. Figuran por tanto en ellos las embarcaciones de mayores dimensiones, pero no las afectadas a tráficos locales sobre trayectos cortos.

Obviamente, los requerimientos portuarios se establecen a partir de las embarcaciones mayores, razón por la cual no se tuvieron en cuenta las otras.



Como uno de los datos de interés, se aprecia en los Cuadros la magnitud de los calados. Los calados mayores corresponden a las motonaves de mayor potencia. Salvo una excepción, los calados no sobrepasan los 4,00 metros.

La limitación del río, en cuanto a las profundidades, se expresa en todos los casos con referencia al Cero de cada hidrómetro local. Como los niveles de agua están casi siempre por encima del Cero, esa limitación se va reduciendo a medida que las aguas alcanzan niveles superiores. Las observaciones efectuadas en los últimos años revelan precisamente que las permanencias de niveles superiores se está acentuando progresivamente, por lo que el río está eliminando sus anteriores limitaciones de profundidad.

### 3. OPERACION NAUTICA

El emplazamiento del Nuevo Puerto de Formosa responde a una elección de sitio que asegura una buena ubicación sobre el río para llevar a cabo las operaciones náuticas de las embarcaciones autopropulsadas y de los trenes de empuje.

El río es recto en ese tramo y tiene un ancho superior al que se observa en el antiguo puerto. Por estas razones, las líneas de corriente tienden a ser paralelas al eje del curso y su distribución es más uniforme con amortiguaciones hacia las costas y sin concentraciones molestas sobre la orilla del puerto, como ocurre en el antiguo emplazamiento.



Frente al Nuevo Puerto pueden realizarse giros y maniobras de atraque sin inconvenientes.

En cuanto a la profundidad del río a pie de muelle, cuyos valores naturales están entre las cotas + 2,00 y + 4,00 metros sobre el Cero, se ha previsto en el proyecto original su dragado hasta cota - 2,00, con el propósito de asegurar la operabilidad del puerto aún en condiciones de estiaje.

Esta previsión de dragado se apoyó en los datos de las series hidrométricas del período 1911-1980, pero en los últimos años se ha observado una tendencia permanente en las modificaciones del comportamiento del río. De acuerdo con ello, los niveles medios y mínimos del río están ubicándose en valores sensiblemente superiores a los registrados en las décadas anteriores. En los Cuadros 3.4, 3.5 y 3.6 se refleja el hecho señalado.

En estas observaciones cabe destacar el paulatino y firme ascenso de los niveles mínimos. Si en años anteriores era común que el río tuviese niveles bajo el Cero, a partir de 1972 ya no se observan más esas cotas. Por el contrario, los registros indican niveles mínimos que en algunos casos se sitúan por encima de la cota + 4,00.

Este proceso de elevación global de los niveles de agua del río se acentuó aún más en 1992 y para el próximo año, de acuerdo con las circunstancias que se están registrando en el presente, se espera que la tendencia en aumento continúe.



En principio, la elevación de los niveles mínimos y medios, significa una ventaja para la operación portuaria.

Por una parte, el mantenimiento de las profundidades a pie de muelle se vuelve menos crítico. Esto se asocia a su vez con un menor tiempo de días anuales inoperables debido a falta de profundidad efectiva, o inclusive con la desaparición lisa y llana de esta circunstancia durante períodos anuales enteros.

Por otra parte, las embarcaciones, cuando se encuentran a niveles más altos en las operaciones de carga y descarga, ven facilitadas las tareas, lográndose una reducción de los tiempos operativos.

En cuanto a los niveles máximos, también se presume que irán aumentando a la par de los otros valores en los próximos años. La máxima registrada se produjo en 1983 y alcanzó la cota + 10,73. En 1992 la máxima llegó al nivel + 10,12.

Si la tendencia de elevación de niveles llegase a continuar en conformidad con las observaciones que se están efectuando, podrían presentarse algunos problemas en el futuro. La cota de coronamiento del puerto está a + 11,00, esto es, en un nivel apenas superior a la máxima de 1983. Un incremento progresivo de los máximos, podría llegar a afectar la superficie terrestre operativa del puerto.

Este fenómeno deberá ser tenido en cuenta en el futuro, cuando se proyecten los accesos camineros y ferroviarios.



CUADRO 3.1

RIOS PARANA - PARAGUAY

FLOTA FLUVIAL - CARACTERISTICAS

■ 1. BARCAZAS DE EMPUJE

1.1 ARGENTINA

TPB (t)	2200	1700	1500	1400	1000
Eslora (m)	69,70	60,00	60,00	59,43	59,44
Manga (m)	13,64	12,20	12,20	10,97	10,97
Calado (m)	2,73	3,00	2,70	2,84	2,40
Puntal (m)	3,20	3,50	3,30	3,35	3,20

TPB (t)	600	500			
Eslora (m)	41,15	40,00			
Manga (m)	8,25	10,00			
Calado (m)	2,13	1,70			
Puntal (m)	2,60	2,30			

1.2 PARAGUAY

TPB (t)	1700	850	360		
Eslora (m)	63,00	48,00	39,00		
Manga (m)	14,00	12,50	9,50		
Calado (m)	2,75	2,00	1,50		
Puntal (m)	3,70	3,30	2,20		



CUADRO 3.2  
RIOS PARANA - PARAGUAY  
FLOTA FLUVIAL - CARACTERISTICAS

■ 2. UNIDADES DE EMPUJE

2.1 ARGENTINA

Potencia HP	4400	3500	2500	2000	1200
Eslora (m)	44,71	42,00	53,00	44,00	27,40
Manga (m)	12,00	10,96	15,00	10,36	8,60
Calado (m)	3,35	3,25	3,40	2,00	2,10
Puntal (m)	3,80	3,52	4,50	3,84	2,50

2.2 PARAGUAY

Potencia HP	2400	1200			
Eslora (m)	34,56	28,79			
Manga (m)	12,00	9,50			
Calado (m)	2,14	1,80			
Puntal (m)	3,60	2,70			

■ 3. MOTONAVES

TPB (t)	2540	2215	1680	1000	1000
Eslora (m)	76,50	76,50	70,00	64,15	70,84
Manga (m)	11,40	11,40	9,50	12,00	12,55
Calado (m)	4,00	3,50	3,50	2,74	2,74



CUADRO 3.3

RIOS PARANA - PARAGUAY

FLOTA FLUVIAL - CARACTERISTICAS

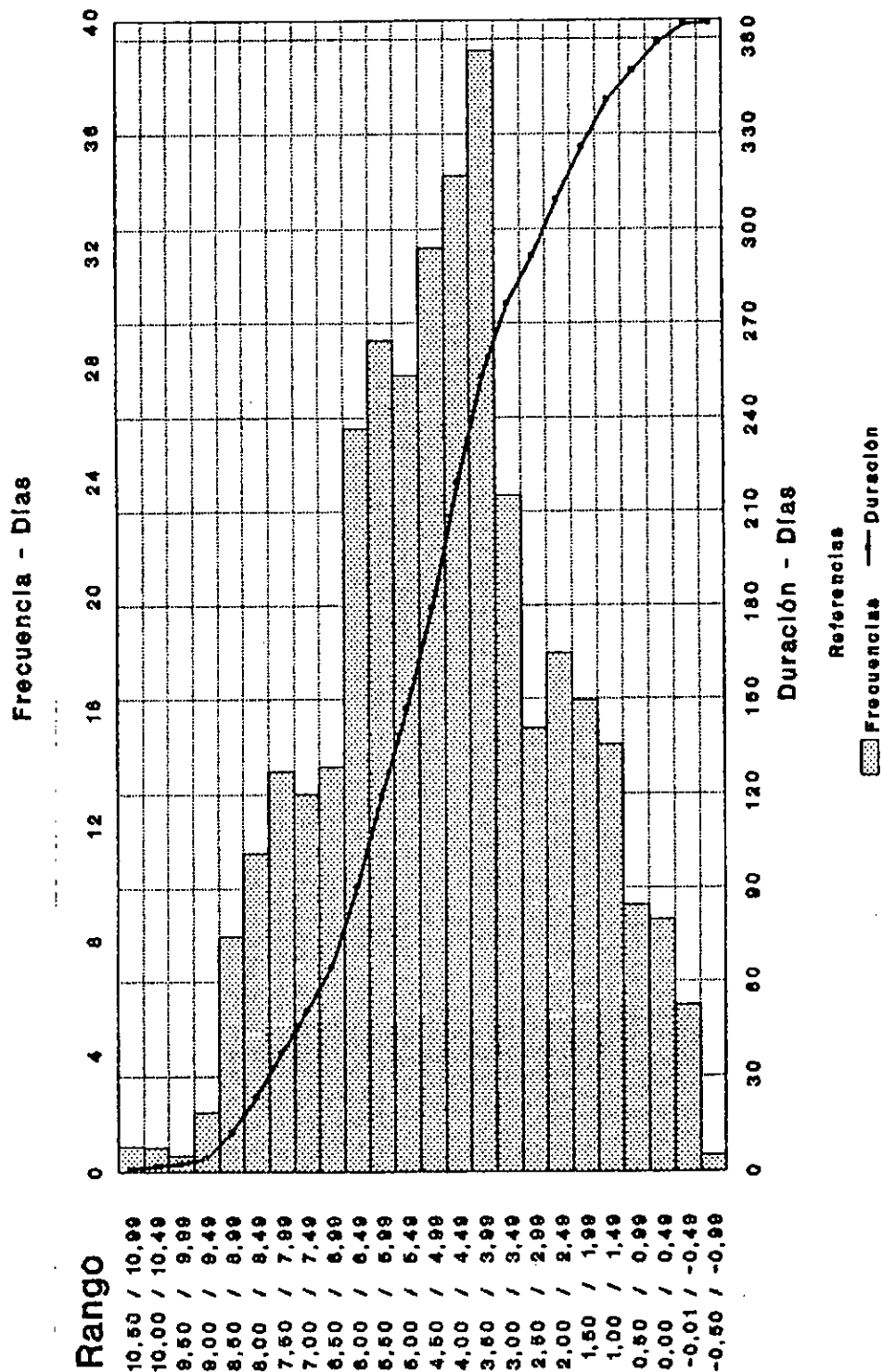
■ 4. TIPOS DE BARCAZAS

4.1 ARGENTINA

TIPO	CANTIDAD	TPB	% TPB
BODEGA CERRADA	256	312 224	50,1
BODEGA SEMICERRADA	44	67 408	10,8
BODEGA CONTINUA SIN TAPAS	35	52 780	8,5
BODEGA CONTINUA CON TAPAS	60	113 784	18,3
BODEGA CERRADA CONTENEDORES	12	15 600	2,5
TANQUE PARA COMBUSTIBLES	58	56 860	9,1
TANQUE PARA ACEITE VEGETAL	7	3 350	0,5
TANQUE PARA ACIDOS	1	850	0,2
T O T A L E S	413	622 856	100,0



**RIO PARAGUAY**  
**ALTURAS HIDROMETRICAS**  
**1966 - 1991**



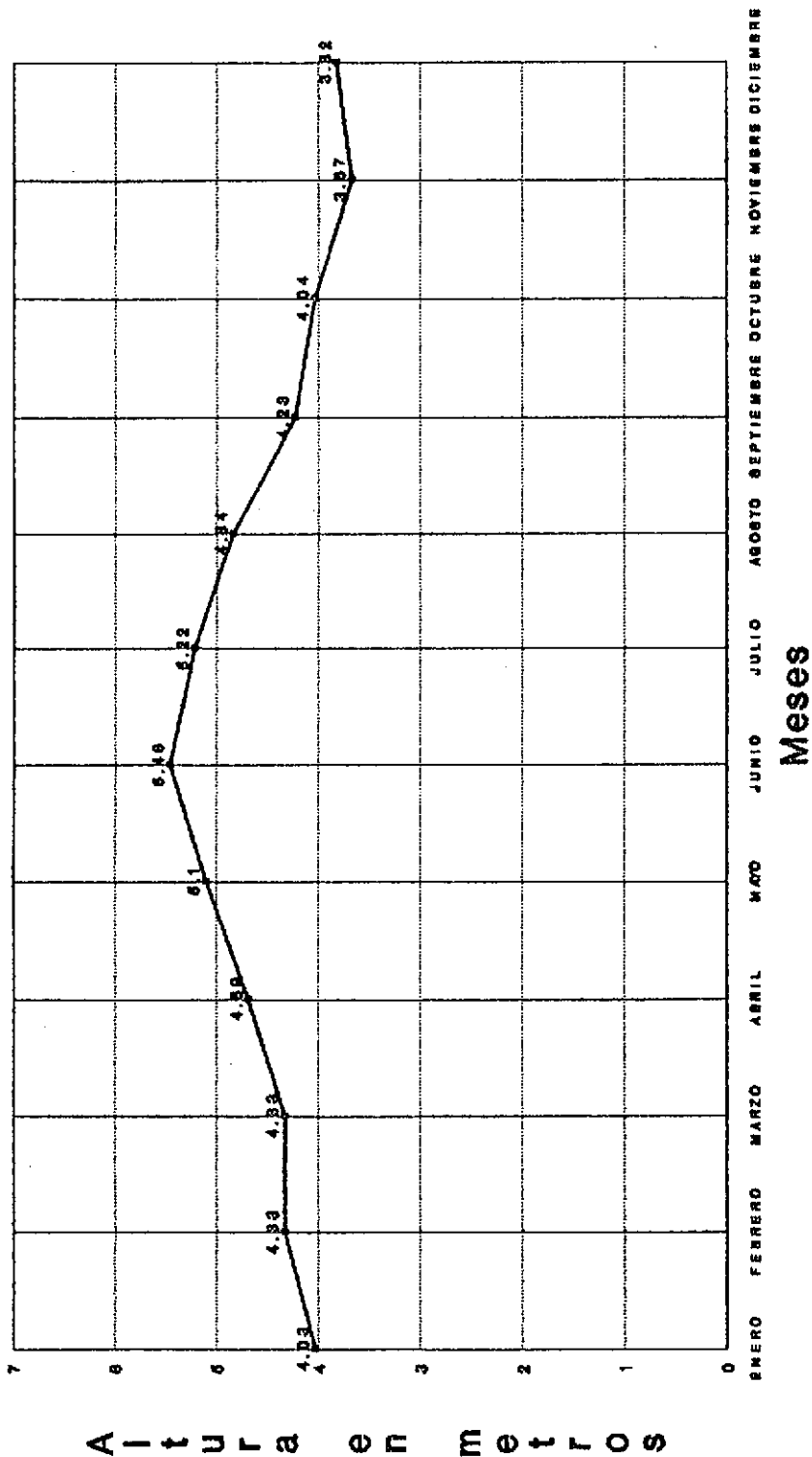
**PUERTO FORMOSA**



# RIO PARAGUAY

## ALTURAS HIDROMETRICAS

1966 - 1991



PUERTO FORMOSA



## RIO PARAGUAY - MAXIMAS Y MINIMAS ANUALES

AÑO	ALTURA MAXIMA	FECHA	ALTURA MINIMA	FECHA
1991	6.00	12/7	2.16	13-17/1
1990	7.86	24-25/6	2.43	8-9/1
1989	8.05	8/10	1.40	1/1
1988	8.85	15-21/7	1.25	27-28/12
1987	7.68	7/6	2.70	27/10
1986	6.96	13/6	1.56	6-7/1
1985	8.55	6-13/6	1.81	31/12
1984	7.40	23-26/5	3.65	15-17/3
1983	10.73	1-6/6	4.37	31/12
1982	9.10	31/7, 1-2/8	3.12	11/2
1981	6.54	19-20/2	2.86	28/11
1980	7.64	14/7	4.40	12/4/80
1979	8.32	19-22/6	3.00	2-5/1
1978	4.55	6/8	3.08	31/12
1977	6.09	10-11/2	3.54	27/11
1976	5.20	1-2/1	3.19	24-25/12
1975	5.77	23/12	2.97	6/3
1974	6.00	10/2	3.29	26/11
1973	5.27	8-9/1	1.15	4/10
1972	5.95	21/12	0.21	20-21/1
1971	7.21	5/2	0.00	30/9
1970	2.48	11 y 13/4	(0.42)	16/12
1969	5.47	19-20/7	(0.76)	24/9
1968	3.28	7-8/2	(0.30)	15/12
1967	4.50	5/4	(0.42)	3/10
1966	8.46	6-7/3	0.05	12-13/10

MAXIMA MAXIMORUM : 10.73 1-6/6/83  
 MINIMA MINIMORUM : -0.76 24/9/69

Nota: Las cotas entre paréntesis son cotas negativas