

## PROPUESTAS PARA LA CONSTRUCCION DEL PUERTO DE VALPARAISO

(Conferencia leida en el Instituto de Ingenieros de Chile por el señor Eduardo Reyes Cox)

Hemos creido interesante hacer una breve exposicion, con los datos que hemos podido obtener, sobre los diversos proyectos presentados para la ejecucion del puerto de Valparaiso.

Al hacerlo no nos mueve otro propósito que señalar ante el INSTITUTO, algunos puntos dignos de estudio, i que modificados en el sentido que propondremos, harian mas viable i segura la pronta realizacion de estas obras.

Para mayor claridad empezaremos desde algun tiempo atras.

Bajo la base del proyecto Kraus, se abrieron en Abril de 1906, las propuestas presentadas para su ejecucion.

Se presentaron tres proponentes:

- 1.<sup>a</sup> La casa Volker, de Holanda;
- 2.<sup>a</sup> La casa Jackson, de Lóndres; i
- 3.<sup>a</sup> El Sindicato de Obras Públicas de Chile.

Recordaremos brevemente la forma de cada propuesta:

La 1.<sup>a</sup>, de Volker, ofrecia construir las obras jenerales por la suma de \$ 53 410 000 oro de 18d.

La 2.<sup>a</sup>, la de Jackson, por la suma de £ 3 570 000.

I, finalmente, la del Sindicato de Obras, con tres propuestas i un suplemento por \$ 31 200 000.

1.<sup>a</sup> \$ 31 900 000 oro de 18d.

2.<sup>a</sup> \$ 31 100 000 oro de 18d.

3.<sup>a</sup> \$ 28 490 130 oro de 18d.

Se ha dicho con insistencia que ninguna de las casas proponentes aceptaba el proyecto del señor Kraus, por estimarlo irrealizable.

Vamos a ver que esta afirmacion dista mucho de ser efectiva.

La casa inglesa de Jackson, propuso cambiar los grandes bloques de concreto armado de 4 000 a 6 000 T de peso, con que Kraus formaba los malecones, por bloques macizos

de concreto de 50 a 85 T de peso, i otro tanto hacía con los rompe-olas, por estimar esta casa constructora que era un ensayo peligroso el empleo de cemento armado de Kraus.

En cambio la casa Volker, constructora de muchas obras, i últimamente de obras de ensanche de Rotterdam, el primer puerto de Holanda, no sólo aceptó el cemento armado para los malecones, sino que propuso usar tambien bloques de ese material en los rompe-olas, al proponer esta modificacion, dice testualmente, que lo hace:

«Por estar convencido que desde la fecha de este proyecto (el Kraus) se han hecho en el mundo técnico, aplicaciones que hacen desaparecer todo temor para un nuevo método de construccion felizmente indicado por el señor Kraus.»

Dice mas adelante:

«La aplicacion del cemento armado para malecones, se ha hecho en los últimos tiempos con tal resultado, que se puede ir con razon mas léjos todavía de lo que ha sido indicado en el proyecto Kraus.»

La propuesta del Sindicato de Obras Públicas hacia sólo variaciones de detalle.

Todas estas propuestas fueron desechadas, como se sabe, por exceder su monto de la suma autorizada para la ejecucion de estas obras.

#### NUEVOS PROYECTOS

Posteriormente se hizo un estudio por el distinguido ingeniero señor Brockman, de una dársena interior, con tres ante-proyectos, sobre los cuales no ha habido pronunciamiento.

Ultimamente se han presentado nuevos proyectos i propuestas de ejecucion, que vamos a examinar:

Una de la casa de Batignolles, con un proyecto hecho por el distinguido ingeniero frances Mr. Guèrard, i otra de la casa Volker, la misma proponente de 1906.

Examinaremos separadamente cada uno de éstos

#### *Proyecto Guèrard (Ver plano)*

Propone la construccion de un rompe olas que partiendo de la punta Duprat, avance al Oriente 300 m, i de ahí, inclinándose un poco al Sur sigue otros 1 200 m, atravesando profundidades de 50 a 60 m.

La superficie de agua abrigada por este rompe-olas es de 171,5 HA, con 2 000 m de malecones.

Veamos la capacidad de esta dársena en relacion con el movimiento actual de Valparaiso.

#### *Capacidad marítima*

$$171,5 \text{ HA a } 100\,000 \text{ T} \times \text{HA} \dots\dots\dots = 17\,150\,000 \text{ T}$$

*Capacidad comercial*

2 000 m. malecon a 500 T x m..... = 1 000 000 T

El movimiento comercial actual de Valparaiso, puede decirse es de 1 000 000 T, con un movimiento marítimo de 3 000 000. Se ve, pues, que el proyecto Guèrard da la estension de malecones suficiente para el actual movimiento comercial de nuestro primer puerto, i un área de agua abrigada casi seis veces superior a la necesaria.

Despues analizaremos estas cifras.

*Ubicacion del molo en cuanto a su fundacion*

Examinando la carta jeolójica de la bahía, levantada por el señor Kraus con gran prolijidad, se ve que hai fondo fangoso a partir de una línea, que es mas o ménos la que se indica en el dibujo.

Resulta que el mismo Guèrard queda con toda su parte principal, con 1 200 m de lonjitud fundado en fango, i a cerca de 60 m. de profundidad.

Es indudable que este es un grave inconveniente, por cuanto esta clase de fundacion es siempre incierta i espuesta a muchos imprevistos.

Fué por evitar la fundacion en el fango, i tan grande profundidad que el señor Kraus se vió obligado a proyectar pequeñas dársenas apegadas a la costa.

En el puerto de Trieste se han hecho trabajos en fango, pero han habido grandes fracasos.

El fondo de la bahía es fangoso en una profundidad indefinida. La bahía es mui tranquila.

*Rompe olas.*—Se construyeron con enrocados de diversas categorías, i tanto durante la construccion, como despues de terminados, se han producido hundimientos que han alcanzado hasta 8,60 m del nivel primitivo. Esto se ha subsanado, echando nuevos enrocados encima i aumentando la base hasta conseguir la estabilidad del macizo. La profundidad media es de 18 m.

*Malecones.*—En los malecones intervienen otros esfuerzos, como el empujé de los terraplenes, que han orijinado mayores perjuicios.

Algunas partes de los malecones en ejecucion se han deslizado hasta 8 i 9 m. hácia adelante llevados por ese empuje, otros se han tumbado completamente siendo necesario cambiar por completo el sistema de construccion. Hubo que recurrir a dragajes profundos para fundar ahí los enrocados i evitar resbalamientos i darles a éstos gran ancho para repartir la presion en el fango (1).

Por lo demas, el señor Cordemoy en su obra «Puertos Modernos» refiriéndose a ta

(1) «Puertos Marítimos» de Laroche, tomo I, páj. 77.—«Puertos Modernos» de Cordemoy, tomo II, páj. 224; i un curso de trabajos marítimos de Quinete de Rochemont, tomo I, páj. 361.

fundacion en fango dice, en el tomo II, página 224: «la estabilidad está léjos de ser completa a causa de la naturaleza del fondo i da lugar a frecuentes refuerzos».

Laroche, en su obra «Puertos Marítimos», tomo I, página 77 dice, refiriéndose al puerto de Trieste:

«En los trabajos de consolidacion se han guiado por esta idea, que parece bastante racional, que todos los accidentes eran debidos sobre todo a la insuficiencia de la base de enrocados i que, dando a esta base un gran ancho i haciéndola penetrar profundamente en el fango, se concluirá por hacerla capaz de soportar el muro».

Se ve pues, que la fundacion en fango es peligrosa i exige fuertes gastos de conservacion, i mucho mas tratándose de profundidades de 60 m, i no de 18 como en Trieste.

En Holanda se ha fundado en fango, pero ahí se empieza por consolidar el fondo con arena; asentada ésta, se colocan encima colchones de fajina cargados con enrocados, i se espera su asiento largo tiempo, i se colocan nuevas capas hasta conseguir así la consolidacion del terreno. Sobre esto se clava pilotaje i se hace la fundacion, todo lo cual exige un largo tiempo de preparacion.

*Presion sobre el fondo.*—Es indudable que para dar la mayor estabilidad posible a esta clase de fundaciones, conviene darles una base ámplia que reparta la presion en una gran superficie para reducir en lo posible los hundimientos. Veamos cómo realiza esta condicion el molo Guèrard.

Segun datos que existen en la Inspeccion Jeneral de Hidráulica, el peso por metro corrido de molo, para una profundidad de 60 m, tomando en cuenta la pérdida de peso sufrida por estar el material sumergido es de 7 127 T. Este peso es soportado por una base de 205 m de ancho, lo que nos da como presion unitaria:

$$\frac{7\ 127\ 000}{2\ 050\ 000} = 3,48 \times m^2$$

presion sólo admisible en buenos terrenos, i por consiguiente completamente inaceptable para el fango.

La consecuencia forzosa de esto, será que la infraestructura del molo tendrá que sufrir enormes hundimientos ántes de tener su asiento definitivo, sin que haya posibilidad de fijar de antemano qué proporciones abarcarán esos hundimientos. Por esta causa, estimamos incierto el resultado económico de la obra, ya que su costo puede llegar a ser muy superior al previsto. Habría conveniencia, sin duda en que la casa constructora se comprometiera a construir la obra a precio alzado i bajo su responsabilidad, de otro modo podrian comprometerse seriamente los intereses fiscales.

*Tipo de rompe-olas propuesto.*—La seccion transversal es la indicada en la figura.

Se ve la gran altura dada a la arena i desmontes, sin duda para evitar el costo enorme que tendria el molo con base de escollera, i echando arena sólo para consolidar el terreno de fundacion.

En cuanto a la superestructura, creemos que debería fundarse a un nivel mas bajo, limitando los enrocados de la infraestructura a una cota inferior a la señalada de 4,50 bajo B. M.

La experiencia ha demostrado la conveniencia de proceder en la forma que decimos, limitando los enrocados a un nivel que esté casi libre de la influencia de las olas de temporal, i ese nivel es mas bajo que el de 4,50 m.

En el último Congreso de Navegacion celebrado en Paris en 1900 predominó la tendencia indicada. Entre otros Nyssens Hart, inspector jeneral de puentes i calzadas de Béljica puso de manifiesto los peligros de llevar los enrocados de la infraestructura a un nivel vecino al de la baja marea, i al mismo tiempo indicó la conveniencia de constituir la superestructura por elementos independientes unos de otros i suficientemente fuertes i pesados para resistir por sí solos al oleaje. Esto tiene dos grandes ventajas, la independencia de los diversos elementos entre sí, permite que cada uno siga libremente el descenso de la infraestructura, lo que tiene especial importancia en el fango i que si uno de ellos sufre un desplazamiento u otra avería, no compromete el resto de la obra. Corde-moy dice que la superestructura debe fundarse a 6 m como mínimo. En Marsella en los nuevos molos se fundan a 6 m. Tenemos un ejemplo en Bilbao. En este puerto se construyó primero un tipo de rompe-olas con base de escollera, sobre la cual iban bloques de concreto de 40 a 50 T de peso, haciendo frente al mar, hasta un nivel 1 m sobre B. M., i sobre esta base se colocó una superestructura mui fuerte que alcanzaba con su parapeto a la cota + 11 m.

En Noviembre de 1893 un temporal destruyó una gran parte de esta obra. Se reparó colocando cuidadosamente arreglados, bloques de 30 T; una nueva tempestad, en Diciembre de 1894, destruyó lo rehecho i algo mas. Con esto, se impuso el cambio del tipo adoptado para el rompe-olas, i se usaron grandes cajones flotantes, que puestos en sitio eran rellenados de concreto, es decir el mismo sistema propuesto por el señor Kraus para los rompe-olas de Valparaiso. Los cajones tienen  $7 \times 7 \times 13$  con un peso, una vez rellenados, de 1 400 T cada uno i hasta ahora nada han sufrido.

Sobre los cajones se colocó una superestructura de bloques de 30 m<sup>3</sup> de igual naturaleza, cuidando que los grandes cajones i su superestructura quedasen independientes unos de otros.

Producido el asiento definitivo, que se obtuvo a los dos años, se rellenaron los huecos entre los cajones con concreto i se construyó el parapeto.

Este mismo sistema se ha usado con éxito en Ziebrugge i en Bizerta.

---

En Alger tambien han tenido fracasos debido a llevar el nivel de los enrocados mui arriba. Estos han sido removidos por el oleaje i han causado la destruccion de la superestructura de bloques de concreto.

Una de las objeciones hechas al sistema de grandes cajones de concreto es que en puertos desabrigados es mui peligroso su empleo, por tener que llevarlos a flote hasta el punto de su colocacion.

Es efectivo que estos cajones no pueden colocarse sino con buen tiempo; pero dada la facilidad de colocacion, el avance de la obra es completamente satisfactorio. Supongamos se usen cajones de 20 m. de lonjitud. Colocado uno sobre la superestructura cons-

truida de antemano, lo que se consigue en uno o dos días de buen tiempo, se tienen 20 m. de rompe-olas listos para soportar un temporal.

Segun datos que el ingeniero de las obras de Bilbao, señor Churruca, suministra en las sesiones del Congreso de Navegación ya citado, en cada temporada de cinco meses de trabajo, desde Abril a Setiembre, se han colocado un promedio de treinta cajones, lo que nos daría usando cajones de 20 m, 600 m. de rompe-olas construidos en una temporada, lo que es un magnífico avance.

Se consigue así formar la superestructura con elementos independientes, suficientemente fuertes i pesados, para resistir aisladamente al mar, i pueden fondearse a profundidades libres del efecto de la ola.

Con el sistema de bloques macizos de concreto es imposible llegar a un resultado pues las dificultades de colocacion, que se hace con titanés, impide ir a pesos mayores de 50 a 60 T. o poco mas. Esto obliga a trabarlos unos con otros a fin de que resistan en conjunto.

En Aberdun, un bloque de concreto de 70 T de peso, fué destruido por un golpe de mar.

La fundacion de la superestructura tampoco puede hacerse a mucha profundidad si grandes dificultades

Creemos, pues, preferible el sistema de grandes macizos independientes a los bloques pequeños de concreto del proyecto Guérard.

---

La otra propuesta i proyecto presentado es de la casa holandesa Volker. (Ver plano).

Propone construir una dársena en el Barón casi igual a la proyectada por el señor Kraus en ese punto, i agregándole una dársena interior a la que la primera le serviría de antepuerto. Además estrecha la boca de entrada a 130 m, con otro molo de N. a S.

En una área de agua abrigada de 27. A, i con 3 760 m de malecón i todavía 950 m. mas de atracadero desabrigados.

La capacidad marítima que resulta para esta dársena es de:

$$27 \times 100\ 000 = 2\ 700\ 000\ T$$

i capacidad comercial de los malecones de 2 355 000 T. Los terrenos disponibles son 25 hectáreas que con una capacidad de 75 000 T. por hectárea, nos dan como capacidad comercial

$$25 \times 75\ 000 = 1\ 875\ 000\ T$$

Se ve que la longitud de malecones es excesiva i no corresponde a la estension de la dársena ni de los terrenos disponibles.

El tipo de rompe-olas propuesto es el de grandes cajones de cemento armado de 20 m. de ancho e igual alto, que son llevados a flote hasta el sitio de su colocacion, i allí rellenos de concreto se sumerjen, quedando fundados a la cota de -15 m sobre una

base de enrocados. La profundidad media es de 20 m. Se ve que este tipo de rompe olas concuerda con las ideas que hemos espuesto.

#### COMPARACION DE LOS DIVERSOS PROYECTOS

Una comparacion es difícil, pues salta a la vista en los datos apuntados la gran variedad de soluciones propuestas, que no hacen sino demostrar claramente el inconveniente de no haber fijado de antemano las características técnicas del puerto, que habrían servido de norma invariable a los diversos autores de proyectos, i se habría así facilitado enormemente la comparacion.

En efecto, estimamos que así como se impuso al señor Kraus, la condicion de tener un proyecto cuyo costo no saliera de los límites de la conveniencia económica, debería haberse fijado el criterio del Supremo Gobierno, indicando también las bases que a su juicio debían tomarse en cuenta.

En efecto, dichas bases dependen ante todo del desarrollo futuro que se provea para el puerto, i para determinararlo debió empezarse por resolver si se harán nuevas salidas al mar, por San Antonio, Quinteros, Papudo, etc. Si estas vías se construyen, como parece lógico hacerlo, una vez habilitados sus puertos veremos a Valparaiso detener en cierto límite, sino decaer su desarrollo, pues indudablemente gran parte de su tráfico actual se irá por sus nuevas vías.

Si en el ánimo del Gobierno existe el propósito, como parece, de habilitar a San Antonio, i una sociedad particular explotará a Quinteros, sería natural limitar las obras de Valparaiso a un cierto valor, no difícil de prever. Creemos que Valparaiso ha llegado al límite de desarrollo, pues cuando este pudiera aumentarse, que sería una vez terminadas las obras del puerto, ya tendrá otros competidores que le arrebatarán a lo menos ese posible crecimiento de su comercio.

Por esto estimamos muy difícil que Valparaiso llegue a tener un movimiento 6 veces mas que el actual, para cuya capacidad da cabida el proyecto Guérard.

Aceptada esta idea, debería haberse fijado el movimiento comercial que debía atenderse con las obras que se proyectasen, i así no habríamos visto el caso curioso, i revelador de que mientras un proyecto, el de Volker, consulta una dársena para 2 700 000 T. de movimiento marítimo, otro, el Guérard, la consulta para 17 150 000 T.

Por otra parte, el coeficiente de carga de Valparaiso, que es de 0,33 nos indica la relación que deben guardar la longitud de malecones en la superficie de la dársena.

El proyecto Volker corresponde a un coeficiente de carga de 0,87, es decir para un puerto con características de tráfico muy diverso de la de Valparaiso.

Todo esto revela como lo hemos ya dicho la falta de buenos técnicos para la confección de los proyectos.

En cuanto a los presupuestos no podemos compararlos por referirse a obras tan diversas, que corresponden a muy diversas soluciones.

Un punto, sí, que no debe olvidarse cuando se quiera comparar el costo relativo de los proyectos, es si se refieren a obras análogas.

Así, no debe olvidarse que en las llamadas obras jenerales del proyecto Kraus, entran las siguientes obras especiales, además de rompe-olas i malecones:

*En la seccion A:*

Dique seco.....	\$ 2 126 700
Cauces.....	76 386
Camino, adoquinados, etc.....	726 725
Vías ferreas.....	319 544
	<hr/>
SUMA.....	\$ 3 249 355

*Seccion B:*

Cauces.....	105 525
Caminos.....	571 660
Vías férreas.....	163 297
	<hr/>
	\$ 4 089 837

*Seccion C:*

Corte angostura i Cabritería.....	302 410
Túneles Baron i los Lavados.....	532 575
Cauces.....	163 695
Caminos.....	1 248 325
Vías férreas.....	469 712
	<hr/>
Suma.....	\$ 6 806 554
Espropiacion.....	1 140 000
	<hr/>
TOTAL.....	\$ 7 946 554

o sea en números redondos \$ 8 000 000 oro de 18d.

Posiblemente estas obras no estén consultadas en los otros proyectos presentados. Decimos posiblemente porque no hemos podido averiguarlo.

Habria deseado hacer un estudio comparativo de los precios unitarios de los diversos proyectos, pero no me ha sido posible conseguir los datos necesarios.

En resúmen, creemos haber dejado en claro:

1.º Que no es efectivo que el proyecto Kraus sea irrealizable y que por el contrario



las nuevas ideas de construccion de obras marítimas, manifestadas en el Congreso de Navegacion de Paris de 1900, demuestran su practicabilidad;

2.º Que si se acepta el proyecto Guérard debería modificarse el tipo de rompe-olas propuesto dándole mas base, i modificando la superestructura, i que en todo caso como medida de prevision debia contratarse por suma alzada bajo la responsabilidad absoluta del constructor en vista de la incertidumbre del resultado financiero de la obra.

3.º Que el proyecto Volker no corresponde por sus características técnicas a la condicion de Valparaiso, pero que el tipo de rompe-olas propuesto es bueno i realizable;

4.º Que la construccion de nuevos puertos como San Antonio, Quintéros, etc., quitarán a Valparaiso parte de su tráfico, limitando su desarrollo, por lo que habria conveniencia en no exajerar la magnitud de las obras por construir; i

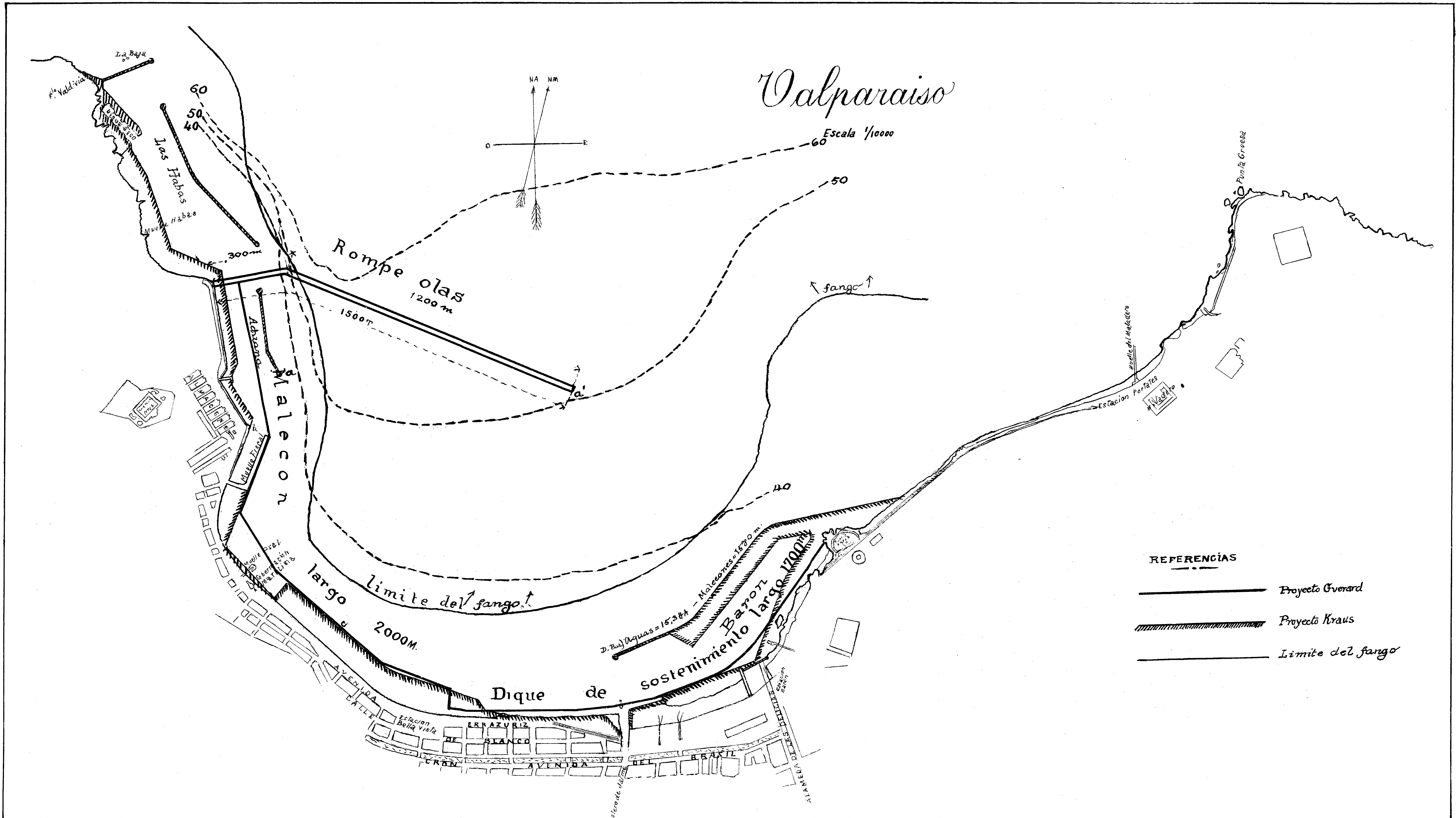
5.º Que lo sucedido en Valparaiso, demuestra con evidencia, la necesidad de fijar de antemano las características técnicas a que se han de ceñir los proponentes ántes de pedir propuestas para la construccion de un puerto para evitar la anarquía de soluciones que corresponden a mui diversos aspectos del problema.

Para terminar, repetiremos, lo que dijimos al principio: que nuestro objeto no es dificultar la realizacion de las obras de Valparaiso, sino por el contrario facilitar su mas rápida ejecucion, indicando algunas medidas tendentes a asegurar su éxito.

Es indudable, que lo que necesitamos no son nuevos proyectos, que los hai demas sino tentar de realizar pronto el que sea mas conveniente a los intereses del pais, pero al mismo tiempo asegurándose de no ir a un fracaso.

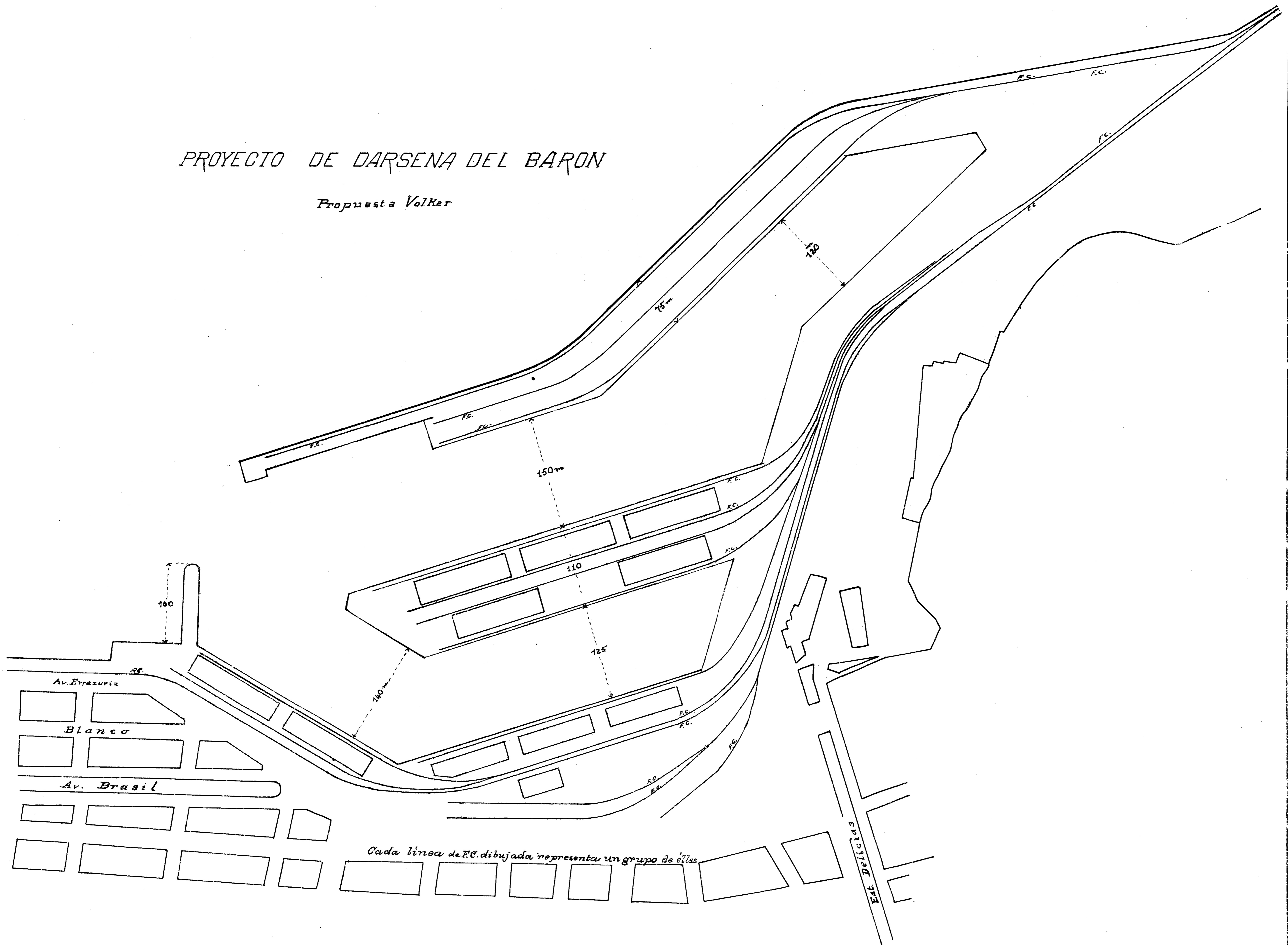
EDUARDO REYES COX.





# PROYECTO DE DARSENA DEL BARON

Propuesta Volker



Cada línea de F.C. dibujada representa un grupo de ellas