El mejoramiento del puerto de Valparaíso

POR

EDUARDO REYES COX,

INJENIERO CIVIL

(Conclusion)

PARTE II

PROYECTOS EXISTENTES

Determinadas las bases técnicas a que deben sujetarse las obras del puerto, podemos ahora entrar a examinar los diversos proyectos, que son bastante numerosos.

Podemos dividirlos en dos grupos jenerales:

1.º *Proyectos antiguos*, que comprenderian los siguientes:

1)	Proyecto	Salazar	Año 1861
2)	»	Levèque	» 1892
3)	»	Otaegui	» 1897
4)	»	Martinez	» 1897
5)	»	White	» 1897
6)	»	Casanova	» 1898
7)	»	Lopez V.	» 1898
8)	»	Simpson-Frías	» 1899
9»	»	Compañía de Diques	» 1899
10)	»	Manheim i Knudsen	» 1900
11)	»	Bobilier i Wedeles	» 1897

Proyectos nuevos.—

12) Proyecto Kraus Año 1903
13) » Volker » 1905
14) » Guérard » 1907
15) Anteproyecto Scott » 1907

Para nuestro objeto, los que hemos denominado proyectos antiguos no tienen sino un interes histórico, razon por la cual los trataremos mui lijeramente. En cambio, los que hemos llamado modernos, son de especial interes, pues alrededor de ellos se discute hoi la solucion.

1.° Proyectos antiguos

En la lámina II damos el trazado de cada uno de los proyectos citados, que son los principales i mas conocidos.

Corresponden a la solucion del antepuerto los siguientes:

Proyecto Salazar,
» Levèque, i
» Manheim i Knudsen.

Los demas realizan dársenas de diversas dimensiones.

Proyecto Salazar.—

Construia el antepuerto (fig. 1, lám. II) con un molo que arranca de la punta Duprat, avanzando al este 1 000 metros, pasando por profundidades de 60 metros i dobla en seguida un poco al sur con 400 metros mas, para rematar el cabezo en profundidades de 54 metros.

Proyecto Levèque.—

Realiza el antepuerto (fig. 2, lám. II) con un solo molo que arranca de la misma punta Duprat, para luego inclinarse al sureste, con una lonjitud aproximada de 1 400 metros.

Al abrigo de ese molo construye espigones de atraque que realizan la lonjitud necesaria de malecones.

Las profundidades alcanzadas por este molo son menores que en el anterior, quedando el cabezo a 45 metros.

Proyecto Manheim (lám. II).—

Realiza un vastísimo antepuerto, cerrando completamente la bahía con dos molos, que dejan al centro una boca de entrada abierta al oeste. Un molo arranca de

punta Duprat, i el otro del fuerte Andes. Los molos alcanzan profundidades de 50 metros.

Es casi el mismo molo Levèque, agregándole otro que avanza del fuerte Andes hasta cruzarlo. Entre ámbos tienen una lonjitud aproximada de 2 800 metros.

Estos tres proyectos con antepuerto llegan necesariamente a profundidades de 50 i 60 metros, i su costo de ejecucion es elevado. Ademas, todos tienen sus molos fundados en fango.

PROYECTOS ANTIGUOS DE DÁRSENA

Realizan propiamente dársenas los siguientes (lám. II):

Proyecto Otaegui;
» White;
» Casanova;
» Lopez V.;
» Simpson;
» Compañía de Diques; i
» Bobilier.

De estos, los dos primeros ubican sus dársenas al este de la bahía, hácia Viña del Mar, i el último proyecta una dársena interior en Viña del Mar mismo. Los otros cuatro ubican todos sus proyectos en el lado oeste de la bahía, que es el mas abrigado de los temporales del norte i del noroeste.

§ 2.°

2) Proyectos nuevos

PROYECTOS KRAUS (Véase lám. III)

Hemos revisado a la lijera los proyectos antiguos, como hemos denominado a los anteriores a 1900.

Nuestro Gobierno, deseoso de emprender cuanto ántes la ejecucion de las obras del puerto, cuya necesidad ya nadie discutia, encargó al injeniero holandes don Jacobo Kraus la confeccion de un proyecto definitivo para dichas obras.

Despues de un estudio completísimo realizado en el terreno durante los años 1901 i 1902, este injeniero presentó el proyecto que aparece en la lám. II, que vamos a examinar.

Descripcion (Véase plano lámina III).

El señor Kraus proyecta pequeñas dársenas apegadas a la costa, entrando de lleno en la que hemos llamado solucion **2**.

Dos de estas dársenas están ubicadas al oeste de la bahía, la llamada dársena de Las Habas, i la de la Aduana, teniendo entre ámbas 22,6 hectáreas de superficie de aguas.

Una tercera dársena proyecta en El Baron con una superficie de 15,3 hectáreas destinada especialmente a la mercadería voluminosa, como carbon, cereales, maderas, etc,

Dentro de las dársenas se realizan malecones para el atraque de los buques, con una lonjitud total de 2 850 metros. Ademas, adyacentes al Muelle Fiscal i como prolongacion de éste, se construyen otros atracaderos que unidos al muelle mismo dan 580 metros mas, lo que hace un total jeneral de 3 700 metros de atracaderos.

Todavía, en la parte comprendida entre la dársena de la Aduana, o mejor dicho del Muelle Fiscal, i la del Baron, se proyecta un *malecon-rompeolas*, pues quedaria espuesto directamente al temporal i deberia resistir su choque. La lonjitud de este malecon seria de 900 metros.

Tipo de molos i malecones.—

Los molos de la dársena de la Aduana i de las Habas (fig. ..., lám. V) son de tipo misto: infrastructura de enrocados i superstructura de grandes bloques monolíticos, realizados con cajones flotantes de armadura metálica.

La superstructura se fundará a 9 metros bajo el nivel de bajamar, o sea, a 10 m bajo el cero oficial.

El espesor de estos bloques al nivel de fundacion es de 12 metros en el espigon de la Baja i en el Baron, que son los que reciben directamente el choque de la ola, i 10 metros arriba.

En los molos de las Habas i Aduana, que reciben las olas mui oblicuamente, se les ha dado a los bloques un espesor de 8 metros.

Los bloques tendrán 22,20 metros de largo por 11,25 de alto, quedando, por consiguiente, su coronamiento a 1,25 m sobre el nivel del cero oficial.

Sobre estos cajones va un macizo de mampostería hasta la cota + 4,00 m sobre el mismo nivel.

Malecones en las dársenas.—

Están fundados en 10 metros de agua en buen terreno (fig. ..., lám. IV) (1).

Se construirán por medio de cajones de concreto armado de 10 m de largo, que serán llevados a flote al punto de ubicacion. El ancho superior será de 3 m desde la cota + 1,35 hasta 4,0, de ahí hácia abajo va disminuyendo hasta tener sólo 1 m a la cota — 10. A esa profundidad se apoyará sobre un enrocado de base. La base misma del cajon es de 6,50 m de ancho, constituida por una plancha de concreto armado, que irá unida por cinco nervaduras o consolas del mismo material al malecon mismo. La plataforma irá sobrecargada con un prisma de enrocados.

Colocados en sitio, los cajones serán llenados con concreto ordinario de 200 Kg

(1) No se publica.

.e cal del Theil por m³ de arena, i sobre ellos se construirá un muro de coronamiento :e mampostería con mezcla de cemento de 500 Kg × m³ de arena.

Malecon delante de la ciudad (fig. ..., lám. IV) (1).—

Siendo el fondo donde debe fundarse, parte de arena i parte de fango, se mejo-ará dragando previamente una zanja, la cual se rellenará con un macizo de enrocados le 2 a 2,50 m de espesor i de 26,50 m de ancho. Este enrocado avanzará hasta 10 netros delante del pie del muro.

Este malecon se construirá por medio de grandes bloques de mampostería de 22 m de largo por 6,50 de ancho en la base, que se colocarán en sitio llevándolos a lote en unas paredes flotadoras especiales. Tambien se propone la ejecucion de blo-ques de concreto armado en lugar de mampostería con 11,75 m de alto por 6,50 de base i 3 m de largo.

Sobre los grandes bloques se construirá un coronamiento de mampostería.

Obras accesorias.—

Ademas de las obras jenerales que hemos descrito, se consulta la construccion le todos los accesorios indispensables para la esplotacion del puerto, i tambien otras obras de mejoramiento de la ciudad misma.

Entre las primeras figura la construccion de un dique seco de carena, i vías fé-reas. En las segundas, el arreglo de varios cauces i la desviacion del Estero de las Delicias, i ejecucion de caminos i pavimentacion.

Valor de las obras.—

Las obras jenerales costarian **$ 29 707 211** oro de 18-d.

En estas obras jenerales se incluyen los siguientes, fuera de molos i malecones:

En la seccion *A*, *B* i *C* reunidas:

Dique seco	$ 2 126 700
Cauces	345 606
Caminos, adoquinados	2 546 710
Vías férreas	952 553
Corte Angostura i Cabritería	302 410
Túneles Baron i Lavados	532 575
Espropiaciones	1 140 000
Suma	$ 7 946 554

De manera que las obras jenerales propiamente hablando, costarian:

29 707 211 — 7 946 554 = **$ 21 760 657** oro de 18-d.

(1) No se publica.

Obras complementarias.—

Comprenden la construccion de edificios, el utilaje completo del puerto, instalaciones de fuerza motriz, etc., i su valor llega a **$ 4 573 550.**

Ensanche futuro.

Se proyecta al este de la bahía, construyendo un molo que arrancaria de Punta Gruesa, pasando por las curvas de 18 a 25 metros de profundidad. Un espigon corto de 300 metros completaria la dársena, dejando una entrada de 250 metros de ancho. El desarrollo de malecones dentro de la nueva dársena podria llegar a 4 000 metros.

CAPACIDAD DEL PROYECTO

Obras inmediatas.—

Superficie de aguas abrigadas	37,9 HA
Incluyendo el Muelle Fiscal	57,9 »
Malecones abrigados	2 160 m
Incluyendo Muelle Fiscal i adyacentes	3 010 »
Superficie de terrenos	51,3 HA

Tendríamos la siguiente capacidad:

Dársenas, a 100 000 TRN × HA	*3 790 000* TRN
Malecones, a 600 t. × m	*1 296 000* t.

Incluyendo el Muelle Fiscal:

Dársenas	*5 790 000* TRN
Malecones i atracaderos	*1 806 000* t.
Terrenos, a 75 000 t. × HA	*3 847 500* t.

En la pájina 208 damos un cuadro con el costo de las obras por tonelada servida (tráfico previsto de 1 000 000 de t.) i por tonelada que podrian servir (cifras que acabamos de determinar).

PROYECTO VOLKER (lámina IV)

Consiste en una dársena en el Baron análoga a la que proyecta el señor Kraus en ese punto, pero agregándole una dársena interior, a la que la primera le serviria como de antepuerto. Ademas construye un pequeño molo de N a S que deja con el anterior una entrada de 130 metros, abierta al noroeste. Como se ve, se ha aceptado aquí la orientacion de la entrada abierta al temporal, en cierta parte.

La superficie de ámbas dársenas alcanza a **27** hectáreas, con 3 760 metros de malecones, fuera de atracaderos desabrigados, que son 950 metros mas.

Capacidad.—

La de las dársenas seria:

$$27 \times 100\,000 = 2\,700\,000 \text{ T R N}$$

La de los malecones:

$$3\,760 \times 600 = 2\,256\,000 \text{ toneladas de carga}$$

La de los terrenos disponibles;

$$25 \text{ H A} \times 75\,000 = 1\,875\,000 \text{ toneladas de carga}$$

Se ve que la estension de malecones es excesiva con relacion a la superficie de aguas abrigadas.

En efecto, el proyecto corresponderia a un coeficiente de carga de:

$$\frac{2\,256\,000}{2\,700\,000} = 0{,}83$$

i el de Valparaíso, como hemos visto en la primera parte, es sólo de 0,32.

Tipo de rompeolas.—

Proponia el tipo mixto con superstructura de grandes cajones de cemento armado. fundadas a — 15 metros bajo el nivel medio sobre una infrastructura de enrocados.

Costo del proyecto.—

La propuesta presentada fué por la suma alzada de $ 53 410 000 oro de 18-d; pero desgraciadamente no hemos podido averiguar si se referia al proyecto Kraus o a su propio proyecto.

Proyecto Guérard

DESCRIPCION (Véase plano lám. III)

El señor Guérard proyecta un vasto ante-puerto, adoptando por consiguiente la que hemos llamado solucion 1, sin dársenas en el interior.

Realiza el ante-puerto por un gran molo que, arrancando de punta Duprat, avanza 300 metros al este hasta profundidades de 50 metros mas o ménos; de ese punto se inclina hasta formar un ángulo de 148° en la direccion anterior, para continuar en una lonjitud de 1 200 metros mas, pasando por profundidades vecinas a 60 metros.

El molo queda fundado en fango en toda la estension de su brazo largo, como puede verse en el plano III, en que se ha dibujado la línea que marca el comienzo de la zona de fango.

Dentro del antepuerto se proyectan 2 000 metros de malecones, a partir del arranque del molo en punta Duprat i hácia Bellavista. A continuacion del malecon, se construirá un enrocado de defensa hasta el fuerte Andes.

Tipo de molo i malecones.—

El tipo adoptado para el molo, es el de Marsella (lám. V) de enrocados protejidos por grandes bloques artificiales, pero con la particularidad de descansar los enrocados sobre un enorme macizo de arena que alcanza como a 40 metros de altura en la profundidad de 60 metros.

Sobre este macizo de arena, que en su coronamiento tiene un ancho de 75 m, se apoyarán los enrocados, clasificados por categorías como en Marsella, hasta alcanzar la cota — 4,50 bajo el cero oficial.

Sobre esta base se construye una superstructura de bloques artificiales de 18 a 24 m^3 cada uno (40 a 50 toneladas), hasta la altura + 3,50. Sobre este macizo va un parapeto que alcanzará la altura + 9,90 m. Del lado del mar se defiende la superstructura por una proteccion de bloques artificiales pêle-mêle, que se apoyan en una plataforma de 15 m de ancho a la profundidad de 10,00 m.

Conforme al tipo Marsella, al nivel medio del mar, los taludes de esta proteccion forman un ángulo, presentando un vértice a la ola. Del vértice hácia arriba, el talud es de 3 × 1, i hácia abajo, de 1 × 1.

Esta proteccion de bloques sube a la cota + 3,50 i se completa por un macizo de mampostería o concreto que defiende el pié del parapeto, hasta la cota + 5,30 m.

La base de arena de la infrastructura con taludes de 3 × 2, se proyecta protejerla de la accion de las corrientes, cubriendo su taludes con una capa de bolones de unos 4 metros de espesor.

Malecones (fig. ..., lám VII) (1).—

Se proyectan de bloques de concreto fundados sobre un enrocado, cuando el fondo es bueno, apoyado directamente en él, i si es fangoso, descansa dicho enrocado sobre una capa gruesa de arena colocada con un dragado previo,

Este tipo no ofrece nada de especial, por lo cual no entraremos en mas detalles.

Sobre los bloques que llegan a la altura de + 0,40 sobre C. O. V., se construye un macizo de mampostería hasta alcanzar la altura + 3,50.

El espesor del muro en la base es de 6 m, disminuyendo por escalones hasta tener 3 m en el coronamiento.

Enrocados de proteccion (fig..., lám. VII) (1).—

Se ve en el dibujo como se construirá i no necesitan esplicacion, llamando solamente la atencion la debilidad del pequeño parapeto superior.

Ensanche futuro.—

Se haria prolongando el molo hácia el Este, como se indica en el plano, en unos 550 metros, formando un ángulo entrante hácia el mar, con la direccion anterior, i despues con un nuevo ángulo mas cerrado, se prolongarian 1 200 o mas metros al noreste.

(1) No se publica la figura.

En cuanto a los atracaderos se realizan por una série de espigones, como se indica en el plano.

COSTO DE LAS OBRAS

Obras inmediatas.—

La casa Batignoles, en union de otras firmas, propone construir con capitales propios el proyecto Guérard con el molo de 1 500 mètros, por la suma alzada de £ 4 350 000.

Posteriormente se indicó la conveniencia de reducir el molo a 1 000 metros de lonjitud, en cuyo caso el valor de la propuesta bajaria a £ **4 000 000**.

El Estado entregaria la esplotacion del puerto a la Empresa por un período de 32 años, durante 25 de los cuales garantiza un interes de 5% sobre el capital de £ 4 000 000 i un 2% de amortizacion.

Los detalles del contrato *ad-referendun* cuya aprobacion se ha sometido al Congreso Nacional, se encuentran consignados en la pájina 208 de este trabajo.

Damos en la pájina 208 un cuadro comparativo con el gasto por tonelada de mercadería movilizada i por tonelada que pueda movilizarse.

CAPACIDAD DEL PROYECTO

Obras inmediatas.—

Superficie del antepuerto.....	= 103 hectáreas
Lonjitud de malecones.....	= 2 000 metros
Muelle del Baron.....	No se indica lonjitud

La capacidad del ante-puerto, como refujio, es vastísimo, es decir, considerando las aguas semi-abrigadas suficientes para la seguridad de los buques.

Si se considera sólo la zona que quedaria tranquila con temporal, o la capacidad como dársena, por decirlo así, se reduce entónces mucho. En temporal, sólo será parte abrigada respecto de las operaciones de carga i descarga en los malecones, el rincon del noroeste, posiblemente hasta el actual muelle fiscal.

No entraremos en otras consideraciones, pues ellas están hechas en la primera parte de este trabajo al tratar de la solucion I para Valparaíso.

La capacidad de los malecones, a razon de 600 toneladas por metro corrido será:

$$2\,000\,000 \times 600 = \mathbf{1\,200\,000} \text{ toneladas de carga.}$$

Proyecto Jackson

La casa Jackson ha propuesto tres soluciones diversas, pero sólo consideraremos la última.

Descripcion.—

La tercera propuesta (lám. IV) construye un rompe-olas en la Baja de 340 metros de largo, aislado, i otro en Punta Duprat, de 260 metros.

A partir de esta última punta proyecta un malecon continuo que llegaría hasta el Estero de Jaime, con 11 metros de agua en su pié, con dos muelles o espigones salientes de 150 metros de largo cada uno. Ademas en el Baron se construiria un espigon como de 300 metros de largo por 30 de ancho, habilitado como en 150 metros a su estremo para servir como muelle.

La solucion propuesta no podemos clasificarla en ninguna de las tres que hemos señalado en la primera parte de este trabajo.

En realidad no se construyen dársenas ni ante-puerto, sino simples malecones de atraque que deberán resistir el choque de los temporales. Los dos pequeños molos de la Baja i Punta Duprat, no abrigarán sino los rincones comprendidos entre los molos i la costa, i podrán servir de refujio a unos pocos buques en caso de temporal.

Las obras descritas se harian por la suma alzada de £ 2 360 000.

Ante-proyecto Scott (Véase lám. IV)

El consultor técnico de obras de puerto, Mr. Adam Scott, criticando el proyecto Guérard, propone tambien la creacion de un antepuerto que realiza con un solo molo esterior que arrancaria de la Baja i seguiria hácia el ESTE, con una lonjitud de 1 600 metros i alcanzando profundidades de 65 metros, terminando el cabezo en honduras algo inferiores a 60. Estamos siempre dentro de la solucion 1, que hemos tratado en la primera parte.

Tratándose de un simple ante-proyecto seria aventurado dar presupuesto.

El mismo señor Scott ha propuesto una serie de variantes, agregando otros molos o suprimiéndolos, de los cuales no nos ocuparemos por no estimarlos de interes.

§ 3.º

Resúmen de los nuevos proyectos

Se ve por lo que hemos espuesto que los que hemos llamado proyectos nuevos pueden dividirse en tres clases:

1.ª Con dársenas i sin antepuerto;

2.ª Con antepuerto solo, i

3.ª Sin abrigo alguno en casi la totalidad del puerto.

Pertenecen a la 1.ª el proyecto Kraus i el Volker; a la 2.ª, el Guérard i Scott, i a la 3.ª, el proyecto Jackson i tambien una variante de Mr. Scott.

Habiendo estudiado ya en jeneral cada una de estas soluciones en la 1.ª parte, no hemos hecho la crítica de cada proyecto por separado.

Con esto damos por terminado el presente trabajo, destinado a dar a conocer a los señores miembros del presente Congreso Científico el problema de nuestro primer puerto.

Ojalá él interese a algunos de los distinguidos injenieros de puertos que concurrirán a esta asamblea, i sea discutido con toda amplitud.

EDUARDO REYES COX,
Injeniero civil.

Santiago, Diciembre de 1908.

ANEXOS

Comparaciones de los proyectos Kraus i Guérard

DIMENSIONES (Obras inmediatas)

PROYECTO	Solucion	Superficie de aguas	Lonjitud de malecones	Superficie de terrenos
		H. A.	m	H. A.
Kraus	2.ª) Dársenas.	37,9 (1)	3 010	51,3
Guérard	1.ª) Antepuerto	103 (2)	2 000	
Teórico		30	1 667	13,3

CAPACIDAD

PROYECTO	De las aguas	De tierras	De malecones	Efectivo
	T. R. N.	T.	T.	T.
Kraus	5 790 000	3 847 000	1 806 000	1 806 000
Guérard	5 150 000 (3)		1 200 000	1 200 000
Teórico	3 400 000	1 000 000	1 000 000	1 000 000

COSTO DE LAS OBRAS

PROYECTO	Valor de las obras inmediatas	Costo por tonelada movilizada	Costo por tonelada con tráfico total	Tarifas posibles
	$ oro 18-d	(1 000 000 T.)	$ oro 18-d	Por T. de car
Kraus	29 527 173 (4	29,52	16,30	3,00
Guérard	53 333 000	53,33	44,40	5,00
Teórico (gasto máximo)	40 000 000	40,0	40,00	4,00

(1) Mas 20 del Muelle Fiscal.

(2) Considerando el abrigo al viento norte.

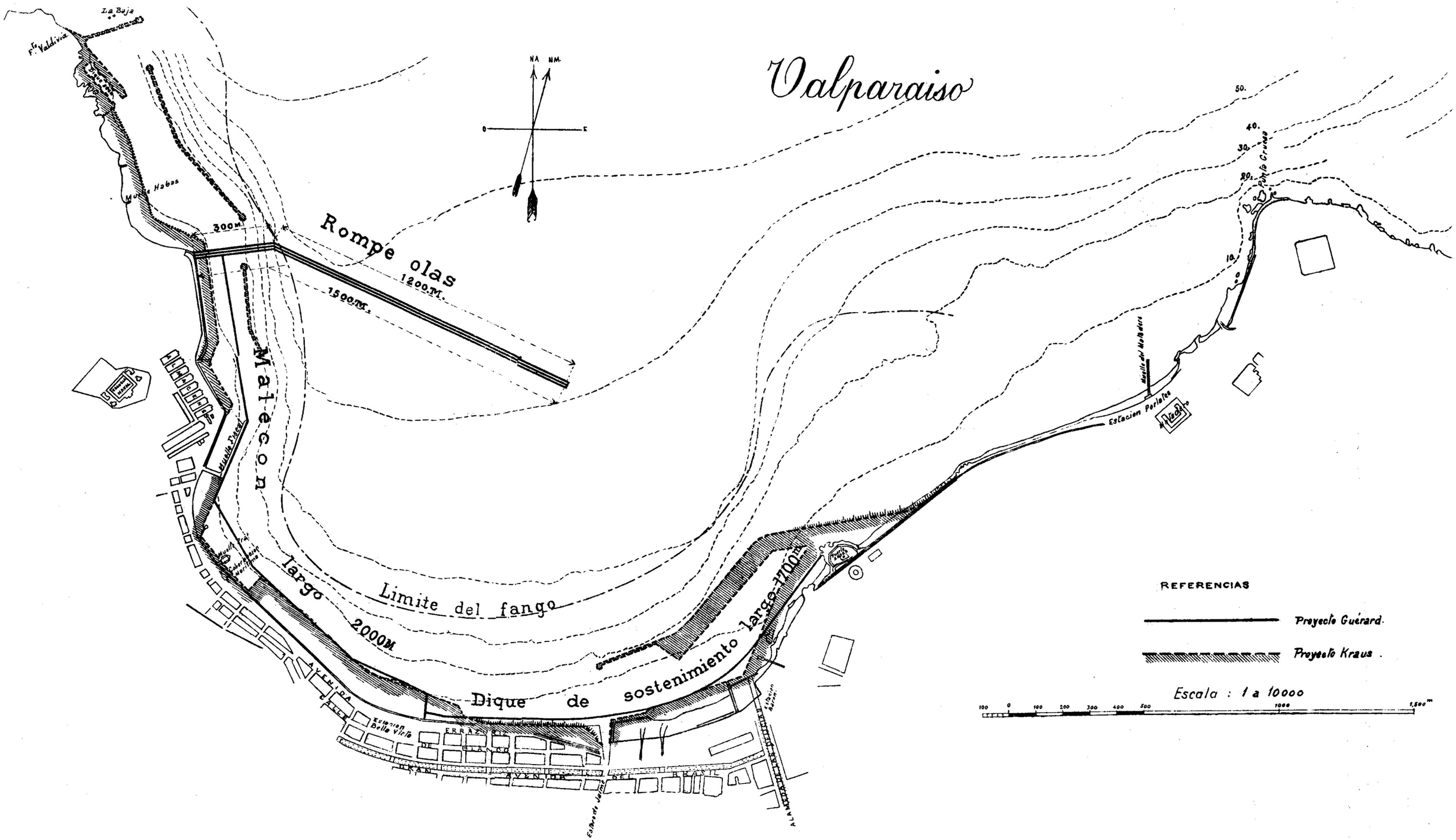
(3) Considerando la capacidad del antepuerto, como la mitad de las dársenas.

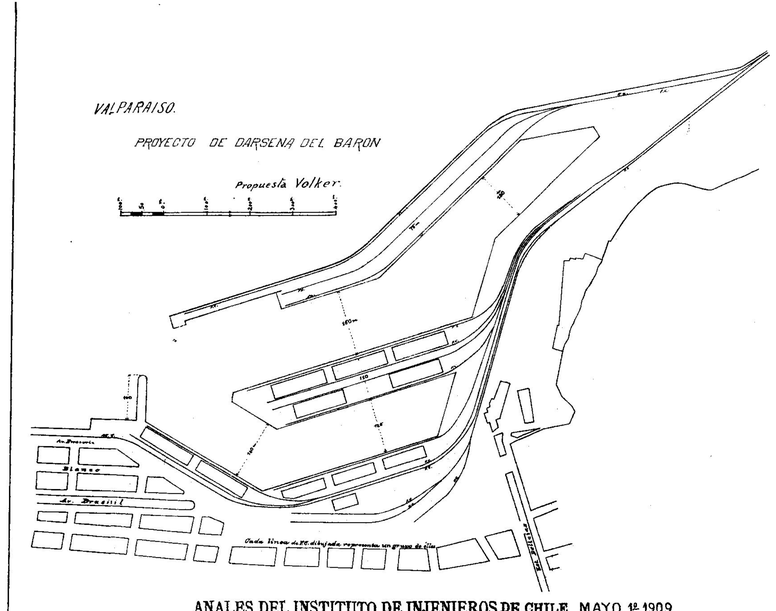
(4) Ese valor se ha tomado respecto de las mismas obras que el Guérard para compararlos, i recargando al proyecto Kraus en 30% por aumento de precio desde la época del proyecto hasta hoi.

Presupuesto Kraus = 29 707 211

—Obras no hechas por Guérard = 6 994 001

La diferencia se ha recargado en 30% = 29 527 173.


Valparaiso
NA
NM
O
E
La Baja
Fte Valdivia
Muelle Habas
300M
Rompe olas
1200M
1500M
Malecon
Muelle Fiscal
largo
2000M
Limite del fango
Dique de sostenimiento largo 1700M
Estacion Bella Vista
Estacion Barón
Estacion Perlates
Muelle del Matadero
Punta Gruesa
50.
40.
30.
20.
10.
REFERENCIAS
Proyecto Guérard.
Proyecto Kraus.
Escala : 1 a 10000
100 0 100 200 300 400 500 1000 1,500m



FOTOLITO-F. PAYÁ