"Un posible plan de mejoras de Cádiz y de sus comunicaciones con el interior"

Antonio Durán Tovar

Revista de Obras Públicas vol.99, nº2.831, marzo de 1951, pp. 110-122; vol.99, nº2.834, junio de 1951, pp. 288-293; vol.100, nº2.845, mayo de 1952, pp. 180-191

UN POSIBLE PLAN DE MEJORAS DE CADIZ Y DE SUS COMUNICACIONES CON EL INTERIOR

Por ANTONIO DURAN TOVAR
Ingeniero de Caminos.

Este interesante trabajo se divide en dos artículos: el presente, que trata de la reducción de distancia entre Cádiz y el interior de la Península, y otro próximo, que se ocupará de la construcción del aeropuerto de Cádiz. En el primero, como verá el lector, se estudian diversas soluciones de variantes del actual ferrocarril.

I

Teniendo en cuenta las obras que se vienen realizando en Cádiz para la terminación del puerto y la construcción de su Zona Franca, y por si fueran de alguna utilidad, vamos a exponer unas cuantas ideas, recogidas en los años que estuvimos allí, ordenadas como un *posible plan de mejoras de Cádiz y de sus comunicaciones con el interior,* en la forma que a continuación reseñamos:

a) *Reducción de distancia entre Cádiz y el interior de la Península.*

b) *Construcción del aeropuerto de Cádiz.*

A continuación expondremos cada una de estas mejoras, que se recogen en la figura 1.ª, en la que destacan: *a*) Las dos variantes fundamentales, que reducirán la distancia actual entre Cádiz y Jerez en casi un 50 por 100; y *b*) El aeropuerto, cuya construcción se propone. En la figura 1.ª indicamos también lo que debió ser *el gran puerto de la bahía de Cádiz,* ubicado entre Matagorda y Puerto Real, y al cual, si nos es posible, nos referiremos en otra ocasión.

a) Reducción de distancia entre Cádiz y el interior.

A medida que vayan ejecutándose las obras del puerto de Cádiz y completándose su escaso utillaje actual, es indudable que aumentará el tráfico marítimo en el mismo y, como consecuencia lógica, el transporte de mercancías entre Cádiz y el interior de la península, que se incrementará muchísimo más al ponerse en servicio la Zona Franca.

En conjunto, y partiendo de las longitudes de línea de atraque previstas en puerto y Zona Franca, no creemos ser muy optimistas al suponer que, una vez terminadas las citadas obras, el tráfico con el interior alcance una cifra del orden de 2 500 000 Tn al año.

Por tanto, es indudable que todo lo que hagamos para reducir la distancia a recorrer por las mercancías entre los puertos citados y el interior de la península se traducirá en una economía que no debemos despreciar, y ya que para la ubicación de los mismos parece ser no se tuvo en cuenta factor tan importante y fundamental, creemos que ello no justifica el que en lo sucesivo se continúe haciendo dar a las mercancías que entran y salen de Cádiz el enorme rodeo de la bahía, que actualmente vienen dando.

Este rodeo, mientras el tráfico ha sido reducido, no justificaba las obras que vamos a proponer, por no compensar la reducción de recorrido el importe de las mismas, pero ante la perspectiva de un posible tráfico de la importancia que antes señalamos, la economía que puede obtenerse en el año es elevadísima, como más adelante veremos.

La figura 1.ª representa la bahía de Cádiz, señalándose en la misma, esquemáticamente, la situación del puerto y de la Zona Franca, en construcción, así como los enlaces actuales por carretera y ferrocarril entre Cádiz y Jerez, *indicando también con un trazo grueso* las dos variantes que proponemos, con las cuales se reduce la distancia entre ambas poblaciones.

Si a esta reducción de distancia añadimos la construcción de la doble vía entre Cádiz y Sevilla y su electrificación, que consideramos indispensable cuando el tráfico alcance la cifra antes citada, quedarían prácticamente unidas entre sí y con Puerto de Santa María y Puerto Real, estableciendo un servicio adecuado de trenes eléctricos, que podrían hacer el recorrido Cádiz-Jerez en veinte minutos.

A continuación vamos a estudiar *las variantes* fundamentales para mejorar las comunicaciones de Cádiz con el interior:

PRIMERA VARIANTE: ENLACE PUNTALES-MATAGORDA.

Ventajas derivadas del mismo.

Muchas son las ventajas que se obtendrían con esta unión: unas de tipo económico y otras de tipo urbanístico y sanitario.

Dada la configuración de Cádiz, cualquier proyecto de ensanche de la población sólo sería posible a base de ganar terrenos al mar, lo cual tiene un límite económico.

Por otro lado, no existe en Cádiz una zona verde de expansión, donde la población pueda disfrutar del campo y del arbolado, existiendo, sí, pequeños parques, pero insuficientes, dándose el caso de que, para poder gozar del campo, los habitantes de Cádiz tienen que desplazarse a puntos de los alrededores, distantes, como mínimo, unos treinta kilómetros, sin medios regulares ni cómodos de comunicación.

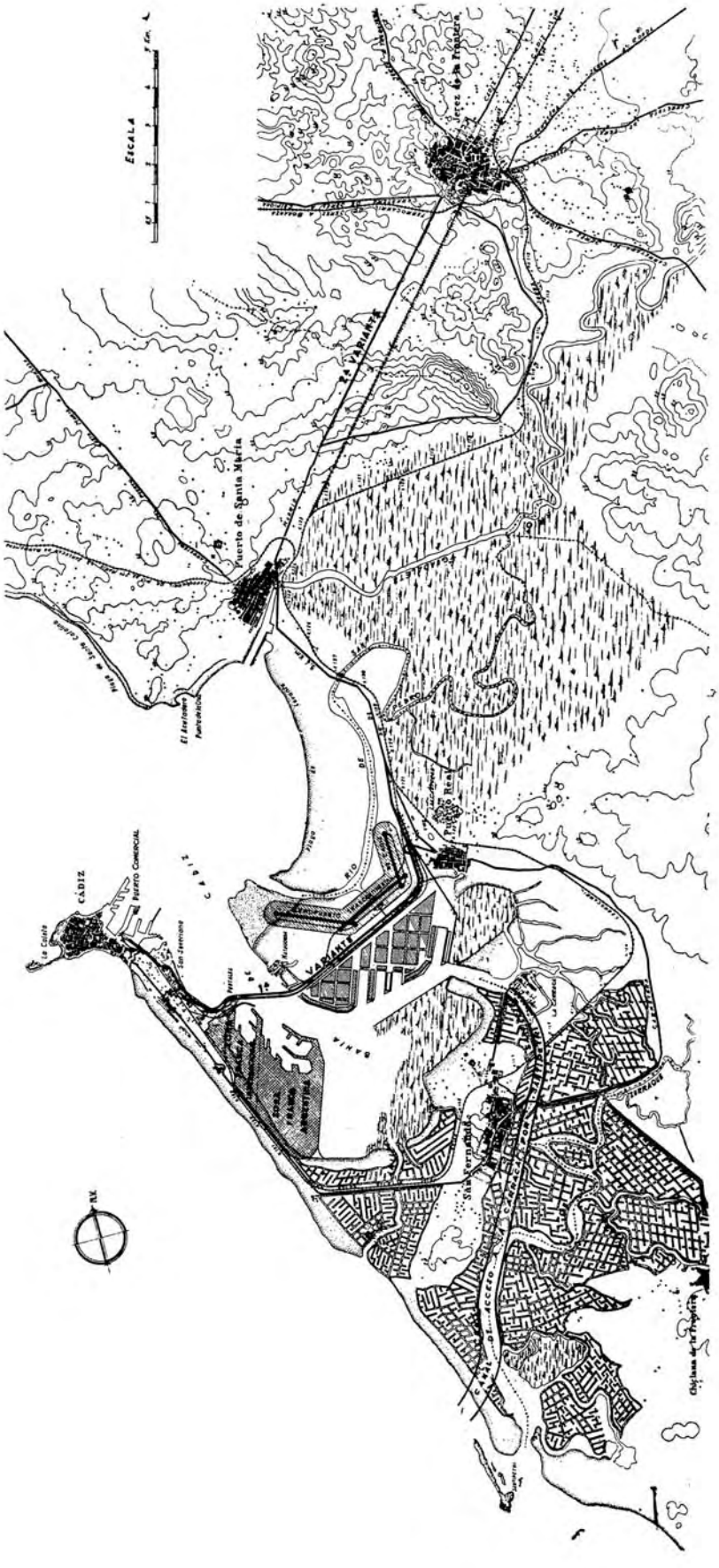

ESCALA
Puerto de Santa María
CÁDIZ
Puerto Comercial
VARIANTE
BAHIA
RIO
Puerto Real
Jerez de la Frontera
Chiclana de la Frontera

Figura 1.ª

Uno de los sitios preferidos son las Canteras de Puerto Real, espléndido bosque de pinos, rodeado de chalets con huertas y jardines que, con la solución del enlace que proponemos, quedaría situado a 10 kilómetros de Cádiz, en lugar de los 30 kilómetros que hay que recorrer hoy para llegar allí.

Si a esta enorme reducción de distancia añadimos un servicio regular de trenes eléctricos o trolebuses, que podrían hacer el recorrido en un cuarto de hora, nos encontramos con que no sólo tendremos en Puerto Real la zona verde que tanto necesita Cádiz desde el punto de vista sanitario, sino la zona de posible ensanche de la población, en proporciones prácticamente ilimitadas, disponiendo, además de una espléndida extensión en el Coto de la Compañía y salinas contiguas que, debidamente explanado, nos permitiría construir un magnífico aeropuerto del que, más adelante, estudiaremos sus características generales, teniendo en cuenta las condiciones del terreno y su relación con las demás obras que se proponen.

Soluciones posibles.

Para este enlace existen varias soluciones, entre las que señalaremos y comentaremos aquellas de que más se ha hablado, que citaba Machimbarrena, como fórmulas lanzadas por la rica imaginación gaditana, en el artículo que publicó esta Revista en marzo de 1949, y que son las siguientes:

a) "Ferry-boat".

b) Puente móvil.

c) Puente o enlace permanente.

d) Relleno del saco de la bahía.

e) Túnel submarino.

La solución *a*), figura 2.ª, no resolvería el problema de una manera eficaz y continua y, sobre todo, para ir a esta solución consideramos mucho más acertada la propuesta por Machimbarrena en su citado artículo, reanudando de una manera organizada el tráfico de bahía entre Cádiz y Puerto de Santa María, o bien enlazando estos dos puertos mediante "ferry-boats".

Estas dos variantes de la solución *a*) tienen el no pequeño inconveniente de la irregularidad en el servicio, supeditado al estado del mar y al acceso a Puerto de Santa María, cuya barra, mientras no se ejecuten las obras necesarias, pierde calado rapidísimamente por efecto de los aterramientos, obligando a los barcos, frecuentemente, a esperar la pleamar para poder entrar.

En cuanto a la solución *b*) (fig 3.ª), a base de un puente móvil, tiene el enorme inconveniente de carácter militar, de que si se inutiliza el puente, o lo inutilizan, y en caso de guerra no hay duda de que lo inutilizarían, dejaríamos prácticamente anulada la base naval, sin posible acceso a la misma, y lo que pudiera ser aún peor, en un momento determinado podrían quedar embotelladas en La Carraca las unidades de nuestra Marina que se encontraran allí, al inutilizarse el puente.

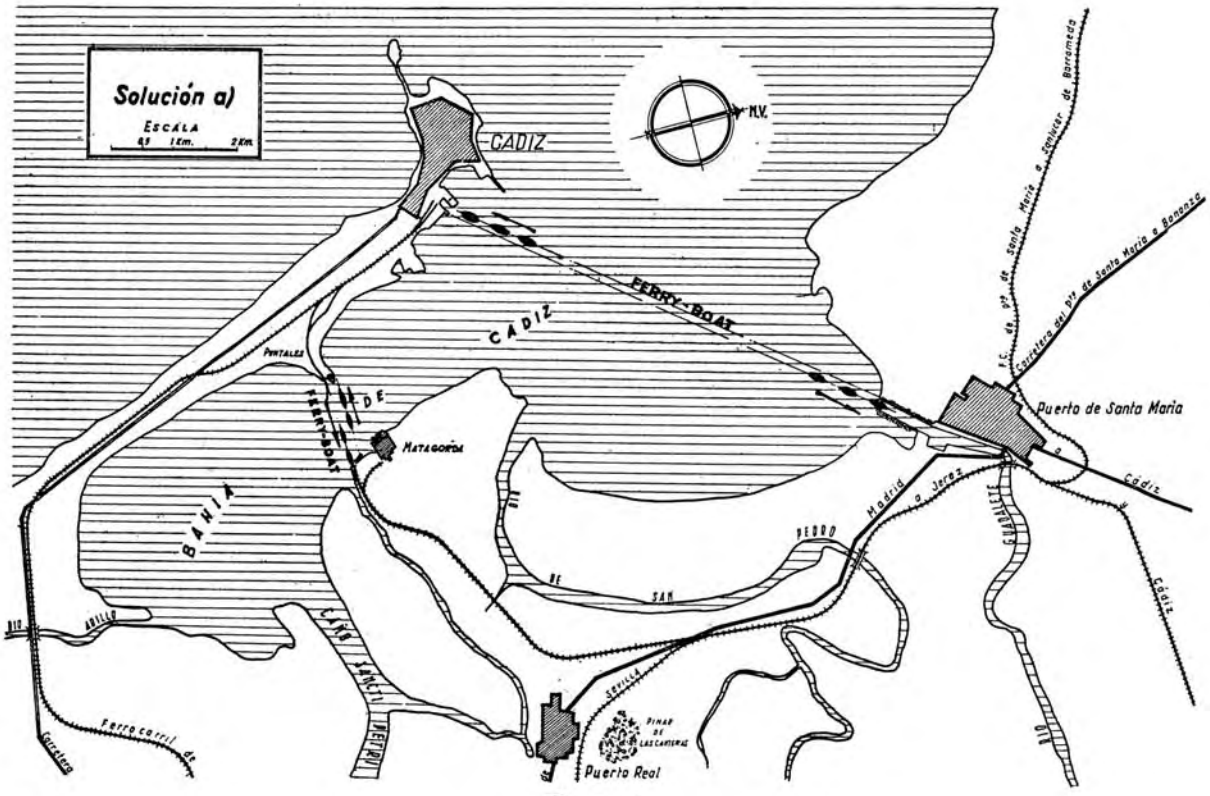


Figura 2.ª

La solución *c*) (fig. 4.ª) sólo sería realizable a base de puente fijo, ya que la soldadura permanente por un malecón que incomunicara el saco de la bahía con el exterior ocasionaría, posiblemente, fuertes aterramientos en el resto de la misma y puerto de Cádiz, al desaparecer las corrientes que produce la marea al llenar y vaciar el citado saco de la bahía.

Por estas mismas razones, aparte de otras de tanta o más importancia, consideramos prohibitiva la solución *d*) (fig. 5.ª), ya que el relleno total o parcial del saco de la bahía no debe intentarse sin un estudio a fondo de la influencia de dicho relleno en el resto de la misma.

Además, estas dos últimas soluciones obligarían, o a trasladar de sitio la base naval, o a buscarle a la misma una salida al mar, posiblemente por las proximidades de Sancti-Petri, regularizando y ampliando, mediante dragados, el caño del mismo nombre, aproximadamente en la forma que indicamos en la figura 1.ª, con las variantes consiguientes del ferrocarril y la carretera y la desaparición del histórico puente de Zuazo.

Por lo expuesto, es fácil comprender que, tanto la solución *c*) como la *d*), son prácticamente irrealizables.

Vamos, por último, a considerar la solución *e*), consistente en la construcción de uno o varios túneles submarinos, enlazando Puntales y Matagorda.

En la figura 6.ª representamos esta solución y el enlace de la misma con las vías de comunicación actuales, así como su disposición en relación con el gran aeropuerto que proponemos y que tanto necesita Cádiz, y con lo que debió ser su gran puerto.

La misma consiste, fundamentalmente, en dos túneles paralelos, uno para doble vía de ferrocarril y otro para carretera. En la figura 7.ª representamos la sección tipo de estos dos túneles, debidamente acotados, y en la figura 8.ª, la planta y perfiles longitudinales de los mismos.

Soluciones constructivas.

El sistema a seguir en la construcción de estos túneles vendrá obligado prácticamente por la naturaleza del terreno a atravesar por los mismos, para lo cual será indispensable, antes de proceder al proyecto definitivo de esta obra, ejecutar una serie de sondeos que nos definan, con la mayor exactitud posible, los terrenos a excavar y, sobre todo, el grado de impermeabilidad y cohesión de los mismos.

Como primera aproximación en el conocimiento de estos terrenos, tenemos los datos obtenidos en sondeos muy próximos a la traza del túnel, que son los representados en la figura 7.ª. En general, y con bastante uniformidad, el fondo de la bahía, en la zona de ubicación de los túneles, está constituído por fangos y arenas desde los —7,00 a los —8,60 m., y después por areniscas más o menos consistentes, pero fáciles de excavar, encontrándose en muchas zonas capas o lentejones de areniscas de espesor variable, alternadas con capas de fango o arena.

Si llegáramos a la conclusión de la existencia de un banco de arenisca por debajo de los 10 a 12 m. bajo

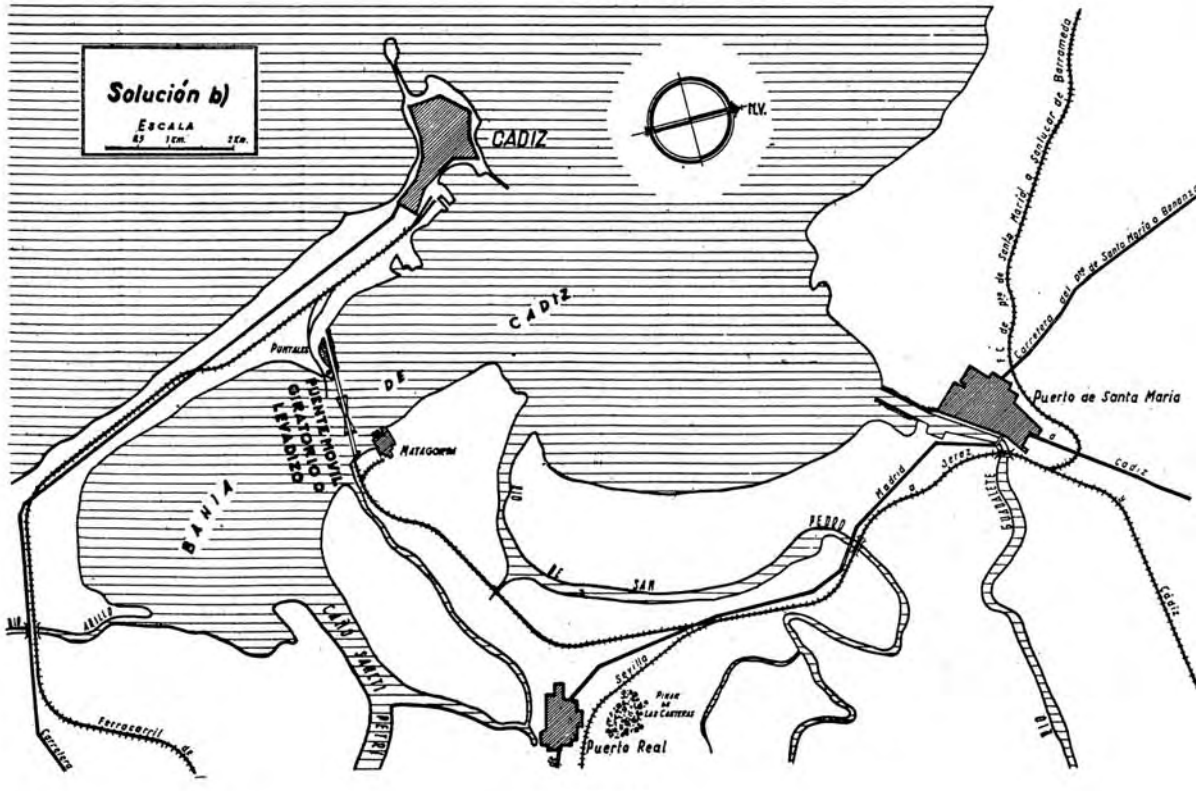


Figura 3.ª

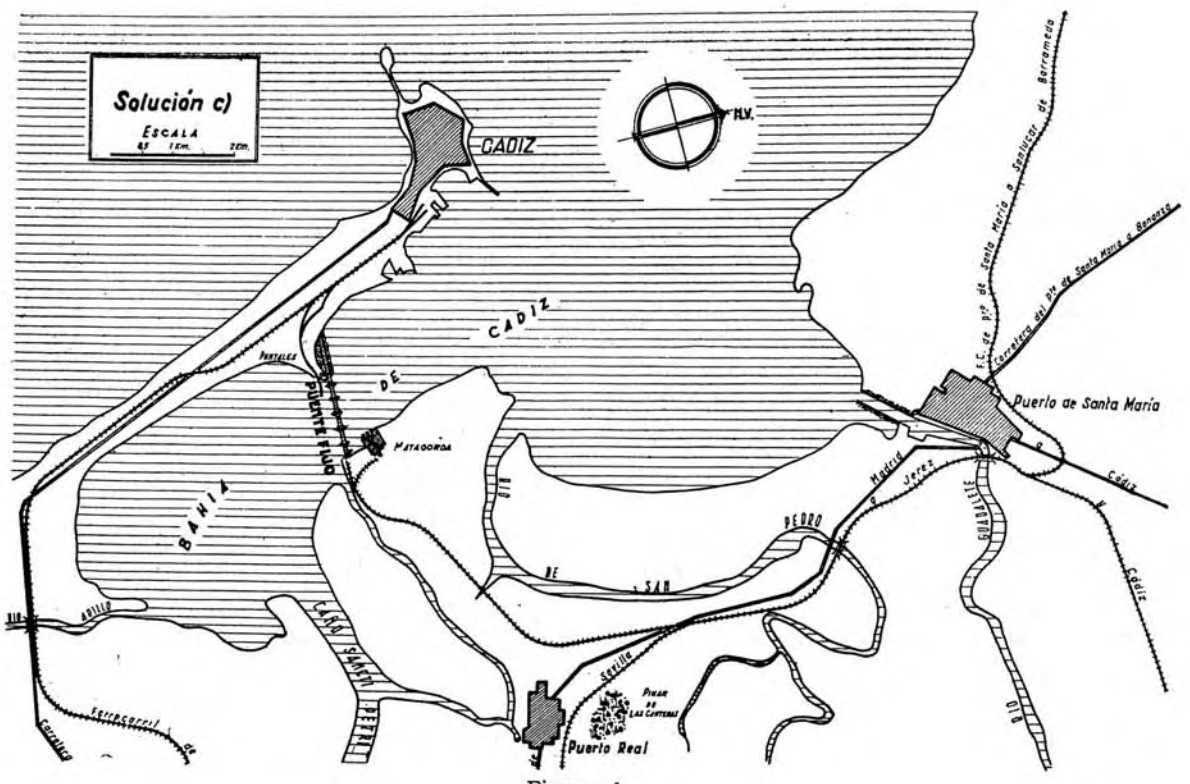


Figura 4.ª

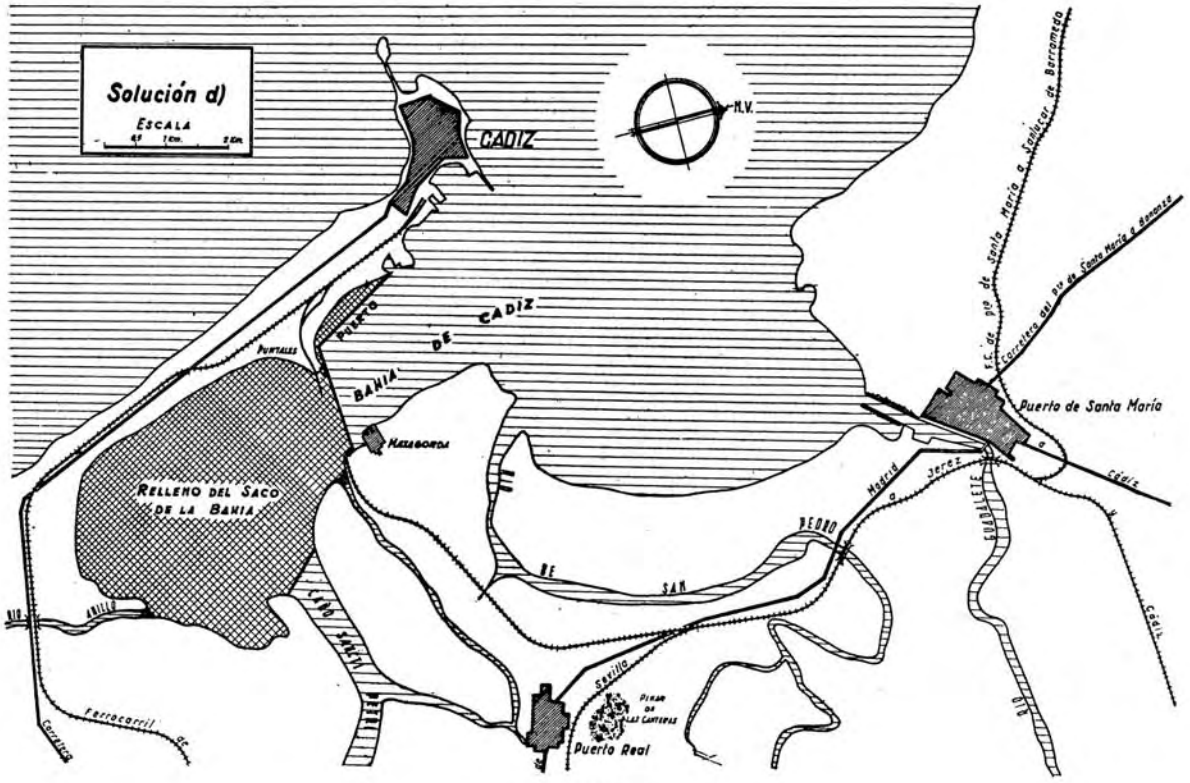


Figura 5.ª

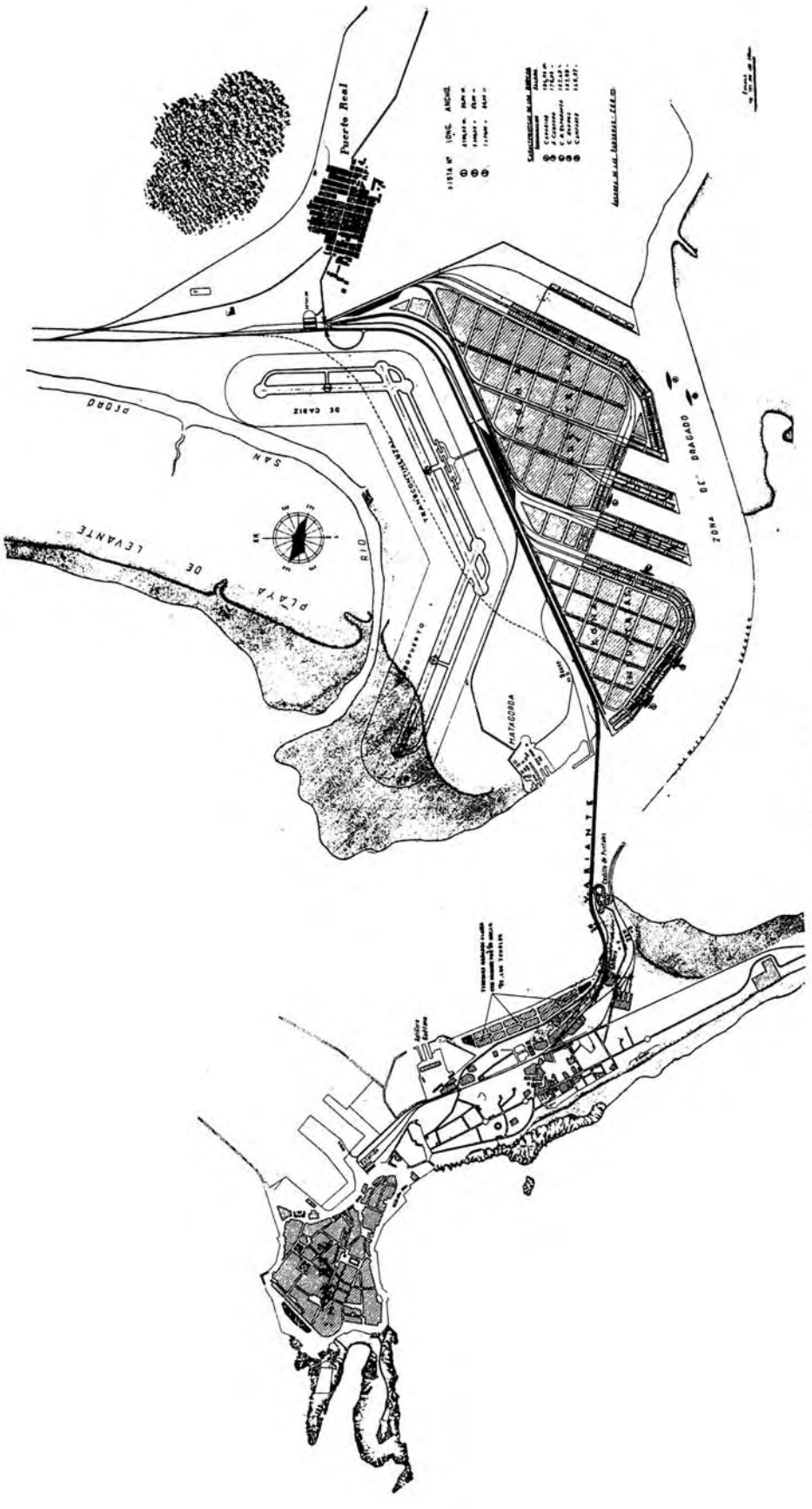

Puerto Real
DE CADIZ
SAN PEDRO
PLAYA DE LEVANTE
RIO
DRAGADO
ZONA

Figura 6.ª

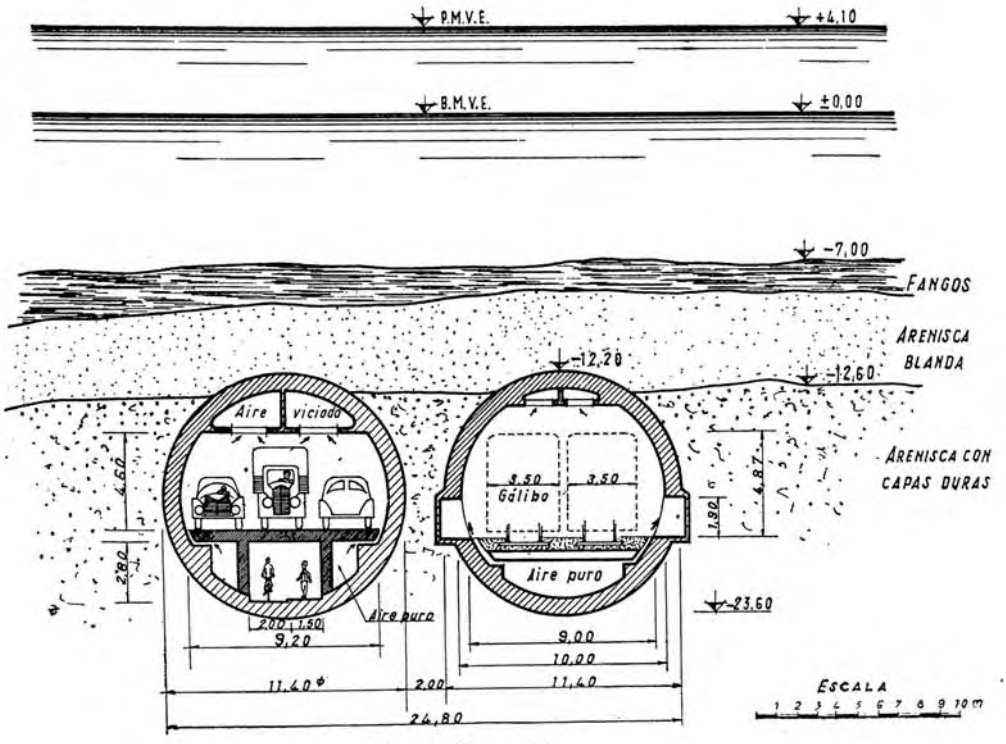


Figura 7.ª

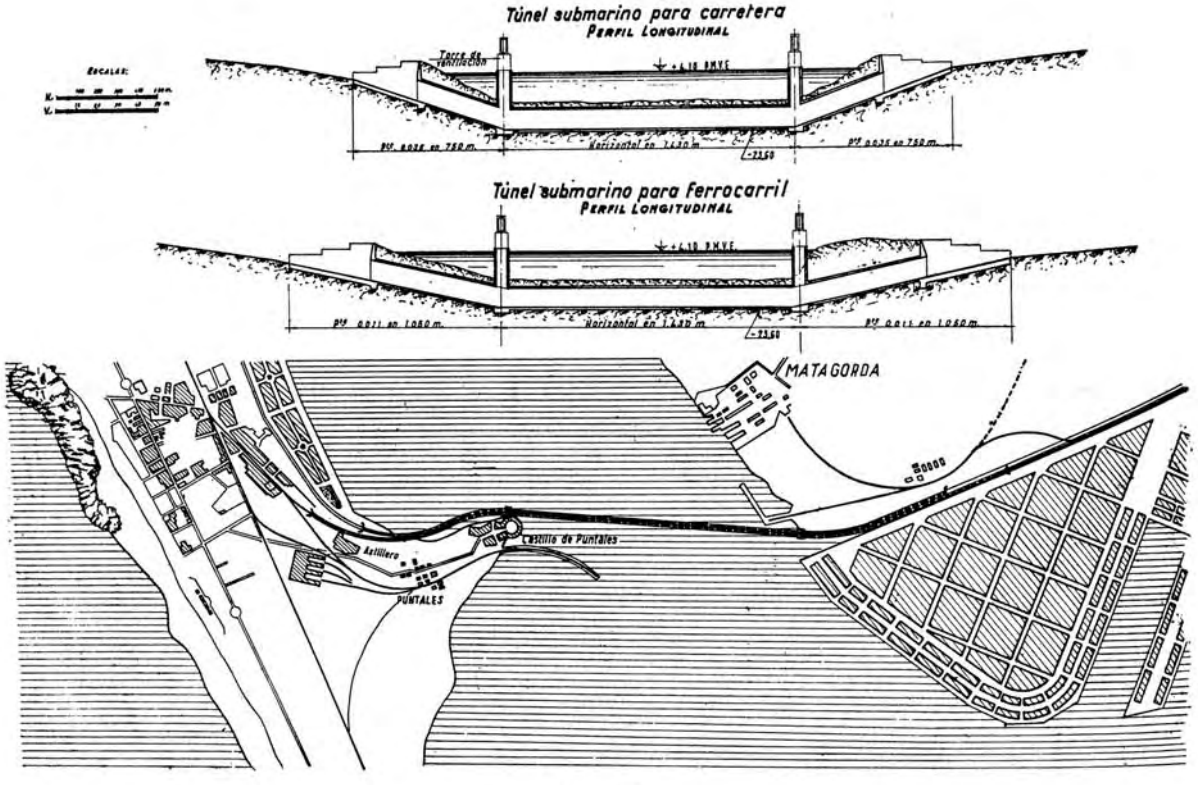


Figura 8.ª

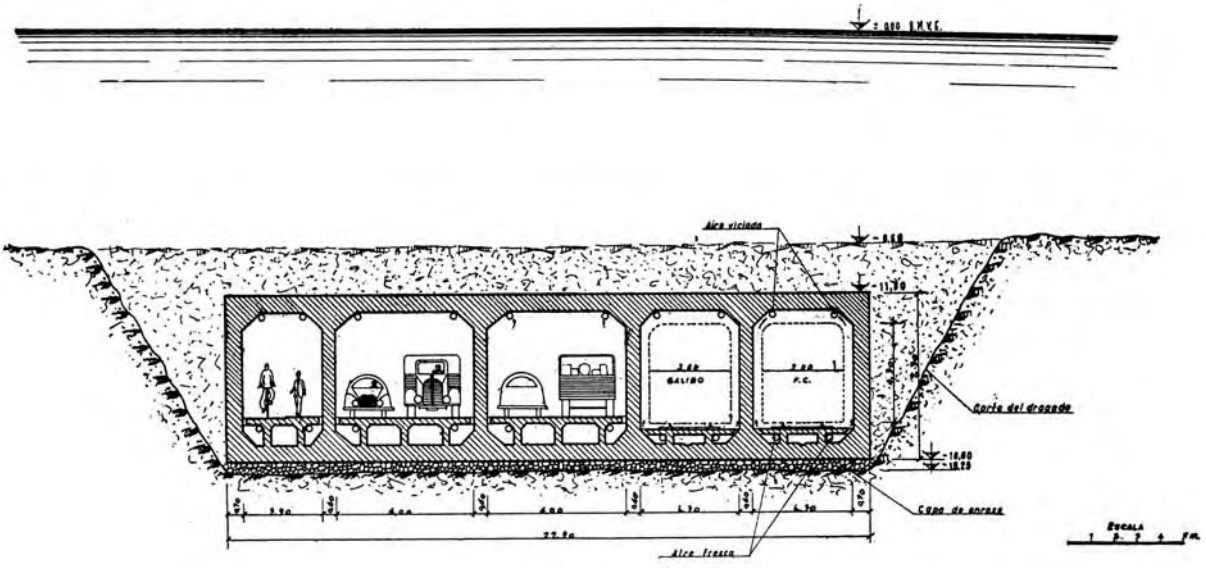


Figura 9.ª

la B. M. V. E. y con espesor del orden de los 12 a 14 m. como mínimo, consideramos que la solución ideal sería la de ataque del túnel por el sistema corriente más conveniente, partiendo de los dos pozos extremos de ventilación que se indican en las figuras 8.ª, los cuales se ejecutarán previamente mediante la hinca de sendos cajones, bien por el sistema indio o con aire comprimido, según la naturaleza del terreno.

En el caso de que la mayor parte de los terrenos fueran arenas o fangos, posiblemente la solución más conveniente sería la construcción del túnel con cajones de hormigón armado de características y dimensiones análogas a las que indicamos en la fig. 9.ª, en la cual, como puede apreciarse, van ambos túneles de carretera y ferrocarril en un solo cajón.

Una vez construídos éstos, se llevan flotando al lugar donde deben fondearse, en el que, mediante dragados, se habrá excavado una zanja de las características y dimensiones necesarias, cuya solera se enrasará previamente, para poder fondear los cajones en su posición definitiva.

No consideramos necesario extendernos en más explicaciones sobre un tipo de obra tan conocido, y únicamente llamaremos la atención sobre la flotabilidad del túnel así construído, que habrá de tenerse en cuenta al redactar el proyecto definitivo, y que en gran parte se contrarrestará rellenando la zanja a medida que se vaya ejecutando la obra, hasta dejar la misma completamente enterrada.

El túnel de ferrocarril enlaza por Puntales con el apartadero de Construcciones Aeronáuticas, S. A., siendo necesario, naturalmente, ampliar la explanación de este apartadero y de la vía general desde la unión con el mismo hasta Cádiz y su puerto por un lado, y hasta la Zona Franca en construcción, por otro, para disponer de las vías necesarias, y construir en el sitio más adecuado entre ambos puertos, una gran estación de clasificación.

En cuanto a la carretera, consideramos conveniente llevarla por los terrenos ganados al mar, con los productos de excavación de los túneles, en la orilla de la bahía, entre Puntales y el Astillero, uniéndose en las proximidades de éste, por un lado, con la denominada carretera industrial de Cádiz, y por otro, con la que enlaza San Severiano con la general de Madrid.

El enlace de los túneles que proponemos con Cá-

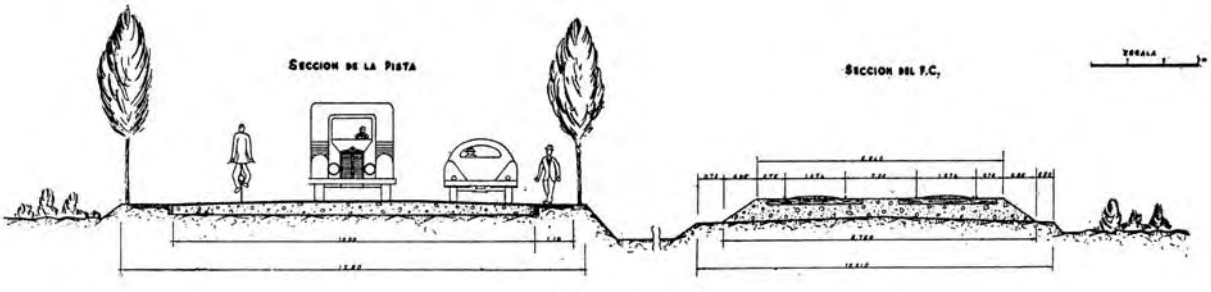


Figura 10.

diz y su Zona Franca, debe estudiarse simultáneamente con un gran plan de urbanización y ordenación de toda la zona afectada por el mismo.

En cuanto al enlace de dichos túneles desde su salida por Matagorda con la vía y carretera actuales, es el señalado en la figura 6.ª, indicando en la misma la nueva estación de Puerto Real, pudiendo ser la sección tipo de este trozo la dibujada en la figura 10.

En el cuadro núm. 1 se reseñan los presupuestos aproximados de ambas soluciones de túnel, así como del resto de esta variante, o sea de los trozos de carretera y ferrocarril necesarios para enlazar las bocas de cada túnel, por un lado, con Cádiz, y por otro, con la carretera y ferrocarril actual, en las afueras de Puerto Real.

CUADRO NÚM. 1.

Presupuesto aproximado de la variante primera.

DESIGNACIÓN DE LA OBRA	Solución con túnel en areniscas — *Importe en pesetas*	Solución con cajones de hormigón armado — *Importe en pesetas*
Pozos de ataque y torres de ventilación	10 000 000	10 000 000
Excavación en túnel y accesos	200 000 000	
Revestimiento del túnel	40 000 000	
Dragados en zanja de cimentación y accesos		15 000 000
Enrase en cimiento de cajones		10 000 000
Cajones de hormigón armado		180 000 000
Transporte, fondeo y unión de los cajones		50 000 000
Relleno zanja sobre cajones		5 000 000
Maquinaria de ventilación y alumbrado	40 000 000	40 000 000
Carretera en toda la variante	12 500 000	12 500 000
Doble vía en toda la variante	25 000 000	25 000 000
Resto de obra e imprevistos	22 500 000	22 500 000
	350 000 000	370 000 000

Economía obtenida con esta variante.

La distancia actual por ferrocarril desde Cádiz al punto de partida de la variante en Puerto Real es de 29 Km., y siendo la longitud de ésta entre dicho punto y la estación de Cádiz de 12 Km., reducimos el transporte en 17 Km.

Por carretera, la distancia actual desde Cádiz al empalme de la variante, que consideramos es de 33 kilómetros, con lo cual, al ser la longitud de dicha variante de 12 Km., la reducción obtenida será de 21 Km.

Del volumen total de mercancías que entran y salen de Cádiz, podemos considerar que un 10 por 100 se transporta por carretera y el 90 por 100 restante por ferrocarril, cifras nada optimistas, teniendo en cuenta que la mayor parte del transporte de vinos y pescados suele hacerse por carretera, incrementándose este transporte más aún cuando se reduzca casi en un 50 por 100 la distancia entre Cádiz y Jerez, al ejecutarse las variantes.

En resumen, la economía que se obtendría sería:

$$\text{Por ferrocarril.} \quad E_f = 2\,250\,000 \text{ Tn.} \times 17 \text{ Km.} = 38\,250\,000 \text{ Tn.} \times \text{Km.}$$

$$\text{Por carretera...} \quad E_c = 250\,000 \text{ Tn.} \times 21 \text{ Km.} = 5\,250\,000 \text{ Tn.} \times \text{Km.}$$

Si a estos valores les aplicamos los precios medios de la tonelada/kilómetro para uno y otro tipo de transporte, que, según el artículo publicado, "Sobre transportes", en esta Revista, en diciembre de 1948, son 1,68 pesetas por carretera y 0,215 pesetas por ferrocarril, la economía total obtenida con esta variante ascenderá a:

$$E_t = 38\,250\,000 \times 0{,}215 + 5\,250\,000 \times 1{,}68 = 16\,623\,375 \text{ ptas.}$$

En estas cifras no hemos incluído los viajeros de todas clases que pueden entrar y salir de Cádiz utilizando dicha variante, sobre los cuales se podría cobrar un canon, así como sobre todos los vehículos que pasaran por ella, pudiendo recaudar por dicho concepto, con un criterio más bien pesimista, del orden de los 4 400 000 pesetas.

En conjunto, la economía total puede cifrarse en los 21 000 000 de pesetas, cifra que nos permitiría sufragar los gastos de las obras emitiendo un empréstito de 370 000 000 de pesetas a cincuenta años.

Antes de terminar nos parece oportuno consignar que los precios de la tonelada/kilómetro aplicados han subido considerablemente desde que escribimos este artículo, a principios de 1949, hasta la fecha de su publicación, pero como también aumentó el coste de la construcción, hemos preferido no tocar ni unos ni otros.

Con lo expuesto creemos dejar suficientemente justificada la conveniencia de esta variante, tanto desde el punto de vista económico como desde el del ensanche de Cádiz y enlace con su gran aeropuerto y zona verde de Puerto Real, suprimiendo, además, en la carretera, las molestísimas travesías de San Fernando (2 Km.) y Puerto Real (1 Km.).

SEGUNDA VARIANTE: REDUCCIÓN DE DISTANCIA ENTRE PUERTO DE SANTA MARÍA Y JEREZ.

En la figura 11 señalamos esta variante, que afecta tanto al ferrocarril como a la carretera.

Carretera.

La variante de la carretera la proyectó el Ingeniero Jefe D. Evaristo de la Riva, en septiembre de 1935, siendo Ingeniero Director del puerto de Puerto de Santa María, ahorrando con la misma 5 Km. en el recorrido de Puerto de Santa María-Jerez, reduciéndose la distancia entre ambas ciudades a 10,500 y obteniendo, además, por la bondad del nuevo trazado, una mayor economía en el transporte.

La longitud total de la misma es de 7 464 metros y su presupuesto ascendía, en el año 1935, a 1 420 000 pesetas, si bien ahora podemos considerar que el coste sería de 7 500 000 en números redondos.

En la figura 12 dibujamos el perfil longitudinal de la misma, en la cual puede apreciarse que la pendiente máxima es del 6 por 100.

El complemento de estas obras sería la mejora de la travesía de Puerto de Santa María, aprovechando la necesidad existente de sustituir el puente de San Alejandro, sobre el Guadalete, que se encuentra en malas condiciones, siendo insuficiente para el tráfico actual.

Podría construirse el nuevo puente como indicamos en la figura 11, paralelo al del ferrocarril, con lo cual suprimiríamos los fuertes recodos de acceso al actual por ambas márgenes y se llevaría la travesía contigua al ferrocarril, lo que permitiría ensancharla y suprimir en la misma una serie de curvas que carecen de visibilidad, todo lo cual, al facilitar el tráfico, ahorraría mucho tiempo en la travesía y unos 200 m. de recorrido.

Con esta variante y la complementaria de Puerto de Santa María, se reduce a 11,10 Km. la distancia entre Jerez y la entrada de aquella población, viniendo de Cádiz, y como desde este punto al arranque de la primera variante hay 5,70 Km., vemos que, con el conjunto de las variantes reseñadas, la distancia entre Cádiz y Jerez se ha reducido de 55 kilómetros a $12 + 5{,}70 + 11{,}10 = 28{,}80$ Km., o sea, prácticamente a la mitad, y el tiempo a menos de la mitad, al suprimir las travesías de San Fernando, Puerto Real y Puerto de Santa María, y todo el trozo de "Las Cruces", entre esta última población y Jerez.

Ferrocarril.

Esta variante la reseñamos, aunque la economía obtenida con la misma posiblemente no compense la modificación tan radical que de ella se deriva al abandonar prácticamente la estación actual del ferrocarril y construir una nueva a la entrada de Jerez, en el punto de unión de esta variante con el ferrocarril de Jerez a Sanlúcar de Barrameda.

Es indudable que con esta variante, además de acortar la distancia entre Cádiz y Jerez, conseguimos liberar esta población del límite que supone el ferrocarril para su ensanche, por la espléndida zona comprendida entre las carreteras de Arcos y Algeciras, que si bien se salva con un paso inferior, este es insuficiente e incómodo.

Además, la nueva ubicación que se propone para la estación está prácticamente a la misma distancia del centro que la actual, con la ventaja de tener mejores accesos y estar de Cádiz 4,9 Km. más próxima que aquélla.

En la figura 11 representamos esta variante y en la 13 su perfil longitudinal, en el cual se aprecian los dos túneles fundamentales de la misma: uno de 3,5 kilómetros, atravesando la Sierra de San Cristóbal, y otro de 2 Km., por debajo de Jerez, en el cual se podría situar un apeadero en el centro de la población, que facilitaría enormemente el tráfico de viajeros, sobre todo en verano, entre Jerez y las playas de Puerto de Santa María y Cádiz.

La nueva estación que proponemos quedará a 10,1 Km. de la de Puerto de Santa María, reduciéndose, por tanto, la distancia actual de 15 Km. en 4,9 Km., a efectos de las comunicaciones entre Jerez y Cádiz y, sobre todo, mejorando enormemente el trazado, al suprimir una serie de curvas y los 4 Km. contiguos a Jerez, con una pendiente bastante fuerte.

Ahora bien: deste el punto de vista del transporte entre Cádiz y el interior de la península, debemos considerar la reducción del recorrido en la totalidad de la variante, que es de 3,2 Km., al ser la longitud de ésta 11,40, y el recorrido actual entre los mismos puntos de 14,60 Km. y, sobre todo, la supresión de los 4 Km. contiguos a Jerez, que acabamos de citar.

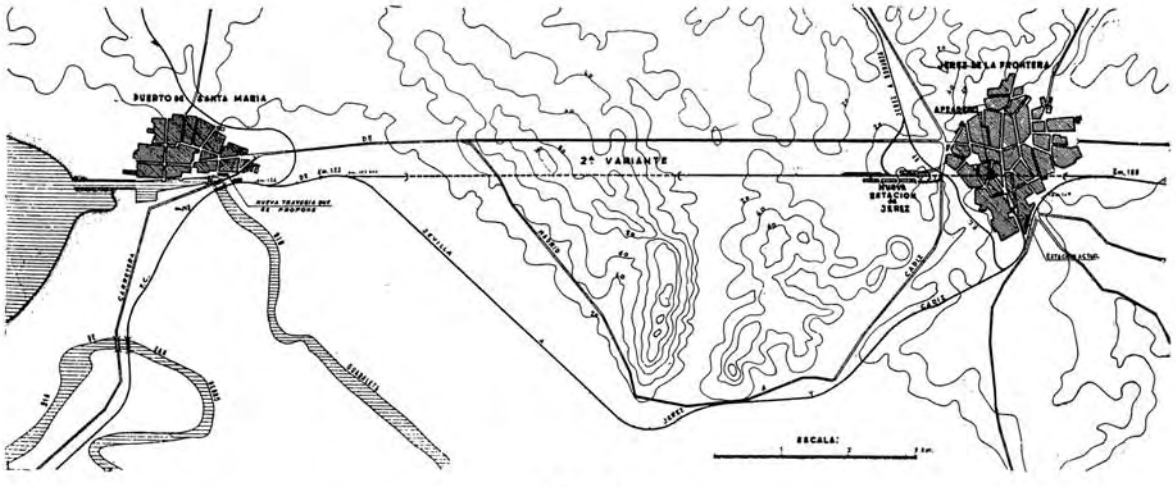


Figura 11.

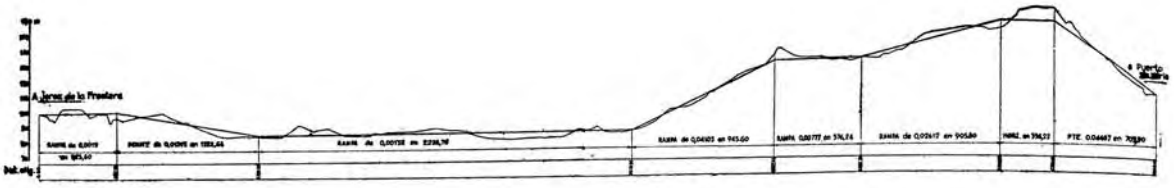


Figura 12.

Como orientación, vamos a reseñar el costo aproximado de esta variante, a base de doble vía:

Doble vía a cielo abierto: 6,99 Km. × × 2 000 000 de ptas. ..... =	13 920 000
Doble vía en túnel terminado: 5,50 Km. × × 7 000 000 de ptas. ..... =	37 500 000
Estación de Jerez y traslado de las instalaciones actuales	36 000 000
Apeadero y resto de obra	12 580 000
TOTAL	100 000 000

De este presupuesto debemos deducir, a efectos de comparación, el importe de la construcción de la doble vía en los 14,6 Km. del tramo que consideramos, que es de vía única, y que en números redondos podemos fijar en 15 000 000 de pesetas.

Por tanto, el costo aproximado total de la variante a considerar para un estudio económico de la misma es de 85 millones de pesetas.

Otra de las ventajas de esta variante es suprimir los tres primeros kilómetros con fuerte pendiente, del ferrocarril de Jerez a Sanlúcar de Barrameda, al enlazar éste con la nueva estación de la variante, en el apeadero de Alcubilla, distante 3 Km. de la estación actual de Jerez.

Economía de esta segunda variante.

La reducción de distancia en esta variante es de 5,2 kilómetros por carretera y de 3,2 kilómetros por ferrocarril.

En estas condiciones y teniendo únicamente en cuenta el movimiento de mercancías procedentes o con destino a Cádiz antes considerado, la economía obtenida, cifrada en pesetas, será:

Por carretera...	250 000 Tn. × 5,20 Km. × × 1,68 ptas. ..... =	2 184 000
Por ferrocarril..	2 250 000 Tn. × 3,20 Km. × × 0,215 ptas. ..... =	1 693 125
SUMA		3 877 125

Además, debemos considerar el incremento que se producirá en el tráfico de viajeros entre Jerez y Cádiz, como consecuencia de la enorme reducción de distancia y tiempo del viaje, en el que actualmente se invierte de hora y media a dos horas, y que con la variante podría hacerse en media hora.

Este incremento de tráfico, sumado con la reducción de distancia entre Cádiz y Jerez, de 49 Km. a 27,10 Km., puede producir una economía anual del orden de 1 200 000 pesetas, por lo cual, en conjunto y en números redondos, la economía de esta variante podemos fijarla en 5 000 000 de pesetas, anualidad que nos permitiría amortizar el costo de la misma y sus intereses en cincuenta años.

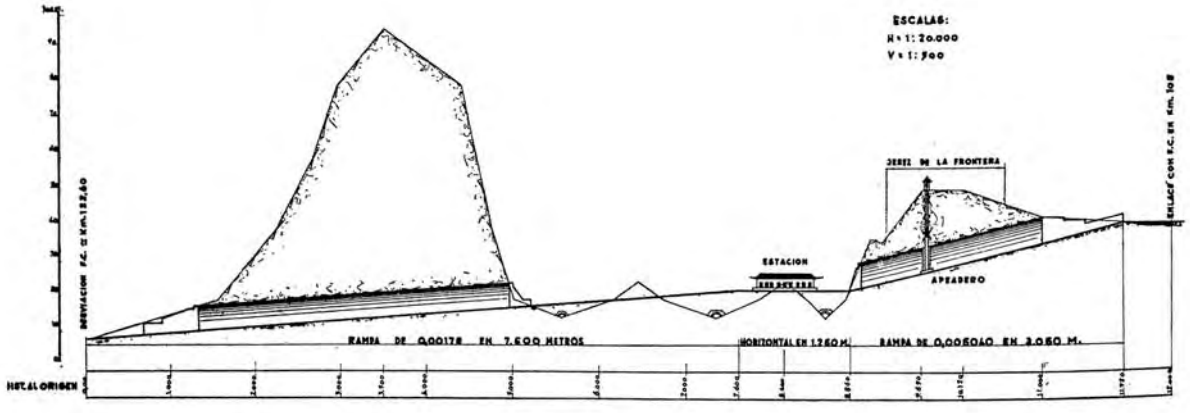


Figura 13.

Aparte de estas consideraciones de tipo económico, no debemos olvidar las de tipo nacional derivadas de la enorme mejora que para las comunicaciones supondría la construcción de las citadas variantes, de las que resumiremos a continuación los acortamientos obtenidos con ellas entre Cádiz y Jerez:

	Longitud actual — Km.	Longitud variante — Kilómetros	Reducción de distancia — Km.
Carretera:			
1.ª variante	33,00	12,00	21,00
2.ª variante (incluso travesía de Puerto de Santa-María)	16,30	11,10	5,20
Enlace entre ambas variantes	5,70	5,70	0,00
Distancia entre Cádiz y Jerez	55,00	28,80	26,20
Ferrocarril:			
1.ª variante	29,00	12,00	17,00
2.ª variante (Puerto de Santa María-Jerez)	15,00	Apeadero.. 11,10 Nueva Estación.... 10,10	3,90 4,90
Enlace entre ambas variantes	5,00	5,00	0,00
Distancia entre Cádiz y Jerez	49,00	Apeadero.. 28,10 Estación.. 27,10	20,90 21,90

Otras posibilidades de reducción de distancia entre Cádiz y el interior.

Independientemente de las variantes que acabamos de reseñar, existen en construcción, desde hace mucho tiempo, los dos ferrocarriles que a continuación citaremos, cuya terminación supondría las siguientes ventajas:

Ferrocarril Jerez-Almargen. — Al terminar estas obras y ponerlas en explotación, además de enlazar gran parte de la provincia de Cádiz con su puerto, reduciríamos la distancia actual de 434 Km. entre éste y el de Algeciras en 134,20 Km., y con Málaga, Granada, Almería, Murcia, Alicante y puntos intermedios de estas líneas, o sea con todo el SE. de la península, en 72,20 Km. En los acortamientos citados, 20,20 Km. corresponden a las dos variantes reseñadas al principio de este artículo.

Ferrocarril Marmolejo-Puertollano. — La ejecución de este ferrocarril supone, además de mejorar el trazado de la línea actual entre Córdoba y Madrid, suprimiendo el paso de Despeñaperros, la reducción de distancia entre ambas capitales en 41 Km.

Si además de terminar estas obras se mejorara la línea Utrera-Córdoba, por Marchena y Ecija, dotándola, si fuera posible, de doble vía, conseguiríamos reducir el recorrido normal actual pasando por Sevilla, en 22 Km., con lo cual, teniendo también en cuenta las dos variantes reseñadas al principio, habríamos obtenido, entre Cádiz y Madrid, la reducción de distancia siguiente:

$$R = 41 + 22 + 20{,}20 = 83{,}20 \text{ Km.}$$

quedando reducidos los 727 Km. actuales a 643,80 kilómetros, con lo cual el puerto de Cádiz estaría en condiciones de competir ventajosamente con todos los demás puertos españoles del Atlántico y con algunos del Cantábrico y Mediterráneo, según puede verse en el cuadro adjunto, en el que se recogen las distancias por ferrocarril entre Madrid y los principales puertos españoles:

Puertos	Kilómetros	Puertos	Kilómetros
Pasajes	627	Málaga	635
Bilbao	564	Almería	557
Santander	503	Cartagena	525
Gijón	592	Alicante	455
Coruña	845	Valencia	480
Vigo	837	Castellón	559
Huelva	681	Tarragona	598
Cádiz	643,8	Barcelona	685
Algeciras	744		

En resumen, consideramos que en caso de llevarse a cabo en su totalidad las obras previstas en Cádiz, tanto para la terminación de su puerto como para la construcción de la Zona Franca, sería de gran importancia para la economía nacional ejecutar las obras que proponemos en el presente artículo, con las cuales Cádiz se convertiría en el puerto atlántico más importante de España, tanto por su magnífica situación en relación con las rutas atlánticas, como por sus excelentes comunicaciones con el interior de la península.

UN POSIBLE PLAN DE MEJORAS DE CADIZ Y DE SUS COMUNICACIONES CON EL INTERIOR

Por ANTONIO DURAN TOVAR,
Ingeniero de Caminos.

En nuestro número de marzo último iniciamos el trabajo de conjunto sobre el tema del epígrafe, con un primer artículo, que estudiaba diversas soluciones de variantes del actual ferrocarril, que se complementa con el presente, en el que se hace un estudio de la posibilidad y conveniencia de la construcción del Aeropuerto de Cádiz.

II

b) Construcción del aeropuerto de Cádiz.

Hace bastantes años que Cádiz está intentando construir un aeropuerto en consonancia con su magnífica situación geográfica.

Meteorológicamente considerada, la bahía de Cádiz reúne unas condiciones magníficas, por estar alejada del paso de depresiones, disfrutando de absoluta visibilidad casi todo el año, sin bruscas alteraciones de temperaturas en las diversas épocas y con un régimen de vientos más o menos intensos, pero sin turbulencias; todo lo cual contribuye a la seguridad de los aviones, tanto en el vuelo como en su aterrizaje y despegue.

Desde el punto de vista comercial, y en lo que se refiere a las comunicaciones de Europa con América y Africa, la situación de Cádiz no se puede mejorar ni aun por Lisboa, que, no obstante, ha sabido imponerse construyendo un aeropuerto que casi puede considerarse terminal de Europa, por lo menos en lo que a la ruta del Atlántico Norte se refiere.

No obstante el tiempo perdido, consideramos se debe intentar nuevamente el establecimiento en Cádiz de un gran aeropuerto, que estamos seguros se impondría a los demás, convirtiéndose en el punto de paso de todas las rutas aéreas de América y Africa, con la inmensa ventaja de disponer contigua al mismo de una inmejorable base de hidroaviones.

En la figura 14 indicamos lo que podríamos llamar aeropuerto primitivo, cuya construcción inició aproximadamente en el año 1937 el Ayuntamiento, haciéndose después cargo de las obras el Ministerio del Aire, el cual. luego de imprimir a las mismas bastante actividad, las paralizó acertadamente, ya que toda la superficie de dicho aeropuerto queda, hoy en día, dentro del recinto de la Zona Franca de Cádiz que con ritmo acelerado se está construyendo.

Por tanto, para la construcción del aeropuerto de Cádiz es necesario determinar una nueva zona para su ubicación, siendo, a nuestro juicio, la mejor la indicada en la figura 14. pues si bien la zona de Torregorda, que también señalamos, podría construirse otro de características análogas al primitivo, o sea ganando terreno al mar o rellenando marismas, el mismo resultaría mucho más caro de construcción y no reuniría, ni con mucho, las ventajas del que proponemos, que son las siguientes:

a) El terreno del Coto de la Compañía Transatlántica, sobre el que se ubicaría, es inmejorable y perfectamente consolidado, y el volumen total de tierras a mover para dejarlo perfectamente explanado de acuerdo con las diversas rasantes de las pistas que aconseje el proyecto será del orden de los 500 000 metros cúbicos.

Por otro lado, su gran permeabilidad facilita el drenaje del campo, impidiendo el encharcamiento de las zonas de seguridad contiguas a las pistas.

b) Su situación con relación a las poblaciones de la bahía de Cádiz es óptima, pues está de las mismas a las distancias siguientes:

Distancia desde el Aeropuerto a:	Cádiz	P. Real	Puerto S. María	Jerez	San Fernando
En Kms. . . .	8,5	3,—	10	21	17
En minutos .	15	5	15	30	25

La distancia a Cádiz la hemos tomado suponiendo construídos los túneles de enlace de Puntales con Matagorda, estudiados en la primera parte de este artículo.

En tanto no se construyan los mismos, se podría establecer un servicio conveniente de *ferri-boats* entre Matagorda y la Zona Franca, que pasarían los autobuses y coches de viajeros de una orilla a otra, invirtiendo en la travesía unos diez minutos, y en conjunto, en el viaje completo entre el aeropuerto y Cádiz, veinticinco minutos, tiempo análogo al que se invierte actualmente entre Madrid y el aeropuerto de Barajas.

c) Desde el punto de vista militar, no hay duda que reúne unas condiciones mucho mejores que cualquiera que se construya contiguo a la costa en la zona de Torregorda, indicada en la figura 14, ya que, por estar el que proponemos a cuatro kilómetros por detrás de las baterías de costa, éstas les protegerían contra los ataques por mar.

Por ello, la red de comunicaciones del aeropuerto con el interior está más protegida y, por tanto, más difícil de inutilizar en la solución que proponemos que en la otra.

Esta seguridad de transportes y abastecimiento del aeropuerto le convertirán, en caso de guerra, en una base aérea inmejorable para la defensa y protección de la base naval de Cádiz, del Estrecho y, en general,

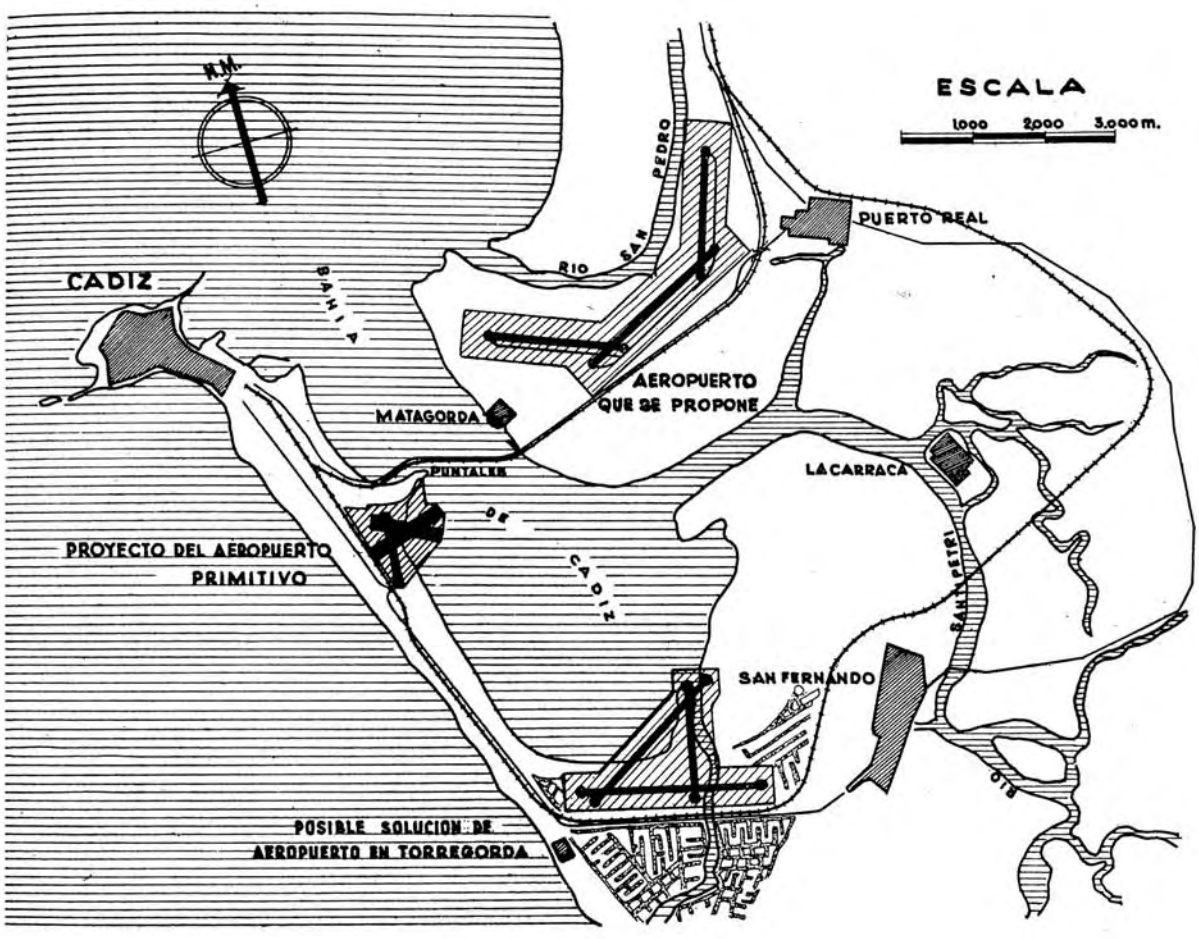


Figura 14.

de las costas atlánticas del SO. de España, y de Marruecos, distando de los puntos más alejados de esta última escasamente media hora de vuelo.

En líneas generales y sin descender a detalles, expondremos a continuación las que creemos podrían ser las características fundamentales de este aeropuerto.

TIPO DE AEROPUERTO

Consideramos que el aeropuerto de Cádiz debe ser de tipo transoceánico, por lo cual las dimensiones de sus pistas, según los acuerdos del Consejo Internacional O. P. A. C. I. de 1946, deberán ser las siguientes:

PISTAS DE ATERRIZAJE Longitud a nivel del mar. - Anchura					BANDA DE ATERRIZAJE Anchura mínima		PISTAS DE RODADURA
V. S. M. — *Metros*	Otras — *Metros*	Mínima — *Metros*	V. S. M. — *Metros*	Mínima — *Metros*	V. S. M. — *Metros*	Otras — *Metros*	Anchura — *Metros*
2 550	2 150	1 800	90	60	300	210	30

La orientación de las pistas viene fijada por el régimen de vientos en aquella zona, entre los cuales los más característicos son los Levantes (E.-S.-E.), alternando con ellos los Ponientes (O.-NO.), y al pasar de una a otra dirección se producen en ocasiones los fuertes temporales del SO. y otras veces los vientos fríos y fuertes del Norte (N.-NE.), que son frecuentes en los meses de diciembre y enero, con cielo despejado y baja temperatura.

En la figura 15 representamos el diagrama de vientos obtenido de datos del Observatorio de San Fernando, tomando sobre los radios de una rosa de 16 direcciones longitudes proporcionales al número de horas que ha soplado el viento en dicha dirección.

Del examen de dicho diagrama de vientos llegamos a la conclusión de que el aeropuerto que consideramos debe tener sus pistas orientadas en las tres direcciones principales que señalamos sobre el mismo, determinadas en forma tal que sean fáciles y seguras las operaciones de aterrizaje y despegue de los aviones con cualquier dirección del viento.

Sobre esta base, y teniendo en cuenta la configuración del terreno, llegamos al aeropuerto que propo-

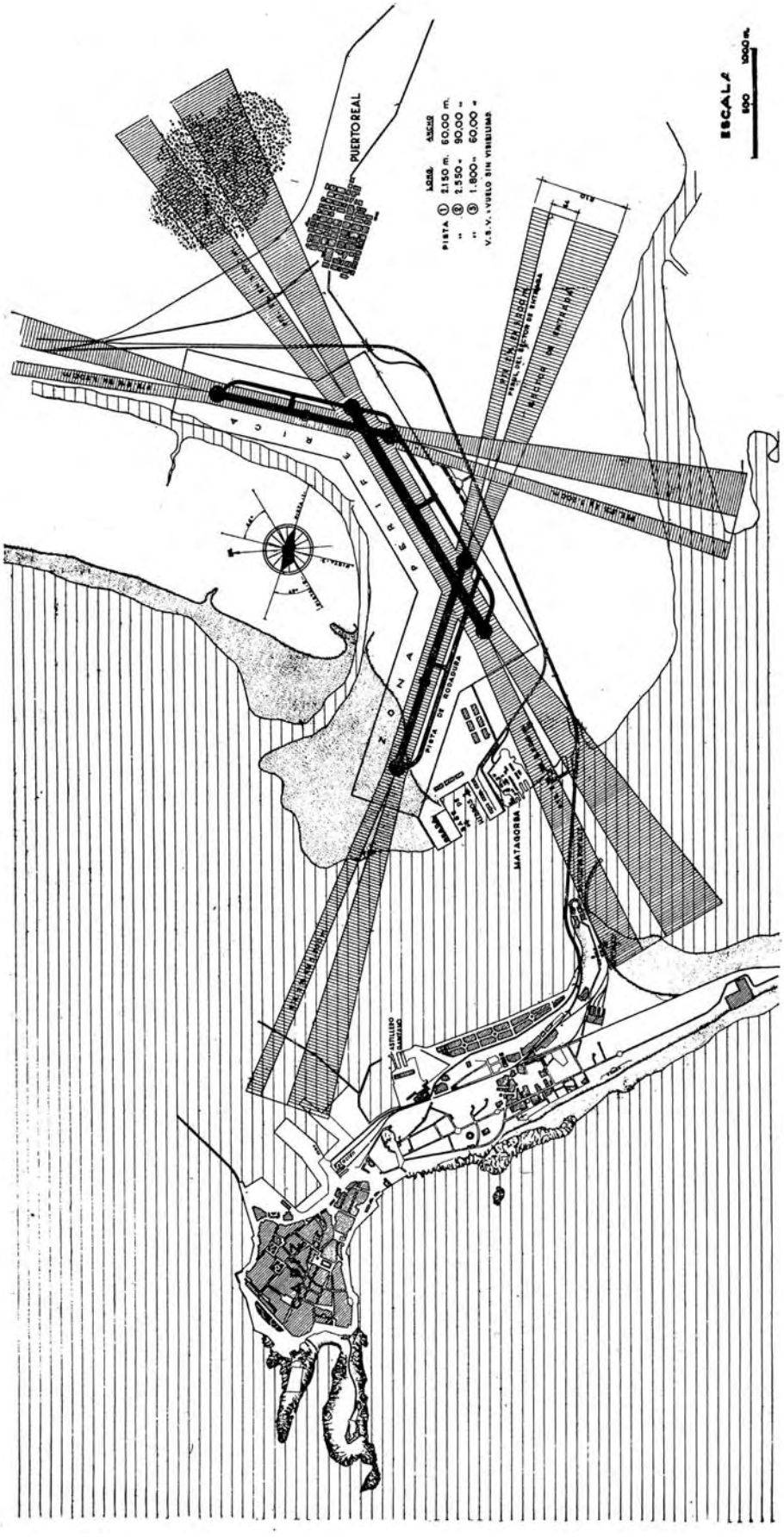

PUERTO REAL
ESCALA
500 1000 m.
PISTA ① 2.150 m. 60,00 m.
" ② 2.550 " 90,00 "
" ③ 1.800 " 60,00 "
V.S.V. y VUELO SIN VISIBILIDAD
ZONA PERIFERICA
PISTA DE ROZADURA
MATAGORDA
CASTILLETE

Figura 15.

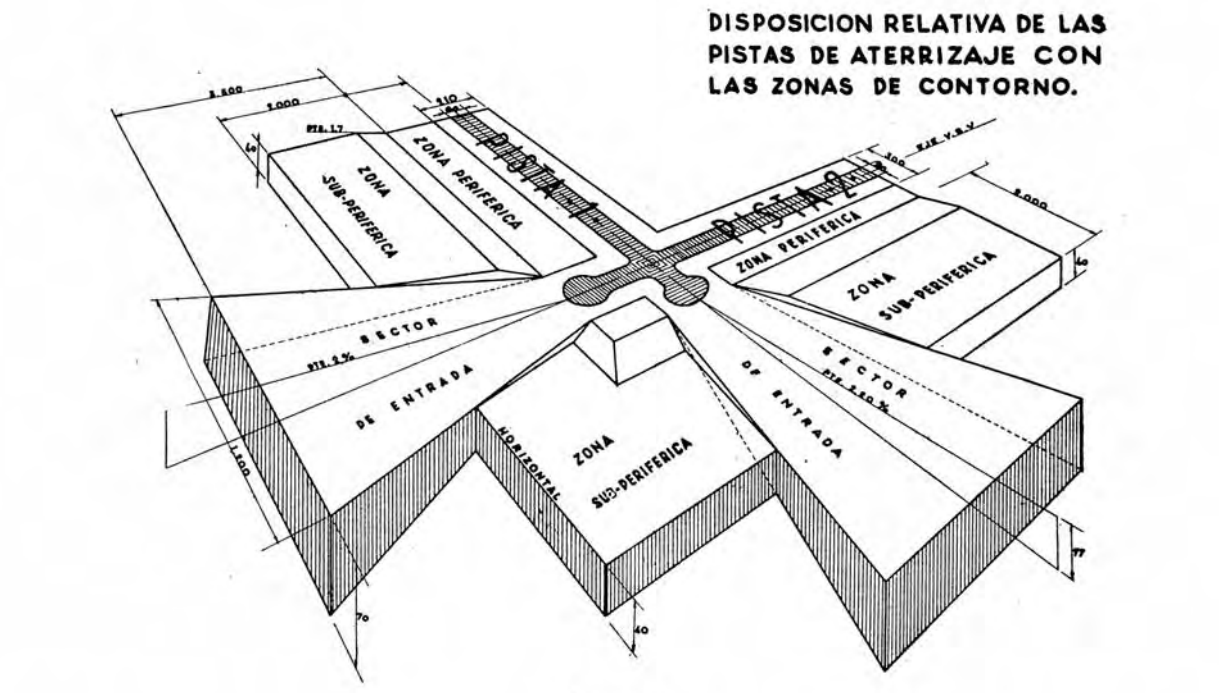


Figura 16.

nemos en la figura 15, en la que representamos, además de las pistas, sus zonas de seguridad y sectores de entrada. También representamos en dicha figura la dársena de hidroaviones, con su rampa para los mismos, muelles de atraque y edificios, que, con la bahía de Cádiz, constituirían una magnífica base de hidros. En el caso de construirse la misma, formaría un conjunto excepcional con el aeropuerto terrestre, con las consiguientes ventajas para la explotación y funcionamiento de ambos.

Pistas. — Tres son las pistas principales de este aeropuerto, de las cuales la número 1 está orientada en la dirección de los vientos dominantes; la número 2, destinada al vuelo sin visibilidad (V. S. V.), la hemos orientado en la dirección de vientos bastante frecuentes, para que sirva tanto cuando soplan éstos como cuando la visibilidad sea mala, fundamentalmente por la niebla, que no suele producirse con vientos, sino casi siempre con calmas, y por ello, teniendo en cuenta la configuración del terreno, hemos elegido esta pista para el vuelo sin visibilidad, por ser de mayor longitud y anchura, determinando su orientación exacta en forma tal que en sus sectores de entrada no existan obstáculos importantes, como puede verse en la figura 15.

Por último, la número 3 la hemos orientado en la dirección de los N.-NE., que son bastante intensos, con lo cual, además, conseguiremos conjugar las tres pistas en forma tal que sea posible la utilización del aeropuerto casi con cualquier viento, teniendo en cuenta que los aviones pueden tomar tierra en direcciones que formen con la de los vientos un ángulo máximo de 30° para velocidades mínimas de éstos, de 16 kilómetros/hora.

En resumen, las características de las pistas son las siguientes:

Pista	Dirección	Longitud — *Metros*	Anchura — *Metros*	Diámetro cabeza $\Phi = 1{,}7$ a
Núm. 1.	E. S. E.-O. N. O. .	2 150	60	102
Núm. 2.	O. S. O.-E. N. E. .	2 550	90	150
Núm. 3.	S. S. O.-N. N. E. .	1 800	60	102

Como complemento indispensable de las mismas se dispondrán, paralelas a ellas, pistas de rodadura de 30 m. de anchura, uniendo las cabezas de las pistas y éstas con la zona general de estacionamiento y aparcamiento, que se dispondrá frente a la zona prevista para edificios administrativos, estación de pasajeros, hangares, talleres, muelles, etc., con objeto de facilitar en dicha zona las operaciones de carga y descarga de los aviones que salen o llegan.

Pavimentos. — Dadas las características del aeropuerto, consideramos que sus pistas deben ser de pavimento rígido de hormigón en masa de unos 0,3 m. de espesor, sobre un encachado de piedra partida consolidada, recebada y cubierta por una capa de arena que evite toda adherencia entre el hormigón y la piedra partida. En dicho pavimento se dispondrán juntas de dilatación convenientemente distribuídas.

Zonas de contorno. — El aeropuerto que consideramos cumple las condiciones de seguridad necesarias

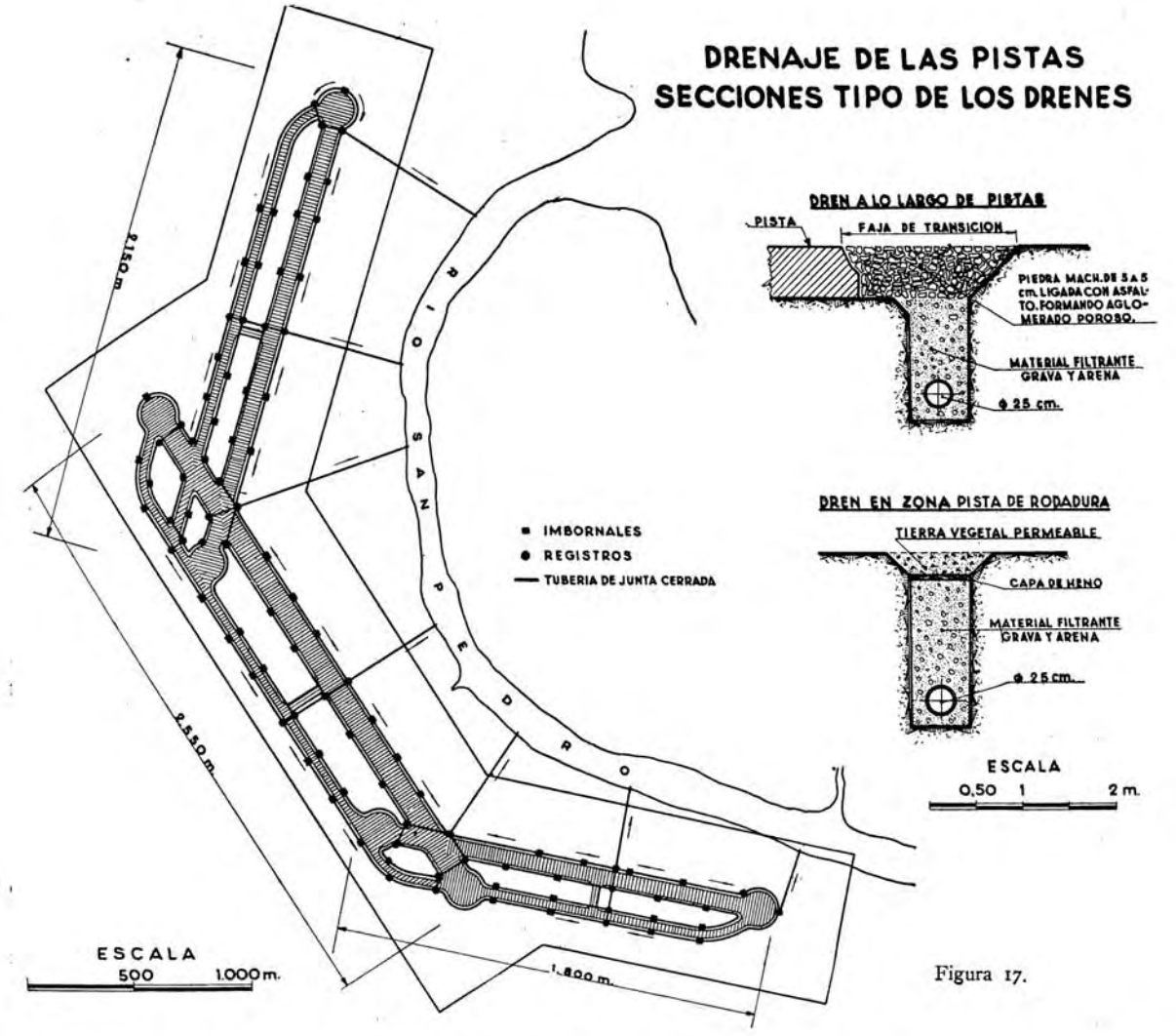


Figura 17.

al poder establecer en su alrededor las zonas características siguientes:

Zona periférica. — Es la más próxima al contorno del aeropuerto, y no debe existir en la misma edificación ni obstáculo alguno, debiendo seguir en lo posible las pendientes de las pistas. La Ley de 17 de julio de 1945 fija esta zona con una anchura de 300 metros en todo el contorno del aeropuerto.

Zona subperiférica. — Esta zona, que contornea al borde exterior de la anterior, tiene una anchura de 2 000 m., según la Ley antes citada, y en la misma no deben existir obstáculos con altura mayor de 40 metros, según dicha Ley, y de 45 m. según los convenios internacionales.

El acuerdo entre esta zona y la anterior se establece mediante un plano inclinado con una pendiente de 1/7, o sea del 14,30 por 100, que limita la altura máxima de obstáculos que se pueden admitir, según se indica en el esquema de la figura 16.

En resumen: el aeropuerto que proponemos cumple las condiciones exigidas por la Ley, ya que, tanto en Matagorda como en Puerto Real, que son las aglomeraciones urbanas más próximas al mismo, las construcciones existentes no sobrepasan los 25 m. y, además, están fuera de los sectores de entrada de las pistas.

Sectores de entrada. — En la prolongación longitudinal de las pistas, por ser las zonas de aproximación en la toma de tierra, se necesitan condiciones de seguridad más fuertes que en las zonas anteriores, por lo cual, según convenios internacionales, se ha llegado al acuerdo de que todos los obstáculos deben quedar debajo de un plano inclinado que, partiendo del borde de la pista, tenga la pendiente siguiente:

Pistas de vuelo ciego	2 %
Demás pistas	2,2 %

En la figura 15 indicamos en planta la disposición de estas zonas de seguridad, señalando esquemáticamente, rebatida, la línea de despegue de los aviones, de cuyo examen se deducen las magníficas condiciones que reúne el aeropuerto que proponemos.

Drenaje. — El terreno del aeropuerto es muy permeable, lo que permite una evacuación rápida del agua caída, y si a ello añadimos que la lluvia anual, según datos del Observatorio de la Marina, es del orden de los 450 mm., llegaremos a la conclusión de que será suficiente para sanear el aeropuerto un drenaje superficial que proteja las zonas de pistas y aparcamientos.

En la figura 17 dibujamos la disposición en planta de dicho drenaje, así como dos tipos de drenes que podrían adoptarse.

Los colectores generales de desagüe desembocan en el río San Pedro, según se indica en la citada figura.

PRESUPUESTO DE LAS OBRAS

Como complemento de todo lo expuesto reseñamos a continuación, y como orientación, un tanteo del presupuesto de estas obras, en las que no incluímos las correspondientes a la base de hidros, cuya conveniencia habría que estudiar detenidamente, dada la preponderancia del avión terrestre sobre el hidroavión, y el importe de dicha base, que, tal como se ha dibujado, sería del orden de los 40 millones de pesetas:

Explanaciones y drenajes.

Excavaciones y terraplenes en explanación de pistas y zona periférica...	6.000.000,00
Refinado y consolidación zona periférica	7.000.000,00
Drenaje general, incluso colectores de desagüe	1.000.000,00
Total explanaciones y drenaje...	14.000.000,00

Pavimentos en pistas y accesos.

Pavimentación de pistas con firme de hormigón en masa sobre cimiento de piedra en rama	64.000.000,00
Pavimentación a base de macadam con riego profundo asfáltico en accesos y estacionamientos	750.000,00
Total pavimentos	64.750.000,00

Edificios, cerramiento y obras complementarias.

Estación terminal de pasajeros y mercancías	6.000.000,00
Hangares y talleres	10.000.000,00
Cerramiento del Aeropuerto	2.000.000,00
Obras complementarias e imprevistos...	3.250.000,00
Total edificios, cerramientos y obras complementarias	21.250.000,00
IMPORTE TOTAL DEL AEROPUERTO...	100.000.000,00

En líneas generales creemos haber justificado la solución que proponemos para el aeropuerto de Cádiz y la conveniencia de su construcción, tanto desde el punto de vista técnico como del económico, ya que los 100 millones de pesetas que importarán sus obras, y sus intereses, se amortizarían rápidamente con los ingresos obtenidos de su explotación.

UN POSIBLE PLAN DE MEJORAS DE CADIZ Y DE SUS COMUNICACIONES CON EL INTERIOR

Por ANTONIO DURAN TOVAR,
Ingeniero de Caminos.

En las páginas 110 y 288 del tomo I de nuestra REVISTA *del año pasado, presentó el autor sendos artículos bajo el mismo epígrafe. En el presente se hace un bosquejo de lo que, a juicio del autor, debería ser el gran puerto de la bahía de Cádiz, cuyo proyecto habría de ser objeto de detallados estudios conjuntos de los Ministerios de Obras Públicas y Marina.*

III

c) Gran puerto de la bahía de Cádiz.

ZONA MÁS CONVENIENTE PARA SU UBICACIÓN.

En 1483, al necesitar la Corona construir un puerto en la bahía de Cádiz, expidió una Real Cédula mandando fuera fundada una población en la comarca de Matagorda, en la que, entre otras cosas, se decía: "porque somos ciertos que hay allí buen puerto, grande y seguro abrigo".

La Comisión designada al efecto señaló como sitio más adecuado el que hoy ocupa Puerto Real, en la ensenada y boca interior del caño del Trocadero, donde, indudablemente, hallaron bastante fondo y no temieron se produjeran aterramientos.

Y así debió ser, hasta que aproximadamente en el año 1553, hallándose ruinoso el puente de Zuazo, ordenó Felipe II su reparación al célebre arquitecto Marín, el cual la llevó a cabo, ejecutando el nuevo puente sobre un cimiento de escollera que, formando prácticamente un azud con la coronación un poco por bajo de la B. M. V. E., impidió la libre circulación del agua por la parte profunda del caño de Sancti-Petri, en su ir y venir entre la bahía y el mar, por efecto de las mareas, y con ello se iniciaron aterramientos progresivos que, partiendo del citado puente, fueron avanzando por ambos lados del mismo, hasta observarse sus efectos por el lado de la bahía en la ensenada y boca interior del Trocadero.

En el año 1755 la Casa de Contratación o Consulado de Indias emprendió las obras de limpia del caño del Trocadero y la construcción de muelles y careneros.

Por último, en 1861, con motivo de la presentación del proyecto de un puerto en Cádiz, aproximadamente dentro de la zona del actual, la Superioridad, dudando sobre la conveniencia de dicha ubicación, pidió informe al Jefe de la División de Ferrocarriles de Sevilla, el cual propuso el Trocadero (Matagorda) y Puntales como zonas más adecuadas para la construcción del puerto.

No obstante dicho informe, la Superioridad pasó de nuevo este asunto, con todos sus antecedentes, al Ingeniero Jefe de Obras Públicas de Cádiz, para que emitiera su informe, que fué resueltamente favorable a la construcción del puerto en la zona donde se ubica el actual.

Estamos convencidos que, aparte de razones de tipo técnico, fueron de tipo genuinamente local, que no podían concebir el puerto lejos de la población, las que más influyeron en decidir la ubicación actual del mismo.

No hay duda de que nuestros antepasados, desde hace casi quinientos años, nos han venido indicando, según acabamos de ver, y de una manera casi ininterrumpida, la zona de Matagorda como la más conveniente para situar el gran puerto de la bahía de Cádiz; y si analizamos un poco esta zona, que señalamos en la figura 18, veremos tiene las siguientes ventajas:

a) No necesita obras de abrigo en lo que a los temporales del Atlántico se refiere, y en cuanto a los Levantes, la línea de agua es tan pequeña, que las olas que se forman son inofensivas incluso para embarcaciones menores.

b) Grandes calados superiores a los 10 m. en todo el canal de acceso a la Carraca, que la contornea, con una anchura variable entre los 220 m. y los 400 m., fácilmente ampliable en anchura y profundidad, mediante dragados, dada la naturaleza del terreno.

c) Posibilidad de construir el puerto sin alterar casi la configuración de la bahía, ya que dicha zona está por encima de la B. M. V. E., y gran parte, como la zona de salinas, por encima de la P. M. V. E.

d) Proximidad al interior de la Península, evitando el rodeo actual de la bahía, de 29 Km. por ferrocarril y 33 por carretera, de todas las mercancías que entran y salen en Cádiz, razón ésta que por sí sola justificaría la ubicación que proponemos, si las ventajas antes reseñadas no la justificaran suficientemente.

e) Desde el punto de vista militar tiene la inestimable ventaja esta zona de quedar protegida por las baterías costeras de cualquier ataque naval, y en cuanto a los ataques aéreos, caso de llevarse a cabo

este plan de obras, tendría contiguo un magnífico aeropuerto que permitiría establecer una protección aérea eficacísima.

Además, tiene esta zona la enorme ventaja de su proximidad a la Carraca, talleres de San Carlos, astilleros de la Constructora Naval, en Matagorda, pudiendo formarse con todo ello y con los astilleros de Cádiz y dique seco de Nuestra Señora del Rosario, la base naval española más potente e importante del Atlántico, casi en la boca del Estrecho de Gibraltar.

Características del puerto.

Estudiaremos el gran puerto militar que necesita la base naval de Cádiz, con las instalaciones adecuadas para dar atraque, abastecer y servir a las unidades pesadas de una gran escuadra moderna, tales como acorazados, portaaviones, grandes cruceros, así como a transportes y petroleros de gran tonelaje y también a las unidades ligeras, como destructores, minadores, cañoneros, submarinos, lanchas rápidas, etcétera, ya que la Carraca resultaría insuficiente si fuera preciso llevar a cabo una importante concentración de fuerzas.

Expondremos a continuación algunas ideas de lo que podría ser este gran puerto militar, y por ello empezaremos por reseñar las dimensiones máximas aproximadas de los mayores barcos de guerra y mercantes de cada tipo en la actualidad:

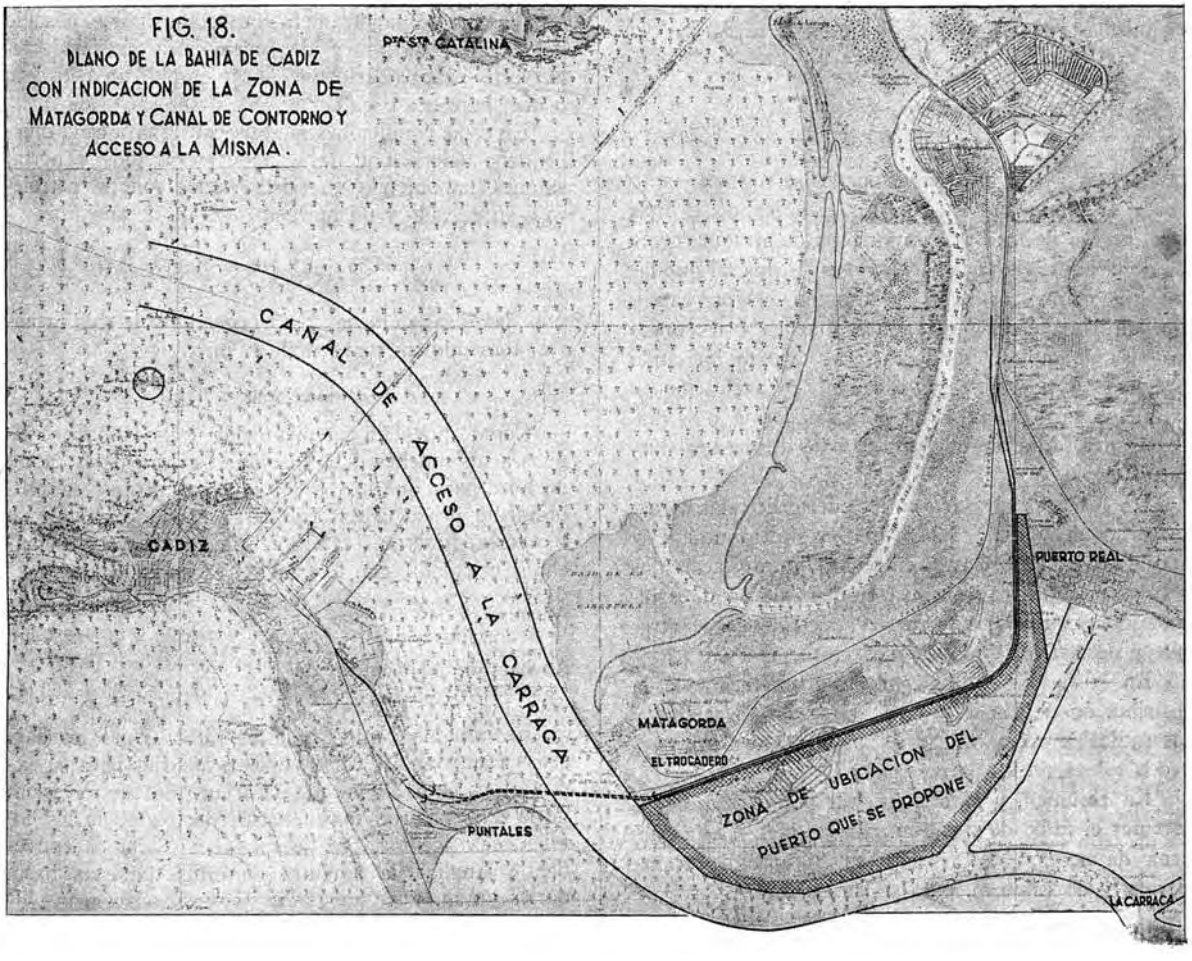
TIPO DE BARCO	DIMENSIONES MAXIMAS		
	Eslora	Manga	Calado
De guerra			
Acorazados	270	36	9
Portaaviones	300	38	9
Cruceros	200	20	7
Destructores, minadores, cañoneros	125	12	5
Submarinos y torpederos	100	10	4,50
Mercantes			
Grandes transportes	300	38	10
Petroleros	200	24	10

Partiendo de estas dimensiones, proyectaremos las diferentes dársenas que compondrán el puerto, todas ellas con acceso fácil desde el canal que le contornea, con calados superiores a los 10 m., llegando en muchas zonas hasta los 17 m. en B. M. V. E.

Disposición de las dársenas.

Hemos fijado la orientación de las mismas, tanto desde el punto de vista marítimo, buscando el más fácil acceso de los barcos a su zona de atraque, como desde el punto de vista terrestre, en forma tal que las vías de comunicación, y en especial el ferrocarril,

FIG. 18.
PLANO DE LA BAHIA DE CADIZ CON INDICACION DE LA ZONA DE MATAGORDA Y CANAL DE CONTORNO Y ACCESO A LA MISMA.



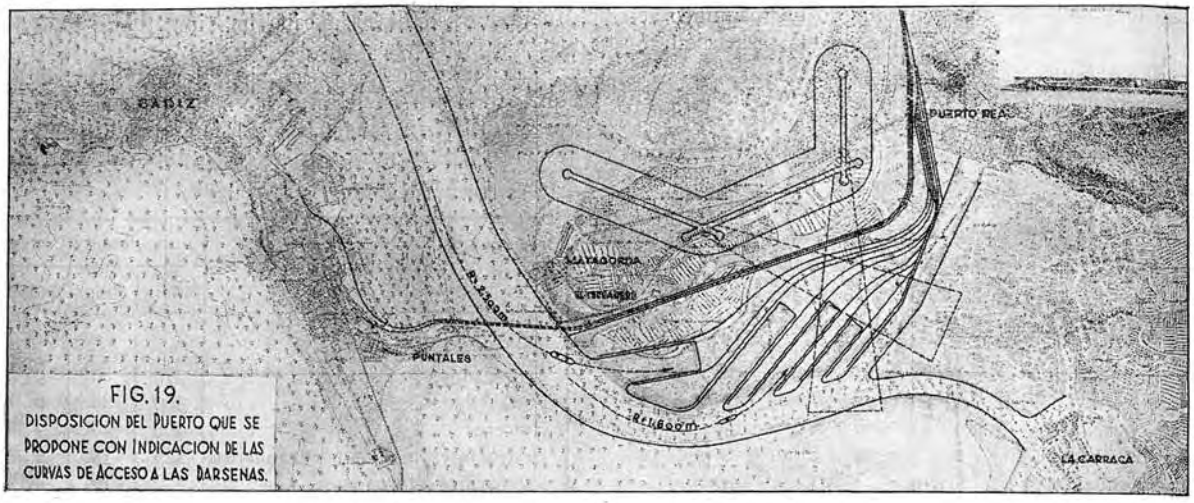


FIG. 19.
DISPOSICION DEL PUERTO QUE SE PROPONE CON INDICACION DE LAS CURVAS DE ACCESO A LAS DARSENAS.

puedan llegar a los diferentes muelles con curvas amplias de radios superiores a los 250 m., pasando previamente por una gran estación de clasificación en la que se formen los trenes para el interior, o se distribuyen los que de allí vienen a las diferentes dársenas.

No debemos olvidar que un puerto de estas características debe estar dotado de magnífico utillaje y servicios de todas clases, entre los que destacaremos los de remolque, con un buen número de potentes remolcadores, necesarios para las operaciones de atraque y desatraque de los barcos.

En la figura 19 indicamos esquemáticamente la distribución de las diferentes dársenas del puerto y los radios de acceso a las mismas, fijados en ocho veces la eslora de los barcos mayores.

En resumen, y para redondear por exceso, adoptaremos el radio de 2.500 m. para el acceso a la dársena de acorazados, portaaviones y grandes transportes, y de 1.600 m. para todas las demás.

Dimensiones de las dársenas.

Anchura. — La determinaremos suponiendo barcos atracados a lo largo de cada muelle, de uno y otro lado, efectuando operaciones tanto por el costado del muelle como por el de fuera, en el que puede tener otro barco abarloado; por ejemplo, un petrolero o bien barcazos o gabarras.

En estas condiciones la zona contigua a cada muelle debe tener en la dársena de acorazados y portaaviones, suponiendo un portaaviones con un petrolero a su costado y un margen de 8 m. de anchura:

$$a = 38 + 24 + 8 = 70 \text{ m.}$$

y en las otras dársenas para cruceros y barcos menores, tomando un margen de 6 m.:

$$c = 20 + 24 + 6 = 50 \text{ m.}$$

Como independientemente de estas zonas contiguas a los muelles debe quedar el centro de la dársena libre para que los barcos puedan entrar y salir libremente desde el exterior a su zona de atraque, o viceversa, fijaremos esta anchura en dos veces la anchura calculada, con lo cual tendríamos:

Anchura de las dársenas de acorazados . . . . . $= 2 \times 70 + 2 \times 70 = 280$ m.

Anchura de las dársenas de cruceros . . . . . $= 2 \times 50 + 2 \times 50 = 200$ m.

Es indudable que con estas dimensiones las dársenas reunirían las condiciones necesarias para su explotación, pero los barcos tendrían que revirar fuera de la dársena, con las molestias derivadas de las corrientes y vientos, por lo cual consideramos conveniente ampliar la anchura de estas dársenas hasta darles 70 m. y 50 m., respectivamente, más que las esloras de los barcos mayores que hayan de utilizarlas, resultando en definitiva las siguientes anchuras:

Dársenas de acorazados y portaaviones $= 300 + 70 = 370$ m.
Idem de cruceros, petroleros, etc. . . $= 200 + 50 = 250$ m.
Idem de destructores, minadores, etc.. $= 125 + 50 = 175$ m.

Longitud. — La determinaremos en función de las esloras de los barcos mayores que las utilicen y de manera que la excesiva longitud no dificulte el servicio del ferrocarril, pues si bien esto se resuelve aumentando el número de vías, éste tiene un límite determinado para la separación entre el cantil del muelle y los almacenes del mismo, que no conviene sea muy grande para que las grúas puedan alcanzar fácilmente a ambas partes.

En estas condiciones no es conveniente meter más de cuatro vías entre el almacén y el cantil, y, por tanto, en las dársenas para buques de gran tonelaje el número de éstos por muelle no conviene exceda de cuatro, y en las otras dársenas destinadas a cruceros, petroleros, etc., teniendo en cuenta que los petroleros descargan o cargan directamente por tubería, sin ocu-

par superficie de muelle, podemos llegar a los ocho barcos simultáneos en momentos determinados.

Dejando una separación de 10 m. entre los barcos, tendremos que para poder dar atraque simultáneamente a cuatro acorazados y tres portaaviones necesitaremos una longitud de:

$$L_a = 4\,(270 + 10) + 3 \times (300 + 10) = 2\,050 \text{ m.},$$

y para cruceros, petroleros, etc., suponiendo diez cruceros y cuatro petroleros de 40.000 toneladas cada uno, que tienen unos 200 m. de eslora, tendremos:

$$L_c = 10\,(200 + 10) + 4\,(200 + 10) = 2\,100 + 840 = 2\,940 \text{ m.},$$

y por último, para unidades ligeras, teniendo en cuenta que, dada su pequeña manga, pueden estar abarloadas hasta de cuatro en fondo, si suponemos 100 entre destructores, minadores y cañoneros, y otros 100 entre submarinos, torpederos, etc., y que la separación entre barcos es de 5 m., necesitaremos una línea de atraque:

$$L_d = 25\,(125 + 5) + 25\,(100 + 5) = 5\,875 \text{ m.}$$

En resumen: redondeando por exceso las cifras antes calculadas para dejar un margen que permita el reviro de un barco en la dársena, tendremos:

		Metros
Dársena núm. 1, de acorazados	$L_a =$	2 545
Idem íd. 2, de cruceros.	$L_c =$	3 380
Idem íd. 3, de destructores	$L_d =$	3 040
Idem íd. 4, de torpederos y submarinos.	$L_t =$	2 075
Idem íd. 5, de íd. íd.	$L_t =$	1 150
		12 190

Independientemente de estas líneas de atraque interiores, dispondremos de las líneas de atraque exteriores entre dársena y dársena en la margen del canal, que a continuación reseñamos:

	Metros
Muelle exterior A (petroleros)	400
Idem íd. B (petroleros).	650
Idem íd. C (transportes)	200
Idem íd. D (transportes)	200
Idem íd. E (transportes)	180
	1 630

En resumen: el puerto que proponemos tiene una longitud total de línea de atraque de 13 820 m.

Teniendo en cuenta que la anchura de las dársenas permite con toda amplitud tener en la zona de atraque hasta dos barcos abarloados de gran tonelaje y cuatro de pequeño, vemos que la capacidad del puerto en un momento determinado pudiera ser la siguiente:

	Mínimo	Máximo
Acorazados (58 000 toneladas). . . .	4	8
Portaaviones (58 000 toneladas). . .	3	6
Cruceros (13 000 toneladas).	14	28
Petroleros (40 000 toneladas)	5	10
Destructores, etc.	25	100
Torpederos, submarinos.	25	100

En esta relación hemos supuesto barcos de las máximas dimensiones en cada clase. Si hubiéramos partido de las dimensiones medias, el número de unidades sería mayor.

Anchura de los muelles entre dársenas. — En este tipo de muelles las operaciones deben poder hacerse con gran rapidez y continuidad, por lo que consideramos indispensable disponer cuatro vías férreas entre el cantil del mismo y el almacén, independientemente de la vía para las grúas-pórticos que lo sirven. Si a esto añadimos una anchura del almacén de 40 metros y que detrás de éste deben ir tres vías férreas y una calzada de 12 m., llegamos a la sección tipo de muelles que se recogen en la figura 20 con una anchura de:

$$A = (20 + 40 + 16 + 12) \times 2 = 176 \text{ m.},$$

con lo cual cada línea de atraque queda servida por siete vías férreas dispuestas con carril Phoenix, lo que permite la circulación por encima de ellas de toda clase de vehículos, más una calzada de 12 m. de anchura para camiones.

En resumen, y por metro lineal de muelle, tenemos una superficie descubierta de 48 m., y cubierta, de 40 m.

En la figura 21 dibujamos las secciones transversales de las diferentes dársenas, con indicación del ancho y calado de las mismas.

Relación entre la longitud de línea de atraque y la superficie de las dársenas. — En puertos de este tipo la relación debe ser del orden de los 100 m. de línea de atraque por hectárea.

En el puerto que consideramos la superficie de dársenas, sin contar el canal exterior, será:

$$S = 41{,}80 + 39 + 25{,}5 + 17{,}2 + 17{,}50 = 141 \text{ Ha.}$$

La línea de atraque total es:

$$L = 13\,820 \text{ metros},$$

y la relación entre ambos valores será:

$$R = \frac{13\,820}{141} = 98{,}10;$$

valor que nos prueba las buenas condiciones del puerto que proponemos. En cuanto a la relación entre la superficie de la zona de servicio del puerto y de las dársenas, conviene que sea la mayor posible, ya que la superficie de agua en un puerto bien concebido debe reducirse al mínimo compatible con las evoluciones de los barcos en sus operaciones de atraque y desatraque.

Suele estar comprendida esta relación entre 0,5 y 2, y en nuestro caso el valor es superior a 3.

En resumen: consideramos perfectamente justificado, en cuanto a dimensiones y orientación de las dársenas, el puerto que proponemos, por lo que pasaremos a estudiar otras características del mismo.

Calados. — En el caso de que el fondo de la dársena sea suficientemente consistente para no ser removido por las hélices de los barcos, podemos tomar como calado en B. M. V. E. el máximo de los barcos, más un metro, y para fondo blando, más dos metros, para evitar la absorción de los fangos y arenas del fondo por las centrífugas de los condensadores.

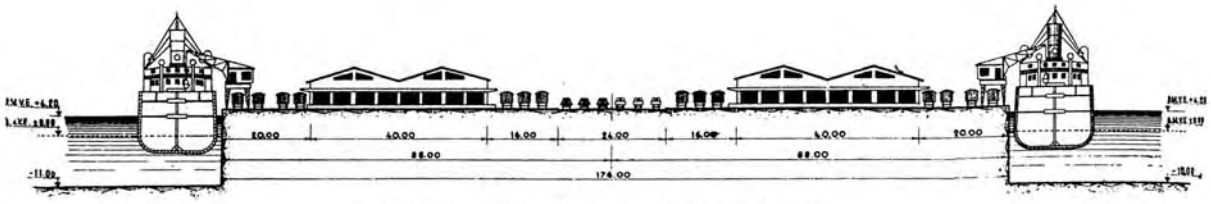


Fig. 20. — Sección tipo de muelle entre dársenas.

Poniéndonos en el caso más desfavorable y teniendo en cuenta que tanto los grandes transportes como los grandes petroleros usarán las líneas de atraque exteriores contiguas a un lado y otro de la dársena de acorazados, que por estar en el canal tienen calados superiores a los 12 m., los calados que proponemos para cada dársena serán los siguientes:

Acorazados	$= 9 + 2 = 11$ m.
Cruceros	$= 7 + 2 = 9$ »
Destructores	$= 5 + 2 = 7$ »
Submarinos	$= 5 + 2 = 7$ »

Para mayor seguridad adoptaremos para la dársena de cruceros los 10 m. de calado, y para todos los demás, menos la 5, los 8 m.

Influencia del aeropuerto sobre el puerto que proponemos. — No debemos olvidar la proximidad del aeropuerto de Cádiz antes estudiado, y, por tanto, debemos respetar las zonas de los sectores de entrada al mismo y el ángulo de despegue en dichos sectores para marcar en la superficie del puerto aquellas zonas en las que las edificaciones no deban pasar de determinada altura, de acuerdo con los convenios internacionales.

En la figura 19 dibujamos la línea de contorno del puerto que proponemos y la zona de influencia de los sectores de entrada de las pistas números 1 y 3, ya que la pista más peligrosa de vuelo sin visibilidad tiene sus sectores de entrada completamente libres por ambos extremos.

Esta zona de influencia del aeropuerto sobre el puerto la destinamos a las estaciones de clasificación y zonas descubiertas para carbón y mercancías a granel.

A la vista de todas las dimensiones y características del puerto que acabamos de calcular y definir, fácilmente se llega a la disposición general del mismo, que representamos con el detalle suficiente en la figura 22, en la cual puede verse que el mismo queda limitado por el Norte por la autopista y línea de ferrocarril propuesta en la primera parte de este plan, que enlaza Cádiz directamente con Puerto Real; por el Oeste y Sur, por el canal de acceso a la Carraca, con calados superiores a los 12 m., y por el Este, con el canal de acceso a Puerto Real, que se dragará a 7 m. de calado en B. M. V. E. y en una anchura de 150 m., siendo este límite del puerto atracable hasta el punto que se indica en el plano, a partir del cual el dragado se limita al del canal actual de acceso al muelle de Puerto Real, que tiene 2,50 m. en B. M. V. E.

Sistema constructivo.

Varios son los sistemas que podrían adoptarse para la construcción de este puerto, desde el clásico de efectuar primero todos los dragados de dársenas y zanjas de cimentación, construyendo a continuación los muelles de bloques o cajones, con su superestructura de mampostería y pedraplén de trasdós, ejecutando a continuación los rellenos, hasta el que vamos a proponer, que pudiéramos llamar de tipo militar, por su rapidez de ejecución, en el cual, además de reducirse al mínimo los dragados, éstos se vierten directamente en los rellenos de la zona de servicio del puerto, con lo que se obtiene una notable economía sobre la solución primeramente reseñada, al no tener que recurrir a dragados de préstamo para completar los rellenos, y, sobre todo, al reducir éstos y los dragados, al no tener que excavar primero y rellenar después el prisma formado por el talud natural del terreno desde la arista interior de la zanja de cimentación hacia tierra. Este prisma, en números redondos, cubica del orden de los 350 m.³ por metro lineal de muelle, y en total, de aplicar el sistema primeramente citado, aumentarían, tanto los dragados como los rellenos, en cinco millones de metros cúbicos, cifras nada despreciables que incrementarían el coste total de las obras en unos 180 millones de pesetas.

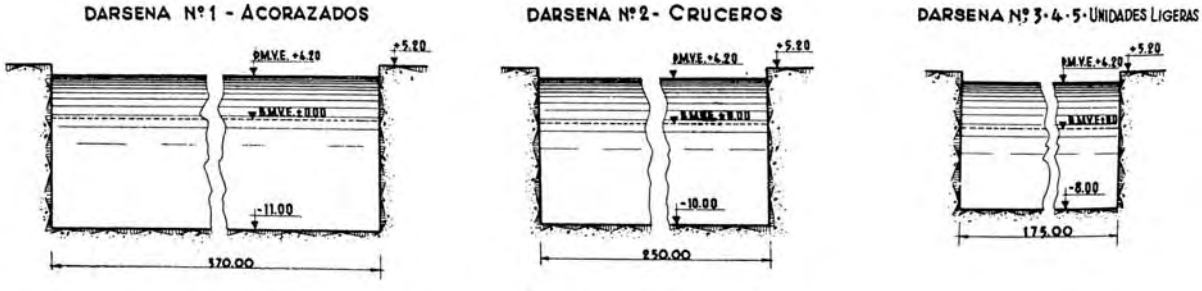


Fig. 21. — Secciones de las dársenas.

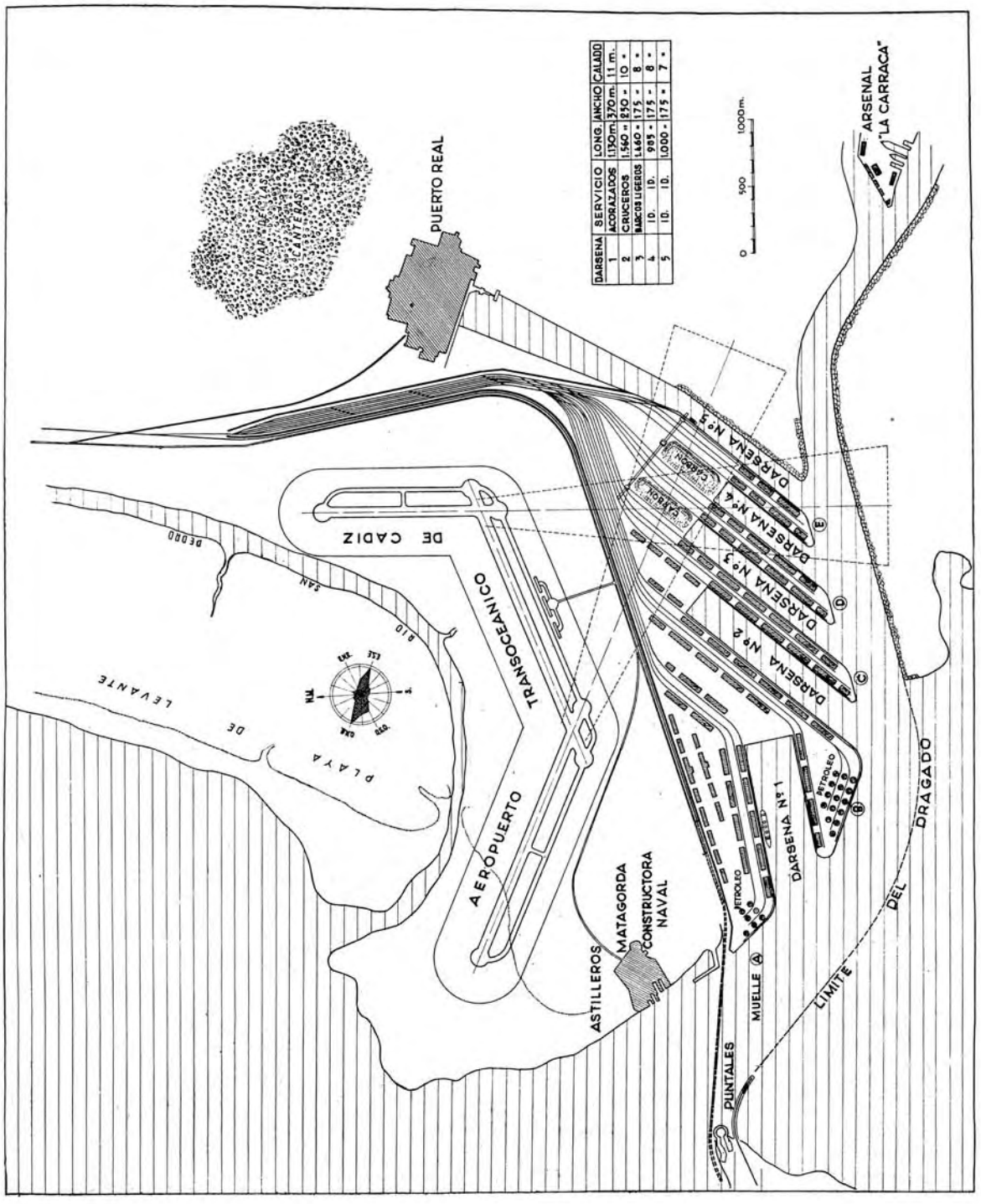

PUERTO REAL
CANTERAS
PINAR DE LAS
DARSENA Nº 5
DARSENA Nº 4
DARSENA Nº 3
DARSENA Nº 2
DARSENA Nº 1
ARSENAL "LA CARRACA"
DE CADIZ
AEROPUERTO TRANSOCEANICO
PLAYA DE LEVANTE
ASTILLEROS
MATAGORDA
CONSTRUCTORA NAVAL
PUNTALES
MUELLE
LIMITE DEL DRAGADO
PETROLEO
0 500 1000m.
DARSENA | SERVICIO | LONG. | ANCHO | CALADO
1 | ACORAZADOS | 1.170 m. | 370 m. | 11 m.
2 | CRUCEROS | 1.560 " | 250 " | 10 "
3 | BARCOS LIGEROS | 1.460 " | 175 " | 8 "
4 | " " | 905 " | 175 " | 8 "
5 | " " | 1.000 " | 175 " | 7 "

Figura 22.

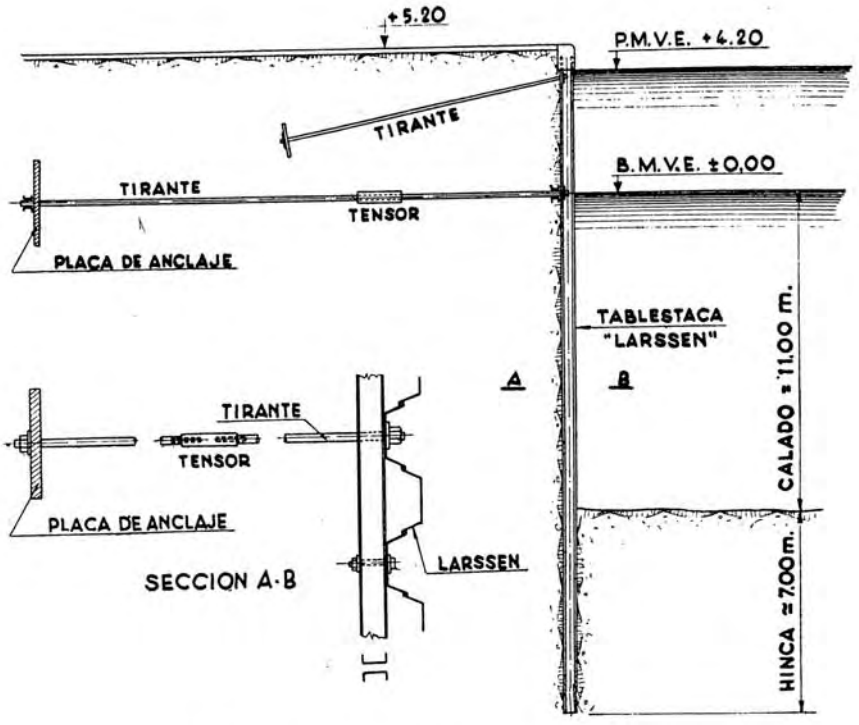


Fig. 23. — Muelle de tablestacas metálicas.

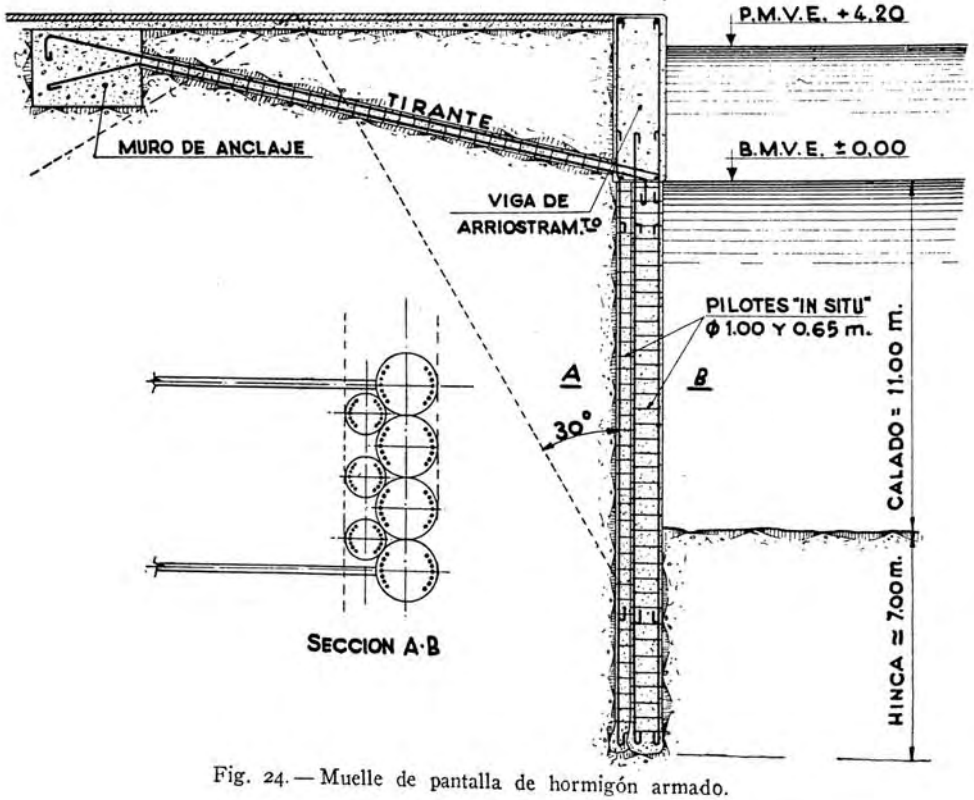


Fig. 24. — Muelle de pantalla de hormigón armado.

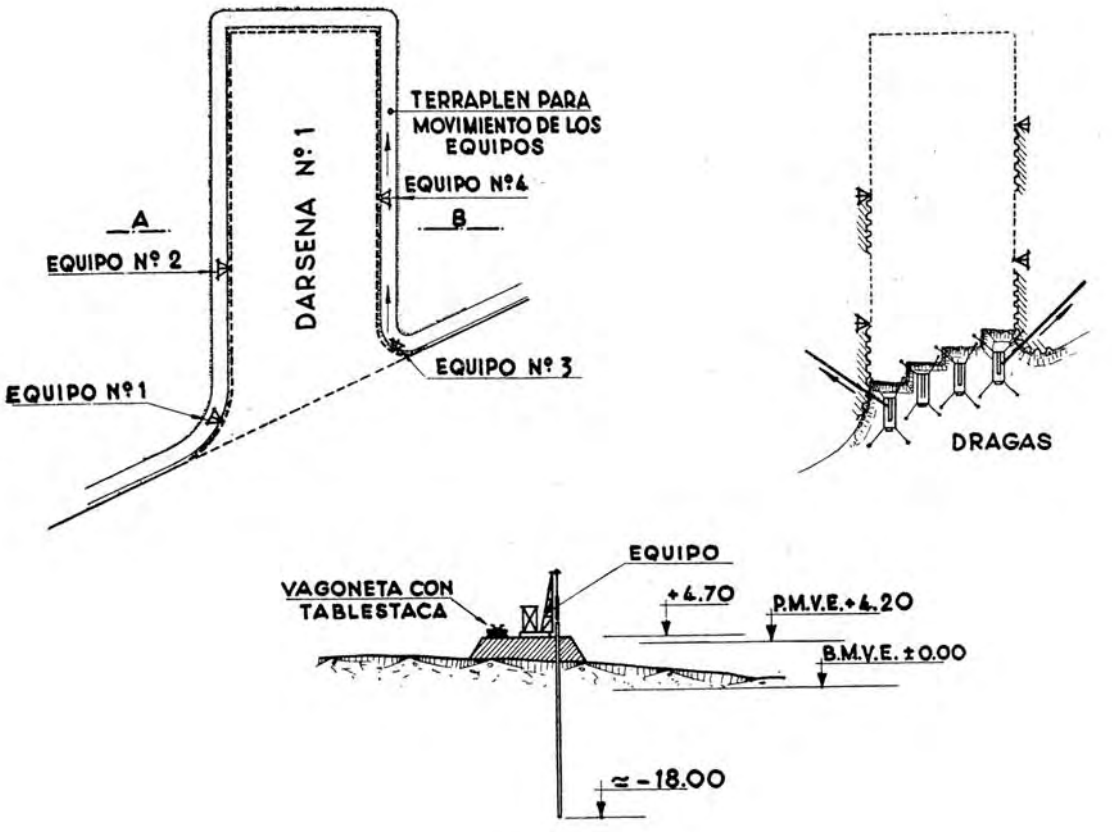


Figura 25.

Para evitar esto, proponemos una solución basada en construir primero los muelles, lo que nos obliga a adoptar para éstos el perfil clásico de tablestacado metálico o de pantalla de hormigón armado, análogos a los que se recogen en las figuras 23 y 24, pudiendo también adoptar una solución a base de cajones indios.

Para la ejecución de cualquiera de estos perfiles empezaremos por ejecutar, siguiendo el contorno de las dársenas, como se indica en la figura 25, un terraplén de sección trapecial con la coronación a 0,50 metros sobre la P. M. V. E., y de la anchura necesaria para el funcionamiento de las máquinas de hincar tablestacas o pilotes y el abastecimiento de las mismas con los materiales necesarios, o, en el caso de cajones indios, que puedan ejecutarse éstos sobre dicho terraplén.

Una vez adoptada entre estas soluciones la más conveniente según las circunstancias, vamos a ver cuál podría ser el plan general de los trabajos sobre la hipótesis de que fuera necesario llevar a cabo con la máxima rapidez la construcción de este puerto y que pudiéramos importar las tablestacas necesarias.

En el cuadro I adjunto se recogen las características aproximadas de cada muelle de 7, 8, 10 y 11 m. de calado en B. M. V. E. para una sobrecarga de seis toneladas por metro cuadrado de muelle, indicándose, además de los momentos flectores máximos, longitud de hinca y tracción del tirante, el tipo de tablestaca correspondiente y peso de las mismas por metro lineal de muelle terminado, incluídos los tirantes de anclaje.

Los perfiles indicados son para tablestacas de acero Resista (2 100 Kg./cm.^{2}) las correspondientes a muelles de 10 y 11 m. de calado, y de acero 50/60 (1 620 Kg./cm.^{2}) las de los demás muelles.

El ritmo de ejecución viene dado por el número de máquinas de que se disponga, pudiendo fijar, dada la naturaleza del terreno, un rendimiento medio por máquina y jornada de ocho horas, de tres tablestacas, y trabajando tres turnos cada máquina, podrá hacer en el día 4,00 m. lineales de muelle.

Con cuatro equipos se podrían ejecutar los muelles de la dársena número 1 en ocho meses, para lo cual dispondríamos los mismos como se indica esquemáticamente en la figura 25.

Detrás de los equipos de hinca, y al mismo ritmo, vendrán los de colocación de anclajes de los tablestacados, que se ejecutarán simultáneamente con la coronación y terminación de los muelles que quedan en disposición de proceder al relleno del trasdós y zona de servicio de los mismos.

Simultáneamente con la construcción de los muelles se iniciarán los dragados con cuatro dragas de un rendimiento medio cada una de 110 000 m.^{3} mes, cifra normal teniendo en cuenta la naturaleza del terreno a dragar y que los productos pasan directamente de la draga a los rellenos.

CUADRO I. — *Características de los muelles de las diferentes dársenas.*

Dársena número	Calado — m.	Momento máximo — m.-Ton.	Longitud hinca — m.	Tracción del tirante — Ton.-m. l.	Tablestaca Larssen — Perfil	Momento que absorbe — m.-Ton.	Peso — Kg./m.²	Peso m. l. muelle	Longitud de tablestaca
1	11,00	105,00	7,00	58,00	VII Acero Resista	105,00	310,00	7 850	22,50
2	10,00	88,00	6,40	56,00	VI Acero Resista	88,20	290,00	6 750	20,90
3 y 4	8,00	68,00	5,20	51,00	VI Acero 50/60	68,04	290,00	5 600	17,70
5	7,00	60,00	4,80	49,00	VI Acero 50/60	68,04	290,00	5 400	16,30

CUADRO II.

DÁRSENA	Calado en B. M. V. E.	Anchura	Superficie — H.a	Longitud de los muelles — m.	Dragados — m.³	Rellenos — m.³	Zona de servicio — Ha.
Número 1.	11,00	370,00	42,00	2 545	5 308 000	5 172 000	122
Idem 2.	10,00	250,00	39,00	3 380	4 563 000	4 447 000	114
Idem 3.	8,00	175,00	26,00	3 040	2 478 000	2 414 000	75
Idem 4.	8,00	175,00	17,00	2 075	1 672 000	1 628 000	51
Idem 5.	7,00	150,00	17,00	1 150	370 000	361 000	49
Muelles entre dársenas . .	11,00	»	»	1 630	120 000	»	»
			141,00	13 820	14 511 000	14 022 000	411

En esta forma puede quedar la dársena dragada a su calado de 11 m., en B. M. V. E., en un plazo de un año.

Como una obra de esta importancia necesita por lo menos seis meses para su montaje, podemos calcular que en año y medio tendremos completamente terminada y en disposición de dar servicio la dársena número 1, y si dispusiéramos de otros tantos elementos análogos para atacar con ellos simultáneamente la dársena número 2, ésta podría quedar terminada en el mismo plazo, y en otro año más llevaríamos a cabo con dichos elementos las dársenas 3, 4 y 5, para cuyos remates y puesta en servicio fijaremos un plazo de seis meses más.

Vemos que con los medios de construcción reseñados, fáciles de reunir en España, y únicamente con la importación de las tablestacas, podríamos en año y medio ampliar la actual base naval de Cádiz, poniendo en servicio unos 7.000 m. de línea de atraque, correspondientes a las dársenas números 1 y 2 y a los muelles A y B contiguos a las mismas.

En el caso de no ser posible la importación de tablestacas metálicas, podríamos recurrir a la solución de pantalla de hormigón armado antes reseñada o la de cajones indios.

La totalidad del puerto que acabamos de describir, a base de tablestacas metálicas, podría ejecutarse en tres años, con la ventaja de su construcción escalonada, que nos permite ir poniendo en servicio sucesivamente las diferentes dársenas.

COSTE APROXIMADO DE LAS OBRAS.

Para determinar el mismo partiremos de las características y volúmenes de obra a ejecutar en este puerto, que, con carácter aproximado, se recogen en el cuadro II adjunto.

Sobre estas cifras, y a base de precios también aproximados, llegamos a los siguientes importes para cada dársena, a base de ejecutar los muelles con tablestacas metálicas:

Dársena núm. 1.

	Pesetas
2 545,00 m. l. de muelle completamente terminado, a 58 000 pesetas	147 610 000,00
400,00 m. l. de muelle entre dársenas, a 58 000 pesetas . . .	23 200 000,00
5 308 000,00 m.³ de dragado en dársena, con vertido a terraplenes de la zona de servicio del puerto, a 18 pesetas. .	95 544 000,00
420 000,00 m.² de pavimento en zona de servicio, a 100 pesetas .	42 000 000,00
25 200,00 m. l. de vía ancha con carril «Phoenix», a 600 pesetas .	15 120 000,00
Importa la dársena n.º 1	323 474 000,00

Dársena núm. 2.

	Pesetas
3 380,00 m. l. de muelle completamente terminado, a 51 000 pesetas	172 380 000,00
650,00 m. l. de muelle entre dársenas, a 51 000 pesetas . . .	33 150 000,00
4 563 000,00 m.³ de dragado en dársena, con vertido a terraplenes de la zona de servicio del puerto, a 18 000 pesetas. .	82 134 000,00
310 000,00 m.² de pavimento en zona de servicio, a 100 pesetas .	31 000 000,00
19 600,00 m. l. de vía ancha con carril «Phoenix», a 600 pesetas .	11 760 000,00
Importa la dársena n.º 2	330 424 000,00

Dársena núm. 3.

	Pesetas
3 040,00 m. l. de muelle completamente terminado, a 43 000 pesetas	130 720 000,00
200,00 m. l. de muelle entre dársenas, a 43 000 pesetas . . .	8 600 000,00
2 478 000,00 m.³ de dragado en dársena, con vertido a terraplenes de la zona de servicio del puerto, a 18 pesetas. . . .	44 604 000,00
144 000,00 m.² de pavimento en zona de servicio del puerto, a 100 pesetas	14 400 000,00
18 000,00 m. l. de vía ancha con carril «Phoenix», a 600 pesetas. .	10 800 000,00
Importa la dársena n.º 3.	209 124 000,00

Dársena núm. 4.

	Pesetas
2 075,00 m. l. de muelle completamente terminado, a 43 000 pesetas	89 225 000,00
200,00 m. l. de muelle entre dársenas, a 43 000 pesetas . . .	8 600 000,00
1 672 000,00 m.³ de dragado en dársena, con vertido a terraplenes de la zona de servicio del puerto, a 18 pesetas. . . .	30 096 000,00
95 000,00 m.² de pavimento en zona de servicio del puerto, a 100 pesetas	9 500 000,00
17 500,00 m. l. de vía ancha con carril «Phoenix», a 600 pesetas.	10 500 000,00
Importa la dársena n.º 4	147 921 000,00

Dársena núm. 5.

	Pesetas
1 550,00 m. l. de muelle completamente terminado, a 41 000 pesetas	47 150 000,00
180,00 m. l. de muelle entre dársenas, a 41 000 pesetas . .	7 380 000,00
70 000,00 m.³ de dragado en dársena, con vertido a terraplenes de la zona de servicio del puerto, a 18 000 pesetas. .	6 660 000,00
50 000,00 m.² de pavimento en zona de servicio, a 100 pesetas .	5 000 000,00
7 200,00 m. l. de vía ancha con carril «Phoenix», a 600 pesetas .	4 320 000,00
Importa la dársena n.º 5	70 510 000,00

	Pesetas
Dársena núm. 1	323 474 000,00
Idem íd. 2	330 424 000,00
Idem íd. 3	209 124 000,00
Idem íd. 4	147 921 000,00
Idem íd. 5	70 510 000,00
TOTAL	1 081 453 000,00

Por tanto, el puerto que consideramos, incluída la pavimentación y vías férreas, costaría del orden de los 1.100 millones de pesetas, a base de ejecutar los muelles en su totalidad con tablestacas metálicas.

En el caso de utilizar el tablestacado de hormigón armado o de pilotes *in situ*, el precio por metro lineal de muelle bajaría bastante y el coste total se reduciría, poco más o menos, en un 20 por 100, con el inconveniente de un plazo más largo de ejecución y una estanqueidad de la pantalla menor que la obtenida con el tablestacado metálico.

Para la explotación del puerto sería preciso dotarlo de almacenes, grúas, servicios de agua y electricidad, oleoductos, etc., todo lo cual, unido a una gran estación ferroviaria de clasificación y al dragado de regularización de todo el canal que contornea el puerto, obligaría a una inversión complementaria de 418 millones de pesetas, que se descompondrían así:

	Pesetas
Almacenes y edificios del puerto	125 000 000,00
Grúas eléctricas.	100 000 000,00
Servicios de agua, energía, alumbrado, etc.	55 000 000,00
Estación ferroviaria de clasificación	35 000 000,00
Dragado regularización del canal	25 000 000,00
Cerramientos previstos, etc.	25 000 000,00
Resto de obra e imprevistos	53 547 000,00
TOTAL.	418 547 000,00

En conjunto, el importe total del puerto que acabamos de reseñar, completamente terminado y dotado de utillaje moderno, de gran capacidad y de todos los servicios necesarios para su eficiente explotación, ascendería a 1.480.000.000,00 de pesetas, lo que representa un coste por metro lineal de línea de atraque de 107.000 pesetas, cifra verdaderamente interesante si tenemos en cuenta que disponemos de 141 hectáreas de dársenas y 411 hectáreas de zona de servicio, con unos 400.000 m.² de edificios y almacenes, 60 grúas eléctricas de todas las potencias, unos 120 kilómetros de vía ancha, etc.

Distancia entre el puerto que proponemos y el interior.

En caso de llevarse a cabo la construcción de este puerto, consideramos fundamental reducir la distancia entre Cádiz y Sevilla, para lo cual podría llevarse a cabo la variante de ferrocarril Lebrija-La Salud en línea recta, a través, en parte, de las marismas del Guadalquivir, evitando el rodeo actual pasando por Utrera, con lo cual se acortarían 20 Km., y el puerto que proponemos quedaría a unos 100 Km. de Sevilla, tanto por ferrocarril como por carretera, y de Madrid, por ferrocarril, a unos 630 Km. cuando se hiciera el de Marmolejo a Puertollano, que está a punto de subastarse.

No queremos terminar estas líneas sin hacer constar que sólo hemos pretendido en las mismas bosquejar lo que, a nuestro juicio, podría ser el gran puerto de la bahía de Cádiz, para cuyo proyecto definitivo y construcción serían necesarios estudios muy detallados y conjuntos de los Ministerios de Marina y Obras Públicas.