

17)



BIBLIOTECA NACIONAL

DE CHILE

BIBLIOTECA NACIONAL

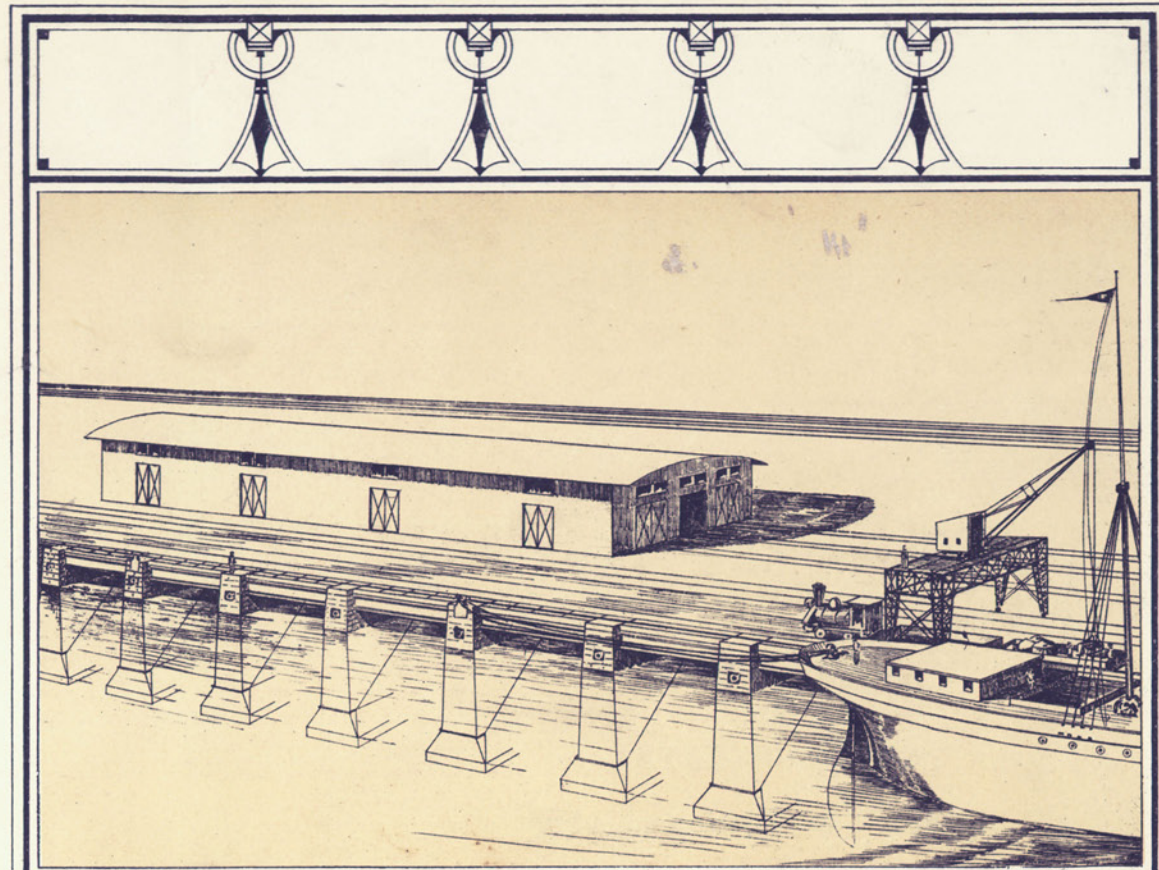


422889

MP, (11-17)

0426799  
BNMP  
Estanco A, no 72  
SYS: 328934  
C2 (texto)  
Reservado.

MP: (11-17)



**PUERTO**

**DE**

**SAN ANTONIO**

*Al señor Don Adolfo Guerrero.*

*Gerardo van M. Broekman*  
**TEXTO**

**PROYECTO**

**DE**

**GERARDO VAN M. BROEKMAN**

BIBLIOTECA NACIONAL  
SECCION CHILENA

BIBLIOTECA NACIONAL  
SECCION CONTROL



## SUMARIO

### INTRODUCCION

#### Nota de entrega del Proyecto

Trabajo realizado.—Colaboración de don Ramón Salas Edwards; personal de ingenieros.—Destino comercial del Puerto.—Imposibilidad de atracaderos desabrighados.—Obras proyectadas.

### PRIMERA PARTE

#### Estudios

##### CAPITULO PRIMERO

###### Estudios Económicos y Comerciales

- § 1.—Consideraciones generales. . . . . 3
- § 2.—Movimiento comercial.  
Criterio para apreciarlo.—Zona servida por el Puerto.—Carga movilizada.—Planos: serie A, números 1 y 2. . . . . 4
- § 3.—Movimiento marítimo.  
Composición del comercio marítimo.—Número de buques; sus dimensiones.—Longitud y profundidad de los atracaderos correspondientes. . . 10
- § 4.—Consideraciones de rentabilidad.  
Economía de gastos de acarreo.—Capital invertido por tonelada movilizada. . . . . 13

##### CAPITULO SEGUNDO

###### Estudios Técnicos

- § 1.—Introducción. . . . . 15
- § 2.—Mareas.  
Nivel medio del mar.—Análisis sumario de las mareas.—Planos: serie A, núms. 3 y 4 . . . . 16

§ 3.—**Topografía y geología**  
 Topografía terrestre.—Topografía submarina.—  
 Sondajes geológicos.—Constitución del fondo  
 y de la playa.—*Planos*: serie A, núms. 5 y 6... 19

§ 4.—**Vientos y otras observaciones metereológicas.**  
 Vientos.—Lluvia.—Otras observaciones; clima .. 25

§ 5.—**Corrientes y olas.**  
 Corrientes. Olas.—*Plano*: serie A, núm. 6. . . . 27

§ 6.—**Materiales.**  
 Piedras.—Ripio.—Arenas.—*Plano*: serie B, núm. 4 30

**SEGUNDA PARTE**  
**Obras proyectadas**

**CAPITULO PRIMERO**

**Trazado del Puerto**

Premisas comerciales.—Premisas marítimas; trazados  
 anteriores.—Elementos esenciales del Puerto.—  
 Descripción de las obras inmediatas y futuras; Mo-  
 lo exterior, terraplenes y atracaderos de las obras  
 inmediatas y de las futuras, estación de formación  
 de trenes, terrenos reservados, extensión de la  
 Ciudad.—Proveniencia de los enrocados y terra-  
 plenes; Ferrocarril á Cartagena.—Magnitud de los  
 elementos del Puerto.—Proporción de sus partes.  
 —Capacidad de él.—Conclusión.—*Planos*: serie B,  
 núms. 1 á 4 y serie I, núm. 1 .. . . . 37

**CAPITULO SEGUNDO**

**Molo exterior**

Distinción de dos partes de la obra.—Molo lateral.—  
 Molo de abrigo.—Tipo de la construcción.—Ins-  
 fractura.—Superestructura.—Construcción ter-  
 minal.—*Planos*: serie C, núms. 1 y 2... .. 47

**CAPITULO TERCERO**

**Malecones principales; enrocados de defensa**

Malecón principal: trazado y tipo.—Infraestructura.—  
 Machones reforzados.—Superestructura.—Malecón  
 de 8 metros.—Enrocados menores.—*Planos*: serie  
 D, núms. 1 á 7 y serie E, núm. 1 .. . . . 53

**CAPITULO CUARTO**

**Muelles principales**

Trazado y tipo.—Infraestructura.—Machón cabecero.  
 —Superestructura.—Protección.—*Planos*: serie F,  
 núms. 1 á 10 .. . . . 59

**CAPITULO QUINTO**

**Muelle y malecón secundario**

Trazado y tipo.—Muelle secundario.—Malecón secun-  
 dario.—*Planos*: serie G, núms. 1 á 6, y serie H,  
 núms. 1 y 2... .. 63

**CAPITULO SEXTO**

**Obras de la Ciudad**

Extendimiento de la Ciudad.—Obras en el Pueblo ac-  
 tual; recinto de la Aduana.—Obras de ejecución  
 inmediata y postergables; habitaciones para el  
 personal.—*Planos*: serie B, núm. 1 y serie I, núms.  
 1 á 3 .. . . . 67

**CAPITULO SEPTIMO**

**Presupuesto**

Orden y plazo de ejecución.—Condiciones de pago.—  
 Presupuestos separados de las diversas obras.—  
 Obras inmediatas.—Obras futuras —Expropiacio-  
 nes, extensión de la Ciudad y obras complemen-  
 tarias .. . . . 71

**CUADROS Y GRAFICOS PRINCIPALES**

Movimiento comercial de cargamentos voluminosos.. 8  
 Fotografía núm. 7, Disposición general de la Poza y del  
 Pueblo .. . . . 14-15  
 Fotografía núm. 11, Rompientes .. . . . 14-15  
 Fotografía núm. 2, Terrenos planos reservados .. . 14-15  
 Escala de mareas. . . . . 18-19  
 Puntos fijos de referencia. . . . . 20  
 Poligonal de San Antonio á Cartagena .. . . . 21  
 Perfil sinóptico de los sondajes de perforación .. . 22-23  
 Sondajes geológicos por inyección .. . . . 23  
 Diagrama anemométrico.. . . . 26-27  
 Observaciones de corrientes .. . . . 28  
 Clasificación de las rocas.. . . . 31  
 Propiedades de las arenas para terraplenes .. . . 33  
 Propiedades de las arenas para morteros .. . . 34  
 Anteproyectos anteriores y croquis del Proyecto.. . 38-39  
 Presupuestos separados de las diversas obras. . . . 72-73

## ÍNDICE DE LOS PLANOS REPRODUCIDOS

### SERIE A.—ESTUDIOS ECONÓMICOS Y TÉCNICOS

- Plano núm. 1. Movimiento comercial de cargamentos voluminosos.  
» » 2. Comparación de las vías férreas entre Santiago, y Valparaíso y San Antonio.  
» » 3. Observaciones de marea, lecturas directas.  
» » 4. Observaciones de marea, mareogramas.  
» » 5. Datos topográficos y geológicos.  
» » 6. Corrientes y Olas.

### SERIE B. - PLANOS GENERALES

- Plano núm. 1. Plano general del Puerto y de la Ciudad.  
» » 2. Obras marítimas inmediatas.  
» » 3. Movimiento de tierras.  
» » 4. Canteras y Ferrocarril á Cartagena.

### SERIE C.—MOLO EXTERIOR

- Plano núm. 1. Perfiles generales.  
» » 2. Superestructura del molo de abrigo.

### SERIE D.—MALECÓN PRINCIPAL

- Plano núm. 1.—Corte transversal.  
» » 2. Vista y Corte longitudinal.  
» » 3. Machones reforzados.—Corte y Planta.  
» » 4. Machones forzados.—Vista.  
» » 5. Cajones de ejecución.  
» » 6. Superestructura.—Cortes.  
» » 7. Superestructura.—Vista y Planta.

### SERIE E.—MALETÓN PRINCIPAL DE 8 METROS

- Plano núm. 1. Corte y Vista.

### SERIE F.—MUELLE PRINCIPAL

- Plano núm. 1. Disposición general.  
» » 2. Vista y Corte longitudinal.  
» » 3. Corte transversal y Planta.  
» » 4. Machones cabeceros.—Corte.  
» » 5. Machones cabeceros.—Vista.  
» » 6. Machones cabeceros.—Planta y Detalles.  
» » 7. Cajones de ejecución (ver ser. D, núm. 5).  
» » 8. Superestructura.—Viga bajo vía.  
» » 9. Defensa.—Planta.  
» » 10. Defensa cabecera.—Vista.

SERIE G.—MUELLE SECUNDARIO

- Plano núm. 1. Corte.  
» » 2. Elevación y Planta.  
» » 3. Construcción cabecera.  
» » 4. Superestructura.—Conjunto de la armadura.  
» » 5. Superestructura—Cortes.  
» » 6. Superestructura.—Viga bajo grúa y Cono.

SERIE H.—MALECÓN SECUNDARIO

- Plano núm. 1. Cortes.  
» » 2. Superestructura.

SERIE I.—OBRAS EN LA CIUDAD

- Plano núm. 1. Pueblo actual: recinto de la Aduana.  
» » 2. Habitaciones obreras.  
» » 3. Habitaciones para empleados.



## INTRODUCCION

---

### Nota de entrega del Proyecto

Trabajo realizado.—Colaboración de don Ramón Salas Edwards; personal de ingenieros.—Destino comercial del Puerto.—Imposibilidad de atracaderos desabrigados.—Obras proyectadas.

Trabajo realizado

SEÑOR MINISTRO:

Tengo el honor de entregar á V. S. el Proyecto del Puerto de San Antonio, que me fué encomendado por decreto de 5 de Abril del año pasado, y en cuya formación, á solicitud mía, se autorizó para colaborar por decreto del 15 de Julio, al Jefe de la Sección Técnica de la Dirección del Alcantarillado don Ramón Salas Edwards.

En el Atlas encontrará V. S. 40 planos reproducidos, adecuados para el estudio, la construcción y la vigilancia de las obras, con detalles constructivos para proporcionar base segura á la contratación de ellas, ó á su ejecución por administración ó por medio de concesionarios; estos planos han sido distribuidos en 9 series: la serie A de estudios; la serie B de planos generales; las series C, D, E, F, G, H correspondientes á cada una de las obras: molo exterior, malecón principal, malecón eventual de 8 metros, muelle principal eventual, muelle secundario, malecón secundario, y la última serie reproducida, I, de obras en la Ciudad.

En la Memoria respectiva, encontrará V. S. primeramente la exposición sumaria de los resultados de los estudios económicos, comerciales y técnicos, base del Proyecto, en seguida una breve descripción y justificación del trazado del Puerto y las diversas obras, y finalmente el resumen del presupuesto.

Adjuntos figuran los índices de los planos reproducidos y de la memoria citada; fuera de éstos han sido formados otros; como el de extendimiento de la Ciudad, entregado con el memorándum del 30 de Abril próximo pasado; los 3 de la serie J de expropiaciones, acompañados del cuadro correspondiente, enviados con la nota del 3 de Septiembre último; el plano serie G (bis) núm. 1 relativo á la construcción inmediata del muelle secundario, que serviría para el desembarque de los materiales de construcción, que en cumplimiento de las indicaciones recibidas he enviado con esta fecha por nota separada con el presupuesto detallado correspondiente, formado teniendo en vista su construcción segregada de las obras generales; numerosos planos de estudios; y originales detallados.

AL SEÑOR MINISTRO DE INDUSTRIA  
Y OBRAS PÚBLICAS.

II



Colaboración de don Ramón Salas Edwards; personal de ingenieros

Informando primeramente á V. S. acerca de la colaboración prestada por el distinguido ingeniero, el señor Ramón Salas Edwards, tengo el gusto de dejar especial constancia de que ha cooperado eficazmente en el presente Proyecto, sobre todo en las cuestiones generales y en los estudios económicos, comerciales y técnicos.

Además han tomado parte en el Proyecto, el ingeniero señor Dwars, principalmente en los proyectos de construcciones, el capitán Coops, hidrógrafo contratado de la Armada que enfermó en los estudios y debió repatriarse, y los ingenieros señores Camilo Edwards, De Doncker, y durante el mayor tiempo el ingeniero señor De Roever, que estuvieron en San Antonio ocupados principalmente de los estudios en el terreno; fuera de un considerable número de dibujantes, entre los cuales se distinguieron principalmente los señores Tenhamm y Cavallieri, y del personal auxiliar ocupado principalmente en los sondajes geológicos y trabajos hidrográficos.

Finalmente debo expresar á V. S. que además de la actividad manifestada por los ingenieros citados, he podido aprovechar las facilidades debidas á la Dirección de la Armada, en especial á la Oficina Hidrográfica, á la Dirección de Ferrocarriles, la Dirección de Obras Públicas, el señor Gobernador de Melipilla, el señor Alcalde de San Antonio y la Imprenta Barcelona, que se ha esmerado en la reproducción del Proyecto.

Destino comercial del Puerto

El Puerto de San Antonio sería la estación marítima terminal del Ferrocarril que une á la Capital y á la zona central del País con ese Puerto, y estaría destinado á la importación de cargamentos voluminosos tales como carbón de piedra y materiales de construcción y á la exportación de productos agrícolas, que consumidos ó producidos en las provincias de Santiago, O'Higgins y Colchagua preferirían esta vía á la actual de Valparaíso, por la economía de fletes; pero no atraería las mercaderías valiosas que dan á Valparaíso su importancia comercial, para las que la economía de fletes es un pequeño tanto por ciento de su valor.

Imposibilidad de atracaderos desabrigados

San Antonio no sería un rival de Valparaíso, sino el auxiliar que lo descargaría de los cargamentos de menos valor que lo entorpecen.

En cuanto á las buenas condiciones del Puerto de San Antonio, reconocidas desde los primeros tiempos de la Colonia, ha de tenerse en cuenta que su situación es diversa y en cierto modo contraria á la de Valparaíso; pues San Antonio, abierto á los vientos reinantes del Suroeste, queda defendido de los más intensos del Norte, y el segundo inversamente defendido del Sur y abierto al Norte. Así mientras en San Antonio no se tiene los grandes temporales del Norte que azotan a Valparaíso, en cambio se tiene casi continuamente bastante agitación en vez de la calma habitual de aquel Puerto.

Obras proyectadas

Por esto es imposible pensar en San Antonio, en atracaderos de alguna importancia sin obras de abrigo.

El Proyecto propuesto comprende para ser ejecutadas desde luego obras de abrigo y 630 metros de malecones para

el atraque de los buques, con amplios terraplenes para estación de ferrocarril, bodegas, etc., holgadamente suficientes para la movilización de las 300 000 toneladas de carga, en que se aprecia el movimiento comercial que desde luego tendría el Puerto y aún bastante para movilizar un medio millón de toneladas.

Se ha estudiado el trazado de estas obras de manera que se pueda extender ampliamente el Puerto á medida de las necesidades; pues no ha parecido prudente construir obras restringidas de abrigo, que no permitirían el desarrollo futuro de los malecones, porque la economía resultante no es comparable con el sacrificio de limitar el porvenir y malograr las buenas condiciones naturales de San Antonio.

El presupuesto de las obras alcanza á \$ 17 000 000 de 18 d. ó sea £ 1 275 000, y la sola economía de gastos de acarreo de la carga, que evitaría la vía de Valparaíso larga y difícil, y se movilizaría por San Antonio, es de más de \$ 1 000 000 oro de 18 d.

Con toda consideración, agradeciendo la confianza con que el Supremo Gobierno me ha honrado, quedo de V. S. Atto. y S. S.

(Firmado).—Gerardo van M. Broekman.

Santiago, 1.º de Noviembre de 1908.



PRIMERA PARTE

---

Estudios

# PRIMERA PARTE

## ESTUDIOS

### CAPITULO PRIMERO

## Estudios económicos y comerciales

1.— Consideraciones generales.— 2. Movimiento comercial.— 3. Movimiento marítimo.— 4. Consideraciones de rentabilidad

*Planos:* ser. A. núms. 1 y 2.

#### § I.— Consideraciones generales

El Puerto de San Antonio, cuyas buenas condiciones naturales fueron reconocidas desde los primeros tiempos de la Colonia, como consta de las más antiguas crónicas é historias, comenzó á poblarse y á servir para la exportación de granos desde el año 1790, en que lo reconoció oficialmente el futuro virrey don Ambrosio O'Higgins. El rápido desarrollo que tomó el Puerto en sus primeros años, no ha continuado; pero el Ferrocarril que lo une con Santiago, del que solo falta poner en explotación unos 25 kilómetros, presenta la oportunidad de aprovechar ampliamente las ventajas que á la zona central del País, el Puerto ofrece, no solo por las economías de flete de cargamentos voluminosos de importación y exportación que evitarían la vía de Valparaíso, larga y costosa, y por la salida al mar que proporcionaría á la región agrícola vecina; sino también porque para la zona central y especialmente para la Capital, sería un puerto de reserva, si huelgas, terremotos ú otras fuerzas mayores obstruyeran temporalmente el de Valparaíso. En efecto, San Antonio, cuya situación puede consultarse en el plano ser. A núm. 1, dista solo 113 kilómetros de Santiago, mientras Valparaíso 186, de línea de explotación excepcionalmente difícil.

Normalmente irían á San Antonio cargamentos voluminosos poco valiosos, á los que interesa eficazmente esta economía de fletes, y quedarían en Valparaíso casi en su totalidad los cargamentos de valor, que le dan su importancia comercial. El primer problema económico que se presenta, no tratándose de un Puerto en explotación en que se proyecta obras de mejoramiento como Valparaíso, sino de la formación de un Puerto nuevo al cual va á dar vida el Ferrocarril en construcción, es prever el futuro movimiento comercial y marítimo, ó sea la cantidad de mercadería que se movilizará por el Puerto, y el número de buques que lo visitarán; cuestión muy aleatoria por el gran número de circunstancias indeterminadas que la complican: así el que algunas mercaderías que ahora siguen la ruta de Valparaíso, la cambien ó nó por la de San Antonio, aceptando ésta como más conveniente y económica, depende de la diferencia de tarifas, de las raíces más ó menos profundas que el comercio y el mercado de ellas tengan en ese Puerto—como lo manifiesta la experiencia del Puerto de la Plata y otros—y de las facilidades para completar el cargamento; el movimiento comercial de San Antonio no sólo se compondrá del pequeño que se realiza hoy, y del que en vez de ir á Valparaíso irá allá, sino que también de las exportaciones agrícolas y de las importaciones nuevas, ocasionadas por las facilidades, que para el comercio darán el Ferrocarril y el Puerto, y por el desarrollo general de la región que significan.

Para apreciar el movimiento comercial probable, se ha supuesto que Valparaíso ha de ejecutar pronto obras que den facilidades de embarque y desembarque, y que desaparecerá el atascamiento del Puerto, no dejando motivo para que, por esta consideración, la carga venga á San Antonio. En estas circunstancias se ha llegado á justificar, como se verá, que es prudente prever un movimiento comercial que en los primeros años sería de 300 000 á 500 000 toneladas de carga.

§ 2.—**Movimiento comercial**

Criterio para apreciarlo.—Zona servida por el Puerto.—Carga movilizada

*Planos. ser. A núms. 1 y 2.*

No siendo posible definir el futuro movimiento comercial con exactitud, el presente estudio se limita á consignar las deducciones probables que se derivan de los datos estadísticos, aceptando una norma

Criterio para apreciarlo

sencilla para el cálculo, sin pretender exactitud en los detalles, sino solo aproximación en los resultados generales: se ha aceptado que irán á San Antonio sólo los cargamentos voluminosos, que provienen de, ó se destinan á estaciones situadas en la zona que es económico servir por este Puerto.

En efecto, las mercaderías pueden dividirse en tres clasificaciones: movilizadas por cargamentos de buques completos, como el carbón de piedra; movilizadas á bordo por grandes cantidades y en Ferrocarril por carros y trenes completos, como cebada y pasto, y finalmente mercaderías de cargamentos surtidos, como géneros, muebles, utensilios. Aceptando como precio medio de la primera clasificación \$ 20 de 18 d. por tonelada, de la segunda unos \$ 100, y de la tercera unos \$ 600, según los estudios hechos para Valparaíso; la economía de unos 100 kilómetros de acarreo significa para la primera clasificación un 10% de su valor, para la segunda un 3%, y para la tercera menos de 1%. Se ha supuesto que sólo los cargamentos voluminosos, que constituyen las dos primeras clasificaciones, irán á San Antonio, porque las mercaderías de la tercera son demasiado valiosas, y están demasiado arraigadas en Valparaíso, ó vienen en cargamentos surtidos con otros que lo están, para que por una diferencia de flete comparativamente pequeña, abandonen ese Puerto; sin perjuicio de tomar en cuenta el movimiento de mercaderías surtidas, destinadas al comercio del Puerto y á completar las provisiones de los buques.

En cuanto á la zona, cuyos cargamentos voluminosos se movilizarán por San Antonio, se ha aceptado que su extensión sea la de la zona que es económico servir por este Puerto; es poco probable la realización total del cambio de ruta que supone esta aceptación: su realización más ó menos completa, no sólo depende de la medida en que las tarifas de los Ferrocarriles representen los gastos efectivos de la movilización de la carga hacia uno ú otro Puerto, sino también del equilibrio relativo á que tiende la introducción y extracción de mercaderías, para obtener la mayor economía de fletes; pero probablemente las nuevas exportaciones é importaciones, que originará el Puerto, compensarán la porción de las actuales que continuará efectuándose por Valparaíso.

Para apreciar la extensión de la zona servida por el Puerto y para evaluar posteriormente la economía de gastos de acarreo, se ha calculado los *largos virtuales* de los diversos trayectos de los ferrocarriles que forman las vías actuales ó proyectadas

Zona servida por el Puerto

hacia los puertos de Valparaíso, San Antonio, Pichilemu y Constitución, para efectuar la comparación de diversos trayectos de línea férrea existentes, con respecto á los gastos que ocasiona la movilización de mercaderías, y se ha debido concretar por eso esta designación, en este caso, á la longitud de una línea recta horizontal, que ocasionaría los mismos gastos que la longitud efectiva de la línea real, diferente en los recorridos de subida y de bajada (1).

Los perfiles del plano ser. A núm. 2, llevan sobre la base los largos virtuales correspondientes á un sentido de marcha del tren, bajo ella los correspondientes al contrario, cuadros de distancias virtuales acumuladas hasta los diversos puertos (exportación) y desde éstos (importación), é indicaciones de las estaciones que equidistan virtualmente de ellos. Santiago dista realmente 186 y 113 kilómetros de Valparaíso y San Antonio respectivamente, y queda por lo tanto 73 kilómetros más cerca de este último Puerto; pero si se atiende á las distancias virtuales que deben recorrer las exportaciones desde la Capital hasta dichos Puertos, que son 200 kilómetros y 100 kilómetros respectivamente, la diferencia de distancias sube á 100 kilómetros; y si se atiende á las distancias virtuales que las mercaderías de importación deben recorrer desde los Puertos á la Capital, que son 290 kilómetros y 180 kilómetros, esta diferencia alcanza á 110 kilómetros.

Según resulta de los cálculos, tomando en cuenta el proyecto de ferrocarril entre Talagante y Paine, se ha indicado en el plano ser. A núm. 1, siguiendo la división de los departamentos, los límites de la zona servida, que comprende las provincias de Santiago, O'Higgins y Colchagua.

(1) Los gastos no son simplemente proporcionales á los trabajos de tracción necesarios para movilizar el tren, y tampoco son independientes de los esfuerzos de tracción, y proporcionales á las distancias recorridas: siguen una ley intermedia.

Puesto que el fin que se persigue es una comparación, tolerando los errores de aproximación que influyen en todos los casos y la alteran poco, en vista de la estadística de los Ferrocarriles y de las fórmulas usuales, y atendiendo al objeto especial de la comparación, se ha deducido una fórmula aplicable á este caso; y para no complicar inútilmente los cálculos, y permitir su realización mental con ayuda de las tablas usuales, se ha aceptado

$$1 + \frac{i}{10} + \frac{100}{R-30}$$

como valor de la relación entre el largo virtual y el real, siendo *i* la pendiente en milésimas, y *R* el radio de las curvas en metros.

Con esta fórmula se ha construído un sencillo abaco cartesiano; con el auxilio de éste se ha calculado los largos virtuales, que aparecen en el perfil de la línea férrea correspondiente, trazando una línea, que dista de una base horizontal cantidades proporcionales á los valores de estos coeficientes en los diversos trayectos y determinándolos por las áreas comprendidas dentro de ella y entre las verticales de las estaciones.

### Carga movilizada

El Puerto, cuya zona limita con la de San Antonio por el Norte de ésta, es Valparaíso, y por el Sur, se ha considerado desde luego á Constitución; si en el futuro se habilita á Pichilemu ó Llico, se disminuye un poco la zona; pero probablemente esto no ha de verificarse, antes de que el progreso de ella sea suficiente para compensar esta disminución.

Del examen de la Estadística Comercial, que se refiere al movimiento de la carga por mar, y de una laboriosa sinopsis de los voluminosos documentos originales de los Ferrocarriles, que se hizo para conocer las estaciones de origen ó término de la carga, se dedujo previamente qué mercaderías debían incluirse, con el carácter de cargamentos voluminosos, en el movimiento comercial del Puerto; como se ha dicho, por tales se entiende las transportadas por grandes cantidades á bordo, y por carros ó trenes completos por Ferrocarril.

Se ha distinguido definitivamente los siguientes cargamentos voluminosos provenientes, ó despachados por Ferrocarril á las diversas estaciones de la zona, correspondientes tanto al extranjero como al cabotaje.

Mercaderías de importación: carbón de piedra para los Ferrocarriles del Estado, carbón de piedra para las empresas y firmas particulares, maderas, fierro y cemento.

Mercaderías de exportación: cebada, pasto, papas, frejoles y ganado.

Otros productos que primeramente se había incluido como harina, maíz, trigo, etc., en vista del pequeño movimiento que resultó en el período examinado, fueron eliminados.

Para la computación de la cantidad que cada estación recibe de cada mercadería de importación, y entrega de cada una de la de exportación, ha debido aceptarse normas muchas veces sólo aproximadas; además ha de notarse que el movimiento de cereales depende de la abundancia de las cosechas, y varía de año á año.

Los resultados, que se refieren á los años 1905 y 1906 (primer semestre), período libre de la influencia anormal del terremoto, á que correspondían los más recientes documentos aprovechables, se resumen en el cuadro adjunto, que indica el número de toneladas anuales de cada cargamento voluminoso, que se moviliza por cada estación de la zona que puede servir San Antonio.

Movimiento comercial de cargamentos voluminosos (1905-1906)

| ESTACIONES          | Importación (toneladas anuales) |                   |        |        |         |         | Exportación (toneladas anuales) |        |        |          |         |        | SUMA    |
|---------------------|---------------------------------|-------------------|--------|--------|---------|---------|---------------------------------|--------|--------|----------|---------|--------|---------|
|                     | Carbón fiscal                   | Carbón particular | Madera | Hierro | Cemento | TOTAL   | Cebada                          | Pasto  | Papas  | Frejoles | Ganados | TOTAL  |         |
| Lampa.....          | ..                              | 900               | ..     | ..     | ..      | 900     | 500                             | ..     | ..     | ..       | ..      | 500    | 1,400   |
| Batuco.....         | 100                             | ..                | ..     | ..     | ..      | 100     | 2,200                           | 100    | ..     | ..       | ..      | 2,300  | 2,400   |
| Colina.....         | 100                             | ..                | 400    | ..     | ..      | 500     | 1,400                           | ..     | ..     | ..       | 500     | 1,900  | 2,400   |
| Renca.....          | 300                             | ..                | ..     | ..     | ..      | 300     | 20                              | ..     | ..     | ..       | ..      | 200    | 500     |
| Santiago.....       | 75,000                          | 70,000            | 12,000 | 6,000  | 3,000   | 166,000 | 7,600                           | 16,000 | 800    | 800      | 2,800   | 28,000 | 194,000 |
| Espejo.....         | ..                              | ..                | ..     | ..     | 200     | 200     | 700                             | ..     | ..     | ..       | ..      | 700    | 900     |
| San Bernardo.....   | ..                              | 100               | 200    | ..     | 100     | 400     | 1,100                           | ..     | ..     | ..       | ..      | 1,100  | 1,500   |
| Nos.....            | ..                              | ..                | ..     | ..     | ..      | ..      | 3,000                           | 200    | ..     | ..       | 300     | 3,500  | 3,500   |
| Buin.....           | ..                              | ..                | ..     | ..     | ..      | ..      | 400                             | 100    | ..     | ..       | 100     | 600    | 600     |
| Linderos.....       | ..                              | ..                | ..     | ..     | ..      | ..      | 400                             | ..     | ..     | 100      | ..      | 500    | 500     |
| Paine.....          | ..                              | ..                | ..     | ..     | ..      | ..      | 900                             | ..     | ..     | ..       | 100     | 1,000  | 1,000   |
| Hospital.....       | 5,400                           | ..                | 300    | ..     | ..      | 5,700   | 300                             | ..     | ..     | ..       | 300     | 600    | 6,300   |
| San Francisco.....  | ..                              | ..                | ..     | ..     | ..      | ..      | 2,000                           | ..     | 700    | 500      | ..      | 3,200  | 3,200   |
| Graneros.....       | ..                              | ..                | ..     | ..     | ..      | ..      | 400                             | ..     | 300    | ..       | ..      | 700    | 700     |
| Rancagua.....       | 360                             | 1,200             | 300    | 300    | ..      | 2,100   | 6,500                           | ..     | 4,900  | 1,300    | 1,000   | 13,700 | 15,800  |
| Gultra-Lirios.....  | ..                              | ..                | ..     | ..     | ..      | ..      | 1,100                           | ..     | 700    | 1,000    | ..      | 2,800  | 2,800   |
| Requinoa.....       | ..                              | ..                | ..     | ..     | ..      | ..      | 1,800                           | 500    | 700    | 400      | 600     | 4,000  | 4,000   |
| Rosario.....        | ..                              | ..                | ..     | ..     | ..      | ..      | 200                             | ..     | 300    | 400      | 300     | 1,200  | 1,200   |
| Rengo.....          | ..                              | ..                | 100    | ..     | ..      | 100     | 4,200                           | ..     | 100    | 200      | 100     | 4,600  | 4,700   |
| Pelequén (Ramal)..  | 3,100                           | ..                | ..     | ..     | ..      | 3,100   | 6,300                           | ..     | 300    | 700      | 1,100   | 8,400  | 11,500  |
| S. Fernando (Ramal) | 5,700                           | 400               | 300    | 2,000  | ..      | 8,400   | 3,200                           | ..     | 800    | 300      | 1,100   | 5,400  | 13,800  |
| Maipú.....          | ..                              | ..                | ..     | ..     | ..      | ..      | 300                             | 300    | ..     | ..       | 100     | 700    | 700     |
| Marruecos.....      | ..                              | 300               | ..     | ..     | ..      | 300     | 800                             | ..     | ..     | ..       | ..      | 800    | 1,100   |
| Malloco.....        | 100                             | 400               | ..     | ..     | ..      | 500     | 1,300                           | ..     | ..     | ..       | ..      | 1,300  | 1,800   |
| Santa Ana.....      | ..                              | ..                | ..     | ..     | ..      | ..      | 200                             | ..     | 100    | ..       | 300     | 600    | 600     |
| Talagante.....      | 100                             | 400               | ..     | ..     | ..      | 500     | 1,500                           | ..     | ..     | 100      | ..      | 1,600  | 2,100   |
| El Monte.....       | ..                              | ..                | 200    | ..     | ..      | 200     | 400                             | ..     | 200    | ..       | ..      | 600    | 800     |
| Chihue.....         | ..                              | ..                | ..     | ..     | ..      | ..      | 400                             | 100    | 500    | 100      | ..      | 1,100  | 1,100   |
| Melipilla.....      | 100                             | 100               | 200    | 200    | 100     | 700     | 1,800                           | ..     | 700    | 100      | ..      | 2,600  | 3,300   |
|                     | 90,300                          | 73,800            | 14,000 | 8,500  | 3,400   | 190,000 | 51,100                          | 17,300 | 11,100 | 6,000    | 8,700   | 94,200 | 284,200 |

El movimiento comercial actual de San Antonio se reduce prácticamente al embarque de 3 000 toneladas anuales de cebada; pues el movimiento de trigo no ha alcanzado en los tres últimos años, á 250 toneladas anuales.

De las sumas anteriores resultaría, pues, el siguiente movimiento comercial probable en toneladas anuales:

Importación

|  |                |
|--|----------------|
| Carbón de piedra fiscal..                                  | 90 300         |
| Carbón de piedra para empresas y firmas particulares ..... | 73 800         |
| Madera.....  | 14 000         |
| Hierro.....  | 8 500          |
| Cemento.....   | 3 400          |
|  | <u>190 000</u> |

Exportación

|               |                |
|---------------|----------------|
| Cebada .....  | 54 100         |
| Pasto.....    | 17 300         |
| Papas .....   | 11 100         |
| Frejoles..... | 6 000          |
| Ganado .....  | 8 700          |
|               | <u>97 200</u>  |
|               | <u>287 200</u> |

Aparte de estas cifras ha de considerarse las exportaciones de minerales de la región; la empresa norte-americana «Braden Copper C.» (El Teniente), que construye un ferrocarril, que aparece en el plano serie A núm. 1, desde las minas á la red central, podría conducir á San Antonio, aprovechando las facilidades del Puerto, sus exportaciones de cobre, que se efectúan en minerales de sólo 20 á 25 % y que, según informaciones, podrían alcanzar á unas 30 000 toneladas anuales, cifra muy superior á todas las demás exportaciones, de leyes altas, de las minas de la región, como Volcán, Naltagua, etc.

Además habría que agregar el movimiento de mercaderías surtidas, destinadas al consumo del Puerto, al de la región vecina, y al aprovisionamiento de los buques.

En cuanto al lastre, tomando como base de comparación la cantidad movilizada en Valparaíso, y atendiendo á la magnitud del movimiento comercial y á la diferencia entre la importación y la exportación, podría apreciarse en unas 15 000 toneladas la cantidad que se movilizaría anualmente.

En vista de lo expuesto anteriormente, parece prudente contar desde luego á lo menos con 300 000 toneladas; y no sería extraño que exportaciones é importaciones nuevas, provocadas por las facilidades que para la región significan estas obras, hicieran subir aún en los primeros años, á *medio millón de toneladas* el movimiento comercial; siendo del todo necesario proyectar el Puerto con facilidades de extenderlo para un movimiento considerablemente superior, posible y probable en el futuro.

### § 3—Movimiento marítimo

Composición del comercio marítimo.—Número de buques; sus dimensiones.—Longitud y profundidad de los atracaderos correspondientes

Se ha estudiado, basándose en datos estadísticos referentes á Valparaíso, el movimiento marítimo probable, ó sea el número y las dimensiones de los buques en que se moviliza la carga indicada en el párrafo anterior; pues si bien generalmente se relaciona la longitud de los atracaderos simplemente con el tráfico expresado en toneladas de carga ó de registro, se ha juzgado prudente en este caso, para apreciar la longitud reducida de los atracaderos de ejecución inmediata, tomar en cuenta directamente el número de buques y su distribución, sin perjuicio de comprobar las cifras por aquella sencilla consideración.

El movimiento comercial de 300 000 toneladas de carga (T. C.), corresponde globalmente en dos terceras partes á la importación y en una á la exportación. La principal mercadería de importación, el carbón de piedra, alcanza á unas 170 000 T. C.; de éstas, dos terceras partes vienen del extranjero en buques de velas ó vapores de unas 2 000 á 3 000 toneladas de registro (T. R.), que traen una carga media de unas 2 000 T. C. cada uno; la otra tercera parte viene de Lota y demás puertos del Sur en vapores de unas 1 000 á 1 500 T. R., que traen una carga media de 1 000 T. C. cada uno. Según estos datos entrarían anualmente á San Antonio unos 110 buques con carbón de piedra.

De la madera, cuya importación es de 14 000 T. C., viene un 60% del extranjero, principalmente de San Francisco y un 40% de los bosques nacionales del Sur; la de California viene en buques de vela de 2 000 á 2 500 T. R., que traen en término medio 2 000 T. C.; la nacional llega en vapores de 1 000 T. R. con 1 000 T. C.

De las otras mercaderías de importación, el ce-

Composición del comercio marítimo.

mento y el fierro, 4 000 y 9 000 T. C., respectivamente, la primera viene en su mayor parte de Alemania en buques de vela de 1 500 á 2 000 T. R., y la segunda, que ahora llega principalmente de Inglaterra, podrá venir después de los Altos Hornos de Corral.

Los productos de exportación, cuya especie y cantidad depende del año agrícola, y que fueron en el período examinado cebada, pasto, papas, frejoles, ganado y minerales, no forman en general á bordo cargamentos completos, y se despachan en buques que generalmente no exceden de 2 000 T. R. y rara vez pasan de 4 000 T. R.

La cebada, 54 000 T. C., va una mitad para Inglaterra y Alemania y la otra para Tarapacá y Antofagasta. El pasto, 17 000 T. C.; las papas, 11 000 T. C.; y las 16 000 cabezas de ganado, 9 000 T. C., que figuran en la exportación, son para la provisión de Tarapacá y Antofagasta. De los frejoles, 6 000 T. C., dos terceras partes van á Alemania é Inglaterra, y el resto se distribuye á lo largo de la costa. Finalmente, los minerales del Teniente van á Nueva York.

Número de buques; sus dimensiones.

Completando los cálculos comparativos, para apreciar el número de buques que corresponde á las demás importaciones y á las exportaciones, y considerando la proporción de los que vienen de vacío y salen cargados y vice-versa, es prudente, para proyectar las obras, aceptar que el movimiento de 300 000 T. C. corresponde á unos 250 buques, ó sea á 500 entradas y salidas sumadas, como generalmente se indican los datos de los Puertos, y que el movimiento de 500 000 T. C. corresponde como á 400 buques, ó sea á 800 entradas y salidas sumadas. Según los datos anteriores, estos 250 buques tendrían un tonelaje medio de 1 500 á 2 000 T. R.; medirían unos 80 metros de eslora y unos 12 de manga en término medio; los mayores de ellos, según el Lloyd's Register of 1907, miden 130 metros de eslora por 17 de manga. La mayoría de los 250 buques indicados anteriormente no alcanzaría, según los datos recopilados, á 6 metros de calado (profundidad debajo del agua, y no la dimension de construcción que se indica habitualmente por los constructores navales); los mayores buques que visitan á Valparaíso, llegan á 8 ú 8.50 metros de calado máximo.

Los buques que entran en el Puerto no son uniformemente repartidos durante el año; sino que su repartición depende en general de la irregularidad de la importación y exportación, que sigue el movimiento de las cosechas, el consumo variable del

carbón, etc., y además tiene acumulaciones transitorias, debidas á las llegadas ocasionalmente simultáneas ó muy próximas, de varios buques. Apreciando en 3, el *factor de irregularidad* — razón entre el tráfico máximo semanal y el tráfico medio semanal del año—debe pues considerarse la entrada máxima de 15 buques por semana, como correspondiente al movimiento de 300 000 T. C. anuales; y apreciando en 2,5 este mismo factor para el tráfico ya desarrollado de 500 000 T. C., en que menos influyen las acumulaciones dichas, se tiene que 20 buques semanales le corresponden como máximo.

**Longitud y profundidad de los atracaderos correspondientes.**

De diversa manera interesan para las obras las dimensiones de eslora y las de calado; las primeras, en sus valores medios actuales, son el criterio para fijar en vista de la intensidad y repartición del tráfico, la longitud de atracaderos de ejecución inmediata, que siempre podrán ser utilizados por los buques más largos; y el calado, en los valores máximos que se ha de prever, lo es para fijar las profundidades de las obras de ejecución inmediata, de manera que sean perfectamente útiles en el futuro.

Si se acepta que aún en la semana de mayor acumulación cada uno de los buques, que en término medio moviliza entre embarque y desembarque 1 200 T. C., demore hasta media semana atracado al malecón, corresponde á las 300 000 T. C., atracaderos para 7 ú 8 buques simultáneamente, que con 80 metros de eslora media suman unos 600 metros útiles. Para movilizar las 500 000 T. C. queda, con esta longitud útil de atracadero, á cada uno de los buques en la semana de mayor acumulación 2,5 días disponibles, en término medio, para embarcar y desembarcar por los malecones, sin contar naturalmente el tiempo que convenga á cada buque demorar en el ante-puerto, que puede ser aprovechado para la carga y descarga por medio de lanchas.

En cuanto a las dimensiones máximas del calado, que han de preverse como se ha dicho, bien que los mayores buques que visitan á Valparaíso, que calan de 8 á 8,50 metros, destinados á pasajeros y mercaderías valiosas, no visitarán desde luego á San Antonio; sin embargo tomando en cuenta la rápida progresión de crecimiento del calado, que revelan las estadísticas del ingeniero Corthell presentadas á los Congresos de Navegación, y en vista de que las esclusas del canal de Panamá, en construcción, dejan fácil paso á buques de 11 metros de calado, es prudente proyectar las obras de ejecución inmediata con una profundidad de 10 metros y dejar posibilidad de profundizar aún algo más; esta

profundidad ha sido uniformemente aceptada para todos los Puertos en construcción en Méjico. Finalmente queda la posibilidad de recibir en el ante-puerto buques de cualquier calado, como asimismo de extender el Puerto en el futuro, con la profundidad que el desarrollo de la navegación indique.

**§ 4.—Consideraciones de rentabilidad**

Economía de gastos de acarreo.—Capital invertido por tonelada movilizada.

Parece oportuno agregar, para terminar los estudios comerciales, algunas cifras útiles para apreciar las condiciones de rentabilidad y conveniencia de las obras proyectadas, cuyo presupuesto para las inmediatas alcanza, según se verá en el Capítulo VII de la Segunda Parte, á \$ 17 000 000 de 18d.; sin pretender considerar por esto la cuestión total de la conveniencia del Puerto, que comprende aparte de la rentabilidad múltiples consideraciones de bien nacional: la doble comunicación de la Capital con el mar descargará á Valparaíso y á la vía férrea que lo une con Santiago, cuya capacidad estará saturada hasta que se termine la difícil doble vía, de los cargamentos voluminosos que les entorpecen; esto especialmente en caso de huelga, terremoto ú otras dificultades en Valparaíso; el Puerto de San Antonio traería el desarrollo de la valiosa región servida por el Ferrocarril á Melipilla y este Puerto, de que es lógico complemento; y muchas otras consideraciones como la seguridad nacional, etc.

**Economía de gastos de acarreo.**

Puesto que Valparaíso, cuyas obras marítimas hay el propósito de construir, y San Antonio, estarían en general destinados al servicio de la misma zona del País, la longitud total de atracaderos con sus obras complementarias y la magnitud de los terraplenes necesarios, serían sensiblemente lo mismo, sea que se construyan totalmente en Valparaíso, ó que, para acercarse más á los lugares de destino de las importaciones y de origen de las exportaciones, se construyan una parte de ellas en San Antonio; é igualmente los derechos fiscales quedarían sin variación, aceptando tarifas iguales en San Antonio y Valparaíso. Así, pues, aproximadamente, el gasto que se efectuaría para obtener esa ventaja y la economía de gastos de acarreo resultante, sería la construcción de las obras de abrigo de San Antonio, el molo exterior que según el presupuesto no alcanza á \$ 9 000 000 de 18d.; pero con un criterio desfavorable para San Antonio podría elevarse esta suma



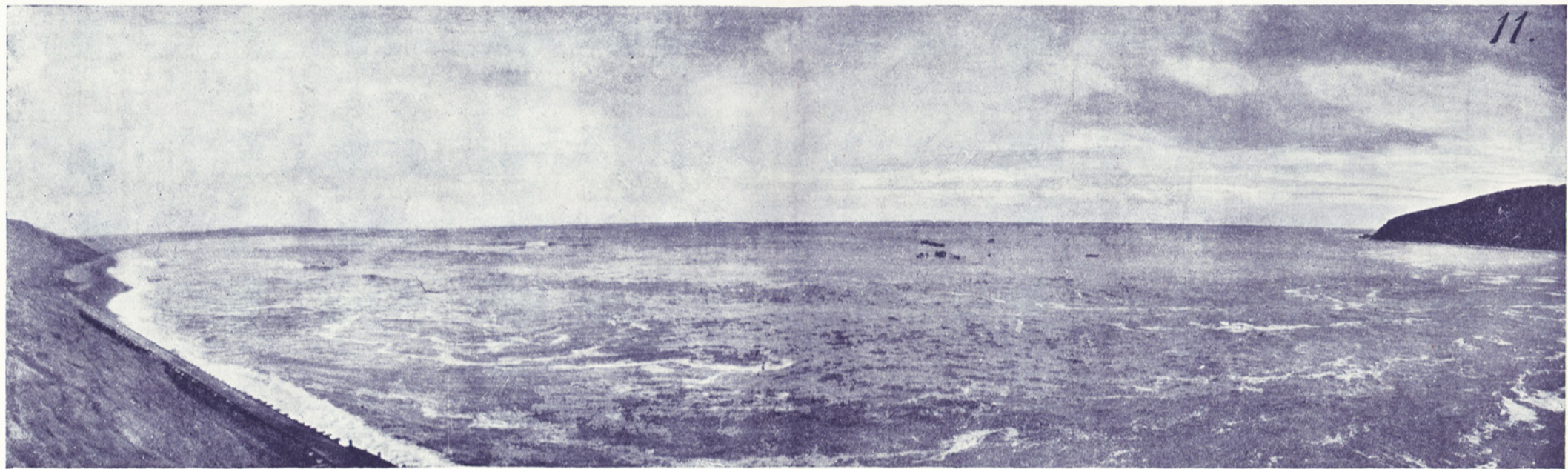
al costo total de las obras indicadas, sobrepasando con el exceso el sobreprecio del utilaje, expropiaciones, bodegas y accesorios, proveniente del fraccionamiento de las obras, y considerar la suma de \$ 17 000 000 como invertida para obtener la economía de gastos de acarreo.

Calculada prudencialmente, aprovechando los largos virtuales, esta economía referida á 400 000 toneladas, que evitarían la vía de Valparaíso más larga y difícil, reducida la cifra á moneda de oro y castigada para cubrir los mayores gastos de explotación del Puerto, se obtiene algo más de \$ 1 000 000 de 18 d. por año; que sería en parte percibido por el Fisco, propietario de los Ferrocarriles, que vería disminuir el tráfico voluminoso á Valparaíso por una línea excepcionalmente difícil, que deja pérdida, y aumentar el tráfico por la fácil vía de Melipilla, y economizaría además gastos de acarreo del carbón que consume, y en parte por los particulares que pagarían menores fletes.

Ademas, ha de tenerse en cuenta que esta situación mejoraría continuamente, pues, ejecutadas desde luego las obras inmediatas de abrigo, con la construcción completa de las obras de extensión prevista, incluida una prolongación del molo, ó sea triplicando aproximadamente el valor de las obras, se puede atender un movimiento unas 7 ú 8 veces superior al tomado en cuenta en el cálculo que precede, á lo que debería agregarse la renta de los arriendos de terraplenes y terrenos planos disponibles, que cada vez serían más solicitados y alcanzarían á un gran valor.

Cabe también atender á la renta que San Antonio podría producir por sí mismo, además de la economía de gastos de acarreo que ocasiona, y que sería la que recibiría una empresa particular que lo explotara, cuya consideración aislada no mide la conveniencia de la obra, en la que figurarían fuera de los diversos derechos portuarios usuales, los arriendos de terrenos y terraplenes antedichos, importantes en el futuro. Sin contar este sumando, con el tráfico de 500 000 toneladas, cada tonelada de carga queda afecta, fuera de los gastos de explotación, al servicio de un capital de \$ 36 de 18 d., invertido en las obras generales del Puerto, estimando en \$ 1 000 000 de 18 d. los gastos totales de expropiación y demás gastos fiscales, como inspección, etc.; y aún en el futuro este capital descendería á unos \$ 15 de 18 d.

Capital invertido por tonelada movilizada.



## CAPITULO II

### Estudios técnicos

1.—Introducción.—2 Mareas.—3 Topografía y geología. —4 Vientos y otras observaciones metereológicas.—5 Corrientes y olas.—6 Materiales.

*Planos:* ser. A. núms. 3 á 6.

#### § 1.—Introduccion

Como introducción á la exposición de los estudios técnicos, parece oportuno describir rápidamente la situación general, que puede verse en los planos ser. A núms. 1, 5 y 6.

El Pueblo actual está situado en la quebrada de San Antonio, comprendida entre cerros escarpados al Norte, y dunas atravesadas por un estero, al Sur. Los cerros del Norte, también cubiertos por dunas en las cercanías de la plaza, avanzan mar adentro formando un contrafuerte que se extiende hasta Cartagena, y al pie de ellos, abrigada contra el Norte, como prolongación submarina de la quebrada, se encuentra la Poza, actualmente utilizada por la navegación. Los cerros del Sur cubiertos de dunas, se extienden en esa dirección limitados por taludes escarpados en la parte más cercana al Pueblo, y después hasta el estero del Sauce en lomajes suaves, que dejan junto á la playa una faja de terrenos más ó menos planos; en el mar, al pié de éstos, siguiendo la configuración descrita, se desarrolla un bajo que limita por el Sur la Poza y que está continuamente cubierto por unas cuantas líneas de rompientes, que se ensanchan á medida que se alejan de ella y que variando según la dirección é intensidad del viento llegan hasta unos 400 metros de la costa.

En la fotografía adjunta núm. 7 se ve la disposición general de la Poza y del Pueblo, en la núm. 11 aparecen las rompientes, y en la núm. 2 una parte de la faja de terrenos planos que está al pie de los lomajes del Sur; los puntos de vista y la dirección de estas fotografías, como las de otras destinadas á

diversos reconocimientos, aparecen en el plano ser. A núm. 5.

La Poza abrigada contra el viento del Norte, el más fuerte, queda abierta á los vientos reinantes del Suroeste y es atravesada por una corriente local, que alcanza velocidades como de un metro por segundo, viene del Sur y sale de la Poza hacia el Noroeste; esto unido á las dificultades de anclaje de su estado actual, explica los accidentes marítimos acaecidos, entre los cuales es notable el naufragio del «Inch Moan» del 14 de abril de 1877, cuya ubicación determinada por los sondajes de inyección aparece en el plano de ellos, que tiene una cantidad considerable de cobre que se extraería fácilmente, construído el rompeolas y tranquilizada esta parte.

Bien que todos los estudios técnicos han avanzado simultáneamente, para exponer los principales resultados obtenidos se ha aceptado, en general, el orden de su ejecución. Se comenzó por las observaciones de marea cuyo examen, que duró hasta las últimas fechas del estudio en el terreno, se inició desde el primer día para obtener el nivel medio, plano de referencia de las nivelaciones topográficas y de los sondajes de profundidad; se desarrolló la topografía terrestre y submarina y los sondajes geológicos, que después hubieron de completarse en la ubicación de las obras concebidas; después de resumir las observaciones meteorológicas referentes al viento acumuladas hasta entonces, y conocido ya el régimen general de las mareas, se estudió las corrientes y las olas; y finalmente, en vista del concepto general del Proyecto, se examinó los materiales voluminosos, arenas, rocas y piedras, necesarias para su construcción.

§ 2—Mareas

Nivel medio del mar.—Análisis sumario de las mareas

Planos: ser. A núms. 3 y 4.

Para tener el nivel medio del mar, á que se había de referir la topografía y los sondajes, y para conocer sumariamente el régimen de las mareas, se procedió desde los primeros días á observar la altura del mar por lecturas directas en una escala fijada al muelle; además la determinación del nivel medio había sido pedida por el profesor señor Obrecht, para servir como referencia del levantamiento geodésico de la carta del Estado Mayor.

Uno de los gráficos de observaciones, el del pe-

Nivel medio del mar

riodo 21 de Julio-8 de Agosto de 1907, se reproduce en el plano ser. A núm. 3.

Debiendo ser la determinación del nivel medio efectuada conjuntamente con los primeros trabajos, con estas observaciones se procedió á su cálculo, y se inició el estudio del régimen de las mareas, mientras se instalaba un mareógrafo que debería servir también para relacionar con sus indicaciones automáticas las observaciones de corrientes. Una serie de mareogramas, la del período 22 de Agosto --4 de Setiembre de 1907, se ha reproducido en el plano ser. A núm. 4, en que se ha regularizado las alteraciones ocasionadas por el oleaje.

El nivel medio calculado ha sido referido á una construcción especial, que con este objeto se ha fundado en la plaza del Pueblo, que lleva lateralmente inscrita la cota de 9.00 m. sobre ese nivel.

Análisis sumario de las mareas.

Para efectuar el estudio rápido del régimen de las mareas, y determinar la altura de algunos elementos de las construcciones, sin sobrepasar los límites de la importancia que tal estudio tiene, donde las mareas ordinarias de aguas vivas suben sólo unos 60 centímetros sobre el nivel medio, se ha efectuado un rápido análisis armónico elemental de las observaciones, determinando sólo dos ondas características.

Como se sabe, las oscilaciones del nivel del mar pueden considerarse la suma algebraica de cierto número de oscilaciones armónicas ó sinusoidales, cada uno de cuyos períodos es igual al de alguno de los términos armónicos ó sinusoidales, en que puede descomponerse el potencial de la Luna y el Sol, que influye en el fenómeno.

De los términos de este desarrollo, que pasan de cuarenta en las tablas de Hatt, sólo se ha considerado dos: el más importante relativo á la Luna que produce la *onda lunar media semi-diurna* designada generalmente por  $M_2$ , y la *onda solar media semi-diurna*,  $S_2$ , cuyos períodos son respectivamente, 12 horas 42 minutos y 12 horas.

Para despejar cada una de ellas, la  $M_2$ , por ejemplo, de entre las complejas observaciones en que esta onda aparece superpuesta con las otras muchas, se ha medido en los gráficos una serie de períodos sucesivos de 12 horas 42 minutos (12 horas lunares), que han sido divididos en 6 partes, cada 2 horas lunares por consiguiente, y se ha medido las alturas del mar correspondientes á estas divisiones. A cada hora lunar corresponde una altura del mar debida á la onda  $M_2$  y á las demás; pero si se calcula el término medio de todas las alturas correspondientes á

la misma hora lunar durante bastantes días, la altura de la onda  $M_2$  quedará la misma, al paso que las otras ondas, que pasarán por muy variados valores positivos y negativos, tenderán á compensarse ó anularse entre sí, y no influirán notablemente en el término medio.

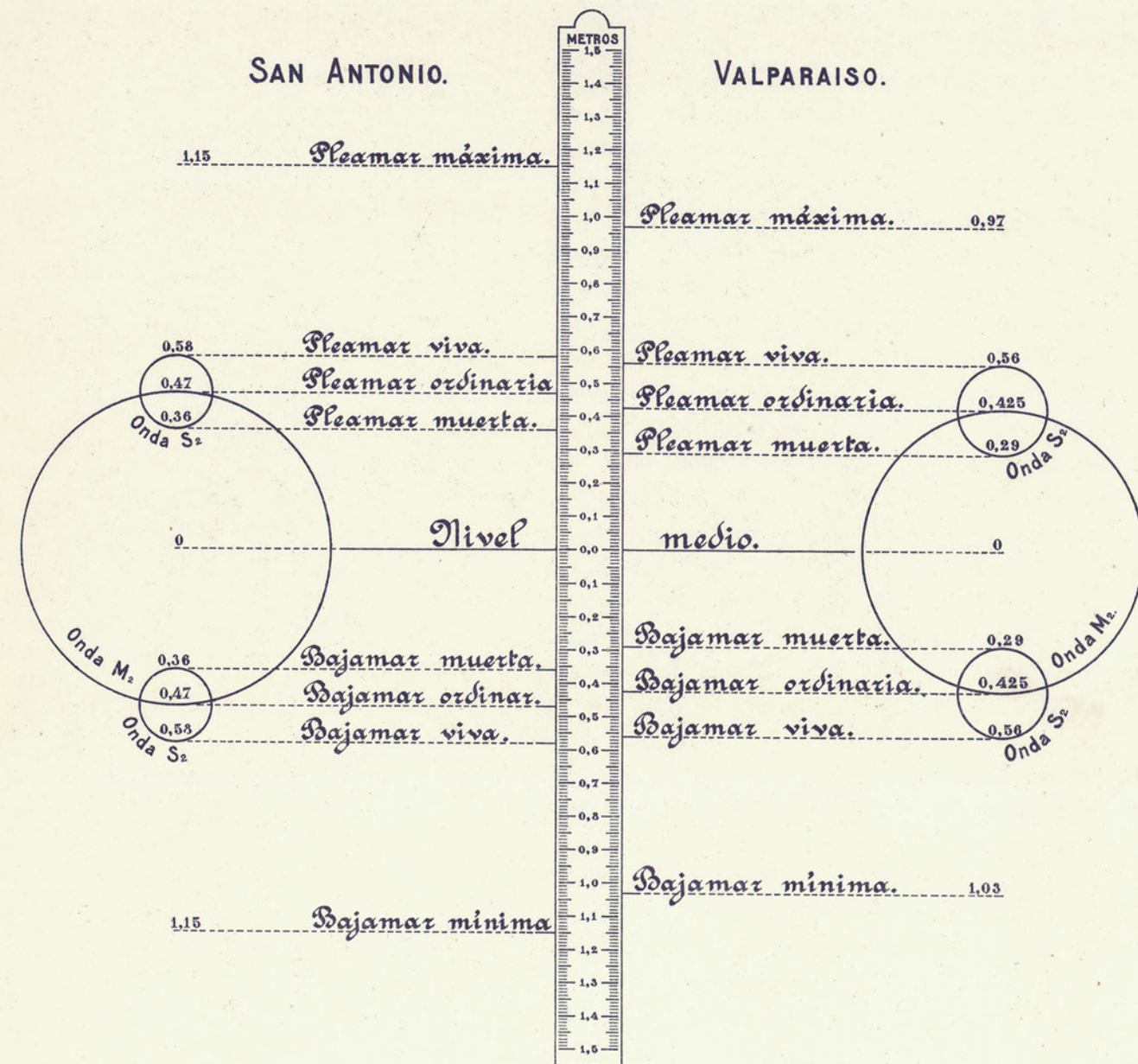
Despejadas de esta manera las sinusoides  $M_2$  y  $S_2$ , se ha encontrado que la amplitud de la primera, altura máxima ó mínima á que alcanza con respecto al nivel medio, es aproximadamente de 47 centímetros, y que la amplitud de  $S_2$  es de 11 centímetros. Las amplitudes de estas ondas en Valparaíso, que dista unos 60 kilómetros al Norte de San Antonio, son de 43 y 14 centímetros respectivamente.

Para completar la determinación de estas sinusoides, ocasionadas por el movimiento diurno de la Luna y el Sol, se debe conocer la hora á que ellas se establecen. En cuanto á la primera,  $M_2$ , basta saber que el día de plenilunio, 24 de Junio de 1907, en que el momento preciso de la sизigia fué á las 11 horas y 42 minutos P. M. de San Antonio, la Luna pasó por el meridiano 8 minutos después de media noche (12 h. 8 m. del 25), y que el nivel máximo de  $M_2$  se estableció, según los datos aproximados del análisis armónico, con pocos minutos de error probable, á las 9 horas 42 minutos A. M. del 25, ó sea unas 9 horas 35 minutos más tarde. Para Valparaíso el señor Kraus ha indicado, considerando la onda  $M_2$ , la cifra 9 horas 45 minutos como *establecimiento del Puerto*, definido como la hora de alta marea los días de Luna nueva ó llena, cuando ésta pasa por el meridiano al mismo tiempo que el Sol y á medio día. Las tablas inglesas de marea indican para ese Puerto un establecimiento de 9 horas 32 minutos.

En cuanto á la onda  $S_2$ , ha resultado del análisis, que la deja influenciada por otras ondas de períodos muy poco diferentes, que el nivel máximo que sigue al paso del Sol se establece como á las 10 horas 40 minutos. Al respecto el ingeniero antes citado, ha dado para Valparaíso la cifra 10 horas 0 minuto como *establecimiento corregido del Puerto*, definido como la hora de pleamar cuando  $M_2$  coincide con  $S_2$ .

Finalmente puede notarse que teniendo  $S_2$  mayor atraso que  $M_2$ , no se suman sus efectos máximos el día de sизigia: pero sí cuando la luna tiene muy poca edad; en efecto repitiéndose los máximos de  $S_2$  cada 12 horas y los de  $M_2$  solo cada 12 horas 42 minutos, pronto alcanza aquella á ésta. Según los datos anteriores, ambas ondas se alcanzan un día

## Escala de Mareas



después de Luna llena, ó sea entre la marea siguiente y la subsiguiente. La *edad de la marea*, definida como el tiempo transcurrido entre el momento de sizigia y el de coincidencia de faz de las ondas  $M_2$  y  $S_2$ , ha sido dada para Valparaíso, de 0.87 días.

De los datos anteriores se puede deducir las des-nivelaciones medias debidas á las mareas de aguas muertas, épocas de cuadraturas lunares, á los mares ordinarios y á las mareas de aguas vivas ó de sizigia; éstas y los valores máximos y mínimos deducidos de observaciones comparativas, y que deben ser considerados sólo como posibles, en vista de que para producirlos un gran número de circunstancias diferentes deben colaborar simultáneamente, han sido dibujados en la escala adjunta al lado de los valores análogos para Valparaíso.

### § 3.—Topografía y Geología

Topografía terrestre.—Topografía submarina.—Sondajes geológicos.—Cons-titución del fondo y de la playa.

*Planos:* ser. A núms. 5 y 6.

#### Topografía terrestre

El levantamiento taquimétrico como la red de triangulación, base de él, abarcó primeramente la línea de la costa, para proporcionar puntos de referencia á los estudios marítimos, y la extensión de tierra cercana al Pueblo; posteriormente para tomar el problema en toda su generalidad, hubo necesidad de extender el levantamiento á una superficie mayor, que excede de la reproducida en escala 1:5000 en el plano ser. A núm. 5, reducción simplificada del original detallado de escala 1:2000.

Determinadas las líneas generales del Proyecto, hubo de completarse el levantamiento de las diversas propiedades por expropiar en el Pueblo, que en escala de 1:1000 forma el plano ser. J núm. 1 de la serie de expropiaciones, que no ha sido reproducida. Además se hizo el levantamiento de la zona de las canteras, y de la faja de acceso para su explotación, y el trazado de la prolongación del Ferrocarril hasta Cartagena, que con las zonas indicadas, aparece en el plano ser. B núm. 4.

Las líneas principales del trazado del Puerto están referidas á la base «G—Triángulo», como se ve en el plano ser. B núm. 2. Para conservarlos como puntos de referencia durante la ejecución de las obras, se ha fijado en el terreno éstos y otros dos vértices de la triangulación de la costa por medio de construcciones; ellos aparecen en el cuadro adjunto con los ángulos y distancias que servirían para identificarlos.

| VÉRTICES  | ÁNGULOS                        | DISTANCIAS EN MTS.   | Cotas sobre N. M. en mts. |
|-----------|--------------------------------|----------------------|---------------------------|
| G.....    | Mitad... } 12° 49' 50"         | Reja... .. 676.4     | 5 0                       |
|           | Triáng. } Triángulo ... 1657.9 | Mitad..... 2567.9    |                           |
| Reja..... | Triáng. } 56° 6' 30"           |                      | —                         |
|           | G..... } 100° 13' 5"           | Triángulo ... 1398.4 |                           |
| Triángulo | Triáng. } 23° 40' 25"          | Mitad..... 1020.1    | 5.5                       |
|           | Reja... } 146° 0' 50"          |                      |                           |
| Mitad ... | G..... } 21° 9' 20"            |                      | 5.9                       |
|           | Triáng. }                      |                      |                           |

Igualmente, como se ha dicho, se ha establecido en la plaza del Pueblo, como punto de referencia para los estudios topográficos y marítimos y para la nivelación de las obras, una construcción cuya superficie superior tiene la cota de 9,29 metros sobre el nivel medio, y en cuyo costado se ha señalado la cota de 9 metros.

Para identificar el estacado de la prolongación del Ferrocarril á Cartagena, se incluye también los elementos de la poligonal de 54 vértices, que comienza en la sobredicha construcción situada en la plaza, y que aparece en el plano ser. B núm. 4.

Referidos á las bases proporcionadas por los primeros trabajos topográficos, se efectuó los sondajes de profundidad al escandallo, en la Poza y sus alrededores. El estudio del Proyecto hizo necesario extender los sondajes más afuera y frente al contrafuerte al Norte de la Poza y reconocer el bajo que se extiende al Sur de ella, en que habiendo siempre rompientes y habiéndose esperado inútilmente días de calma que permitieran sondear al escandallo y ensayado diversos procedimientos como hilar aceite, que dió pocos resultados, hubo de buscarse métodos especiales que lo hicieran posible. Al efecto, aprovechando los elementos disponibles, se construyó un trineo de rieles encorvados de unos 5 metros de largo y 3 de ancho, en el cual iba implantado un mástil de unos 7 metros de altura; en una lancha era transportado desde la Poza hasta aguas afueras de la rompiente, desembarcado ahí, por cables traídos á la ribera se le arrastraba sobre el fondo; desde las estaciones de tierra se determinaba la situación del

Topografía submarina

Poligonal de San Antonio á Cartagena

| Número del vértice | Azimut magnético | Distancia horizontal en m. | Cota sobre el nivel medio en m. | Número del vértice | Azimut magnético | Distancia horizontal en m. | Cota sobre el nivel medio en m. |
|--------------------|------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------------|------------------|----------------------------|---------------------------------|
| 0                  | 298° 04'         | 134.5                      | 9.29                            | 28                 | 351° 24'         | 277                        | 47.46                           |
| 1                  | 276° 09'         | 143.5                      | 26.50                           | 29                 | 343° 03'         | 110                        | 50.17                           |
| 2                  | 257° 29'         | 137                        | 41.91                           | 30                 | 321° 51'         | 190                        | 49.67                           |
| 3                  | 242° 19'         | 152                        | 54.00                           | 31                 | 315° 44'         | 155                        | 57.55                           |
| 4                  | 230° 49'         | 176                        | 55.25                           | 32                 | 342° 14'         | 105                        | 57.78                           |
| 5                  | 264° 33'         | 89                         | 55.48                           | 33                 | 19° 29'          | 77                         | 57.49                           |
| 6                  | 266° 06'         | 100                        | 50.65                           | 34                 | 80° 33'          | 222                        | 57.70                           |
| 7                  | 258° 35'         | 74                         | 47.32                           | 35                 | 58° 18'          | 88                         | 53.73                           |
| 8                  | 303° 25'         | 90                         | 43.20                           | 36                 | 77° 47'          | 110                        | 57.46                           |
| 9                  | 327° 23'         | 107                        | 44.54                           | 37                 | 100° 33'         | 169                        | 57.42                           |
| 10                 | 316° 11'         | 59                         | 46.79                           | 38                 | 79° 09'          | 135                        | 59.49                           |
| 11                 | 326° 16'         | 160                        | 47.94                           | 39                 | 82° 49'          | 190                        | 61.94                           |
| 12                 | 331° 44'         | 245                        | 47.23                           | 40                 | 52° 57'          | 176                        | 63.84                           |
| 13                 | 12° 02'          | 133                        | 73.45                           | 41                 | 67° 54'          | 112                        | 66.11                           |
| 14                 | 311° 36'         | 113                        | 69.36                           | 42                 | 86° 41'          | 134                        | 62.76                           |
| 15                 | 67° 53'          | 71                         | 53.82                           | 43                 | 79° 31'          | 172                        | 59.79                           |
| 16                 | 26° 17'          | 112                        | 41.28                           | 44                 | 76° 23'          | 189                        | 53.75                           |
| 17                 | 25° 34'          | 54                         | 31.58                           | 45                 | 36° 02'          | 69                         | 51.65                           |
| 18                 | 351° 39'         | 150                        | 33.30                           | 46                 | 66° 02'          | 136                        | 44.04                           |
| 19                 | 343° 29'         | 80                         | 34.36                           | 47                 | 17° 32'          | 108                        | 15.73                           |
| 20                 | 0° 59'           | 164                        | 35.91                           | 48                 | 14° 52'          | 74                         | 40.27                           |
| 21                 | 23° 18'          | 167                        | 33.80                           | 49                 | 34° 46'          | 76                         | 42.37                           |
| 22                 | 53° 37'          | 137.5                      | 32.81                           | 50                 | 358° 40'         | 110                        | 42.64                           |
| 23                 | 36° 05'          | 103                        | 40.58                           | 51                 | 19° 15'          | 80                         | 40.53                           |
| 24                 | 346° 47'         | 170                        | 36.60                           | 52                 | 334° 27'         | 121                        | 45.32                           |
| 25                 | 338° 19'         | 246                        | 39.70                           | 53                 | 345° 15'         | 34                         | 46.68                           |
| 26                 | 349° 36'         | 101                        | 42.60                           | 54                 | .....            | .....                      | 46.76                           |
| 27                 | 309° 19'         | 69                         | 47.14                           | ...                | .....            | .....                      | .....                           |

mástil y se leía la altura de una señal colocada en su extremo.

Se ha reproducido en el plano ser. A núm. 5, las curvas de nivel de 5 en 5 metros deducidas de los 1 036 sondajes ubicados en el plano original de escala de 1 : 2000, como también algunas de las curvas intermedias en la ubicación de las obras principales.

### Sondajes geológicos

Luego después de comenzados los estudios, se inició el trabajo de los sondajes geológicos, con tres equipos de sondas de perforación con los cuales se desarrolló una línea de sondajes á lo largo de la costa hacia el Sur, profundizándolos hasta dar en la roca ó formarse idea suficiente de la constitución geológica, distribuyéndolos, y agrupándolos cuando las rocas encontradas, que á veces se pudo reconocer por escavaciones al aire libre, lo indicaban. Uno de los sondajes—XVI, plano ser. A, núm. 5—se encuentra á 300 metros tierra adentro; el II en el extremo del muelle existente, y á 400 metros de la costa en la Poza se encuentra el sondaje VI, perforado con serias dificultades á causa de la agitación del mar, por medio de un trípode construído especialmente.

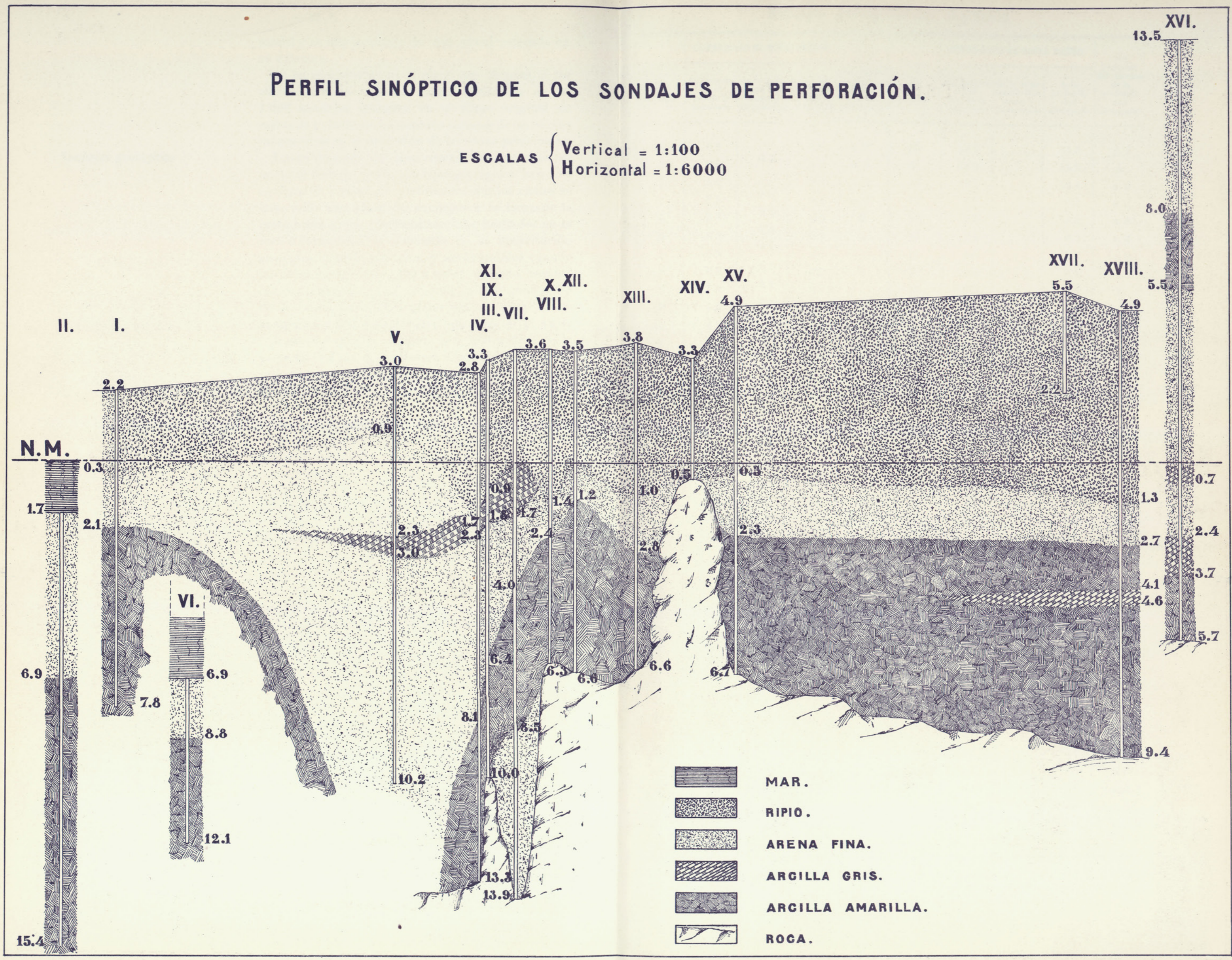
No siendo posible ó excesivamente costoso, por la deficiencia de elementos de transporte, reconocer por este sistema el fondo submarino más afuera y en la rompiente, en la ubicación que los datos acumulados aconsejaban para el Puerto, hubo necesidad de reconocer esta región por medios de sondajes de inyección rápidos, para aprovechar los raros días en que el mar permite penetrar y trabajar en esa parte, que se ha profundizado hasta donde le ha sido posible, y cuya distribución sigue los límites máximos que las rompientes y olas permitían alcanzar en diversos días.

La ubicación de los 18 sondajes de perforación y los 77 de inyección aparece en el plano ser. A, número 5; un gráfico sinóptico de las perforaciones, ordenadas según una línea que sigue próximamente la costa y un cuadro de los resultados de los sondajes de inyección, deducidos del mostrario detallado correspondiente, aparecen adjuntos.



# PERFIL SINÓPTICO DE LOS SONDAJES DE PERFORACIÓN.

ESCALAS { Vertical = 1:100  
Horizontal = 1:6000



Sondajes geológicos por inyección

| Número del sondaje | COTAS BAJO EL NIVEL MEDIO             |  |                             | Clase probable del terreno de la profundidad alcanzada | Número del sondaje | COTAS BAJO EL NIVEL MEDIO             |  |                             | Clase probable del terreno de la profundidad alcanzada |
|--------------------|---------------------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|---------------------------------------|--|-----------------------------|--|
|                    | del terreno en el día de la inyección | de la separación de la arena y de la arcilla       | de la profundidad alcanzada |  |                    | del terreno en el día de la inyección | de la separación de la arena y de la arcilla       | de la profundidad alcanzada |  |
| 1                  | 6.0                                   | ...  | 8.6                         | a. d   | 40                 | 12.2                                  |  | 14.9                        | a. d   |
| 2                  | 6.8                                   | 9.7  | 9.7                         | a. d   | 41                 | 12.5                                  |  | 15.6                        | p  |
| 3                  | 5.5                                   | ...  | 8.2                         | a. d   | 42                 | 12.7                                  |  | 16.4                        | a. d   |
| 4                  | 5.8                                   | 8.0  | 8.4                         | a. d   | 43                 | 2.5                                   |  | 5.0                         | a. d   |
| 5                  | 5.8                                   | 8.1  | 8.6                         | R.   | 44                 | 2.8                                   |  | 6.2                         | a. d   |
| 6                  | 6.0                                   | 7.6  | 8.4                         | r  | 45                 | 2.5                                   |  | 6.2                         | a. d   |
| 7                  | 6.5                                   | 8.3  | 9.1                         | r  | 46                 | 2.5                                   |  | 5.9                         | a. d   |
| 8                  | 6.5                                   | 8.1  | 8.9                         | r  | 47                 | 2.5                                   |  | 5.9                         | f  |
| 9                  | 7.0                                   | 8.1  | 9.1                         | r  | 48                 | 2.5                                   |  | 5.7                         | f  |
| 10                 | 6.5                                   | 8.6  | 9.4                         | a. d   | 49                 | 2.8                                   |  | 5.7                         | p  |
| 11                 | 6.5                                   | 7.9  | 8.9                         | r  | 50                 | 2.0                                   |  | 5.2                         | a. d   |
| 12                 | 6.3                                   | 7.6  | 8.6                         | r  | 51                 | 2.0                                   |  | 5.4                         | a. d   |
| 13                 | 6.0                                   | 7.6  | 8.4                         | r  | 52                 | 2.0                                   |  | 4.9                         | f  |
| 14                 | 5.0                                   | 7.3  | 7.9                         | a. d   | 53                 | 2.0                                   |  | 4.9                         | f  |
| 15                 | 5.0                                   | 7.5  | 8.1                         | r  | 54                 | 2.0                                   |  | 5.2                         | a. d   |
| 16                 | 5.0                                   | 7.5  | 8.                          | a. d   | 55                 | 2.0                                   |  | 5.2                         | a. d   |
| 17                 | 5.5                                   | 7.5  | 7.9                         | a. d   | 56                 | 3.8                                   |  | 6.1                         | a. d   |
| 18                 | 5.5                                   | 7.5  | 7.9                         | a. d   | 57                 | 4.0                                   |  | 6.1                         | a. d   |
| 19                 | 8.5                                   |  | 10.8                        | r  | 58                 | 4.3                                   |  | 6.5                         | a. d   |
| 20                 | 8.5                                   |  | 11.0                        | r  | 59                 | 4.3                                   |  | 6.0                         | a. d   |
| 21                 | 8.5                                   |  | 11.5                        | r  | 60                 | 4.5                                   |  | 6.0                         | p  |
| 22                 | 9.0                                   |  | 12.0                        | r  | 61                 | 4.3                                   |  | 5.8                         | a. d   |
| 23                 | 9.0                                   |  | 11.2                        | r  | 62                 | 4.0                                   |  | 6.0                         | a. d   |
| 24                 | 8.8                                   |  | 11.0                        | r  | 63                 | 4.5                                   |  | 6.5                         | a. d   |
| 25                 | 8.5                                   |  | 10.9                        | a. d   | 64                 | 4.8                                   |  | 6.3                         | a. d   |
| 26                 | 8.8                                   |  | 11.3                        | a. d   | 65                 | 5.0                                   |  | 6.8                         | a. d   |
| 27                 | 8.5                                   |  | 11.2                        | a. d   | 65 <sup>a</sup>    | 5.0                                   |  | 6.8                         | a. d   |
| 28                 | 8.2                                   |  | 11.4                        | a. d   | 66                 | 5.3                                   |  | 8.0                         | a. d   |
| 29                 | 8.0                                   |  | 10.9                        | r  | 67                 | 4.5                                   |  | 7.0                         | a. d   |
| 30                 | 7.3                                   |  | 10.4                        | r  | 68                 | 4.5                                   |  | 7.0                         | a. d   |
| 31                 | 7.3                                   |  | 10.4                        | r  | 69                 | 4.5                                   |  | 6.3                         | a. d   |
| 32                 | 6.8                                   |  | 9.7                         | r  | 70                 | 3.5                                   |  | 6.0                         | a. d   |
| 33                 | 6.5                                   |  | 9.4                         | r  | 71                 | 3.5                                   |  | 6.0                         | a. d   |
| 34                 | 7.0                                   |  | 9.2                         | a. d   | 72                 | 3.5                                   |  | 6.0                         | a. d   |
| 35                 | 10.5                                  |  | 12.1                        | a. d   | 73                 | 3.5                                   |  | 5.8                         | a. d   |
| 36                 | 12.0                                  |  | 14.6                        | a. d   | 74                 | 4.3                                   |  | 5.8                         | a. d   |
| 37                 | 12.0                                  |  | 14.9                        | a. d   | 75                 | 4.3                                   |  | 6.0                         | a. d   |
| 38                 | 12.5                                  |  | 15.1                        | a. d   | 76                 | 5.0                                   |  | 5.3                         | a. d   |
| 39                 | 12.0                                  | 0.30 á 1.50 más alta que la profundidad alcanzada. | 15.1                        | p  | 77                 | 3.0                                   | 0.30 á 1.50 más alta que la profundidad alcanzada. | 3.5                         | a. d   |

a. d = arcilla dura.  
R = roca.

p = piedra.  
r = ripio fino ó huevillos.  
f = fierro del *Inch Moan*.

### Constitución del fondo y de la playa.

El plano topográfico indica el paralelismo de formación del terreno submarino y de la costa y sus cerros. El bajo cubierto de rompientes puede mirarse, según esto, como la prolongación natural de los lomajes de tierra, y la Poza, de la quebrada, y no, como frecuentemente se ha creído, un banco debido á la acumulación actual de material de acarreo del Maipo traído por la corriente. Pues ésta, según las observaciones que aparecen en el párrafo V, no trae ordinariamente las aguas del Maipo directamente á esta región sino que las conduce más hacia afuera; y aún suponiéndolo así, estudiada la topografía submarina, parece extraño que las condiciones que habrían permitido al fango formar un banco, no le hubieran dejado avanzar y cubrir la Poza profunda, y finalmente las grandes velocidades actuales no parecen aptas para dejarlo depositar y sí más bien para arrastrarlo. Conclusiones que armonizan con los sondajes geológicos, pues á juicio del profesor de geología de la Universidad del Estado, señor Schneider, la arcilla amarilla extraída de ellos provendría de la descomposición de rocas graníticas, idénticas á las de las cercanías, examinadas por él; además la prolongación de la roca que á poca profundidad indican algunos sondajes de la costa, se puede reconocer mar adentro con mareas muy bajas, en algunos puntos aislados.

El fondo del mar en la parte en que van las obras, presenta pues primeramente una capa de arena fina, cuyo espesor, variable de un punto á otro, y en el mismo punto de un tiempo á otro a causa de las olas y de la corriente, llega hasta unos 3 metros, como aparece en el cuadro anterior; la variación local se ha reconocido comparando los sondajes de escandallo hechos en el extremo Norte de la rompiente, que fué accesible durante algunas horas del mes de Agosto de 1907, con los hechos por medio del trineo, y éstos con los que se deducen de los sondajes de inyección hechos algunos meses más tarde, y finalmente por las variaciones de la capa de arena que los buzos encuentran en el buque naufragado *Inch Moan*.

También en la Poza se encuentra esta arena fina y parece que la corriente, que como las olas origina su movimiento siempre en la misma dirección, evita su acumulación en la Poza, corriéndola por la ribera ó echándola mar afuera, pues la velocidad de ella es mayor que la de arrastre de esta arena.

Debajo de la arena se encuentra la arcilla, cuya resistencia á la penetración, reducida en los pri-

meros uno ó dos metros, aumenta bruscamente, correspondiendo, ó á la arcilla más dura, ó á rocas más ó menos descompuestas, ó ripio; una muestra extraída por perforación cerca del sondaje número 76 es claramente producto de descomposición de las rocas indicadas.

El ripio que se encuentra en la playa forma una capa, cuyos elementos disminuyen en sus dimensiones á medida que se desciende, y que como al nivel medio se compone principalmente de arena, y según corresponde al régimen de las playas, cada dimensión tiene su talud de estabilidad que disminuye hacia el mar. Para conocer el límite que puede considerarse como estable, en la faja que queda fuera de las obras del Puerto y hacia el estero del Sauce, se han levantado diversos perfiles transversales y se ha mirado como tal, aún para temporales, la línea que aparece en el plano ser. B núm. 1.

Finalmente, á la inversa de este ripio estable, la arena fina que se mueve sobre el bajo, cuando es arrojada sobre la playa, es arrastrada por el viento dominante y ha originado las dunas.

### § 4.—Vientos y otras observaciones meteorológicas

Vientos.—Lluvias.—Otras observaciones; clima

En cuanto á la meteorología, se disponía de las observaciones aproximadas del capitán del Puerto relativas al segundo semestre de 1906 y al primero de 1907, y se instaló en el centro del Pueblo una veleta y un anemómetro de esferas Robinson, que fué primeramente estudiado y comprobado con el anemómetro normal del Observatorio Astronómico de Santiago, y algunos aparatos inscriptores; el detalle de las observaciones efectuadas durante los estudios, segundo semestre de 1907 y primero de 1908, aparece en el diario general de observaciones meteorológicas.

El resumen de las observaciones de vientos figura en el cuadro y en el diagrama anexos, en que se indica con línea negra las relativas á la frecuencia y al viento reinante, y con línea roja las relativas á la intensidad y al viento dominante.

Según este diagrama, los vientos más frecuentes ó reinantes, son en San Antonio, como en la costa vecina, los que vienen del Suroeste y del Noroeste; y el más fuerte ó dominante, el que viene del Norte. Además, por el diario de observaciones, parece que

Vientos

los vientos del Sur generalmente aumentan de intensidad, como desde las 10 A. M. hasta las 2 ó 3 P. M., y disminuyen nuevamente hasta llegar á las 7 ú 8 P. M. á calma, ó girar debilmente al Este; y que los del Norte giran durante la noche también al Este y recuperan, como los del Sur, su dirección por la mañana.

No disponiéndose de un invierno entero de observaciones, la cantidad de agua caída durante el año no ha sido determinada; ésta y su distribución por estaciones no ha de diferir mucho de Valparaíso, donde cae una altura de 57 centímetros en 37 días de lluvias en término medic, quedando algunos meses sin lluvia y los más lluviosos del año, en general, con más de 10 días de lluvias.

En cuanto á las observaciones que se refieren á las precipitaciones máximas, las únicas que interesarían para un alcantarillado, se ha medido 37, 17 y 14 litros por segundo y hectárea el 8 de Junio, el 9 de Agosto y el 16 de Septiembre de 1907; en esta última lluvia, que fué estudiada detalladamente, se comprobó un régimen semejante al de Santiago, y se ha determinado las siguientes relaciones  $\alpha$  entre la intensidad media máxima en los períodos  $\theta$  que á continuación se indica, y la máxima intensidad instantánea.

|            |   |     |     |     |         |
|------------|---|-----|-----|-----|---------|
| $\theta =$ | 0 | 5   | 10  | 30  | minutos |
| $\alpha =$ | 1 | 0.8 | 0.7 | 0.5 | (1)     |

Lluvia

Otras observaciones; clima

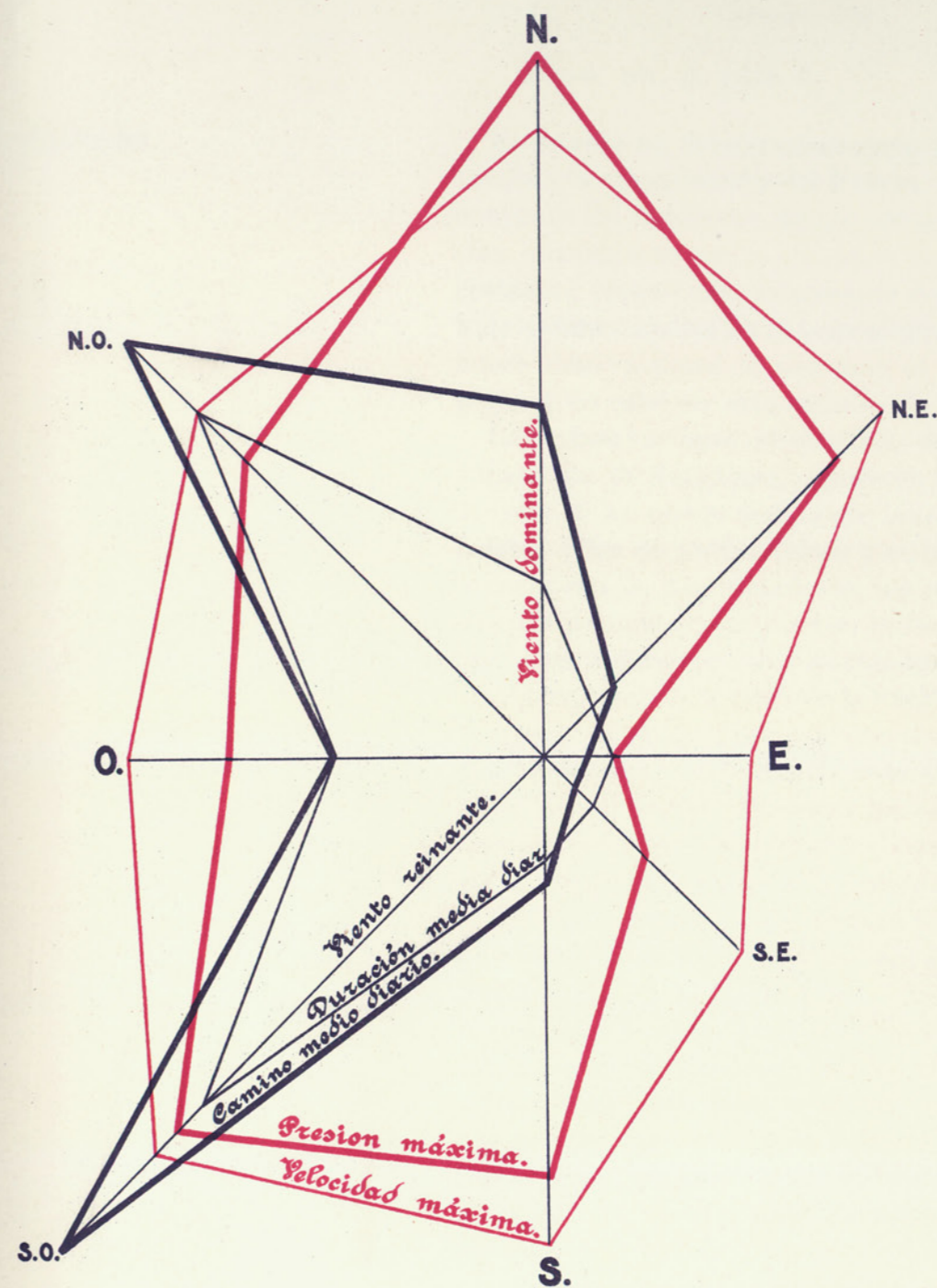
En el diario general citado se ha anotado además entre otras observaciones, el estado atmosférico y la agitación del mar, que se tratará en el párrafo siguiente, y se dispone también de otras de menor importancia para el estudio del Puerto, efectuadas por medio de termómetro, barómetro é higrómetro inscriptores.

Parece que el viento Norte y la mar tranquila siguen á las presiones barométricas bajas y que, inversamente, las altas presiones anuncian vientos del Sur.

El clima en general es muy suave; la temperatura que al aire libre bajo techo varía de 10 á 15 grados por día, es en término medio de unos 11 grados; la mínima y la máxima observada en el año son 0 y 24 grados, respectivamente; un 60% de los días del año fueron nublados.

(1) En Santiago:  
 $\alpha = 1 - 0.78 - 0.65$  y  $0.48$ , respectivamente. Ver Exposición del Trabajo de la S. T. de la D. F. del Alcantarillado, Noviembre 1905.

## DIAGRAMA ANEMOMÉTRICO.



Resúmen de las observaciones (1907-1908)

| DESIGNACION                       | UNIDAD                | DIRECCIONES DE LOS VIENTOS |    |    |     |    |     |    |    |
|-----------------------------------|-----------------------|----------------------------|----|----|-----|----|-----|----|----|
|                                   |                       | N.                         | NE | E. | SE. | S. | SO. | O. | NO |
| Duración media diaria .....       | horas                 | 2.5                        | 1  | 1  | 1   | 15 | 7   | 3  | 7  |
| Camino medio diario.....          | km.                   | 25                         | 7  | 3  | 3   | 9  | 49  | 15 | 42 |
| Velocidad media .....             | km p. h.              | 10                         | 7  | 3  | 3   | 6  | 7   | 5  | 6  |
| Velocidad máxima observada.....   | '                     | 45                         | 35 | 15 | 20  | 35 | 40  | 30 | 35 |
| Presión máxima correspondiente... | kg. p. m <sup>2</sup> | 20                         | 12 | 2  | 4   | 12 | 15  | 9  | 12 |

§ 5.—Corrientes y olas

Corrientes.—Olas

*Plano:* ser. A núm. 6.

Corrientes

El estudio ha debido concretarse á lo que directamente á la construcción del Puerto, interesa; pues el conjunto del fenómeno de las corrientes, que deberían relacionarse con la corriente de Humboldt y la costanera secundaria, interesante del punto de vista hidrográfico, aparte de la imposibilidad material de hacer observaciones en alta mar, es demasiado complejo, y no cabe en este estudio de fines prácticos.

Las observaciones efectuadas, de trayectorias é itinerarios de flotadores, aparecen en el plano ser. A núm. 6, en que se distinguen las corrientes superficiales y las de profundidad, y se indica sobre las trayectorias de los flotadores, las posiciones interpoladas de minuto en minuto; la fecha y la hora de las observaciones, y las velocidades máximas y mínimas, figuran en la tabla de la vuelta.

Aparte de estas observaciones hay algunas hechas con molinetes, y las simplemente descriptivas, continuadas, en que se relacionan las corrientes con las mareas, el estado del mar y los vientos, para orientar el estudio y completarlo prácticamente.

En líneas generales, se observa una corriente que á lo largo de la costa é inmediata á ésta, viene de Sur á Norte, y al llegar á la Poza dobla, siempre inmediata á la costa, hacia el Oeste hasta mar afuera, como queda caracterizado por las observaciones 29 y 16, por ejemplo. Esta corriente confluye al salir con la que, mar afuera de la rompiente, viene del Sur y gira lentamente hacia el Oeste sin entrar á la Poza, á que corresponde la observación 28, por ejemplo.

Hay días en que las corrientes son menores que las observadas, y se puede considerar que las observaciones contienen los valores medios y máximos: la velocidad de la corriente inmediata á la costa alcanza como á 1 metro por segundo en su trayecto de Sur á Norte, y después de doblar en la Poza hacia el Oeste tiene como 60 centímetros por segundo; la que pasa por fuera de la Poza tiene una velocidad más uniforme como de 50 centímetros.

De las observaciones descriptivas se deduce además, que en general corresponde con fuerte rompiente sobre el bajo, fuerte corriente; y que no hay una relación constante entre el flujo y reflujo y el

Observaciones de Corrientes

| N.º | FECHA                   | Hora inicial | Duración de la observación |    | VELOCIDAD      |                |
|-----|-------------------------|--------------|----------------------------|----|----------------|----------------|
|     |                         |              | h.                         | m. | máxima m. seg. | mínima m. seg. |
| 1   | 19 de Junio 1907.....   | 1.31 P. M.   | 0                          | 9  | 0.95           | 0.85           |
| 2   | » » » .....             | 1.57 »       | 0                          | 15 | 1.30           | 0.15           |
| 3   | » » » .....             | 2.23 »       | 0                          | 22 | 1.20           | 0.28           |
| 4   | » » » .....             | 3.10 »       | 0                          | 3  | 0.31           | 0.16           |
| 5   | » » » .....             | 3.18 »       | 0                          | 11 | 0.83           | 0.67           |
| 6   | » » » .....             | 3.56 »       | 0                          | 4  | 0.00           | 0.00           |
| 7   | » » » .....             | 4.07 »       | 0                          | 16 | 1.00           | 0.33           |
| 8   | » » » .....             | 4.43 »       | 0                          | 10 | 0.30           | 0.26           |
| 9   | 28 » » .....            | 9.19 A. M.   | 0                          | 41 | 0.24           | 0.22           |
| 10  | » » » .....             | 10.53 »      | 0                          | 52 | 0.04           | —              |
| 11  | » » » .....             | 3 57 P. M.   | 0                          | 42 | 0.52           | 0.40           |
| 12  | » » » .....             | 3.58 »       | 0                          | 42 | 0.24           | 0.17           |
| 13  | 2 de Julio » .....      | 10.33 A. M.  | 0                          | 57 | 0.38           | 0.27           |
| 14  | » » » .....             | 10.34 »      | 1                          | 0  | 0.25           | 0.08           |
| 15  | 25 de Marzo 1908.....   | 8.11 »       | 1                          | 24 | 0.56           | 0.24           |
| 16  | » » » .....             | 10.00 »      | 1                          | 11 | 1.00           | 0.37           |
| 17  | 26 » » .....            | 9 59 »       | 0                          | 11 | 0.17           | —              |
| 18  | » » » .....             | 3 14 P. M.   | 1                          | 24 | 0.63           | 0.12           |
| 19  | » » » .....             | 4 52 »       | 0                          | 54 | 0.44           | 0.15           |
| 20  | 27 » » .....            | 7.44 A. M.   | 0                          | 57 | 0.67           | 0.19           |
| 21  | » » » .....             | 9.06 »       | 1                          | 55 | 0.48           | 0.10           |
| 22  | » » » .....             | 11.00 »      | 0                          | 18 | 1.02           | 0.38           |
| 23  | » » » .....             | 3.28 P. M.   | 1                          | 52 | 0.11           | —              |
| 24  | 25 de Abril » .....     | 9.14 A. M.   | 1                          | 10 | 0.42           | 0.26           |
| 25  | » » » .....             | 10.28 »      | 1                          | 26 | 0.42           | 0.11           |
| 26  | 4 de Septiembre » ..... | 7.20 »       | 1                          | 4  | 0.42           | 0.37           |
| 27  | » » » .....             | 8.07 »       | 0                          | 35 | 0.45           | 0.45           |
| 28  | » » » .....             | 8.55 »       | 0                          | 47 | 0.35           | 0.50           |
| 29  | » » » .....             | 8 59 »       | 2                          | 8  | 0.95           | 0.12           |
| 30  | » » » .....             | 10.01 »      | 2                          | 52 | 1.00           | 0.16           |
| 31  | 5 » » .....             | 7.26 »       | 0                          | 35 | 0.37           | 0.37           |
| 32  | » » » .....             | 7.26 »       | 2                          | 34 | 0.11           | 0.10           |
| 33  | » » » .....             | 8.33 »       | 3                          | 6  | 0.35           | 0.21           |

Olas

sentido é intensidad de las corrientes, ni tampoco una dependencia inmediata de los vientos. Parece pues que, sin excluir otras causas que salen del marco del estudio, puede asignarse á las corrientes como causa local, la entrada oblicua de las olas en el bajo y en la playa, y la acción que sobre éstas, tiene el viento reinante. No es comparable, como generalmente se cree, el caudal de la corriente de la Poza con el del Maipo; aforado aproximadamente éste, y comparado con ella en ese día, se encontró que el Maipo era sólo como una décima parte de la corriente. El agua turbia del río, que á veces se acumula en la Poza, debe mirarse más bien como devuelta desde mar afuera; pues en las creces del Maipo, que se ha presenciado, el agua turbia avanzaba primeramente hacia alta mar.

Ejecutadas las obras proyectadas, cuyo contorno se ha indicado también en el plano ser. A núm. 6, para cuyos trazados y tipos se ha tomado en cuenta el régimen de las corrientes en la forma que se verá en la Segunda Parte, quedará suprimida la fuerte corriente que se ha medido en la Poza, que molestaría al Puerto; y la corriente desviada por el molo exterior, costeará el molo de abrigo en una dirección como la de la observación 26 ó más afuera, que suprimidas las 20 y 18, tenderá á conservarse; no existiendo esta rama que atraviesa la Poza, es prudente creer que aumentará la velocidad de la rama exterior.

Se ha observado continuamente la dirección de las olas por sus rumbos magnéticos, aprovechando las escursiones de sondaje, y también especialmente: al viento Sur y al Suroeste, corresponden casi invariablemente las direcciones que aparecen en el plano ser. A núm. 6; después de otros vientos, como el Noroeste y el Norte, se presentan olas de mayor azimut, también indicadas en el plano.

El viento reinante del Suroeste, del que la Poza solo queda defendida por el bajo, ocasiona durante la mayoría de los días del año cierta agitación; al contrario este viento en Valparaíso no agita la bahía, abrigada contra él. Inversamente los vientos menos frecuentes, pero más intensos, del Norte y el Nornoroeste, que en la bahía de aquel Puerto, abierta á ellos, ocasionan los temporales, en San Antonio no agitan la Poza: probablemente el desarrollo de las olas que ellos originan, queda limitado por la situación que ocupa San Antonio en el fondo de la bahía, que va desde la punta de Talca al Norte hasta la punta del Toro al Sur, como se puede ver en el plano ser. A núm. 1, y por la reducida distancia hasta la costa de la primera punta; estas olas al llegar so-

bre el bajo toman las direcciones que se ha indicado en el plano, y la Poza queda abrigada, al Sur del contrafuerte que se extiende entre San Antonio y Cartagena, y de su punta submarina.

En efecto, las indicaciones de mar mala ó regular en los diarios de que se disponía, corresponden aproximadamente en 100 días del año, á vientos del Sur y Suroeste, y en 15 á los del Norte y Noroeste; pero la relación entre la agitación del mar y la dirección del viento no es absoluta; pues las observaciones de éste, resumidas en el diagrama del párrafo anterior, son sólo locales y—originándose el oleaje por la acción del viento en grandes regiones que se extienden fuera de la Poza—suele coincidir la mar tranquila con fuertes vientos, y la agitación, con la calma.

En la Poza, cuyo oleaje es á veces irregular, se distingue en general la propagación debilitada de las olas indicadas en el plano, que atrasándose en las curvas de 20 y 10 metros, se amoldan después á la costa; las olas que llegan sobre el bajo, principian á romper en profundidades más ó menos grandes según su magnitud, y las mayores excepcionales como en la línea de 6 metros bajo el nivel medio; el ancho de la zona de rompientes se reduce en los días de mayor tranquilidad, y el límite de ella se aleja de la Poza con los mares del Norte.

La altura de las olas ha sido medida repetidas veces, tomando con el eclímetro el desplazamiento angular de cuerpos flotantes, como espuma, aves, lanchas, etc.; generalmente en el trazado del molo de abrigo no pasa de 1.50 metro, con períodos de unos 6 á 7 segundos; y las olas más grandes allí observadas, que no siempre han correspondido con los vientos más fuertes, sino que á veces han sido posteriores, alcanzan á 2 y 2.50 metros, con períodos un poco más largos; presentando interferencias, principalmente con viento Sur suave y viento Norte, con sucesiones de 3 ó 4 olas de mayor importancia, seguidas de otras de menor.

§ 6.—Materiales

Piedras.—Rípio.—Arena

Plano: ser. B núm. 4.

Se ha examinado los materiales naturales de la localidad: piedras, ripio y arena, de los que se emplearán en las obras grandes cantidades. Además á indicación de la Fábrica Nacional de Cemento de

La Cruz, se ha hecho con este cemento, bloques de concreto que quedan, como prueba, sumergidos en el agua del mar (1).

En cuanto á agua dulce, fuera del río Maipo y los esteros del Sauce y San Antonio, se ha reconocido en los sondajes aguas subterráneas á poca profundidad.

Para extraer las piedras, para los enrocados del molo exterior, malecones y defensas, para la mampostería, el concreto, etc., se presentan las canteras, que aparecen con los números 1, 2 y 3 en el plano ser. B núm. 4, á que se refiere el Capítulo I de la Segunda Parte. De éstas se ha tomado 9 muestras, que la observación de las rocas bañadas por el mar revela que son resistentes á la acción del agua salada, cuya clasificación, según sus caracteres geológicos, ha sido efectuada por el profesor de geología de la Universidad del Estado, señor Schneider, y se ha determinado su peso específico que interesa principalmente para el molo y los enrocados. Los datos correspondientes, referidos á las letras que aparecen en el plano, y los de una muestra sacada á tajo abierto del sondaje de perforación XIV, á 4 metros de profundidad, forman el siguiente cuadro:

| Letra | PROVENIENCIA      | CLASIFICACIÓN                                    | Peso del metro cúbico |
|-------|-------------------|--|-----------------------|
| a     | Punta, lado mar.  | Granito biotítico, poca mica, descompuesta.....  | 2 500 kg.             |
| b     | » cerro alto.     | Granito biotítico, con manchas de Azurita.....   | 2 500 »               |
| c     | » » »             | Granito biotítico.....                           | 2 500 »               |
| d     | » » »             | Granito biotítico, con manchas de Azurita..      | 2 600 »               |
| e     | Panul, cerro..... | Granito biotítico, pasado en parte á Gneiss..... | 2 650 »               |
| f     | » lado mar..      | Cuarzita.....                                    | 2 550 »               |
| g     | » » »             | Diorita normal afanítica.....                    | 2 850 »               |
| h     | » cerro... ..     | Diorita normal afanítica.....                    | 2 750 »               |
| i     | Pelancura, cerro. | Granito biotítico, con mica descompuesta.....    | 2 450 »               |
|       | Sondaje XIV...    | Granito gnéisico.....                            | 2 650 »               |

(1) Concreto de 1 volumen de mortero de cemento con arena del Sauce, y 2 de ripio de la palya; 2 bloques con mortero de 450 kilogramos de cemento por metro cúbico de arena, 2 de 600 y 2 de 900 kilogramos.





| Núm. | Agua<br>% | Temperatura | RESISTENCIAS |           |           |           | OBSERVACIONES               |
|------|-----------|-------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------|
|      |           |             | á 7 días     |           | á 28 días |           |                             |
|      |           |             | Tracción     | Compsión. | Tracción  | Compsión. |                             |
|      |           |             | kg: cm.      | kg: cm.   | kg: cm.   | kg: cm.   |                             |
| 2    | 7,75      | 15°         | 18,52        | 251,02    | 22,00     | 287,06    | Arena Sauce                 |
| 3    | 7,75      | 15°         | 13,90        | 157,14    | 18,97     | 231,22    | » San Juan                  |
| 4    | 7,75      | 15°         | 17,20        | 227,55    | 19,90     | 302,72    | » Cartagena                 |
| —    | 7,75      | 15°         | 17,83        | 189,79    | 18,82     | 255,10    | » del taller<br>sin tamizar |
| —    | 7,75      | 15°         | 16,785       | 182,65    | ...       | ...       | » del taller<br>normal      |



SEGUNDA PARTE

---

Obras proyectadas

## SEGUNDA PARTE

### OBRAS PROYECTADAS

#### CAPITULO PRIMERO

### Trazado del Puerto

Premisas comerciales.—Premisas marítimas; trazados anteriores.—Elementos esenciales del Puerto.—Descripción de las obras inmediatas y futuras: molo exterior, terraplenes y atracaderos de las obras inmediatas y de las futuras, estación de formación de trenes, terrenos reservados; extensión de la ciudad.—Proveniencia de los enrocados y terraplenes; Ferrocarril á Cartagena.—Magnitud de los elementos del Puerto.—Proporción de sus partes.—Capacidad de él.—Conclusión.

*Planos:* ser B. núms. 1 á 4 y ser. I núm. 1.

#### Premisas comerciales

El trazado del Puerto ha obedecido por una parte á las exigencias del movimiento comercial, y por otra, á las condiciones marítimas, hidrográficas y topográficas que se ha expuesto.

El Puerto de San Antonio sería, según resulta de esos estudios, la estación marítima terminal del Ferrocarril, que traería desde los campos de la zona los productos agrícolas destinados al embarque y llevaría hasta Santiago carbón de piedra y materiales de construcción, que alcanzarían en los primeros años á un total de 300 000 á 500 000 toneladas, cuyo desarrollo futuro no es posible limitar; para movilizar las cuales se requeriría, desde luego, unos 600 metros útiles de atracadero, que es prudente proyectar de 10 metros de profundidad, como se ha visto en el § 3 del Capítulo I.

Se impone, por lo tanto, como una necesidad primordial el fácil transporte desde los buques á los carros del Ferrocarril mediante el atraque directo de ellos á malecones con líneas férreas y bodegas, y como el Ferrocarril en construcción bajará á San Antonio por el estero del Sauce, desde donde por la costa seguirá hasta el Puerto, conviene reservar para las numerosas vías y demás construcciones que constituyen la estación de formación de trenes, para las bodegas comerciales, etc., una faja de terrenos más ó menos planos, que se extiende á lo largo de la costa desde el estero hacia el Pueblo, junto á la cual

**Premisas marítimas; trazados antepiores**

hay lomajes suaves adecuados para extender la población. Como además habrá algún movimiento de mercaderías surtidas especialmente sujetas á la Aduana y destinadas en gran parte al consumo del Puerto, se deberá para ellas disponer el recinto conveniente.

Como se ha expresado, la depresión de gran profundidad, de flancos sumamente escarpados, La Poza, prolongación submarina de la quebrada de San Antonio, es el sitio actualmente utilizado por la navegación; del lado Norte toca con el pié de los cerros, y por el Sur alcanza hasta un extenso bajo de poca profundidad, donde hay continuamente rompientes fuertes.

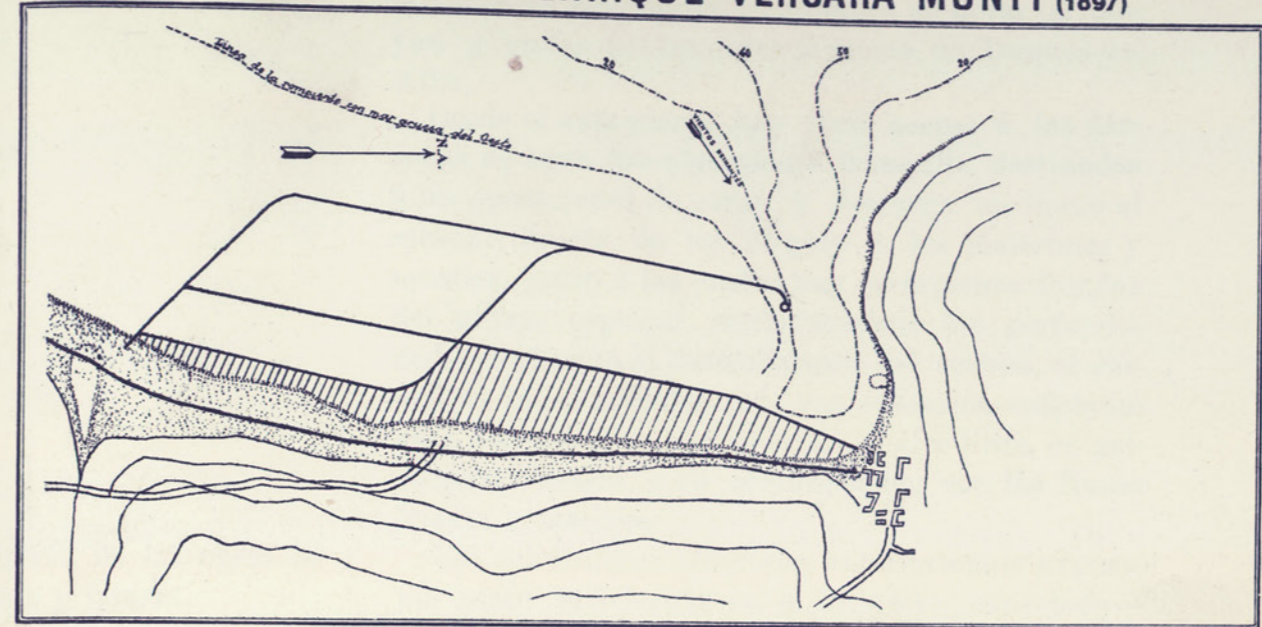
Ella queda perfectamente defendida contra el viento dominante del Norte, el más fuerte bien que poco frecuente, y cuando éste se prolonga suele aún producirse una calma completa; al contrario, los vientos reinantes del Suroeste, los más frecuentes pero menos intensos, agitan, sobre todo en verano, La Poza de tal manera que si bien no hacen difícil la entrada, unidos á la fuerte corriente que generalmente con ellos coincide, harían, si no se la abrigara, imposible durante los más de los días, el atraque directo de buques á malecones ó muelles construídos en sus riberas, que además no se prestarían tampoco para trazar las obras.

La consiguiente necesidad de abrigar el Puerto por el Sur, —más imperiosa aquí que en Valparaíso, que cerrado á los vientos reinantes permitiría el atraque sin necesidad de abrigo artificial, salvo los días de temporal ó marejada,— ha sido reconocida en los anteproyectos anteriores, el del señor Vergara Montt y el publicado en 1906, basado en datos de la Oficina Hidrográfica, que se reproducen junto con las líneas generales del Proyecto en la figura adjunta.

**Elementos esenciales del Puerto**

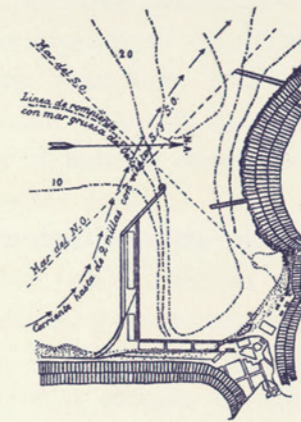
La Poza, á la cual hay un acceso libre desde el mar, ha sido aprovechada como ante-puerto, elemento intermedio entre el mar abierto y las dársenas; en él los buques encuentran espacio y facilidades para sus maniobras y evoluciones, y podrán esperar sea para recibir órdenes ó la indicación del malecón á que corresponde atracar, para satisfacer las tramitaciones administrativas ó cuarentenas, sea para descargar por medio de lanchas, pequeñas cantidades de mercaderías, ó para dejar desembarcar, desde luego, á los pasajeros, sea para capear temporales, ó para esperar condiciones favorables para la navegación, etc., y en él anclarán también los remolcadores, las lanchas, los buques de tránsito, los

**PROYECTO DE D. ENRIQUE VERGARA MONTT (1897)**

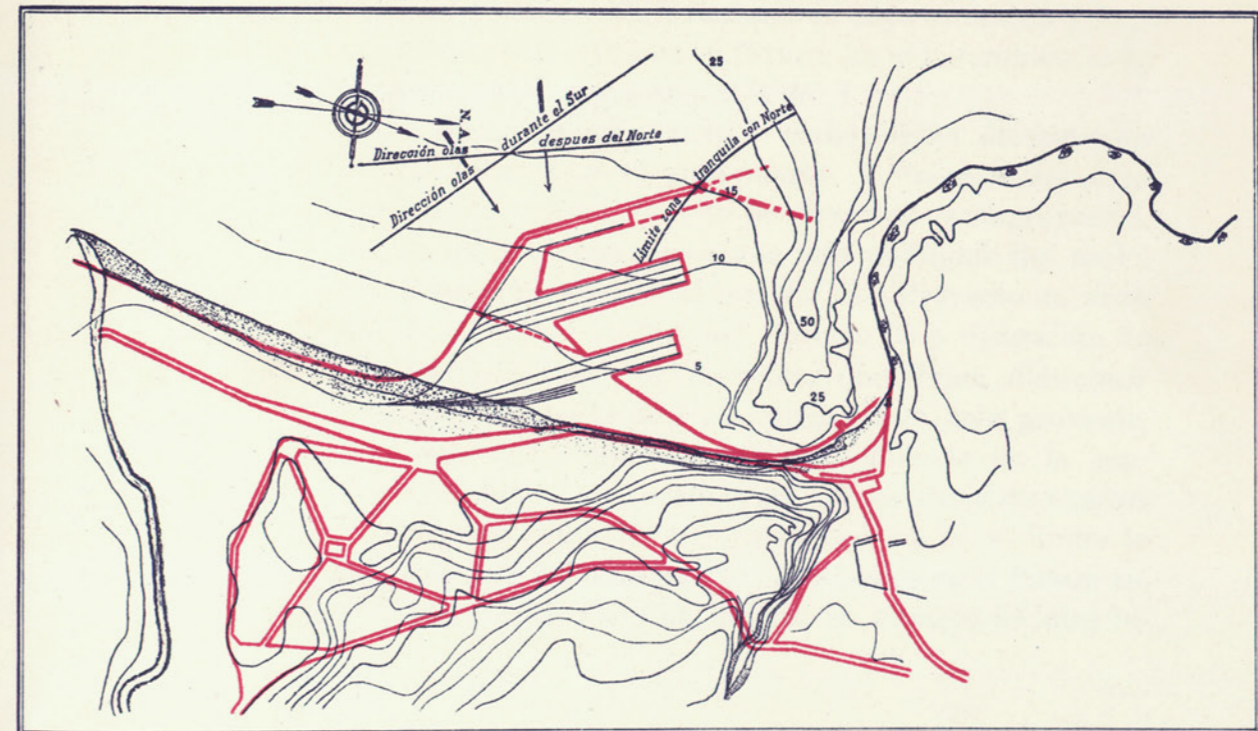


**PROYECTO PUBLICADO EN 1906**

HECHO SOBRE LOS DATOS DE LA  
OFICINA HIDROGRAFICA (1897)



**CROQUIS DEL PROYECTO PRESENTADO**



Escala 1:30 000

buques de guerra, etc.; para satisfacer estos fines y facilitar las maniobras, se le habrá de dotar de boyas, y en las profundidades menores de Duques-de-Alba.

Desde el ante-puerto hay fácil acceso á las dársenas de agua completamente tranquila, destinadas á las operaciones de carga y descarga mediante el atraque directo de los buques á los malecones y muelles, junto á los cuales hay terraplenes dotados del utilaje especial, modernamente tan perfeccionado, destinado al desembarque del carbón, al embarque de los cereales, etc., con extensión suficiente para depositar las mercaderías al aire libre, en galpones ó bodegas, y en comunicación con las líneas férreas y caminos.

Las condiciones esenciales anteriormente expuestas están satisfechas en el Proyecto, concebido—fuera de consideraciones estratégicas—con la condición fundamental de que las obras sean extensibles, de modo que pueda ejecutarse inmediatamente una parte reducida de ellas, quedando plena facilidad para extenderlas cuando el desarrollo del Puerto lo exija; sus líneas generales, como puede verse en el croquis anterior y mejor en los planos citados ser. B núms. 1 y 2, son las descritas á continuación.

Un molo exterior arranca de la costa, próximamente del punto medio entre el Pueblo actual y el estero del Sauce, en dirección aproximadamente perpendicular á ésta, y se prolonga unos 700 metros aprovechando el bajo de poca profundidad ya mencionado, al extremo, donde ya alcanza la profundidad de 11 metros, gira unos 40 grados hacia el Norte, y se prolonga 750 metros más, hasta llegar á la profundidad de 15 metros; este molo exterior ó rompeolas se construiría con las obras inmediatas, una prolongación eventual, de cuya dirección y longitud se decidirá en el futuro, ha sido también indicada en el plano ser. B núm. 1.

Para obtener la mayor tranquilidad del agua en las dársenas y el ante-puerto, el trazado del molo exterior ha sido objeto de diversos anteproyectos; en los primeros se cerraba más el ángulo del molo; pero se ha llegado al trazado del Proyecto en vista de la fácil entrada y del régimen de propagación de las corrientes y de las olas, que dejan distinguir una cierta zona de tranquilidad, que debe provenir, como se ha expresado, de la influencia de la configuración de la costa, y de la ausencia de vientos directos detenidos por los cerros; así no se limita la longitud del ante-puerto, y se podrá en el futuro reducir tanto como se quiera, el número de días in-

#### Descripción de las obras inmediatas y futuras

#### Molo exterior

hábiles, con la prolongación eventual indicada, y aún completando por un molo, el abrigo que contra el Noroeste, menos importante, da la punta submarina de que se ha hablado.

Con este trazado del molo, se obtiene tranquilidad en las dársenas, se mejora desde luego las condiciones de la Poza, principalmente por la supresión de la corriente que dificulta el anclaje, y no queda temor de embancamiento, dada la ubicación de la boca y el régimen de la corriente, siendo, según los aforos, insignificante el caudal sólida que arrastra el estero de San Antonio.

Desde luego se formaría, aprovechando el bajo que queda dentro del espacio abrigado por el molo exterior, una faja de terraplenes defendidos por enrocados, adyacentes á la costa, desde el arranque del molo hacia el Pueblo actual, que llegando aproximadamente hásta la curva de 5 metros con 350 metros de ancho, se extenderían unos 500 metros y luego comenzarían á angostar hasta quedar sólo una faja reducida frente al Pueblo, donde las curvas de profundidad se cierran y las pendientes submarinas son muy superiores, limitados siempre por taludes, que disminuyen la agitación del agua.

Del punto donde la faja comienza á disminuir, y paralelamente á la última parte del molo exterior arrancarían un espigón también de ejecución inmediata, de 100 metros de ancho y 300 de largo, que tiene á sus dos flancos malecones para el atraque directo de los buques.

Además, frente al Pueblo actual se proyecta un muelle secundario de 50 metros de largo y un malecón secundario de 100 metros, para el atraque de lanchas destinados á las pequeñas cantidades de mercaderías surtidas especialmente sujetas á la Aduana; para cuya movilización se colocarían vías de trocha angosta, estando además el muelle—que, colocado en la única región en que sin obras de abrigo es posible el atraque de lanchas, serviría desde luego para el desembarque de los materiales para la construcción del Puerto—en comunicación directa con el Ferrocarril.

Así dispuesto el Puerto, queda el espacio y la elasticidad necesaria para extenderlo en diversas formas; pero se ha tenido determinadamente en vista, la extensión que aparece en los planos indicados. El espacio comprendido entre el espigón y el molo exterior, sería dividido por mitad por otro espigón con malecones ú otros embarcaderos, de unos 600 metros de largo y 120 de ancho. Adyacentes á los primeros 350 metros de la última parte

**Terraplenes y atracaderos de ejecución inmediata**

**Terraplenes y atracaderos de las obras futuras**

del molo—ó á los 800 que quedan en la dársena especial, que la indicada prolongación eventual de él, completa—se construiría un malecón con un terraplén de 75 metros de ancho; y la línea de terraplenes se uniría, dejando un contorno regular y extensión suficiente en el arranque del espigón y de los muelles principales, que se proyecta partiendo por mitad las dos dársenas resultantes. Estas dársenas no podrán ser agitadas por la acción directa de los vientos del Norte, que en el ante-puerto, defendido de ellos por los cerros, no pueden producir oleaje, ni por los del Sur que no encuentran en ellas espacio para desarrollarse.

De acuerdo con las necesidades podrá construirse toda ó parte de la extensión descrita, y así mismo construir muelles paralelos á los espigones, que arranquen del terraplén, al Norte del de construcción inmediata, como se indica en el plano serie B, núm. 1, ó destinar esta última parte adyacente á la de mercadería surtida, también al movimiento de ésta, ó a la construcción de un dique seco.

Una faja de terrenos bajos que se extiende á lo largo de la costa desde el estero del Sauce hasta el Puerto, por la cual atraviesa el Ferrocarril, será rebajada y uniformada con un nivel de 5 á 6 metros sobre un ancho como de 200 metros comprendidos entre la costa, su límite natural, y un camino longitudinal, y reservada para las vías y construcciones, que constituyen la estación de formación de trenes, para las bodegas de depósitos á largo plazo, industrias de transformación, etc.

La indicación de las vías férreas en la estación y los terraplenes del Puerto, tiene sólo por objeto manifestar la fácil comunicación de los malecones y muelles con el Ferrocarril; su trazado definitivo debe postergarse hasta el momento oportuno; en el plano aparecen las vías de formación de trenes sobre los terraplenes del Puerto, como probablemente convenga en las obras inmediatas.

La extensión contigua de lomajes suaves ya suficientemente consolidados, se destinaría á la Población futura, en que se construirían desde luego habitaciones para el personal y los operarios ocupados en la construcción de las obras, que después servirían para los ocupados en la explotación del Puerto, quedando el Pueblo actual para la población que se relaciona más directamente con la Aduana.

Para proveerse de las piedras necesarias para la construcción, se proyecta explotar canteras situadas á lo largo de la costa hacia Cartagena, y en el plano ser. B núm 4, se ha indicado la manera de llevar la

**Estación de formación de trenes; terrenos reservados; extensión de la Ciudad**

**Proveniencia de los enrocados y terraplenes. Ferrocarril á Cartagena**

explotación de ellas, dejando expedita una vía para el Ferrocarril, que podría prolongarse hasta Cartagena, deteniéndose por ahora en la estación de Puerto Nuevo, y evitando así, el último trayecto costoso para llegar al centro de esa población.

Fuera de los escombros provenientes de las canteras, los terraplenes serían constituidos por las arenas sacadas por excavadores ú otros medios, de la faja mencionada anteriormente, por los desmontes provenientes de la regularización de taludes, como el de la duna que en el terremoto de 1906 corrió sobre la plaza de San Antonio, y por los dragajes necesarios para dar á las dársenas su profundidad, hasta la línea de las obras futuras. Se podrá esparcir sobre la estación y los terraplenes, en la parte no pavimentada, el ripio que se encuentra en la playa en capa de algunos metros de espesor, y elegir los escombros gruesos de las canteras, para constituir venas de drenajes para recojer las aguas lluvias que se infiltran y las de la napa que viene de tierra adentro y evitar el reblandecimiento.

Las diversas escavaciones previstas quedan, como se ve en el plano ser. B núm. 1, dentro del límite de expropiación, que comprende como reserva para futuros terraplenes, parte del cerro situado entre el Pueblo actual y los nuevos barrios, cuya excavación dejaría libre una extensión, que trasladado el camino longitudinal, regularizaría la forma de los terrenos del Puerto.

El movimiento de tierra y dragajes, su compensación y reservas prudentes, se detallan en el gráfico del plano ser. B núm. 3, que se basa en 40 perfiles levantados directamente, de los cuales 7 de los más característicos, agregadas las obras correspondientes, están reproducidos en el mismo plano; en él se distinguen las obras de ejecución inmediata y las obras futuras, representadas estas últimas con las líneas esquemáticas de las inmediatas.

Trazado el Puerto, se puede medir la magnitud de sus elementos principales. La extensión total de agua abrigada es como de 90 hectáreas, que se distribuyen entre el ante-puerto anteriormente definido, y las dársenas adyacentes á los malecones y muelles que se ha considerado limitadas por una línea quebrada que pasa por los extremos de los espigones; al ante-puerto corresponden 60 hectáreas y 30 á las dársenas, ejecutadas las obras futuras.

En cuanto á los terrenos anexos al Puerto, se ha distinguido: 50 hectáreas de terraplenes, que quedan fuera de la línea de la costa actual, contiguos á los malecones principales inmediatos y futuros, destina-

**Magnitud de los elementos del Puerto.**

dos á los cargamentos voluminosos; 5 hectáreas cercanas al muelle y malecón secundario destinado á la mercadería surtida, y 35 hectáreas en la faja destinada á la estación de formación de trenes, bodegas, etc.; el total de los terrenos anexos al Puerto es pues de 90 hectáreas; en el capítulo VI se indicará además, las extensiones reservadas para vías, habitaciones, etc., no comprendidas en los terrenos planos inmediatamente anexos.

Los malecones de ejecución inmediata, que limitan longitudinalmente el espigón correspondiente, suman 630 metros, y además, destinados principalmente al movimiento de mercaderías surtidas, se incluyen en las obras inmediatas 200 metros de atracadero para lanchas, en el muelle y malecón secundario. En la cabeza del espigón indicado, se proyecta sólo enrocado, en vista de la posible prolongación de los malecones; además los enrocados que limitan los terraplenes, podrán en el futuro ser aprovechados para la carga y descarga, sea deteniendo los buques por Duques-de-Alba, puestos al pie de ellos y comunicados con tierra por puentes provisorios ó grúas de largo vuelo, sea como se ha proyectado en detalle (los planos respectivos no han sido reproducidos) por medio de una disposición que permitiría obtener mayor rendimiento, que sería fácil transformar después en malecón definitivo, que consiste en general en machones con superestructuras discontinuas, y que es aprovechable aún en los enrocados menos abrigados.

Los ensanches indicados en el plano ser. B núm. 1 para el futuro, suman 1 500 metros de malecón longitudinal, 450 metros más de ejecución eventual, 800 metros de atracaderos á muelles principales, y 1 400 metros de enrocado y otras extensiones aprovechables.

Como se ve por las cifras anteriores las superficies de terrenos inmediatamente anexos á las dársenas son como una y media vez la de éstas, de acuerdo con la tendencia que se acentúa en los Puertos marítimos modernos análogos, que no sirven navegación interior, con utilaje especializado, de tener mayor superficie de terraplenes adyacentes que de dársenas. Cuando se compara la extensión total de los terrenos del Puerto, incluida la estación de formación de trenes, con la superficie total de agua abrigada, incluido el ante-puerto, se ve que son iguales, y la proporción de terrenos, excede en algo de la respectiva en otros Puertos, debido á la magnitud de los que han quedado libres por los desmontes necesarios para la formación de los terraplenes inmediatamente anexos,

**Proporción de las partes del Puerto.**

que ha permitido procurarse á poco costo, en dunas casi sin valor, fuera del Pueblo, una superficie que será especialmente útil en el porvenir, y que no es posible generalmente procurarse en ciudades ya formadas.

Efectuadas las obras inmediatas unicamente, la cantidad de agua de las dársenas y de terraplenes adyacentes á los malecones, sobrepasa comparada con la longitud de éstos, la proporción necesaria, porque se ha tenido en vista las obras de extensión que pueden llegar hasta 3 000 metros de atracadero sin que la proporción de dársena baje de 100 metros cuadrados y la de terraplenes de 170 metros cuadrados por metro lineal de atracadero, cifras perfectamente satisfactorias en comparación con las proporciones de los Puertos modernos.

#### Capacidad del Puerto.

La longitud de 630 metros de malecón de ejecución inmediata, proyectado en vista del número de buques y de la distribución de ellos que es prudente prever desde luego, que se ha expresado en el Capítulo I de la Primera Parte, puede movilizar la cantidad ya indicada de 300 000 toneladas con un rendimiento medio anual de poco menos de 500 toneladas por metro lineal de atracadero; el movimiento comercial podría llegar como á *medio millón de toneladas* sin necesidad de ejecutar nuevas obras, pues los malecones son por sí mismos capaces de mayor rendimiento, que desarrollado el tráfico y disminuído el *factor de irregularidad*—razón entre el tráfico máximo y el tráfico medio—podría ser aprovechado; la mercadería surtida sería desembarcada por las obras secundarias proyectadas.

Cuando exceda el tráfico de la capacidad de las obras inmediatas, podrá habilitarse los enrocados indicados anteriormente y construir los muelles y malecones de las obras futuras á medida de las conveniencias, pudiéndose llegar sin forzar la capacidad de las dársenas y terraplenes proyectados á 3 000 metros de atracaderos principales, que podrían movilizar al año unos *tres millones de toneladas* con un rendimiento de 1 000 toneladas por metro, que no sería exagerado dado el bajo factor de irregularidad que entonces se tendría, y el alto rendimiento específico del utilaje especial para los cargamentos voluminosos, que la magnitud de los terraplenes disponibles permite establecer; además como se ha dicho hay 1 400 metros de enrocado y otras extensiones aprovechables.

#### Conclusión

Trazado el Puerto como se ha descrito, construído el molo inmediato de abrigo, necesario en San Antonio abierto á los vientos reinantes, se obtiene una

obra perfectamente justificada aún desde luego, por la sola economía de gastos de acarreo, y ampliamente extensible—sin sobrepasar las magnitudes de los Puertos análogos,—para no limitar imprudentemente el porvenir y no sacrificar definitivamente las condiciones de la naturaleza, por una economía proporcionada con este sacrificio.



## CAPITULO II

### Molo exterior

Distinción de dos partes de la obra.—Molo lateral.—Molo de abrigo.—Tipo de la construcción.—Infraestructura. — Superestructura.—Construcción terminal.

*Planos:* ser. C núms. 1 y 2.

#### Distinción de dos partes de la obra.

El trazado del molo exterior ha sido descrito y justificado en el Capítulo I; su ubicación referida á la línea «G—Triángulo» aparece en el plano ser. B núm. 2.

Debe distinguirse en él dos partes, atacadas de distintas maneras por las olas y las corrientes; la primera, que avanza desde la playa en dirección aproximadamente perpendicular á la costa, recibe estas acciones de una manera semejante á los molos de los canales de acceso á algunos puertos, sin presentarse directamente contra las olas; y la segunda, que cierra el Puerto por delante para darle abrigo, debe resistir las olas más de frente. A esta diferencia ha de agregarse, que la primera parte debe ser construída en la rompiente y cortando transversalmente la corriente, y la segunda fuera de aquélla y en una dirección que no ocasionará notables alteraciones en el régimen de ésta.

En la primera parte, en la rompiente, donde durante el período de los estudios nunca pudo penetrar ninguna embarcación, no se ha podido pensar en reducir al mínimum el material, por construcciones de ejecución complicada, como por aire comprimido ó con cajones flotantes; sino que, en vista de la abundancia de la piedra, la pequeña profundidad del bajo, la capa de arena fina que cubre la arcilla y la corriente que podría socavarla, se ha proyectado molo de enrocado, que se echaría avanzando desde la ribera.

Por el contrario, el tipo de molo de enrocado, usado en situaciones análogas á la sobredicha y que en Norte-América ha dado resultados aún para molos más directamente expuestos, no ha sido proyectado para la segunda parte; pues este tipo de simple enrocado no ha satisfecho en situaciones fuertemen-



te atacadas, por exigir grandes gastos de conservación porque el talud exterior no llega fácilmente á una disposición estable, y por requerir taludes muy tendidos, aumentando por consiguiente mucho el cubo, especialmente donde las profundidades son grandes: en esta segunda parte del molo, que va de la profundidad de 11 metros, á que alcanza la primera, hasta la de 15, se ha podido proyectar un tipo macizo.

**Molo lateral.**

En el plano ser. C núm. 1 se reproduce el perfil longitudinal y tres secciones del molo lateral: EF, correspondiente á 11 metros de profundidad, y GH é IJ, correspondientes á 5 metros; la ubicación de estos cortes, que al preparar la reproducción se ha omitido en el plano ser. B núm. 2, puede fácilmente reconocerse por las profundidades: así el primero corresponde al perfil máximo del extremo de esta parte del molo; y los otros dos están en las cercanías de la terminación del terraplén de las obras inmediatas; el menor en la parte en que el molo desde luego queda espaldado por dicho terraplén, y el otro en la parte libre.

El perfil del molo, del tipo americano, análogo al que se ha aceptado después de prolongada experiencia en Sandy Bay—en parte en construcción—tendrá las capas exteriores, principalmente del lado de afuera, constituidas por piedras más grandes como defensa; los taludes de este lado, debajo del agua son suficientemente tendidos para que se pueda conservar una forma estable, á pesar de las posibles socavaciones de la capa limitada de arena fina, que hay al pie; encima del agua, donde podrá colocarse el enrocado con algún cuidado, éstos son mas escarpados. Bajo la cota de 5 metros estará constituido por piedras surtidas de diferentes tamaños, desde 100 kilogramos hasta unos 2 500, eligiendo para el talud exterior las proporciones mayores; sobre esta cota los taludes llevarán unas 4 filas de las piedras mayores de 2 500 kilogramos, hasta las más grandes que puedan dar las canteras, obteniéndose en el talud exterior, un término medio como de 5 000 kilogramos.

Superiormente el enrocado será emparejado para permitir el acarreo de los materiales, y parapetado.

**Molo de abrigo.**

El molo de abrigo es generalmente la obra principal de un Puerto: en su construcción se ha de invertir muchas veces la mayor parte del presupuesto. Pero su estudio, de primordial importancia, es posible sólo empíricamente, porque la sollicitación no es determinable; pues—fuera de las dificultades

de medir correctamente la acción de las olas, que no pueden considerarse vencidas por las medidas locales de la presión en la pequeña superficie de experimentación, que no puede tener las dimensiones, la forma, ni la situación de las obras por hacer, y que en todo caso deberían abarcar un período de varios años—es muy compleja la manera de obrar de las olas sobre las construcciones, que según las opiniones emitidas en el Congreso de Navegación de Milán, sería la sucesión rítmica de choques dinámicos, que escapan al cálculo. Así pues—en vista de la dirección de las olas que debe detener el molo; de su magnitud apreciada prudencialmente, tratándose de la creación de un Puerto y no conociéndose el régimen del mar, como cuando se trata de obras de mejoramiento y se puede aprovechar la experiencia de las construcciones existentes, ya que ha de preverse mayores olas que las que se han presentado en el período de estudio; y en vista del régimen general—ha debido tomarse como criterio principal la comparación con obras existentes análogas, prefiriendo no extremar la economía, para dejar á estas obras primordiales, un amplio coeficiente de seguridad.

**Tipo de la construcción.**

Para elegir la construcción se presentaban diversos tipos, cada uno con sus ventajas é inconvenientes, sus escuelas partidarias y enemigas apasionadas: principalmente, el tipo francés de Marsella—un enrocado defendido por grandes bloques artificiales sueltos, que destruyen las olas, cuyas proyecciones son detenidas por un muro—y sus variantes con los bloques en filas regulares; y el tipo más usado en Inglaterra y sus colonias—un alto muro que opone á las olas una pared vertical, basado en las grandes profundidades sobre enrocado—y dentro de este tipo las diversas maneras de construir el muro, como grandes cajones flotantes que deben ser rellenados con albañilería después de asentados, y bloques artificiales colocados en filas horizontales ó inclinadas, etc.

En vista de las circunstancias locales de San Antonio: la poca tranquilidad de la región en que va esta parte del molo, abierta precisamente á los vientos reinantes, que dificultaría algunos métodos de ejecución y dejaría expuestas las construcciones mientras estuvieran inconclusas; las pocas facilidades que ofrece la localidad para la botadura de grandes cajones flotantes; la profundidad, la naturaleza del fondo y la corriente, se ha elegido el tipo de muro alto sobre enrocados, constituido por bloques colocados por titán en filas inclinadas, más fá-

ciles y rápidos de colocar que los horizontales, que se prestan á ser cargados por filas durante la ejecución para evitar dislocaciones por sentamientos ulteriores del enrocado, y á cuya solidaridad contribuyen los frotamientos que se desarrollan en las juntas de las filas. Este tipo es análogo al usado en varios puertos de las Indias Inglesas, y en los últimos años en Constanza, Libau, Scheveningen, etc.

En el plano ser. C núm. 1, aparecen el perfil longitudinal y dos cortes, uno correspondiente á la profundidad de 11 metros en el comienzo del molo, y otro á la de 14, cercano al extremo; y en el plano ser. C núm. 2 la superestructura.

#### Infraestructura.

La infraestructura quedará constituida por un enrocado de piedra, que impediría las socavaciones eventuales debidas al arrastre de la arena fina por la corriente, y repartirá las presiones sobre el fondo; su espesor mínimo en la parte menos profunda es de 2 metros, y se eleva para recibir la superestructura, hasta la cota de 10 metros bajo el nivel medio, profundidad que ha parecido suficiente para amortiguar la resaca, y que si bien es superior á la de la generalidad de las construcciones existentes, ha parecido prudente en vista de experiencias, como la de Peterhead. Después de colocada la superestructura se deberá completar la defensa del enrocado; levantándolo no sólo del lado exterior, para envolver el pié y defenderlo de las socavaciones eventuales provenientes de la resaca, sino también del interior aprovechando la experiencia de Bizerta; estas defensas alcanzan á la cota de 8 metros bajo el nivel medio, y á lo menos, á la distancia de 15 metros del pié, del lado exterior, y á la de 9, del interior.

El enrocado, constituido debajo del muro por piedras de diferentes tamaños, revestidas lateralmente por las más grandes, tendrá en el revestimiento exterior las mayores que produzcan las canteras que pesarán á lo menos 5 000 kilogramos; y de éstas, para las defensas de la construcción terminal y de la unión con el molo lateral, se elegirán las mayores; ó se usará para ellas bloques artificiales.

#### Superestructura.

Sobre este enrocado, después de pasado algún tiempo para que se verifiquen los primeros descensos, y después de emparejado por enrocados menos gruesos ó por sacos de concreto, va la superestructura, de 12 metros de ancho en su base, que se compone de filas inclinadas de 70°, de 1,50 metro de espesor, de 9 bloques artificiales cada una, de los que los mayores pesan unas 60 toneladas, coronada por un macizo de albañilería, que llega hasta la cota

de 4 metros sobre el nivel medio, y lleva un parapeto hasta la de 5.30.

Los bloques artificiales, para cuyas faenas hay adecuada extensión en la playa entre San Antonio y el estero del Sauce, serán acarreados por vagones sobre el molo de enrocados y colocados por titán. Para evitar sentamientos ulteriores del enrocado y las dislocaciones consiguientes, el tipo de molo se presta, como se ha dicho, para ser cargado temporalmente, por secciones, después de colocadas tres ó cuatro filas más y antes de construir el coronamiento. Los planos verticales de las juntas de los bloques van trabados, para evitar planos de separación longitudinales; y por los pozos inclinados que van de alto abajo siguiendo las juntas, como se ve en el plano, podrá hacerse descender y comprimir sacos de concreto, como en Colombo, para la solidaridad de los bloques y para impedir el paso del oleaje.

El coronamiento de albañilería, que podrá fraccionarse por juntas transversales, contribuye con su peso total á la estabilidad del conjunto, y servirá para ligar superiormente los bloques, y para repartir sobre diversas filas, los esfuerzos desiguales de las olas. La unión de él y los bloques se perfecciona por espigas inclinadas de concreto armado, y la solidaridad longitudinal por una viga horizontal del mismo material, como aparece en el plano, que construida previamente por fracciones, podrá colocarse con el titán.

La superestructura se presta para ser usada ocasionalmente como atracadero; sin embargo, como se ha tenido determinadamente en vista sólo el abrigo, el parapeto no ha sido levantado más, y podrá serlo en la parte correspondiente, cuando se construyan los terraplenes adyacentes de las obras futuras. Para la comunicación segura con el faro de la extremidad del molo, en días de temporal, hay una galería, como se ve en el plano.

#### Construcción terminal.

En la extremidad del molo, punto especialmente expuesto, se ha proyectado como aparece en el plano ser. C núm. 1, una construcción terminal, constituida por un macizo cilíndrico de albañilería de 20 metros de diámetro, que será construido dentro de un cajón de palastro, cuya parte inferior se construiría en tierra y que podría ser concluido y reforzado á flote, en un día de calma llevado á su sitio, y lastrándolo con agua en compartimentos especiales ó de otra manera, asentado sobre el enrocado. El molo, al acercarse á la construcción terminal se ensancha, estableciendo la continuidad, y asegu

rando la estabilidad de las primeras filas de bloques, donde el frotamiento entre ellos, no se puede desarrollar totalmente (1).

(1) Bien que, como se ha dicho, el único criterio para apreciar la estabilidad del molo de abrigo, es la comparación con otras obras; se ha calculado, sin embargo, algunas cifras de Estática. El conjunto del muro de bloques, para volcarse al rededor del pié interior, necesitaría una fuerza como de 175 toneladas por metro corrido á la altura del nivel medio; y para resbalar en la primera junta debajo del agua, contando sólo con un coeficiente de frotamiento de 0,5, una fuerza de unas 80 toneladas, que en el pié más cargado del muro, origina una presión de unos 5 ó 6 kilogramos por centímetro cuadrado, que repartida por el enrocado sobre el fondo se reduciría. Tomando en cuenta la oblicuidad de las mayores olas y la usual ley aproximada de repartición de la presión de ellas según una línea vertical, y sin tomar en cuenta la repartición longitudinal, esta presión por metro lineal correspondería á una presión máxima de unas 25 toneladas por metro cuadrado. Los frotamientos entre las filas inclinadas, que queda la posibilidad de inclinar también en planta, pueden repartir longitudinalmente los máximos locales, como el coronamiento, según se ha dicho: en cada junta alejada del extremo, se puede desarrollar una componente tangencial, que calculada en hipótesis sencillas, relativas á la dirección de las reacciones estáticamente indeterminada, pasaría de unas 300 toneladas; estos frotamientos, menores en las cercanías de la construcción terminal, se desarrollan rápidamente, y según la ecuación diferencial resultante, en la vigésima fila ya alcanzarían prácticamente el valor indicado.



### CAPITULO III

## Malecones principales; enrocados de defensa

Malecón principal: trazado y tipo —Infraestructura.—Machones reforzados.  
—Superestructura.—Malecón de 8 metros.—Enrocados.

*Planos:* ser. D núms. 1 á 7 y ser. E núm. 1.

#### Malecon principal trazado y tipo.

Los dos malecones principales de ejecución inmediata, de 354 y 275 metros de largo, que limitan longitudinalmente el espigón correspondiente representado en el plano ser. B núm. 2, quedan referidos á la línea «G-Triángulo», fijada por construcciones especiales en el terreno, por medio de los ángulos y distancias indicados; también en el mismo plano se puede consultar el trazado de los malecones de las obras futuras.

Se ha debido prestar especial atención al complejo estudio de la construcción de los malecones convenientes en San Antonio, porque la experiencia indica muy elevado porcentaje de fracasos—21%, entre parciales y totales, de 56 malecones considerados en un estudio reciente (1)—y el problema depende de múltiples circunstancias locales como la naturaleza del subsuelo y del material del relleno y también en el presente caso de los fenómenos sísmológicos, sobre cuyo efecto hay muy escasa experiencia.

Como se ha expresado en el Capítulo I se ha proyectado el malecón principal con fondo a 10 metros de profundidad bajo el nivel medio, y para dejar posibilidad de dragar algo más se ha proyectado la base de él á 11 metros bajo este nivel. La altura de la superestructura en la línea de la solera es de 4 metros, en vista de la cota de los terrenos vecinos, para la facilidad de la carga y descarga, etc.; también se ha expresado ya que el material constitutivo de los terraplenes dentro de la concepción general del Proyecto, es arena proveniente de las dunas excavadas.

(1) Tydschrift van het Koninklyk Instituut van Ingenieurs, 1903-1904. Estudios de malecones para buques de gran calado por W. F. Druyvesteyn.

La sobrecarga prevista, por las frecuentes acumulaciones de cargamentos voluminosos, ha sido de 7 000 kilogramos por metro cuadrado, que deja seguridad con la locomotora reglamentaria de 120 toneladas que corresponde á menos de la mitad de esa carga.

El tipo de malecón aceptado, en sus líneas generales, consiste en un pedraplén que limita los terraplenes de arena, en que van implantados cada 12 metros machones de albañilería, sobre los que avanza una superestructura de concreto armado hasta la vertical del pie del pedraplén, para permitir el atraque inmediato de los buques.

Se ha elegido para San Antonio este tipo, sobre el cual hay muy satisfactoria experiencia, análogo al ensanche del Wilhelminakade de Rotterdam proyectado por el infrascrito, principalmente porque, además de la ventaja que presenta el talud que impide la resaca, comparado con el muro lleno simple y aún suponiendo á éste con su base prolongada ó con anclas, resulta, como se vé en la nota de estabilidad, más económico á igualdad de seguridad, ya que no encierra como el muro continuo el material de relleno y no tiene que resistir el enorme empuje resultante que puede ser amayorado por los movimientos sísmológicos; los machones en que se acumula la albañilería, por su orientación transversal, disminuyen la presión sobre el suelo, y tienen por principal objeto sostener la superestructura, cuyo peso asegura más la resistencia al resbalamiento de ellos.

Sólo se ha usado concreto armado en la superestructura del malecón, pues, aparte de que no se encontraría en San Antonio facilidades para la construcción de los grandes cajones flotantes de este material que podrían ser meros medios de ejecución, no ha parecido prudente usarlo solo y aún combinado con puzolana en construcciones principales sumergidas en el agua del mar que deben trabajar á tasas altas. (1)

Como resulta de los estudios geológicos que se ha visto en el Capítulo II de la Primera Parte, las sondas de inyección en la ubicación de los maleco-

(1) El relator del tema «Aplicación del concreto armado en los trabajos marítimos» en el último Congreso de Navegación (San Petersburgo 1908) ingeniero Nikolsky llega á una conclusión más terminante «Vu que les mortiers de ciment se détruisent inévitablement par l'eau de mer le béton armé ne peut être employé dans les parties immergées des ouvrages maritimes que lorsque ces parties ne doivent avoir qu'une petite durée».

«En conséquence l'emploi des caissons en béton armé pour la construction des blocs géants doit être considéré comme un simple procédé d'exécution des travaux et le corps du bloc doit être construit comme si le caisson en béton armé n'existait point».

**Infraestructura.**

nes propuestos no pudieron penetrar sino poco debajo de la base, á causa de la resistencia del subsuelo; pero por las indicaciones y para ser absolutamente prudente, se ha querido suponer que se trata de arcilla de pequeño coeficiente de frotamiento, y en consecuencia se ha proyectado un mejoramiento del fondo, dragaje hasta 18 metros de profundidad y relleno de arena, cubierto bajo los machones de dos metros de material mezclado sobrante de las canteras para encerrarla, sistema muy económico y actualmente muy aplicado á causa del perfeccionamiento de las dragas de gran profundidad; pero es posible que en el curso de la ejecución quede evidenciado que se puede suprimir total ó parcialmente este mejoramiento.

Sobre este fondo mejorado—después de transcurrido el tiempo suficiente para el sentamiento de la arena, favorecido por las vibraciones y sobrecargas, que conviene amontonar en exceso y rebajar por dragaje á la altura definitiva—se harán cada 12 metros, como se ve en los planos ser. D núms. 1 y 2, las bases de los machones de mampostería de piedra, que miden 6 por 17 metros y tienen 2,50 de altura, que deberán ser construídas bajo una cámara de aire comprimido que serviría sucesivamente para diversos machones. Para el caso de que se encuentre roca se ha indicado la reducción de la dimensión lateral de las bases, y si en el malecón oriental se encontrara en parte roca á menor profundidad, podría allí disminuirse además la altura de ellas.

Sobre la superficie lisa de estas bases, que sólo queda á 8,50 metros bajo el nivel medio, van los dos cuerpos que completan el machón; éstos en su asiento tienen, como se ve en los mismos planos, 3,50 por 7 metros y disminuyen hacia arriba una de estas dimensiones, de manera que en el nivel medio tienen 2,70 por 7 metros; podrán ser ejecutados dentro de un cajón flotante—ser. D núm. 5—cuyo fondo quedará á firme en la construcción, y cuyas paredes constituídas por 3 secciones separables, manejables por grúa flotante de 30 toneladas, con compartimentos para la flotación y lastradura, serán aprovechadas sucesivamente en diversos machones; el piso lleva dos machos cónicos, que entrarán en las hembras correspondientes colocadas en las bases, para guiar el cajón á su posición justa; el intersticio que queda entre el fondo del cajón y la base será llenado, como con tanto éxito se ha efectuado en la represa de Assuan y otras partes, con mortero de cemento inyectado, para lo cual se han dispuesto los

correspondientes tubos de inyección y escape. Los dos cuerpos del machón están unidos superiormente por vigas ancladas en la albañilería.

El pedraplén antedicho, que debe detener el terraplén de arena fina que se terminará por una capa interpuesta de tierra arcillosa de los dragajes, se constituirá colocando en vista del oleaje, de preferencia el material grueso hacia el lado del mar, en forma algo regular, y disminuyendo las dimensiones de las piedras hacia tierra; los taludes que lo limitan han sido proyectados á 40 grados.

**Machones reforzados.**

Para obtener la rigidez longitudinal, importante por razón de los movimientos sísmicos, se ha intercalado cada 80 ó 90 metros machones reforzados, representados en los planos ser. D núms. 3 y 4. Consisten, en sus líneas generales, en dos machones distantes de 7 metros de eje á eje que se han hecho solidarios, y en consecuencia rígidos en el sentido longitudinal, por medio de un alma de concreto armado que se intercala entre los dos cuerpos que los constituyen.

El molde que servirá para la formación de este macizo de concreto armado, quedará constituido lateralmente por vigas que se enrielarán en los fierros U, implantados con este fin en la albañilería de los cuerpos de los machones, y su fondo, en parte constituido por las bases de éstos, se completará en la parte central por un fondo de madera; á este cajón se bajará la armadura del alma, se llenará de piedras, y por medio de tubos de inyección colocados de antemano se impregnará de mortero.

**Superestructura.**

Después de hecho el enrocado sobre los machones descritos, cargados previamente para evitar sentamientos ulteriores del fondo que puedan originar tensiones anormales en ella, se construye á 2 metros sobre el nivel medio para dejar espacio al oleaje, la superestructura —ser. D núms. 6 y 7—constituida por 7 vigas de concreto armado que llevan el piso correspondiente del mismo material y completan con él 1,50 metro de alto; estas armaduras son análogas al sistema Melan, mixtas de vigas rígidas y fierros redondos, que dejando buena repartición del material permiten economizar andamiajes para los moldes que pueden colgarse de la armadura rígida, y tienen para resistir los deslizamientos fierro suficiente, aún sin tomar en cuenta la acción del concreto; se ha completado además atendiendo á los choques, la trabazón de ellas, por una red secundaria.

Sobre el piso van las vías necesarias para el servicio de los malecones, y la pavimentación limitada

por una solera colocada á la cota de 4 metros sobre el nivel medio, que lleva dos pies de las grúas de portal, y deja salientes los machones para recibir los choques de los buques, para ubicar las bitas permitiendo la libre translación de las grúas, y alojar las escaleras de servicio (1).

**Malecón de ocho metros.**

Si hubiera necesidad de disminuir las sumas invertidas, podría ejecutarse el malecón de 8 metros indicado en el plano ser. E núm. 1, resolución no aconsejable á juicio del infrascrito; se ha aceptado, en general, en éste, los principios del tipo descrito, y se ha suprimido, aprovechando la menor profundidad, el uso de la campana de aire comprimido, y se ha podido disminuir sin sacrificio de la estabilidad las dimensiones de los machones, sosteniendo por un tabique la parte superior del terraplén.

**Enrocados**

Los enrocados de defensa, que limitan los terraplenes, cuya ubicación y trazado aparece en el plano ser. B núm. 2, se dividen en dos grupos: los que han de construirse en las dársenas, en que se incluye el que está á la cabeza del espigón de ejecución

(1) Estabilidad y resistencia.—Se ha calculado los empujes de las tierras por el método de Boussinesq con los coeficientes de las tablas recientemente publicadas por M. Résal, y se ha atendido en primer lugar á la resistencia al resbalamiento, á cuya deficiencia se atribuyen accidentes como los de los kidderpurdocks de Calcuta, de los malecones de Southampton, de los del Escalda al sur de Amberes y otros.

Aún aceptando considerables descensos en el ángulo de talud natural del material de relleno, que pueden, según se ha dicho en el Capítulo II de la Primera Parte, en cierta medida considerarse el efecto pasajero de los movimientos sísmicos, y tomando en cuenta que parte del terraplén queda sumergida, la resistencia indicada queda asegurada; pues con ángulos medios de frotamiento de 30 y 18 grados en el relleno y contando sólo con un coeficiente de frotamiento de 0.60 en el fondo mejorado de la base del pedraplén, los coeficientes de seguridad de éste serían 3 y 2, respectivamente,—que dejan margen al frotamiento para descender á 0.20 y 0.30—y la seguridad del machón cercana al duplo de estas cifras. La presión en la base del machón con la sobrecarga máxima y los empujes correspondientes á los ángulos indicados, es como de 3½ y 4 kilos por centímetro cuadrado, respectivamente.

El muro vertical continuo que presentaría la seguridad 2, debería tener aún sin tomar en cuenta el mayor nivel á que puede alcanzar del lado de tierra el agua en este tipo, unos 9 metros de espesor, como se ha dado á algunas de las últimas construcciones de él.

Los cálculos correspondientes á la superestructura de concreto armado, han sido efectuados según las normas oficiales de Prusia, suponiendo las vigas para el de su parte central, apoyadas en sus extremos, y para el de sus extremidades, además empotradas por la acción de las acumulaciones de mercaderías que impiden las deformaciones.

La tasa de trabajo de la armadura rígida durante la construcción, antes de que el concreto haya fraguado, no pasa de 400 kilogramos por centímetro cuadrado, para limitar las deformaciones; con el peso de la pavimentación y la sobrecarga de 7 000 kilos por metro cuadrado ya indicada, la tasa de trabajo en los fierros redondos no llega á 1 000 kilos y en la armadura rígida es algo superior; el concreto que estando bien encerrado puede admitir una gran compresión no alcanzaría á trabajar á 70 kilos por centímetro cuadrado aún despreciando su resistencia á la tracción, y para ponerse á cubierto de posibles discontinuidades, también la del piso.

En éste se ha admitido tensiones máximas de 1 000 kilogramos en el fierro y compresiones de 40 kilogramos en el concreto, suponiendo la posibilidad de no poder ejecutar simultáneamente todo el piso y de tener que fraccionar los paños.

inmediata; y los 700 metros, que frente al Pueblo actual han de construirse en el ante-puerto, en que se comprende el del malecón secundario.

Los primeros serían formados á medida que se avanzan los terraplenes, que convendría concluir por material que impida el paso de las arenas finas, y quedarían constituidos por un revestimiento, que con el material interpuesto completaría unos 3 metros, con talud de 1: 2 debajo del agua y de 2: 3 encima, donde se puede trabajar en seco; se compondrán del material de más reducidas dimensiones del lado de los terraplenes y con las piedras mayores del lado del Puerto.

Los segundos han de ser construidos en aguas menos abrigadas, y probablemente no será prudente levantar los terraplenes sin defensa sino hasta unos 5 metros debajo del nivel medio, cota hasta la cual la defensa sería la descrita; sobre este terraplén hasta la cota de 1 metro encima de este nivel, irá un pedraplén de 2: 1 de talud exterior y de 2: 3 interior, limitado por una capa de tierra arcillosa y revestido exteriormente por 2 metros de enrocado; á medida que se avance con la construcción de este pedraplén, se rellenará detrás de él, y se completará el terraplén hasta la cota de 4 metros sobre el nivel medio, defendiéndolo por un enrocado de 2: 3 de inclinación, análogo al descrito en las dársenas.



## CAPITULO IV

### Muelles Principales

Trazado y tipo.—Infraestructura.—Machón cabecero.— Superestructura.— Protección

*Planos: ser. F núms. 1 á 10.*

#### Trazado y tipo

Los muelles principales tienen su situación determinada en los planos ser. B núms. 1 y 2; aunque ellos no quedan como se ha dicho incluidos en las obras inmediatas, que han debido reducirse al minimum necesario para esperar el porvenir; si se desea dar á éstas mas extensión, puede desde luego construirse alguno, y para facilitar este ensanche de las obras del Puerto, se ha proyectado los muelles aprovechando en lo posible los elementos de construcción del malecón.

En el proyecto general se ha previsto muelles rectos de 200 metros de largo accesibles por sus dos lados en toda su longitud, que tienen, como se ve en el plano ser. F núm. 1, la base á 11 metros bajo el nivel medio y la superestructura á 4 encima de él, como los malecones, y llevan sobre un ancho de 16 metros cuatro vías, las exteriores destinadas principalmente á la carga y descarga y las interiores á la movilización del equipo; todas capaces de soportar las locomotoras reglamentarias de 120 toneladas.

Sobre las dos grandes vigas que limitan lateralmente la superestructura, van los pies de las grúas de portal destinadas á las múltiples maniobras, que dispuestas en esta forma, podrán moverse libremente cualesquiera que sea la situación del equipo.

Como se ve en los planos ser. F núms. 2 y 3, cada 13 metros van machones semejantes á los del malecón, cuyas bases que también se ha supuesto que vayan sobre fondo mejorado, miden 5 por 17 metros y tienen 2,50 de alto, y pueden ser construidas bajo las mismas campanas de aire comprimido, usadas para la construcción de los malecones principales.

Sobre estas bases van dos cuerpos, construidos

#### Infraestructura

también en cajones idénticos á los representados en el plano ser. F núm. 7 (ser. D núm. 5). cuya solidaridad se ha perfeccionado en esta construcción, que no está espaldeada por un pedraplén, para hacerlas más resistentes á los choques laterales de los buques, por la intercalación de un alma de concreto armado, análoga también á la de los machones reforzados de los malecones, que se construirá de la misma manera dentro de un cajón.

#### Machón cabecero

También para mayor rigidez longitudinal se ha previsto machones reforzados; se ha representado en los planos ser. F núms. 4, 5 y 6 los machones cabeceros constituidos por 3 machones corrientes colocados longitudinalmente, solidarios por un cuerpo intermedio análogo á los indicados y por una cubierta de concreto armado; sólidamente anclada y empotrada en ellos va la construcción de detención de trenes en que tomarán apoyo los topes mecánicos respectivos.

#### Superestructura

En sentido transversal colocada sobre los machones hay una viga compuesta, que sobresale de éstos para llevar en sus extremos las vigas también compuestas, que soportan los pies de las grúas de portal y pueden, si la defensa cede, recibir los choques de los buques, cuya rigidez en las dos direcciones se ha aumentado con un relleno de concreto con su armadura y un refuerzo lateral; sobre esas mismas vigas transversales van los cuatro pares de longuerinas para las líneas férreas, dibujadas en el plano ser. F núm. 3, en una sección corriente sin cruzamientos de vías; finalmente estas vigas repartirán sobre los machones las cargas rodantes y transmitirán á ellos, por las anclas verticales embutidas en la albañilería, los choques laterales de los buques.

No se ha proyectado la superestructura de concreto armado, porque no hay que prever en los muelles, por la destinación de la construcción tan grandes acumulaciones como las que se ha previsto en los malecones; sino que principalmente cargas concentradas localizadas en las vías, y ha sido suficiente colocar un piso de madera. (1)

#### Protección

A cada lado de los muelles se ha proyectado una protección elástica contra los choques, de *greenheart* ú otra madera resistente á la broma, constituida por una viga que corre á nivel de la superestructura, que frente á cada machón va apernada á pilotes,

(1) Estabilidad y resistencia.—La presión máxima sobre el fondo, suponiendo locomotoras de 120 toneladas en las cuatro vías y la grúa sobre el mismo machón, es poco más de 3 kilogramos por centímetro cuadrado; el fierro de las vigas trabaja como á 800 kilogramos, cifra aceptada en vista de las pequeñas velocidades de las cargas.

cuyos extremos servirán de bitas, que transmitirán los choques de compresión aminorados por su elasticidad, primeramente á topes á la altura del nivel medio, el excedente, si éstos son mayores, á la parte superior de los machones, los choques fuertes entre machones á las vigas especiales laterales que sirven para las grúas, y los esfuerzos de tracción por medio de cadenas como compresiones á los pilotes opuestos; así mismo, como se vé en los detalles del plano ser. F núm. 9, los pilotes transmiten los esfuerzos longitudinales.

Finalmente en los planos ser. F núms. 9 y 10, aparecen las defensas cabeceras también de madera, para amortiguar los choques de los buques y cuyas deformaciones quedan limitadas por topes colocados en el machón cabecero. Esta construcción, muy bien situada, ha sido aprovechada para ayudar las maniobras de los buques y al efecto se ha dispuesto en ella un Duque-de-Alba.



## CAPITULO V

### Muelle y Malecón Secundario

Trazado y tipo. — Muelle secundario. — Malecón secundario.

*Planos:* ser. G núms. 1 á 6 y ser. H núms. 1 y 2.

#### Trazado y tipo

Como se ha expresado en el Capítulo I, se ha proyectado algunas obras de poco aliento y de rápida ejecución que construídas desde el primer momento, darían salida al Ferrocarril durante la construcción del Puerto, y servirían para el desembarque de los materiales. Esto antes de construir el molo exterior, sólo era posible en las cercanías de los muelles actuales, la parte más abrigada de la Poza, y ahí para el atraque directo de los buques no habría seguridad, por la configuración de ésta, ni á un malecón, á causa del oleaje, ni á un muelle, por la corriente. Quedaban, pues, indicadas obras para lanchas que, construído el Puerto, se destinarían al desembarque de mercaderías surtidas, dadas sus relaciones con el terreno de la Aduana como se ve en el plano ser. I núm. 1.

Las obras, cuyo trazado se puede consultar en los planos ser. I núm. 1 y ser. B núm. 1, se componen de un muelle de 13,20 metros de ancho y de 50 á 55 metros de longitud, como aparece en el plano ser. G núm. 2, que aprovecha la plataforma submarina situada en esta parte y que se prolonga hasta llegar á la pendiente fuerte que acusan las curvas de nivel, accesible en toda su longitud por sus dos lados, y de 50 metros de malecón discontinuo á cada lado de éste.

#### Muelle secundario

Ha debido tenerse en cuenta la necesidad de recibir en el muelle desde luego las vías del Ferrocarril y grúas de portal, y que en definitiva éste está destinado principalmente á vías de trocha angosta, para el transporte de las mercaderías á los almacenes de la Aduana.

La infraestructura del muelle, como se ve en los planos ser. G núms. 1 y 2, está constituída por cepas distantes de 5 metros, de 6 pilotes, unidos al nivel de 1 metro y en la parte superior por vigas de



concreto armado con consolas terminales, que se detallan en los planos ser. G núms. 4 y 5, que para la rigidez transversal en la parte inferior del paño central, menos expuesta á las olas, tienen un muro lleno. No siendo prudente confiar, dada la sobrecarga pesada, solo en la resistencia de frotamiento de los pilotes clavados en la arcilla, que indican los sondajes debajo de la delgada capa de arena, se ha dispuesto un dragaje hasta la cota de 7 metros en la cabeza y 5 en el arranque del muelle, y proyectado un ensanche en los pilotes en estas cotas constituido por conos de concreto armado de sección cuadrada detallados en el plano ser. G núm. 6, que se introducirán, guiados por los pilotes, en concreto amontonado al pié de éstos, y que se hará solidarios de ellos por una envoltura de concreto, constituido por mortero de cemento puro inyectado en el ripio, y armado con una espiral de fierro, que protege los pilotes por sí mismos resistentes, del mismo material, perfil B (doble T de alas anchas, sistema Grey).

La presión sobre el suelo es suficientemente pequeña para que no haya necesidad de mejoramiento inferior de arena, y aún la marcha de la clavadura indicará la carga que pueden soportar los pilotes y si es prudente economizar la colocación del concreto y reemplazarlo por arena; el relleno se completaría con arena cubierta si es necesario por material más grueso.

La solidaridad de las cepas para la rigidez longitudinal, se obtiene por la superestructura y principalmente por las vigas bajo grúa, que envueltas en concreto, van sobre las consolas terminales de las vigas transversales, como se ve en los planos ser. G núms. 1 y 6, y que, como aparecen en el plano ser. G núm. 2, transmiten los esfuerzos á las diversas cepas y principalmente á las del arranque empotrado en el terreno, á las combinadas en el medio y á la construcción cabecera, que se ve en el plano ser. G núm. 3, que como las demás partes de la construcción presenta poca superficie de ataque al oleaje.

La superestructura queda constituida por estas vigas longitudinales, que llevan los piés de las grúas de portal, por vigas metálicas, fáciles de trasladar y colocar en la situación definitiva conveniente, que se apoyan sobre las vigas transversales de las cepas y queda completada por un piso de madera (1).

(1) Estabilidad y resistencia.—Aún sin contar la resistencia de frotamiento de los pilotes—que estando cargados como con 38 toneladas, sobrepasa esta cifra, según los datos de clavadura de los pilotes del pequeño muelle vecino en construcción—la presión que los conos de ellos por medio del concreto transmitirían al fondo, es como de 1 kilogramo por centímetro cuadrado.

El concreto armado de las vigas transversales de las cepas, en las más

A la cabeza del muelle hay una construcción de defensa de madera, representada en el plano ser. G, núm. 3, de *greenheart* ú otra clase análoga resistente á la broma, para recibir los choques de las embarcaciones menores y aún de los buques; á cada lado del muelle unidas á las cepas hay protecciones de madera para las lanchas; éstas, como la defensa cabecera, terminan en bitas.

En los planos ser. H núms. 1 y 2 se ha representado el malecón secundario (En el plano ser. H núm. 1 aparecen dos cortes del núm. 2, éste número pertenecía á la serie primitiva, y al elegir los planos para la reproducción se ha olvidado suprimir esa indicación).

La construcción, que no tiene la importancia del muelle secundario, pues el oleaje dificultará el atraque de las lanchas, queda constituida por un talud para aminorar éste, aquí como en los demás contornos del ante-puerto y por cepas análogas á las del muelle, sobre las cuales van las vías de las grúas que transportan las mercaderías á tierra firme y el piso, que restringido á servir como puente de servicio, podría ser discontinuo; además, de distancia en distancia hay escaleras para pasajeros.

desfavorables hipótesis de deformación, trabaja como á 800 kilogramos por centímetro cuadrado en el fierro y á 30 kilogramos de compresión en el concreto.

La ferretería de la superestructura trabaja como á 900 kilogramos, con carros de 50 toneladas ó con sobrecarga de 1 800 kilogramos por metro cuadrado.

### Malecón secundario

## CAPITULO VI

### Obras de la Ciudad

Extendimiento de la Ciudad.—Obras en el Pueblo actual; recinto de la Aduana.—Obras de ejecución inmediata y postergables; habitaciones para el personal.

*Planos:* ser. B núm. 1, y ser. I núms. 1 á 3.

#### Extendimiento de la Ciudad

En la imposibilidad de que toda la población futura quepa en la pequeña depresión que ocupa el Pueblo actual, de sólo unos 700 habitantes, encerrada al Sur por dunas sueltas y al Norte por faldas de cerro muy pendientes, es necesario reservar con este objeto, la extensión de lomajes suaves ya suficientemente consolidados, que están contiguos á las obras del Puerto y que pueden verse en el plano ser. B núm. 1; aquí se construirían desde luego, como ha debido hacerse en casos análogos, las habitaciones del personal y los operarios ocupados en la construcción de las obras, que después servirían para los de la explotación del Puerto, quedando el Pueblo actual para la población que se relaciona más directamente con la Aduana.

La extensión que se ha indicado con este objeto es de unas 75 hectáreas, suficiente para unos 15 000 habitantes con una densidad media de 200 por hectárea algo superior á la de Santiago; de estas hectáreas como un 40% es ocupado por las plazas y las vías de comunicación principales y secundarias; además se ha indicado una vía de extendimiento en la plataforma de la Placilla situada al Este del Pueblo actual, entre los dos esteros que forman la quebrada de San Antonio; quedaría todavía la posibilidad de extender más la población en los contornos del Pueblo, aprovechando las mejoras indicadas en la subida del camino á Cartagena, aguas arriba de los esteros, y en los nuevos barrios hacia el interior, como también se ha indicado en el plano.

Se ha creído necesario estudiar desde luego las vías y terrenos que aseguran la buena disposición de la Población, en orden á la explotación del Puerto y á la fácil comunicación entre los nuevos barrios, dejando pendientes convenientes para el

tráfico y el establecimiento de los desagües, porque es fácil asegurar ahora que el terreno está libre, el buen desarrollo futuro de San Antonio, y corregir después los vicios de desarrollo de las poblaciones es, según lo ha demostrado la experiencia en todos los países, demasiado difícil si no imposible, como se ve en gran parte de los cerros de Valparaíso; á estas cuestiones del desarrollo de las poblaciones se da modernamente una importancia creciente, como lo demuestran los numerosos reglamentos pertinentes de las ciudades europeas.

Las vías principales que se ha previsto son: la que baja con pendiente suave desde tierra adentro á la parte de San Antonio que ocupa el Pueblo actual; la que desde el interior conduce á los barrios nuevos, atraviesa la Placilla y facilita su edificación;

la vía que corre á lo largo del Puerto desde el Pueblo actual hasta el Sauce, con cota de 5 á 6 metros sobre el nivel del mar, y que es necesaria para la explotación de él;

las subidas de pequeña pendiente, que comunican esta vía con los nuevos barrios; y

las que encierran la plataforma ocupada por ellos, que se extiende desde la cota de 15 metros sobre el mar hasta la cota de 50 metros, vías á nivel y vías de unión entre éstas con pendientes suaves.

En la plataforma de los nuevos barrios se ha subdividido dos de las fracciones en que queda dividida por las vías principales, trazando manzanas regulares cuyas diagonales están según las líneas de mayor pendiente, para facilitar el tráfico y los desagües; se ha diferenciado las calles dejando algunas con pendientes más suaves y más anchas especialmente destinadas á las corrientes de tráfico, y otras menos anchas y más abrigadas del viento.

Para el servicio de pasajeros de estos nuevos barrios conviene establecer al pié de la subida Norte una estación de Ferrocarriles.

En cuanto á las obras en la Ciudad actual y el recinto del Puerto contiguo al muelle y malecón secundario, para poder ver su relación con los edificios actuales y apreciar el cambio de la Ciudad, á consecuencia de extraer para formar parte de los terraplenes del Puerto la duna que cubre la Plaza, se reproduce del plano original la extensión correspondiente, ser. I núm. 1. En él está indicada la regularización de la vía principal de San Antonio y de la plaza terminal cuya cota será como de 8,50 metros, y desde la cual hay dos bajadas á los terrenos del Puerto; junto al pié de una de ellas se en-

Obras en el Pueblo actual; recinto de la Aduana

contrará una estación secundaria de pasajeros. Los terrenos contiguos destinados á la mercadería surtida de Aduana, habrán de estar dotados de las vías de trocha angosta, necesarias para la comunicación local entre los desembarcaderos y las bodegas y depósitos de Aduana; fuera de las comunicaciones directas con el Ferrocarril, indicadas en el plano; para disponer las cuales con radios convenientes, ha habido de darle al recinto de la Aduana, las dimensiones que tiene.

Para conducir los esteros que atraviesan estos terrenos se ha proyectado un cauce de una luz que cruza la vía principal de San Antonio, y otro terminal de dos luces desde la confluencia hasta el mar, que se ha dimensionado por las indicaciones y medidas indirectas; aunque el mayor aforo—18 de julio de 1907—fué sólo 4 metros cúbicos.

Obras de ejecución inmediata y postergables; habitaciones para el personal.

En los planos ser. B núms. 1 y 4 y ser. I número 1 se ha indicado el límite de la expropiación de los terrenos destinados á la construcción del Puerto, como se ha expresado en el Capítulo I; y se ha incluido en el Presupuesto sólo obras que están dentro de ese límite; las obras de extensión de la Ciudad y las nuevas vías de acceso desde el interior no han sido pues incluídas; pero si, figuran en él las habitaciones para el personal que ocuparán tres de las manzanas subdivididas y la superficie ocupada con los caminos de acceso—7.4 hectáreas—habrá de ser considerada en el conjunto de la expropiación; los planos ser. I núms. 2 y 3, indican la disposición de las construcciones de acuerdo con las prescripciones reglamentarias y las condiciones especiales de la localidad, viento, etc.; una manzana es destinada á empleados, plano núm. 3 y contiene 50 casitas independientes, algunas de las cuales tienen salida directa á la calle y otras a un patio común, de las primeras algunas podrían ser utilizadas como almacén; dos son de habitaciones para obreros y tienen siete pasajes de 14 casitas, cuya pieza grande podrá ser subdividida por construcciones ligeras, según su destino, y están limitadas por dos filas de casitas independientes que dan á la calle pública, de las que algunas pueden usarse para almacenes, carnicerías, etc.

Los estudios detallados de la Ciudad deberán efectuarse en vista de los propósitos relativos á expropiación total ó parcial, cesión ú otros convenios con los propietarios; sin embargo, con vendría habilitar desde luego, conjuntamente con las obras del Puerto, los caminos que rodean los barrios subdivididos y las vías de comunicación con el Pueblo actual y la

carretera de Melipilla; pero apesar de que estas vías garantizarían en general el buen desarrollo futuro de la Población, quedaría á la autoridad encargada de dirigir las líneas de edificación, la tarea de vigilar en vista de la orientación del desarrollo de la Ciudad, la buena subdivisión de los barrios nuevos, y la adecuada extensión en la Placilla, en los contornos del pueblo y más al interior de la plataforma indicada, si hubiera necesidad de ello. Ha de prestarse también especial atención á que las dunas sueltas, principalmente las situadas entre el Pueblo actual y los nuevos barrios, sean plantadas para evitar que la arena sea arrastrada por el viento, y aprovecharlas como parques.

Finalmente convendrá á medida que vaya avanzando la edificación y pavimentación de las vías, colocar las alcantarillas públicas de desagües según un plan general, evitando de esta manera gastos inútiles, y asimismo no conviene diferir el establecimiento de la provisión de agua potable y su distribución.



## CAPITULO VII

### Presupuesto

Orden y plazo de ejecución.—Condiciones de pago.—Presupuesto separados de las diversas obras.—Obras inmediatas.—Obras futuras.—Expropiaciones, extensión de la Ciudad y obras complementarias.

#### Orden y plazo de ejecución.

Construído el camino de acceso á las canteras, puestas ellas en explotación y habilitado el muelle secundario para el desembarque de materiales, se construirá el enrocado que constituye el molo lateral y el de infraestructura del molo de abrigo, avanzando mientras tanto las faenas de bloques artificiales. Concluído el molo lateral, avanzará el titán sobre él, para principiar á colocar estos bloques, conducidos desde las faenas de la playa por vías férreas colocadas sobre dicho molo, en la superestructura del de abrigo; suficientemente avanzada esta obra, se iniciarán las faenas de los machones del malecón principal y se comenzará á formar los terraplenes, hasta terminar los enrocados menores y de más obras.

El plazo necesario para la terminación de todas, se puede apreciar en unos cuatro años.

#### Condiciones de pago.

El Presupuesto está hecho, supuestas las condiciones ordinarias de pago, como abonos á cuenta en vista de las situaciones de trabajos ejecutados y materiales acopiados, retenciones, garantías, liberaciones de derechos de aduana para los materiales importados, entrega de los terrenos indicados en los planos sin cargo para los constructores, etc. Se ha aceptado que se proporeionará para la construcción draga y grúa flotante, y se ha incluido una partida para la compra de una grúa de 50 toneladas, que serviría después en la explotación del Puerto.

Presupuestos separados de las diversas obras

A continuación se encuentra un extracto de los presupuestos separados de las diversas obras, referidos á los planos respectivos y á los capítulos correspondientes de la Memoria:

Molo lateral  
Molo de abrigo  
Malecón principal  
Terraplenes y enrocados menores  
Muelle secundario  
Malecón secundario y  
Obras en la Ciudad.

Respecto á él caben las siguientes observaciones:

*Moneda.*—Los valores están expresados en pesos de 18d.

*Precios.*—En los precios se incluyen, ganancias, riesgos, intereses, etc. y también las diversas manos de obra y gastos de ejecución como costo del cajón de aire comprimido para la albañilería, alisamiento de paramentos, etc., etc.

*Calidades.*—Las calidades de los materiales y los modos de ejecución satisfacen las exigencias usuales de los Pliegos de Condiciones.

*Cubicaciones.*—La cubicación de los enrocados y movimientos de tierra es hecha según los perfiles de las obras, incluyendo huecos.

*Albañilería.*—En este término se ha comprendido tanto la mampostería de bolones como el concreto. En el Presupuesto se ha supuesto este último material, expresando en cada ítem su dosis, primeramente los kilogramos de cemento por metro cúbico de arena y en seguida la proporción de volúmenes, de mortero á piedra. La elección entre el concreto y la mampostería de bolones dependerá del curso de los jornales y del mercado de los materiales.

Podrá colocarse piedras grandes en el cuerpo del concreto, bien envueltas por éste, y queda la posibilidad de reemplazar parte del cemento por *trass* (puzolana).



| REFERENCIAS                              | ESPECIFICACIÓN DE LAS OBRAS  | Unidades       | CANTIDADES | Precios unitarios | S U M A S    |              |                     |
|--|--|----------------|------------|-------------------|--------------|--------------|---------------------|
|  |  |                |            |                   | Parciales    | Auxiliares   | Totales             |
| Seg. Parte<br>Cap. III<br>ser. B, núm. 2 | <b>MALECON PRINCIPAL</b><br>Mejoramiento del suelo.—COSTO POR LUZ.                   |                |            | Oro de 18 d.      | Oro de 18 d. | Oro de 18 d. | Oro de 18 d.        |
|  | Dragaje desde 10 hasta 18 metros debajo del N. M.....                                | m <sup>3</sup> | 3 360      | \$ 1              | \$ 3 360     |              |                     |
|  | Relleno de arena—sobrecarga y dragado de ella .....                                  | »              | 3 000      | 1,50              | 4 500        |              |                     |
|  | Cubierta de enrocado debajo del machón.....  | »              | 360        | 4                 | 1 440        | \$ 9 300     |                     |
|  | <i>Costo de 53 luces.....</i>  |                |            |                   |              |              | \$ 492 900          |
|  | <b>Machones ordinarios.—COSTO POR CADA UNO.</b>                                      |                |            |                   |              |              |                     |
| ser. D, núms. 1 y 2<br>ser. D, núm. 5    | Base: albañilería (revestimiento de 0,50 metros 600—2 : 3; núcleo 400—1 : 2).....    | »              | 228        | 68                | 15 504       |              |                     |
|  | Fondo de los cajones: concreto armado : concreto (600—2 : 3).....                    | »              | 6,4        | 42                | 268,80       |              |                     |
|  | fierro rígido.....   | kg.            | 2 200      | 0,35              | 770          |              |                     |
|  | » redondo .....  | »              | 300        | 0,35              | 105          |              |                     |
|  | fierro fundido.....  | »              | 1 200      | 0,30              | 360          |              |                     |
|  | mortero de relleno inferior (1 200).....   | m <sup>3</sup> | 10,8       | 70                | 756          |              |                     |
| ser. D, núms. 1 y 2                      | Cuerpos: albañilería (revestimiento de 0,50 metros 600—2 : 3; núcleo 400—1 : 2)..... | »              | 435        | 38                | 16 530       |              |                     |
|  | piedra á media talla.....  | »              | 14,3       | 80                | 1 144        |              |                     |
|  | fierro : perfiles.....   | kg.            | 4 270      | 0,25              | 1 067,50     |              |                     |
|  | tubos, anillos, escalas, etc.....  | »              | 2 100      | 0,50              | 1 050        |              |                     |
|  | albañilería de relleno (350—1 : 2) .....   | m <sup>3</sup> | 35         | 24                | 840          |              |                     |
|  | Carga previa.....  |                |            |                   | 1 000        | 39 395,30    |                     |
|  | <i>Costo de 39 machones ordinarios.....</i>  |                |            |                   |              |              | 1 536 416,70        |
|  | <b>Machones reforzados con su superstrucutura.—COSTO POR CADA UNO.</b>               |                |            |                   |              |              |                     |
| ser. D, núms. 3 y 4<br>ser. D, núm. 5    | Base: albañilería (revestimiento de 0,50 metros 600—2 : 3; núcleo 400—1 : 2).....    | »              | 460        | 68                | 31 280       |              |                     |
|  | Fondo de los cajones: concreto armado: concreto (600—2 : 3).....                     | »              | 12,6       | 42                | 529,20       |              |                     |
|  | fierro rígido.....   | kg.            | 4 400      | 0,35              | 1 540        |              |                     |
|  | » redondo.....   | »              | 600        | 0,35              | 210          |              |                     |
|  | fierro fundido.....  | »              | 2 400      | 0,30              | 720          |              |                     |
|  | mortero de relleno inferior (1200).....  | m <sup>3</sup> | 21,6       | 70                | 1 512        |              |                     |
| ser. D, núms. 3 y 4                      | Cuerpo, alma intermedia y superstrucutura:   |                |            |                   |              |              |                     |
|  | albañilería (revestimiento 600—2 : 3; núcleo 400—1 : 2).....                         | »              | 1 030      | 38                | 39 140       |              |                     |
|  | piedra á media talla.....  | »              | 42         | 80                | 3 360        |              |                     |
|  | concreto armado: concreto (mortero 1 200).....                                       | »              | 191        | 50                | 9 550        |              |                     |
|  | fierro rígido .....  | kg.            | 6 700      | 0,35              | 2 345        |              |                     |
|  | fierro: perfiles, etc.....   | »              | 32 000     | 0,25              | 8 000        |              |                     |
|  | tubos, anillos, escalas, etc.....  | »              | 4 800      | 0,50              | 2 400        |              |                     |
|  | concreto entre vigas de la superstrucutura (600—2 : 3).....                          | m <sup>3</sup> | 53         | 42                | 2 226        |              |                     |
|  | chapa (600).....   | »              | 8          | 55                | 440          |              |                     |
|  | solera.....  | »              | 11,5       | 140               | 1 610        |              |                     |
|  | Carga previa.....  |                |            |                   | 1 500        | 106 362,20   |                     |
|  | <i>Costo de 9 machones reforzados .....</i>  |                |            |                   |              |              | 957 259,80          |
| ser. D, núms. 6 y 7                      | <b>Superstrucutura.—COSTO POR LUZ</b>  |                |            |                   |              |              |                     |
|  | Concreto armado : concreto (600—2 : 3).....  | »              | 114        | 42                | 4 788        |              |                     |
|  | fierro rígido.....   | kg.            | 16 800     | 0,35              | 5 880        |              |                     |
|  | » redondo .....  | »              | 18 300     | 0,35              | 6 405        |              |                     |
|  | Chapa (600).....   | m <sup>3</sup> | 10         | 55                | 550          |              |                     |
|  | Solera .....   | »              | 6          | 140               | 840          | 18 463       |                     |
|  | <i>Costo de 46 luces .....</i>   |                |            |                   |              |              | 849 298             |
| ser. D, núm. 1                           | <b>Bitas.—COSTO POR CADA UNA</b>   |                |            |                   |              |              |                     |
|  | Fierro fundido.....  | kg.            | 1 350      | 0,30              | 405          |              |                     |
|  | » perfiles.....  | »              | 1 300      | 0,30              | 390          |              |                     |
|  | » anclas, etc.....   | »              | 600        | 0,50              | 300          | 1 095        |                     |
|  | <i>Costo de 32 bitas.....</i>  |                |            |                   |              |              | 35 040              |
| ser. D, núm. 8                           | <b>Escaleras.—COSTO POR CADA UNA</b>   |                |            |                   |              |              |                     |
|  | <i>Costo de 2 escaleras.....</i>   |                |            |                   |              | 3 500        | 7 000               |
|  |  |                |            |                   |              |              | <b>3 877 914,50</b> |

| REFERENCIAS                                      | ESPECIFICACIÓN DE LAS OBRAS   | Unidades       | CANTIDADES | Precios unitarios | SUMAS        |              |                  |
|--|---|----------------|------------|-------------------|--------------|--------------|------------------|
|  |   |                |            |                   | Parciales    | Auxiliares   | Totales          |
|  | <b>TERRAPLENES Y ENROCADOS MENORES</b>  |                |            | Oro de 18 d.      | Oro de 18 d. | Oro de 18 d. | Oro de 18 d.     |
| Seg. Parte<br>Cap. I y III<br>ser. B, núm. 2 y 3 | <b>Terraplenes.</b>   |                |            |                   |              |              |                  |
|  | Provenientes de dragajes.....   | m <sup>3</sup> | 675 000    | \$ 0,50           | \$ 337 500   |              |                  |
|  | » » cortes.....   | »              | 2 125 000  | 0,80              | 1 700 000    |              | \$ 2 037 500     |
| ser. B, núm. 2                                   | <b>Enrocados.</b>   |                |            |                   |              |              |                  |
|  | Pedraplén del malecón principal—inclusive tierra arcillosa.....   | »              | 132 000    | 5                 | 660 000      |              |                  |
|  | Enrocados de defensa, inclusive tierra arcillosa, escombros, etc.   | »              | 65 800     | 4                 | 263 200      |              |                  |
|  | En las dársenas, 985 metros corridos.....   | »              | 99 100     | 4                 | 396 400      |              | 1 319 600        |
|  |   |                |            |                   |              |              | <b>3 357 100</b> |
| Seg. Parte<br>Cap. V<br>ser. C, núms. 2 a 6      | <b>MUELLE SECUNDARIO</b><br>(longitud 9 x 5 + 5 metros)   |                |            |                   |              |              |                  |
|  | Dragaje.....  | m <sup>3</sup> | 2 900      | 1                 | 2 900        |              |                  |
|  | Pilotaje.....   | kg.            | 41 900     | 0,35              | 14 665       |              |                  |
|  | Concreto bajo conos.....  | »              |            |                   | 7 000        |              |                  |
|  | Fierro: perfiles, palastro, etc.....  | »              | 50 100     | 0,35              | 17 535       |              |                  |
|  | anclas, pernos, etc.....  | »              | 6 000      | 0,60              | 3 600        |              |                  |
|  | Concreto armado: concreto (600—2 : 3).....  | m <sup>3</sup> | 244        | 50                | 12 200       |              |                  |
|  | » (mortero de cemento puro).....  | »              | 160        | 70                | 11 200       |              |                  |
|  | » fierro redondo.....   | kg.            | 37 900     | 0,40              | 15 160       |              |                  |
|  | Roble pellín.....   | m <sup>3</sup> | 85         | 50                | 4 250        |              |                  |
|  | Greenheart.....   | »              | 25         | 250               | 6 250        |              | 94 760           |
|  |   |                |            |                   |              |              | <b>94 760</b>    |
| Seg. Parte<br>Cap. V<br>ser. H, núms. 1 y 2      | <b>MALECON SECUNDARIO</b>   |                |            |                   |              |              |                  |
|  | Dragaje.....  | m <sup>3</sup> | 2 400      | 1                 | 2 400        |              |                  |
|  | Pilotaje.....   | kg.            | 23 800     | 0,35              | 8 330        |              |                  |
|  | Concreto bajo conos.....  | »              |            |                   | 4 400        |              |                  |
|  | Fierro: perfiles, palastro, etc.....  | »              | 62 800     | 0,35              | 21 980       |              |                  |
|  | anclas, pernos, etc.....  | »              | 8 000      | 0,60              | 4 800        |              |                  |
|  | Concreto armado: concreto (600—2 : 3).....  | m <sup>3</sup> | 193        | 50                | 9 650        |              |                  |
|  | » (mortero de cemento puro).....  | »              | 24         | 70                | 1 680        |              |                  |
|  | » fierro redondo.....   | kg.            | 30 400     | 0,40              | 12 160       |              |                  |
|  | Roble pellín.....   | m <sup>3</sup> | 40         | 50                | 2 000        |              |                  |
|  | Cuatro escaleras.....   |                |            |                   | 3 200        |              |                  |
|  | Seis puentes transversales.....   |                |            |                   | 2 340        |              | 72 940           |
|  |   |                |            |                   |              |              | <b>72 940</b>    |
| Seg. Parte<br>Cap. VI<br>ser. I, núm. 1          | <b>OBRAS EN LA CIUDAD</b>   |                |            |                   |              |              |                  |
|  | <b>Cauce</b>  |                |            |                   |              |              |                  |
|  | Excavación, relleno y transporte excedente, inclusive entibadara, etc.....                                    | m <sup>2</sup> | 10 000     | 1,50              | 15 000       |              |                  |
|  | Albañilería, inclusive obras de boca y cámara de visita, chapa, etc. (bóveda 500—2 : 3; resto 400—1 : 2)..... | »              | 3 900      | 40                | 156 000      |              | 171 000          |
| ser. I, núm. 1                                   | <b>Plaza y vía de acceso</b>  |                |            |                   |              |              |                  |
|  | Excavación, relleno y transporte excedente.....   | »              | 25 000     | 1,30              | 32 500       |              |                  |
|  | Muros de retención, albañilería (400—1 : 2).....  | »              | 700        | 30                | 21 000       |              |                  |
|  | Taludes » empedrado.....  | m <sup>2</sup> | 260        | 5                 | 1 300        |              | 64 800           |
|  | Escalera, soleras, rejas, etc.....  |                |            |                   | 10 000       |              |                  |
|  | <b>Pavimentación en la Ciudad y en el Puerto</b>  |                |            |                   |              |              |                  |
|  | Adoquines sobre cama de arena.....  | »              | 60 000     | 6                 | 360 000      |              | 410 000          |
|  | Veredas, soleras, etc.....  |                |            |                   | 50 000       |              |                  |
|  | <b>Habitaciones del personal</b>  |                |            |                   |              |              |                  |
| ser. I, núm. 2                                   | Habitaciones obreras.....   |                |            |                   | 150 000      |              | 325 000          |
| ser. I, núm. 3                                   | » para empleados.....   |                |            |                   | 175 000      |              |                  |
|  |   |                |            |                   |              |              | <b>970 800</b>   |



| REFERENCIAS                              | ESPECIFICACIÓN DE LAS OBRAS  | Unidades       | CANTIDADES | Precios unitarios | SUMAS        |              |              |
|--|--|----------------|------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|
|  |  |                |            |                   | Parciales    | Auxiliares   | Totales      |
| Seg. Parte<br>Cap. IV                    | <b>MUELLE PRINCIPAL</b>  |                |            | Oro de 18 d.      | Oro de 18 d. | Oro de 18 d. | Oro de 18 d. |
| ser. B, núm. 2                           | <b>Mejoramiento del suelo.—COSTO POR LUZ.</b>  |                |            |                   |              |              |              |
|  | Dragaje desde 10 hasta 18 metros debajo del N. M.....  | m <sup>3</sup> | 2 600      | \$ 1              | \$ 2 600     |              |              |
|  | Relleno de arena—sobrecarga y dragado de ella .....  | »              | 1 800      | 1,50              | 2 700        |              |              |
|  | Cubierta de enrocado.....  | »              | 800        | 4                 | 3 200        | \$ 8 500     |              |
|  | Costo de 16 luces.....   |                |            |                   |              |              | \$ 136 000   |
|  | <b>Machones ordinarios.—COSTO POR CADA UNO.</b>  |                |            |                   |              |              |              |
| ser. F, núms. 2 y 3<br>ser. F, núm. 7    | Base: albañilería (revestimiento de 0,50 metros 600—2 : 3; núcleo 400—1 : 2).....                            | m <sup>3</sup> | 213        | 68                | 14 484       |              |              |
|  | Fondo de los cajones: concreto armado : concreto (600—2 : 3).....  | »              | 6,4        | 42                | 238,80       |              |              |
|  | ferro rígido.....  | kg.            | 2 200      | 0,35              | 770          |              |              |
|  | » redondo.....   | »              | 300        | 0,35              | 105          |              |              |
|  | ferro fundido.....   | »              | 1 200      | 0,30              | 360          |              |              |
|  | mortero de relleno inferior (1 200).....   | m <sup>3</sup> | 10,80      | 70                | 756          |              |              |
| ser. F, núms. 2 y 3                      | Cuerpos y alma intermedia: albañilería (revestimiento de 0,50 metros 600—2 : 3; núcleo 400—1 : 2).....       | »              | 464        | 38                | 17 632       |              |              |
|  | piedra á media talla.....  | »              | 16         | 80                | 1 280        |              |              |
|  | concreto armado: concreto (mortero 1 200).....   | »              | 49         | 50                | 2 450        |              |              |
|  | ferro rígido.....  | kg.            | 1 600      | 0,35              | 560          |              |              |
|  | ferro: perfiles, etc.....  | »              | 17 300     | 0,25              | 4 325        |              |              |
|  | tubos, pernos, etc.....  | »              | 2 000      | 0,50              | 1 000        |              |              |
|  | chapa (600).....   | m <sup>3</sup> | 1,5        | 55                | 82,50        | 44 073,30    |              |
|  | Costo de 11 machones ordinarios.....   |                |            |                   |              |              | 484 806,30   |
|  | <b>Machón cabecero con superestructura.</b>  |                |            |                   |              |              |              |
| ser. F, núms. 4, 5 y 6<br>ser. F, núm. 7 | Base: albañilería (revestimiento de 0,50 metros 600—2 : 3; núcleo 400—1 : 2).....                            | »              | 714        | 68                | 48 552       |              |              |
|  | Fondo de los cajones: concreto armado : concreto (600—2 : 3).....  | »              | 19         | 42                | 798          |              |              |
|  | ferro rígido.....  | kg.            | 6 600      | 0,35              | 2 310        |              |              |
|  | » redondo.....   | »              | 900        | 0,35              | 315          |              |              |
|  | ferro fundido.....   | »              | 3 600      | 0,30              | 1 080        |              |              |
|  | mortero de relleno inferior (1200).....  | m <sup>3</sup> | 32         | 70                | 2 240        |              |              |
| ser. F, núms. 4, 5 y 6                   | Cuerpos, alma intermedia.<br>y superestructura: albañilería (revestimiento 600—2 : 3; núcleo 400—1 : 2)..... | »              | 1 500      | 38                | 57 000       |              |              |
|  | piedra á media talla.....  | »              | 53         | 80                | 4 240        |              |              |
|  | concreto armado, alma: concreto (mortero 1 200).....   | »              | 454        | 50                | 22 700       |              |              |
|  | ferro rígido.....  | kg.            | 21 000     | 0,35              | 7 350        |              |              |
|  | ferro: perfiles, etc.....  | »              | 21 400     | 0,25              | 5 350        |              |              |
|  | tubos, anillos, pernos, etc.....   | »              | 7 800      | 0,50              | 3 900        |              |              |
|  | concreto armado, piso: concreto (600—2 : 3).....   | m <sup>3</sup> | 175        | 42                | 7 350        |              |              |
|  | ferro redondo.....   | kg.            | 18 000     | 0,35              | 6 300        |              |              |
|  | concreto armado, muerto: concreto (600—2 : 3).....   | m <sup>3</sup> | 64         | 45                | 2 880        |              |              |
|  | ferro redondo.....   | kg.            | 16 000     | 0,35              | 5 600        |              |              |
|  | concreto de relleno (350—1 : 2).....   | m <sup>3</sup> | 180        | 24                | 4 320        |              |              |
|  | soleras.....   | »              | 26         | 140               | 3 640        |              | 184 175      |
|  | A la vuelta.....   |                |            |                   |              |              | 804 981,30   |

BIBLIOTECA NACIONAL  
16 FEB. 1962  
Secc. Control y Cat.

| REFERENCIAS                      | ESPECIFICACIÓN DE LAS OBRAS   | Unidades       | CANTIDADES | Precios unitarios | SUMAS        |               |                               |
|----------------------------------|---|----------------|------------|-------------------|--------------|---------------|-------------------------------|
|                                  |   |                |            |                   | Parciales    | Auxiliares    | Totales                       |
|                                  | <i>De la vuelta</i> .....   |                |            | Oro de 18 d.      | Oro de 18 d. | Oro de 18 d.  | Oro de 18 d.<br>\$ 804 981,80 |
|                                  | <b>Machones reforzados con superestructura.—COSTO POR CADA UNO.</b>                 |                |            |                   |              |               |                               |
|                                  | Base: albañilería (revestimiento 600—2 : 3, núcleo 400—1 : 2).....                  | m <sup>3</sup> | 426        | 68                | 28 968       |               |                               |
|                                  | Fondo de los cajones: concreto armado : concreto (600—2 : 3) .....                  | »              | 12,8       | 42                | 537,60       |               |                               |
|                                  | fierro rígido.....  | kg.            | 4 400      | 0,35              | 1 540        |               |                               |
|                                  | » redondo.....  | »              | 600        | 0,35              | 210          |               |                               |
|                                  | fierro fundido.....   | »              | 2 400      | 0,30              | 720          |               |                               |
|                                  | mortero de relleno inferior (1200).....   | m <sup>3</sup> | 21,6       | 70                | 1 512        |               |                               |
|                                  | Cuerpos, alma intermedia:   |                |            |                   |              |               |                               |
|                                  | y superestructura : albañilería (revestimiento 600—2 : 3; núcleo 400 - 1 : 2) ..... | »              | 1 030      | 38                | 39 140       |               |                               |
|                                  | piedra á media talla.....   | »              | 32         | 80                | 2 560        |               |                               |
|                                  | concreto armado : concreto (mortero 1200).....                                      | »              | 190        | 50                | 9 500        |               |                               |
|                                  | fierro rígido.....  | kg.            | 6 700      | 0,35              | 2 345        |               |                               |
|                                  | fierro: perfiles, etc.....  | »              | 32 000     | 0,25              | 8 000        |               |                               |
|                                  | tubos, pernos, etc.....   | »              | 4 800      | 0,50              | 2 400        |               |                               |
|                                  | concreto entre vigas (600—2 : 3).....   | m <sup>3</sup> | 53         | 42                | 2 226        |               |                               |
|                                  | chapa (600).....  | »              | 8          | 55                | 440          |               |                               |
|                                  | Defensas laterales: greenheart.....   | »              | 11         | 250               | 2 710        |               |                               |
|                                  | roble pellín.....   | »              | 4          | 50                | 200          |               |                               |
|                                  | fierro.....   | kg.            | 800        | 0,50              | 400          | \$ 103 448,60 |                               |
|                                  | <i>Costo de 2 machones reforzados</i> .....   |                |            |                   |              |               | 206 897,20                    |
|                                  | <b>Superestructura con defensa.—COSTO POR LUZ.</b>                                  |                |            |                   |              |               |                               |
| ser. F, núm. 8                   | Superestructura: fierro: cuatro puentes y dos vigas grás.....                       | kg.            | 66 000     | 0,40              | 26 400       |               |                               |
|                                  | palastro de cubierta.....   | »              | 1 300      | 0,25              | 325          |               |                               |
|                                  | concreto (600—2 : 3).....   | m <sup>3</sup> | 14         | 42                | 588          |               |                               |
|                                  | roble pellín.....   | »              | 37         | 50                | 1 850        |               |                               |
| ser. F, núms. 2, 3 y 9           | Defensa: greenheart.....  | »              | 13         | 250               | 3 250        |               |                               |
|                                  | roble pellín.....   | »              | 4          | 50                | 200          |               |                               |
|                                  | fierro.....   | kg.            | 800        | 0,50              | 400          | \$ 33 013     |                               |
|                                  | <i>Costo de 13 luces</i> .....  |                |            |                   |              |               | 429 169                       |
| ser. F, núms. 9 y 10             | <b>Defensa cabecera.</b>  |                |            |                   |              |               |                               |
|                                  | Greenheart.....   | m <sup>3</sup> | 100        | 250               | 25 000       |               |                               |
|                                  | Roble pellín.....   | »              | 34         | 50                | 1 700        |               |                               |
|                                  | Fierro.....   | kg.            | 39 800     | 0,50              | 19 900       |               | 46 600                        |
| ser. F, núm. 4<br>ser. D, núm. 1 | <b>Bitas.—COSTO POR CADA UNA.</b>   |                |            |                   |              |               |                               |
|                                  | Según detalle del malecón principal.....  |                |            |                   |              | \$ 1 095      |                               |
|                                  | <i>Costo de 4 bitas</i> .....   |                |            |                   |              |               | 4 380                         |
| ser. F, núm. 9                   | <b>Escalera.</b>  |                |            |                   | 3 600        |               | 3 600                         |
|                                  |   |                |            |                   |              |               | \$ 1 495 627,50               |

**Obras inmediatas**

Reuniendo las sumas anteriores incluídas en las obras inmediatas, y no el muelle principal de ejecución eventual, como se ha expresado, agregando una partida para la grúa flotante indicada, y completando las cifras, se obtiene:

|                                       |               |
|---------------------------------------|---------------|
|                                       | Oro de 18 d.  |
| Molo lateral.....                     | \$ 1 917 000  |
| Molo de abrigo.....                   | 6 619 000     |
| Malecón principal.....                | 3 878 000     |
| Terraplenes y enrocados menores...    | 3 358 000     |
| Muelle secundario.....                | 95 000        |
| Malecón secundario.....               | 73 000        |
| Obras en la Ciudad.....               | 971 000       |
| Grúa flotante de 50 toneladas, etc... | 89 000        |
|                                       | <hr/>         |
| EN TOTAL.....                         | \$ 17 000 000 |
|                                       | <hr/>         |
| ó sea.....                            | £ 1 275 000   |
|                                       | <hr/>         |

**Obras futuras**

Calculando globalmente el costo de las obras de extensión, que con las inmediatas completan las indicadas en el plano ser. B núm. 1, é incluyendo prolongación eventual del molo de abrigo, se obtienen las siguientes cifras:

|                                    |               |
|------------------------------------|---------------|
| Molo de abrigo.....                | \$ 5 000 000  |
| Malezones principales.....         | 10 000 000    |
| Dos muelles principales.....       | 3 000 000     |
| Terraplenes y enrocados menores... | 3 000 000     |
| Imprevistos.....                   | 4 000 000     |
|                                    | <hr/>         |
| EN TOTAL.....                      | \$ 25 000 000 |
|                                    | <hr/>         |
| ó sea.....                         | £ 1 875 000   |
|                                    | <hr/>         |

**Expropiaciones, extensión de la Ciudad y obras complementarias**

Los terrenos ocupados por las obras inmediatas y futuras, comprendidas dentro del límite indicado en el plano ser B núms. 1 y 4 y ser. I núm. 1, se dividen en tres partidas:

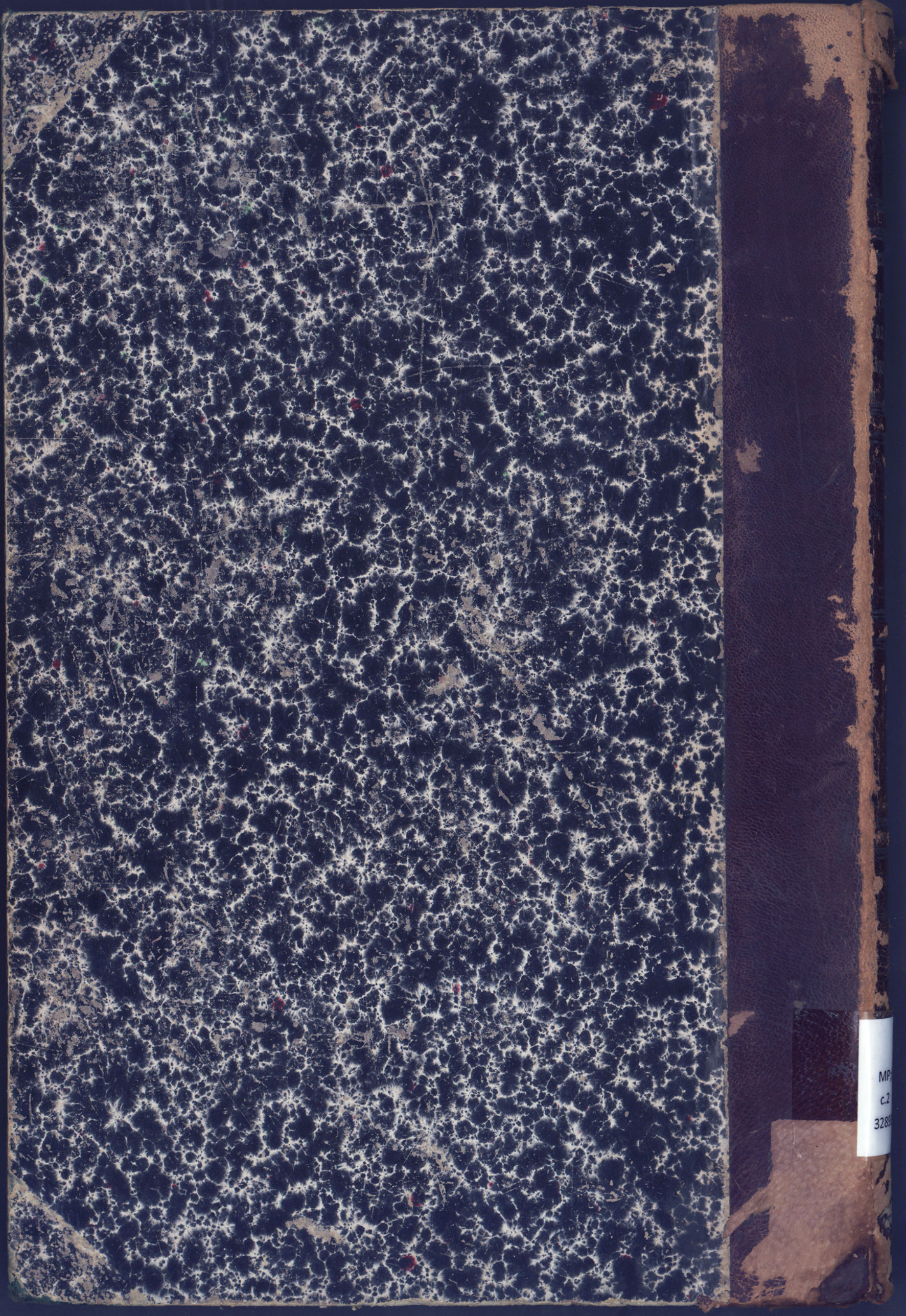
1.<sup>a</sup> Los 47 lotes de terrenos y construcciones en el Pueblo actual—plano ser. J núm. 1, no reproducido—que suman 251 500 metros cuadrados, de los cuales 32 350 son vías públicas y el resto sitios en su mayor parte en dunas, de los que solo una hectárea es edificada.

2.<sup>a</sup> La faja de terrenos incultos, que se extiende desde el Pueblo actual hacia el Sur hasta el estero del Sauce—plano ser. J núm. 2, no reproducido—que mide 88,4 hectáreas.

BIBLIOTECA NACIONAL



0426799



MP  
c.2  
328