





**Edición y coordinación**  
**Colegio de Ingenieros de Caminos,  
Canales y Puertos**

**Decano**

Juan Antonio Esteban Rodríguez

**Vicedecano**

Antonio Luengo Linares

**Vocales**

Antonio de Pablo Escolà

Antonio Ginard López

Sara Lobato Rubio

Luis Matarín Ayala

Juan Antonio Salvador Iriarte

**Secretario**

José Alejandro Asensi López

**Administración**

Francisca Borrás Campins

Francesca Mir Roca

**Coordinador**

Lluís Felipe Lorenzo García, miembro 21.066  
del Colegio de Periodistas de Catalunya

**Textos**

Junta Rectora de la Demarcación de Baleares  
del Col·legi d'Enginyers de Camins, Canals, i Ports

Juan Antonio Esteban Rodríguez

Miquel Àngel Llauger Lull

Antonio Ginard López

Sara Lobato Rubio

Luis Matarín Ayala

**Fotografías**

Créditos al pie de las imágenes

**Correcciones de textos, de la página 1 a la página  
70, ambas inclusive, a excepción del artículo “El  
legado de Pedro Garau Cañellas en los puertos  
de Balears”**

Judit Vega Avelaira

**Diseño gráfico y maquetación**

iDP - Gianluca Domenici

**Impresión**

Gráficas Pitiusas (Impresiones Pitiusas S.L.)

**Colaboradores**

Autoridad Portuaria de Baleares

Garau Ingenieros

**Edita**

Demarcación en Les Illes Balears del Colegio  
de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

**Agradecimientos**

Recogidos en el artículo de la Introducción

ISBN: 978-84-09-30176-8

Depósito legal: PM 00368-2021

© de la presente edición: Colegio de Ingenieros  
de Caminos, Canales y Puertos

© de los textos: Los autores



De izquierda a derecha, Antonio Luengo Linares (Vicedecano), Juan Salvador Iriarte (Vocal), Juan Antonio Esteban Rodríguez (Decano), José Alejandro Asensi López (Secretario), Sara Lobato Rubio (Vocal), Antonio Ginard López (Vocal), Luis Matarín Ayala (Vocal), Antonio de Pablo Escolà (Vocal). Fotógrafo: Alberto Vera Atienza.

**Fotografía portada**

Acto de inauguración en la boca del túnel principal  
del Ferrocarril de Sóller, fotografía cedida por el  
Archivo de Ferrocarril de Sóller S.A.

# Descubriendo a D. Pedro Garau y Cañellas

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Incluye copia digital de *Proyecto de Ferrocarril Secundario de Palma a Sóller por Son Sardina y Buñola. Documento 1. Memoria*





# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	8
Desde la prudencia: Un Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos hijo de la familia premiada en la Exposición Universal de París de 1889	
D. PEDRO GARAU Y CAÑELLAS, EL REFERENTE DE LA SENSIBILIDAD POR LA BELLEZA, ..... TRADICIÓN Y EL PAISAJE EN LA INGENIERÍA CIVIL BALEAR	11
Juan Antonio Esteban. Decano de la Demarcación de Illes Balears del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
EL TREN DE SÓLLER.....	15
Miquel Àngel Llauger. ICCP y Ex Decano de la Demarcación de Illes Balears del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (1992-2000)	
EL LEGADO DE D. PEDRO GARAU Y CAÑELLAS EN LOS PUERTOS DE BALEARES .....	19
Antonio Ginard López. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos	
EL INGENIERO, LA PRACTICIDAD Y EL SERVICIO A LA SOCIEDAD, ANÁLISIS DESDE LAS PITIUSAS .....	61
Sara Lobato Rubio. Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos, vocal-delegada en Eivissa y Formentera de la Junta Rectora	
SOBRE LA CLASIFICACIÓN DE LA BELLEZA .....	64
Luis Matarín Ayala. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, vocal de la Junta Rectora	
ENTREVISTA A MIGUEL PAYERAS .....	67
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, investigador de las biografías de los primeros ICCP de Balears	
DIÁLOGOS SOBRE PEDRO GARAU Y CAÑELLAS .....	71
ICCP Carlos Garau y ICCP Pedro Portau Salas (bisnieto y tataranieto) y las periodistas Iris Luque (Última Hora) y Lourdes Durán (Diario de Mallorca)	
MEMORIA Y PROYECTO DEL FERROCARRIL DE SÓLLER.....	75
TRANSCRIPCIÓN DEL PROYECTO DEL FERROCARRIL DE PALMA A SÓLLER.....	108

## INTRODUCCIÓN

Desde la prudencia: Un Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos hijo de la familia premiada en la Exposición Universal de París de 1889

*Se ti sabir  
Ti rispondir  
Se non sabir  
Tazir tazir.  
Mi star Mufti  
Ti qui star ti  
Non intendi  
Tazir tazir.*

El texto anterior se encuentra en pidgin mediterráneo, conocido como lengua sabir, extraído de "Le bourgeois gentilhomme", Acto IV, sc. 5, de Jean-Baptiste Poquelin, Molière. Una traducción al español del mensaje escrito en ese criollo sería "Si sabes, respondes. Si no sabes, calla calla. Yo soy mufti. Tú quién eres. No entiendes. Calla calla". Mediante la publicación de estas palabras, la Demarcación en Les Illes Balears del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales, y Puertos desea poner en valor la importancia de saber administrar la humildad, la prudencia, y el silencio cuando el sujeto es incapaz de garantizar la ciencia cierta mediante sus palabras. Romper el silencio para emitir afirmaciones, como en esta ocasión hacemos para tratar sobre la vida del Ingeniero de Caminos, Canales, y Puertos D. Pedro Garau y Cañellas, es, siempre, una osadía. Por ello, el título del libro incluye la acción de descubrir, sin llegar a afirmar rotunda-

mente que más de un siglo después del fallecimiento del célebre proyectista del ferrocarril de Sóller, hemos descubierto quién fue, verdaderamente, D. Pedro Garau y Cañellas. Siendo rigurosos, hasta nos es sumamente difícil saber quiénes son las personas que hoy en día viven y trabajan en Les Illes Balears, e incluso las que conformamos la Demarcación del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales, y Puertos, por lo que "Descubriendo a D. Pedro Garau y Cañellas" es lo más a lo que podemos aspirar. Con todo ello, queremos transmitir al lector la importancia que tiene el rigor en una profesión como la nuestra, y que, a falta de pruebas definitivas, evitamos correr riesgos en cualquier proyecto.

Por otro lado, para referirnos al Ingeniero hemos recurrido al nombre con el que era conocido en la época, según consta en la esquila mostrada a esta Demarcación por el Ingeniero de Caminos, Canales, y Puertos, D. Miguel Payeras y Literas. Dicho esto, queremos poner en valor la herencia galorrománica que nos han dejado las familias que han habitado el territorio de Les Illes Balears, y, que también, se ha manifestado mediante el uso de la lengua catalana. Esta herencia favoreció, en su momento, el intercambio científico y cultural entre Les Illes Balears, la francofonía, e Italia, y esto mismo se respira en la obra del Ferrocarril de Palma a Sóller, proyectada por D. Pedro Garau y Cañellas, y desde la Demarcación del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales, y Puertos nos sentimos orgullosos de dicho intercambio cultural. Sin lugar a dudas, D. Pedro Garau compartió el "savoir-faire" de su familia, que según desvela la historiadora

y doctora de la Universidad de Les Illes Balears, Doña Apol·lònia Nadal i Mut, obtuvo la medalla de oro en la Exposición Universal de París de 1889. La distinción cayó en manos de la empresa de calzado Viuda de Garau e Hijos, dirigida por Doña Aina Cañellas y Terrasa, cuyas instalaciones, según las fuentes de la investigadora, se encontraban en la calle de Ramon Llull, a escasos metros del edificio que hoy alberga la sede del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos en Palma, sito en la calle Sant Francesc. Doña Aina Cañellas tuvo que ponerse al frente de la empresa de su difunto marido, padre de D. Pedro Garau y Cañellas, que, según algunas fuentes, tuvo una fábrica de pieles en el barrio marinerio palmesano de El Molinar. En general, la industria del calzado y peletera balear supo fusionar las técnicas árabes zapateras con los diseños que demandaban las familias adineradas de España y de Europa occidental. Ese "savoir-faire" se vislumbra en el Ferrocarril de Palma a Sóller, que como la obra maestra de la Exposición Universal de París de 1889, la torre de Gustave Eiffel, y el tradicional calzado balear, se trata de un producto industrial, pero con un estilo que permite reconocerlo como obra de arte de la ingeniería, aspecto que favorece que su explotación haya sido rentable durante más de un siglo, como la de pocas líneas de ferrocarril en España.

Por último, desde la Demarcación en Les Illes Balears del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales, y Puertos, queremos agradecer a D. Carlos Garau Fullana, y a los anteriormente citados, Doña Apol·lònia Nadal i Mut, y Don Miguel Pa-

yeras y Literas, así como a los periódicos *Última Hora* y *Diario de Mallorca* que hayan aportado luz sobre D. Pedro Garau y Cañellas.

No se nos olvida poner en valor el trabajo de investigación del Consell de Mallorca y del vocal de la Junta Rectora de la Demarcación en Les Illes Balears del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales, y Puertos, Antonio de Pablo Escolà, en el que analizaron si el homenajeadó había realizado aportaciones significativas en la planificación de la carretera entre Palma y Sóller. El resultado apunta a que parece que si hubo alguna contribución, esta no fue archivada o ni siquiera documentada, lo que no excluye que conociera el terreno que iba a atravesar el ferrocarril, como buen ingeniero natural del Poniente de Mallorca, que, entre otros municipios incluye Palma y Bunyola.

Y un agradecimiento, no menos importante, al Rey de España, D. Felipe VI, por transmitirnos, mediante carta de la Casa Real, "sus mejores deseos" ante la publicación de esta obra y los actos en recuerdo de D. Pedro Garau y Cañellas.



## D. PEDRO GARAU Y CAÑELLAS, EL REFERENTE DE LA SENSIBILIDAD POR LA BELLEZA, TRADICIÓN Y EL PAISAJE EN LA INGENIERÍA CIVIL BALEAR

**Juan Antonio Esteban Rodríguez.** Decano de la Demarcación de Illes Balears del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Con esta obra que tienen entre sus manos rendimos homenaje a D. Pedro Garau y Cañellas, fallecido el 31 de abril de 1919, recién cumplido el centenario. Se trata de parte de las acciones que por parte de la Demarcación de Illes Balears del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos estamos llevando a cabo para conmemorar los centenarios de las defunciones de ingenieros que han desarrollado su carrera profesional en el archipiélago, gracias a la cual entre finales del siglo XIX y principios del siglo XX transformaron el territorio, la sociedad, y la economía de Illes Balears, haciéndolos más habitables, mejores conectados al mundo, y más prósperos.

Con anterioridad a esta obra y la conmemoración del centenario de D. Pedro Garau y Cañellas hemos recordado, y aún en 2019 le recordamos, la figura de D. Eusebi Estada, fallecido en 1917. Fue el primer centenario homenaje a quien fue, seguramente, el ingeniero de caminos, canales y puertos más tras-

centenal de Illes Balears entre finales del siglo XIX y principios del XX. En este sentido, tenemos que agradecer a la asociación mallorquina Amics del Ferrocarril (Amigos del Ferrocarril) que confiaran en la Junta Rectora de la Demarcación de la que soy decano para recuperar la memoria de tal ilustre ingeniero en el centenario de su defunción. En aquel momento, en la Junta Rectora reparamos que cuando nos aproximamos a concluir el primer cuarto del siglo XXI se cumplen varios centenarios de los ingenieros de caminos, canales y puertos que marcaron una época y transformaron Illes Balears, favoreciendo un desarrollo sociológico y económico que han convertido al Archipiélago en destino turístico de referencia a nivel mundial. Y si Eusebi Estada era recordado por ser el impulsor del ferrocarril que se extendió por el centro, Levante y Sur de Mallorca, así como por resolver graves problemas sociosanitarios y urbanísticos de Palma, entre otras

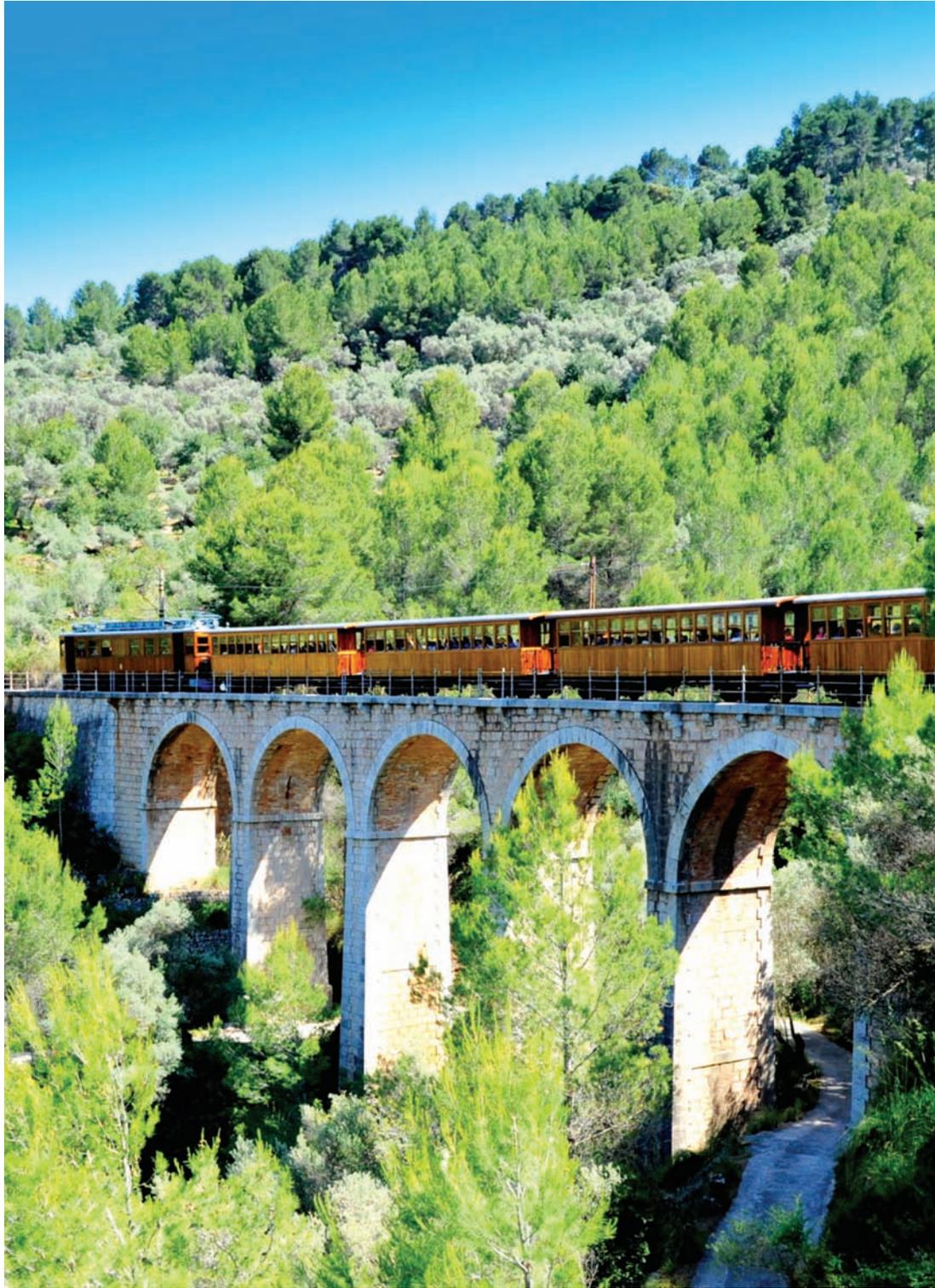
acciones, sabíamos que Pedro Garau y Cañellas era recordado por dirigir las obras del Ferrocarril de Sóller. Consultada la hemeroteca, nos percatamos de que Estada y Garau, excelentes ingenieros de caminos, canales y puertos, fallecieron con dos años de diferencia y que sus intervenciones en la red ferroviaria, así como las soluciones urbanísticas que propusieron para la ciudad de Palma, nos brindaban la ocasión de rendir homenaje a dos figuras de ingeniería civil, a veces contrapuestas, a veces coincidentes. Por poner un ejemplo, en lo que concierne a sus intervenciones en ferrocarriles, las de Eusebi Estada fueron más funcionales y de gran magnitud y repercusión para toda Mallorca, mientras que la de Pere Garau, además de ser funcional, hoy es considerada una joya del patrimonio de Les Illes Balears admirada por visitantes del mundo entero, perfectamente integrada en el paisaje, que transformó la historia de Sóller y Fornalutx. También llama la atención cómo la intervención de Eusebi Estada contó con un importante apoyo institucional, dado que se trataba de una mega actuación para integrar Palma con prácticamente el resto de Mallorca, mientras que la del ferrocarril de Sóller es, principalmente, fruto de la iniciativa privada, que se propuso superar las barreras naturales para su crecimiento humanístico, cultural y económico, y del ingenio necesario para que el proyecto, complementándolo con la red del tranvía a Port de Sóller, obtuviera parcialmente financiación estatal. En conclusión, se trata de dos ingenieros, que dada la proximidad de sus centenarios, la importancia de su legado, y la diversidad de algunas de sus propuestas e intervenciones, no podíamos ignorar.

En el caso que nos ocupa, dado que Pedro Garau dirigió las obras del Ferrocarril de Sóller, por parte de la Junta Rectora hemos decidido universalizar en la medida de lo posible su legado, ofreciendo el contenido de esta obra en los idiomas más conocidos del mundo en la actualidad, con una versión digital en su lengua materna, la catalana, combinando de la mano de la innovación la tradición local y la universalización del conocimiento, como ejemplo de ese espíritu que con respeto a la tradición se abrió al mundo, como hizo con el corazón de la Sierra de Tramontana. Un planteamiento que, sin embargo, no encajó con las opiniones de la Administración y la opinión pública, o quizá mejor dicho publicada, de la época, cuando planteó conservar las murallas de Palma y avanzar en las soluciones urbanísticas y sociosanitarias que precisaba la ciudad manteniendo ese legado secular.

Esperemos que esta obra sirva para redescubrir a Pedro Garau, que además de sus excelentes intervenciones, sobrevivió en el tiempo mediante su propia escuela: la saga familiar que en ocasiones se mantuvo fiel a la ingeniería de cami-

nos, canales y puertos, y en otras se acercó más a la arquitectura, sin duda fruto de esa pasión por el estilo, la personalidad y la belleza que Pedro Garau y Cañellas manifestaba en sus intervenciones. Salvando las distancias, Pedro Garau y Cañellas fue el Santiago Calatrava mallorquín de la época, o Santiago Calatrava es el Pedro Garau valenciano de nuestro cambio de siglo. En cualquier caso, la lección de Garau que nunca debe morir es que funcionalidad y arte al servicio de la humanidad y con el máximo respeto por la Naturaleza son compatibles y deseables para alcanzar la excelencia.





Perspectiva del viaducto "Cinc ponts" del Ferrocarril de Sóller.

## EL TREN DE SÓLLER

**Miquel Àngel Llauger.** ICCP y Ex Decano de la Demarcación de Illes Balears del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (1992-2000)

La idea de construir una línea férrea entre Palma y Sóller se fue desarrollando desde los primeros pasos del ferrocarril en Mallorca. Según cuenta Pere Brunet, en 1882 Pere d'Alcàntara Penya sugirió a través de *L'Ignorància*, un poco en clave de humor, cuatro posibles alternativas de trazado: por Alaró, por Lloseta, por Esporles y Deià, y finalmente, atravesando la Sierra de Alfàbia partiendo de Santa Maria. El primer intento serio fue el proyecto que arrancaba de Son Sardina y pasaba por Establiments, Esporles, Valldemossa y Deià. Un proyecto que fue abandonado después de presentarse debido al alto coste de las obras. Poco tiempo después, la posibilidad de obtener beneficios a partir de un programa estatal de ayudas a los ferrocarriles económicos hizo retomar la iniciativa. El ingeniero Pedro Garau y Cañellas recibió el encargo de estudiar la mejor solución, comparando todas las posibilidades que hasta entonces se habían planteado y se decantó claramente a favor de la idea de cruzar la sierra mediante un túnel por debajo

del Coll de Sóller. El proyecto fue presentado en un opúsculo firmado por su autor con el título "Notas para el estudio de un ferrocarril directo entre Palma y Sóller", publicado en 1904. La propuesta tuvo buena acogida, en 1905 se constituyó la Compañía del Ferrocarril de Palma a Sóller y al año siguiente, en el que se obtuvo la correspondiente autorización administrativa, Garau acabó la formación definitiva del proyecto. Las obras de construcción comenzaron en el mes de junio de 1907 y acabaron en abril de 1912, después de superar los grandes obstáculos que ofrecía la accidentada orografía de la zona. La obra más complicada y más destacada fue la realización del túnel de Alfàbia de 2.850 metros de largo, que comunicaba el valle de Sóller con el llano de Bunyola y Palma, cuya perforación duró tres años. Se debieron perforar doce túneles más de entre 33 y 530 metros de longitud y se construyeron un gran número de pontones y puentes, siendo el más destacado el viaducto de

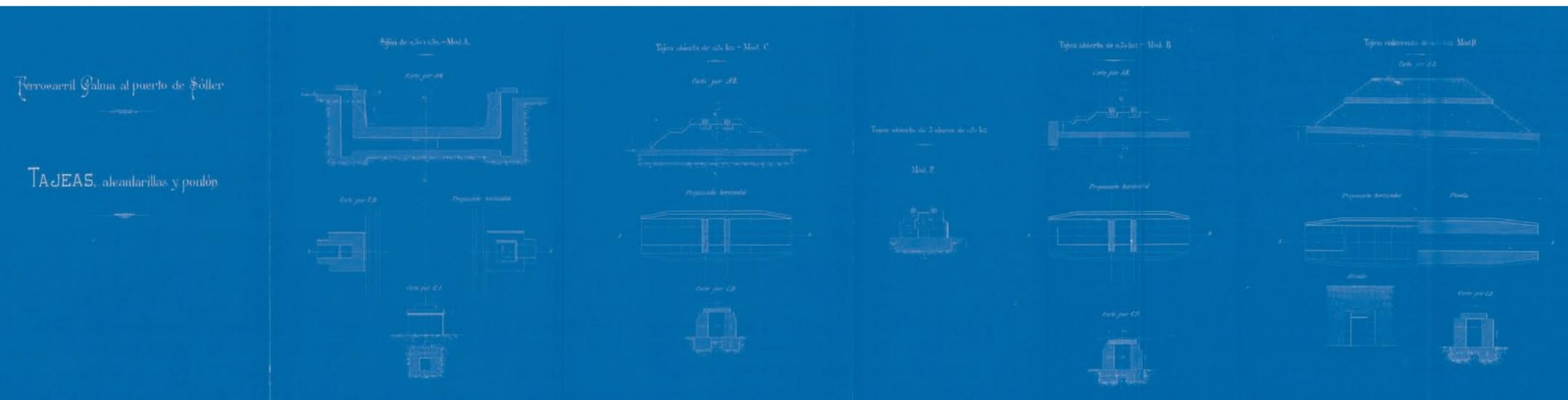
Monreals de 52 metros de longitud, que consta de cinco arcos de 8 metros de luz. Son dignos de una mención especial las estaciones de Palma, de gran belleza y estilo modernista, y la de Sóller realizada aprovechando una antigua casa señorial. El alargamiento de la línea ferroviaria hasta el Puerto de Sóller era una aspiración que venía de tiempos atrás y respondía, en buena parte, a la creencia de que su instalación podría ayudar al establecimiento de una comunicación marítima con Barcelona, más corta que la que tenía el puerto de Palma como punto de origen y de destino. Su realización recibió un fuerte impulso con la aplicación de los beneficios que la Ley de Ferrocarriles secundarios de 1908 otorgaba a las líneas de recorrido superior a los 30 kilómetros. Este límite se superaba sumando los 4,8 kilómetros entre Sóller y el Port con los 27,2 del tramo Palma - Sóller. Se optó por un servicio de tranvías eléctricos que se inauguraron en el mes de octubre de 1913. Cuando comenzó el servicio de la línea de Palma a Sóller el sistema de tracción estaba confiado a locomotoras de vapor que bien pronto sufrieron problemas de desgaste y fatiga mecánica a causa de las pendientes de los tramos centrales. Además, el humo de la combustión causaba graves molestias a los viajeros, especialmente en el interior de los túneles. Por eso, diligentemente se pensó en la conveniencia de implantar tracción eléctrica. Los primeros estudios fueron a cargo de Pere Garau y después de su muerte los continuó Joan Frontera Estel-

rich. Una ley de 1924 ofreció la posibilidad de acogerse a auxilios económicos estatales para operaciones de mejora y la entrada en servicio del nuevo material eléctrico se pudo producir en 1929.

### OTRAS ACTUACIONES EN EL CAMPO DE LAS OBRAS PÚBLICAS

En la biografía del ingeniero Pere Garau (1870 - 1919) el proyecto y la construcción del ferrocarril de Palma a Sóller ocupan un lugar destacado, pero su actividad profesional abarca otras actuaciones bien interesantes en el mundo de las obras públicas. En el campo de las carreteras, llevó a cabo tareas importantes como el proyecto, firmado el 15 de agosto de 1895, del puente sobre el torrente de Son Marget, o de Llubí, en la carretera de Inca a Santa Margalida, con tres elegantes arcos rebajados de 16 metros de luz. En la carretera de Sóller se encargó de la dirección de obras del tramo primero, a la salida de Palma, desde la puerta Porta Pintada hasta el torrente Gros junto a la Torre den'Huch, y también de la dirección de trabajos de construcción de la sección de Sóller al Puerto de Sóller, según proyectos elaborados por Eusebi Estada en los años 1885 el primero, y 1888 el segundo.

Entre 1912 y 1919 fue ingeniero director de la Junta del Puerto de Palma elaborando, en 1913, un "Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpieza

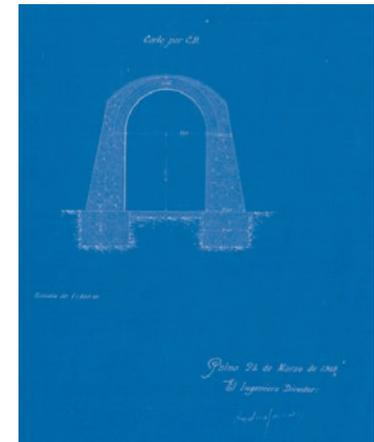


del puerto de Palma" en el que, por primera vez, se preveía un contradique que haciendo un ángulo recto cerraba el puerto a la altura del malecón, dejando una bocana que daba acceso a unas dársenas totalmente tranquilas. También por primera vez se proyectaba una calzada ganando terrenos al mar desde la desembocadura de la Riera hasta el lugar conocido como "S'Aigua Dolça", precedente lejano del futuro paseo marítimo. Este proyecto no se llegó a aprobar pero apuntó hacia una futura realización, la del paseo marítimo, que tardó más de 40 años en llevarse a cabo. El arquitecto Gaspar Bennàzar en su Plan de Reforma, firmado el 31 de agosto de 1916, incorporó la idea de este tramo de calzada ganando terrenos al mar, pero aunque el Plan fue aprobado por el Ayuntamiento y por el Gobierno, en la práctica no llegó a ser aplicado. Durante su mandato Garau elaboró diversos proyectos de ensanche del Moll Vell, de alumbrado del puerto y zonas de servicio, de instalación de depósitos, de grúas eléctricas y pabellones para los servicios, dragado y eliminación de rocas submarinas, así como un "anteproyecto de ensanche y mejora del puerto" siguiendo el dictado de un Real Decreto del 19 de junio de 1916.

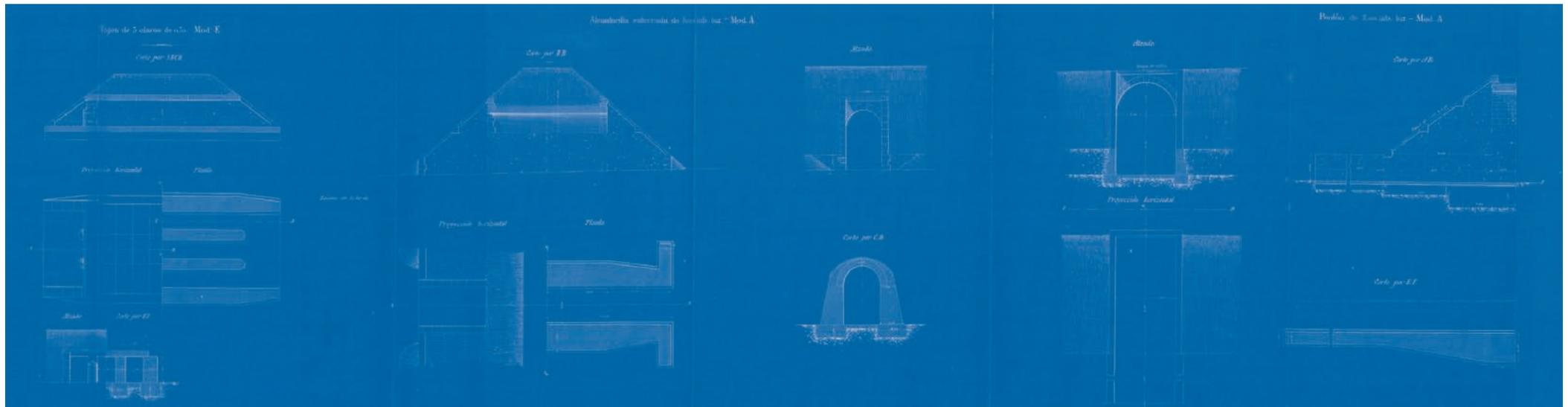
En los programas de balizamiento de las costas de Balears Garau intervino en la mejora de la señalización de la isla de Eivissa asumiendo las obras de construcción del faro de Coves Blanques, en Sant Antoni de Portmany, de acuerdo con el proyecto elaborado anteriormente por Eusebi Estada, y formando los proyectos de

nueva construcción del faro de "En Pou", firmado en 1897 y finalizadas las obras en 1902, y del de Tagomago aprobado en octubre de 1906.

Siguiendo en buena parte estudios anteriores de Estada y Calvet, elaboró un completo proyecto de abastecimiento de aguas potables de Palma, que sirvió de base para todas las obras definitivas que se ejecutaron hasta los años cincuenta de la pasada centuria.



Detalles del proyecto del ferrocarril.





## EL LEGADO DE D. PEDRO GARAU Y CAÑELLAS EN LOS PUERTOS DE BALEARES

Antonio Ginard López. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Pedro Garau Cañellas<sup>(1)</sup> fue un destacado Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos que desarrolló su actividad profesional en Baleares a finales del Siglo XIX y principios del Siglo XX, ejerciendo su profesión en prácticamente todos los ámbitos posibles dentro de las obras públicas de la época; es conocida su actuación en el ámbito del ferrocarril - donde su obra más importante fue el proyecto y la construcción del ferrocarril de Palma a Sóller-, también ejerció en el ámbito de los puentes, de las carreteras, del abastecimiento de agua, e incluso en el ámbito de las señales marítimas. La actividad profesional de Pedro Garau Cañellas en el ámbito de los puertos se centró principalmente en los puertos de Palma y de Ibiza, donde tuvo un papel muy importante para su desarrollo.

El 14 de junio de 1912 se produjo el nombramiento de Pedro Garau Cañellas como Director del Puerto de Palma, o de la Junta de Obras del puerto de

Palma de Mallorca que era como se denominaba por aquel entonces a la institución que gobernaba el Puerto de Palma.<sup>(2)</sup> Pedro Garau dirigió la Junta de Obras del Puerto hasta su fallecimiento, el 28 de abril de 1919.

El Ingeniero Emilio Pou Bonet fue el primer Director de la Junta de Obras del Puerto de Palma desde

---

<sup>(1)</sup>En este artículo se opta por citar el nombre propio de Pedro Garau Cañellas en lengua española ya que de esta manera es como aparece en los proyectos que redactó, y en todos los documentos oficiales que se ha podido consultar.

<sup>(2)</sup>La denominación del Organismo portuario no fue constante, sino que experimentó varios cambios: *Junta de Obras del Puerto de Palma de Mallorca* de 1872 a 1928; *Junta de Obras y Servicios del Puerto de Palma de Mallorca* de 1928 a 1968; *Junta del Puerto de Palma de Mallorca* de 1968 a 1988; *Junta de los Puertos del Estado de Baleares* de 1988 a 1993 (por el R.D. de 23/12/1988 se integraron todos los puertos gestionados por el Estado en Baleares); y *Autoridad Portuaria de Baleares* desde 1993 hasta la actualidad.

la creación de esta institución, el 19 de septiembre de 1872, hasta el 30 de marzo de 1874 en el que fue nombrado el Ingeniero Juan Malberti Ruiz, que fue el predecesor de Pedro Garau Cañellas. Tras la muerte de Pedro Garau, fue nombrado como Director de la Junta de Obras del puerto de Palma el Ingeniero Juan Frontera Estelrich el 1 de mayo de 1919.

Los servicios de Obras Públicas en Baleares se instituyeron por parte del Estado Español en 1847, y desde esa fecha todos los proyectos para la ejecución de puertos en Baleares tuvieron una dependencia directa de la Jefatura de Obras Públicas en Baleares. Esta situación se mantuvo hasta 1872 en el caso del Puerto de Palma, cuando se produjo la formación de la citada Junta de Obras del Puerto de Palma, y se mantuvo igualmente hasta 1929 en el resto de puertos de Baleares, cuando se instituyeron el Grupo de Puertos de Mallorca y las Comisiones Administrativas de Puertos de Maó y de Eivissa.

Los proyectos de Pedro Garau para el puerto de Palma fueron redactados desde la institución de la Junta de Obras del Puerto y destacan principalmente sus actuaciones en la zona del *Muelle Viejo* y los proyectos planteados para la ampliación global del puerto de Palma.

En la zona del *Muelle Viejo* Garau redactó en 1911 el proyecto de *Ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes* redactado, que supuso una gran ampliación de la zona del *Muelle Viejo* del puerto de Palma, y que daba respuesta a la demanda de los nuevos buques que comenzaban a operar en el puerto de Palma en esa época y que debido a las dificultades en su ejecución necesitó de 3 proyectos reformados que Garau redactó en 1916, 1917 y 1918; el proyecto de *Instalación de depósitos, grúas eléctricas de 3.000 kg. y pabellones para servicios secundarios* en 1913, que también necesitó de un proyecto reformado en 1918; y las *Bases del concurso para la instalación del alumbrado de los muelles por medio del gas a presión y lámparas Graetzin en el puerto de Palma*, en 1912.

Pedro Garau realizó dos trabajos muy interesantes para la ampliación global del puerto de Palma que son: por un lado el *Anteproyecto ensanche y mejora del puerto* mandado estudiar por Real Orden del 19-6-1916, y que Garau finalizó en 1917, y por otro lado el proyecto *General de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto y surgideros auxiliares* redactado en 1913 y que, aunque no se llegó a ejecutar, proyectó por primera vez un contradique a la altura de la barriada de Santa Catalina dejando cuatro nuevas dársenas de aguas abrigadas, anticipó lo que sería el futuro paseo Marítimo de Palma, y previó un nuevo trazado de ferrocarril para la conexión entre el puerto y la ciudad.

Otros proyectos redactados por Pedro Garau para el puerto de Palma son el embarcadero en Saigo Dolça y dos proyectos de dragado del puerto en los años 1914, y 1916. Para el puerto de Ibiza, Pedro Garau trabajó directamente desde la institución

del Servicio de Obras Públicas y destaca su labor para la ampliación de este puerto, donde contribuyó tanto como redactor de los proyectos, como Director facultativo de la ejecución de las obras.

Son de Garau el proyecto *Reformado del Muelle de la Consigna, Contramueller y Muelle Interior*, en 1897; el proyecto de *Liquidación del dique de abrigo y cerramiento de los freos de la Isla llana y Botafoc* en 1902; y el proyecto del *Muelle de la Consigna, Contramueller, Muelle Interior y obras de terminación del dique de abrigo* en 1904, así como un Proyecto reformado de este último que tendría fecha de 1906.

Otros trabajos que realizó Garau en los puertos de Baleares fueron el proyecto para la *Construcción de un varadero cubierto en el puerto de Cala Rajada* en 1910, y el proyecto de dragado del puerto de Andratx en 1901.

### TRABAJOS DE PEDRO GARAU PARA LA AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE PALMA

Pedro Garau se posicionó en el cargo de Ingeniero Director de la Junta de Obras del Puerto de Palma el 14 de junio de 1912, y en ese momento se replanteó la idoneidad de la ampliación del puerto de Palma que estaba aprobada hasta ese momento, la cual se basaba en el proyecto redactado por el ilustre ingeniero Emilio Pou Bonet en marzo de 1870 y aprobado en 1871.

Las principales obras del proyecto de Pou estaban ya ejecutadas a principios del Siglo XX según manifiesta el plano de Palma elaborado por Benito Pons.

Cuando Pedro Garau replantea el proyecto de ampliación global del puerto de Palma habían transcurrido 41 años desde que fue aprobado el proyecto de Emilio Pou, y era un hecho indiscutible que el tráfico comercial del puerto de Palma había cambiado radicalmente, tanto en la cantidad de mercancías, como en la tipología de las mercancías, así como por el tipo de buques; de hecho, la navegación a vela que era casi exclusiva durante del periodo de gestación del proyecto de Pou había disminuido considerablemente dejando paso a la navegación a vapor, que finalmente se acabaría imponiendo; cada vez más los vapores tipo "correo" eran los predominantes y necesitaban una nueva ubicación en el puerto que ofreciera comodidad al pasajero y permitiera efectuar rápidamente las operaciones de carga y descarga de mercancías. Pedro Garau pensaba que esta nueva ubicación debía ser lo más cercana al casco urbano, ofreciendo una Estación Marítima al pasajero, algo similar a lo que por aquel entonces las estaciones ferroviarias ya ofrecían.

A la vista del creciente crecimiento del tráfico, Garau concluyó que la línea de muelles proyectada por Pou sería insuficiente en una época no lejana. Garau

también argumentó que el proyecto de Pou no ofrecería la debida calma a las aguas de la nueva dársena debido a sus excesivas dimensiones (antes útil para la navegación a vela) y afirmó que los vientos del O.S.O. y E.N.E. producirían gran agitación al recorrer tan extensas líneas de agua.

El primer proyecto que Pedro Garau redactó para la ampliación del puerto de Palma fue redactado el 1 de febrero de 1913 con el título *Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares*, y contó con un presupuesto de 1.915.528 pts.<sup>(3)</sup>

Posteriormente, el 18 de abril de 1917 redactaría el segundo trabajo importante

para la ampliación del puerto de Palma que fue el *Anteproyecto ensanche y mejora del puerto* mandado estudiar por la Real Orden del 19 de junio de 1916, el cual se valoró con un presupuesto de 17.531.983 pts.

Son muchos los aspectos interesantes del *Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de*

<sup>(3)</sup>Pts. es la forma abreviada de la peseta, que era unidad de moneda utilizada en la época en la que vivió Pedro Garau. La correspondencia de la peseta respecto al Euro (que es la unidad de moneda en España en el año 2020) es la siguiente: una peseta equivale a 0,006 Euros, o lo que es lo mismo 1 Euro equivale a 166,386 pts.

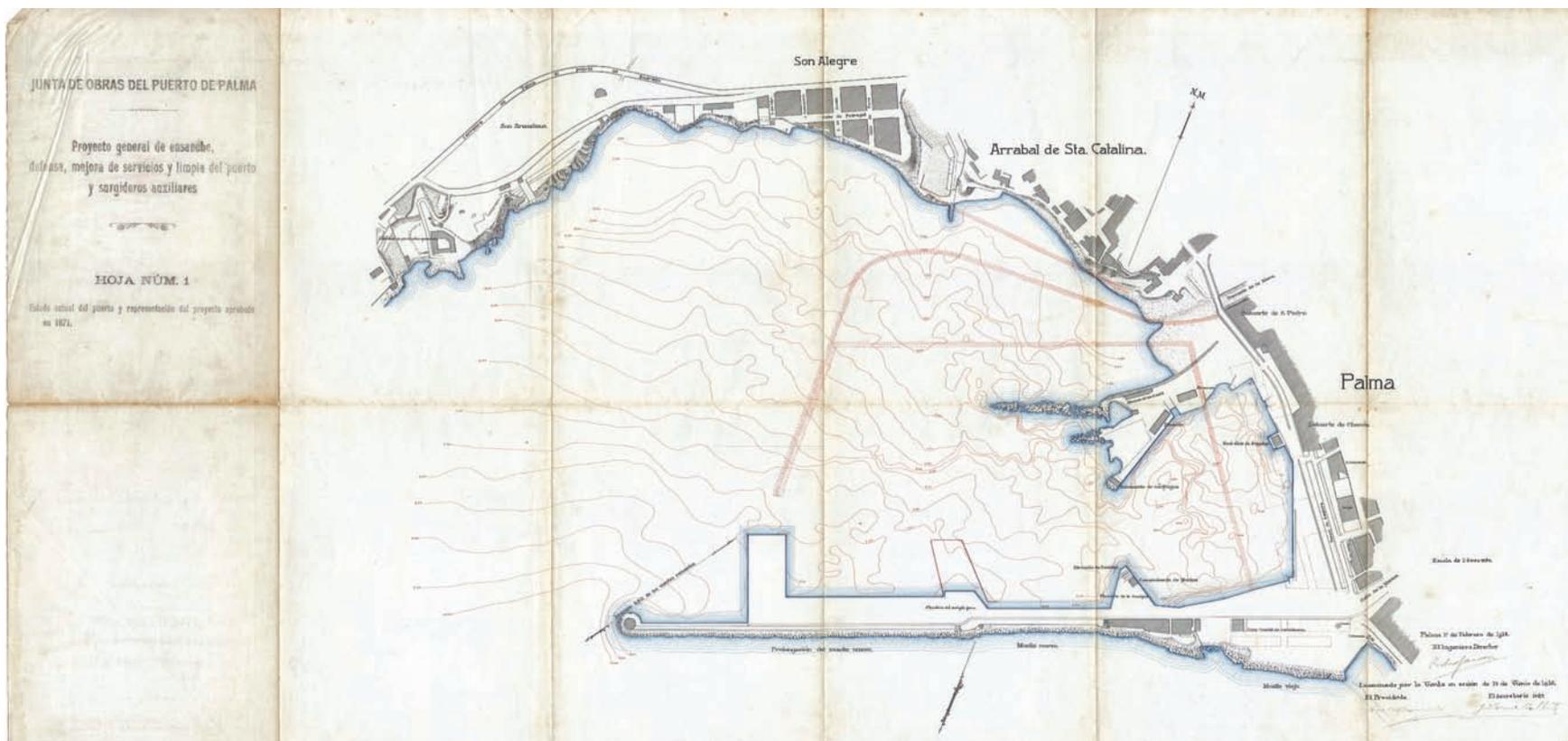


Fig. 1. Estado del puerto de Palma en 1913 contemplando las obras de ampliación proyectadas por Emilio Pou.

*servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares* redactado por Pedro Garau. Por primera vez, se preveía un contradique que haciendo un ángulo recto cerraba el puerto a la altura de la barriada de Santa Catalina, dejando una bocana que daba acceso a cuatro dársenas de aguas abrigadas (dársena interior, dársena del comercio, dársena de la industria y dársena exterior). Es muy interesante como Garau en este proyecto anticipa la creación de lo que será el futuro Paseo Marítimo de Palma, y como proyecta un nuevo trazado de ferrocarril para la conexión del puerto y la ciudad. También son dignos de mención los trabajos proyectados por Garau para la mejora de las dársenas de Porto-Pi y del Portixol.

La dársena Interior proyectada por Garau es la que está situada al Este del Puerto, dentro de la zona más abrigada y más cercana a la ciudad y se destina a vapores correos que podrán tener una eslora máxima de hasta 100 m., que unen Palma con Barcelona y con Valencia transportando numeroso pasaje y mercancías. En el punto más a levante se proyecta un espigón sobre el que se construirá una Estación Marítima para mayor confort de los pasajeros.

La dársena del comercio es la situada en el centro, y en ella se prevé el atraque en sus ramas cortas de los vapores de mayor porte que atracan en el puerto. Por otro lado, la dársena de la industria que está situada al norte, está formada por el Contramuelle-Mollet y el Muelle de la Costa, que en la línea exterior forma cauce con el torrente de *La Riera*. En esta dársena se alojan las industrias marítimas de la pesca, y de reparación y construcción de buques, tanto para la industria pesquera como para la navegación de cabotaje. Para la industria pesquera se proyecta una línea de muelles bajos, con amplios varaderos en el fondo de la dársena en los que se ubicaría un mercado de pescado. La zona proyectada con Garau para la industria pesquera coincide con la que se ha mantenido en el puerto de Palma hasta principios del Siglo XXI, y que coincide con la actual ubicación de la lonja del pescado y la cofradía de Pescadores de San Pedro. Para la reparación de embarcaciones Garau prevé una amplia superficie con capacidad suficiente para albergar gradas de reparación y amplios varaderos. El lado interior de la dársena de la industria estaría habilitado para el atraque de buques carboneros.

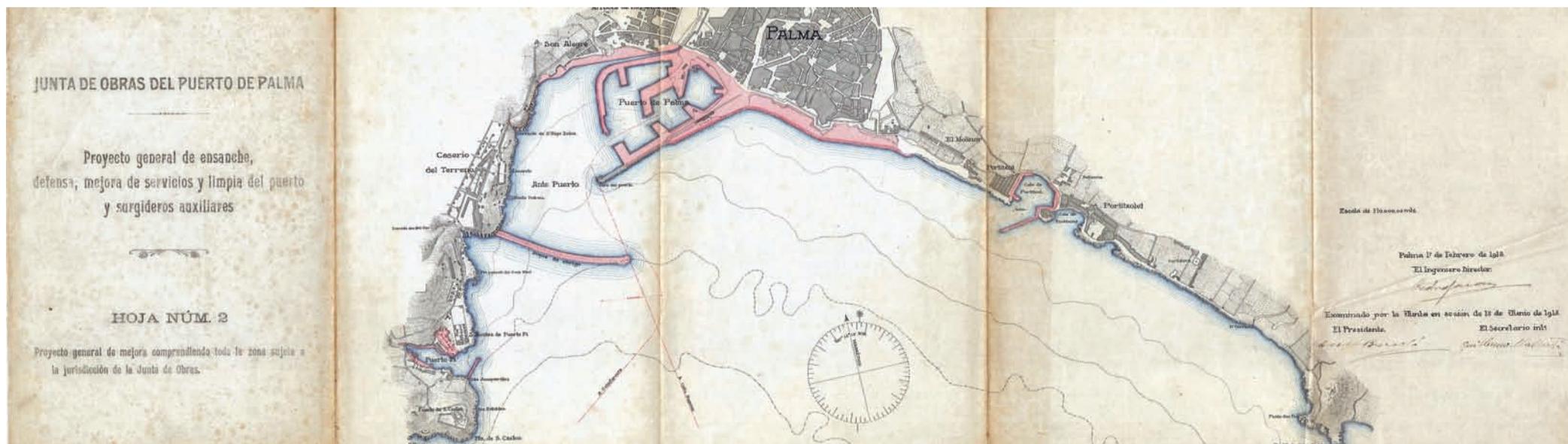
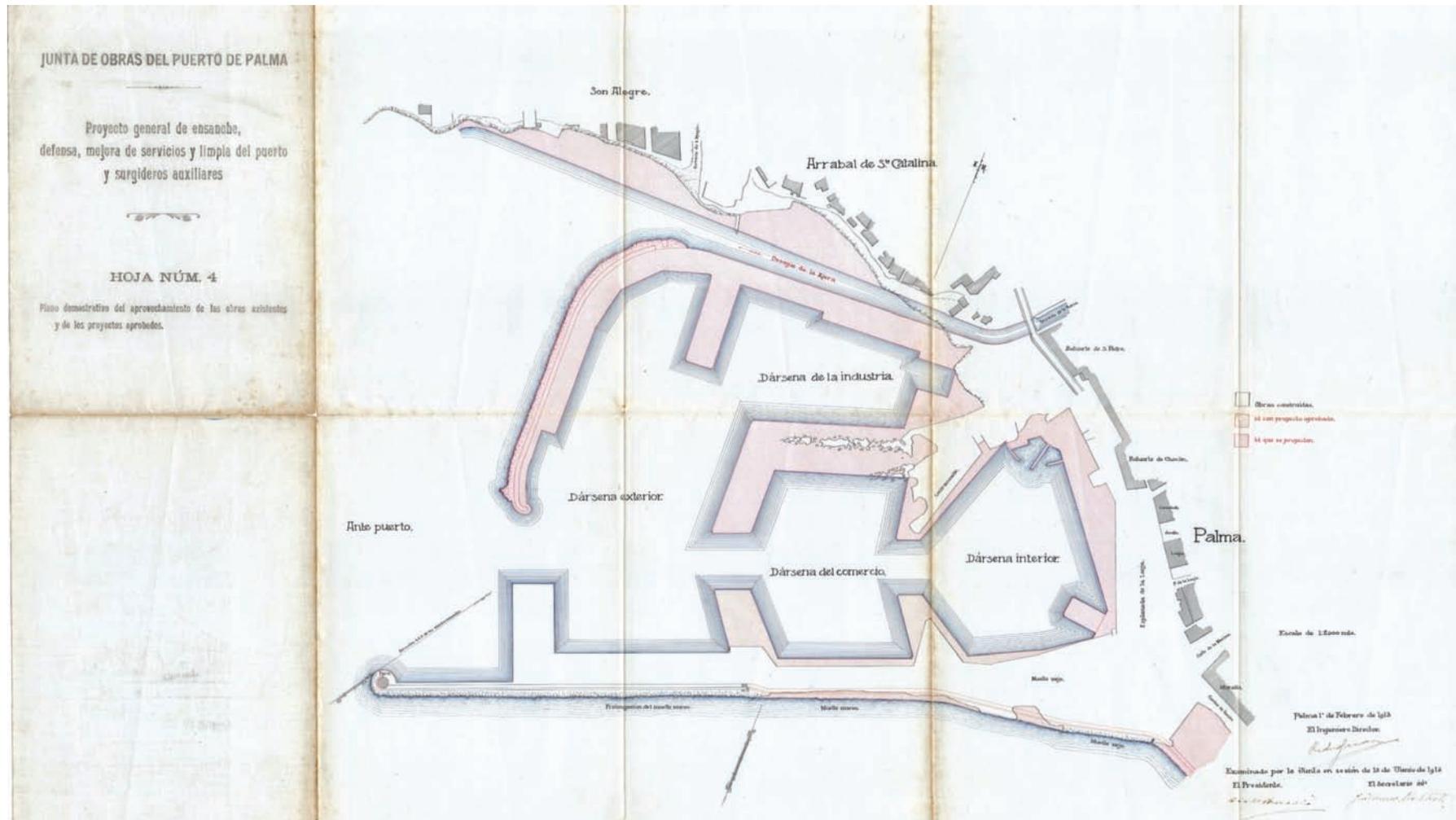


Fig. 2. Vista general del *Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares* redactado por Pedro Garau Cañellas en 1913.

El desvío del torrente de *La Riera* que proyecta Pedro Garau soluciona los problemas de aterramiento debidos a los sedimentos provenientes de la propia riera que se quedan almacenados en el interior del puerto. Este problema sigue sin solucionarse aún en el Siglo XXI.

La última de las dársenas proyectadas por Garau en esta zona es la llamada dársena exterior. Se trata de la dársena de mayores dimensiones y está destinada a

Fig. 3. Vista de las cuatro dársenas principales del *Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares*, redactado por Pedro Garau Cañellas en 1913.



los buques de mayor porte y calado, cualquiera que sea su destino y mercancía, con excepción de los buques carbones y los buques de abonos químicos que tienen sitio reservado en las dársenas del comercio y de la industria.

En el contra-dique podrían atracar los buques que estén en observación (cuarentena), los que lleven mercancías peligrosas (explosivos, petróleo, etc.) y los que de arribada forzosa tomen refugio en el puerto de Palma, en espera de mejor tiempo para continuar su ruta.

En esta dársena exterior, flanqueada por el dique y el contra-dique se deja una apertura de bocana de 100m, quizás suficiente para los buques que operaban en la primera mitad del Siglo XX, pero hubiera resultado insuficiente incluso para los buques que operaron a finales del Siglo XX.

Pedro Garau fue el primero que proyectó una calzada ganando terrenos al mar desde la desembocadura de *La Riera* hasta el lugar conocido como *S'Aigua dolça*, que sería el precedente del Paseo Marítimo del puerto de Palma que se construiría posteriormente a partir de un proyecto redactado por el Ingeniero Gabriel Roca. Aunque el proyecto de Garau no se llegó a aprobar, sí que sirvió de inspiración para su futura realización, que tardó más de 40 años en llevarse a cabo. Cabe comentar que el arquitecto Gaspar Bennàzar en su Plan de Reforma, firmado el 31 de agosto de 1916, incorporó la idea

de este tramo de calzada ganando terrenos al mar, pero aunque el Plan fue aprobado por el Ayuntamiento y por el Govern central, en la práctica no llegó a ser aplicado. Es importante destacar la visión que Pedro Garau tuvo sobre el futuro Paseo Marítimo de Palma en el *Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares*. Pedro Garau llamó al Paseo Marítimo como "*Vía de la Costa*", y citando al propio Garau sería una vía que transcurriría "*a lo largo del muro del también proyectado nuevo encauzamiento de la Riera, por la parte de la costa, sirviendo de enlace con la barriada de Santa Catalina llamada a tomar gran incremento e importancia, especialmente en la zona contigua al mar, se proyecta una vía de 18 metros de anchura distribuida en dos aceras de 3 metros y una carretera de 12,00 metros. Dicha vía se prolonga hacia a barriada de Son Alegre, desde donde, con menos anchura, convirtiéndose en verdadera carretera, podrá ser prolongada por el Ayuntamiento o el Estado hasta empalmar con la de Palma a Andratx...Esta vía acortaría notablemente la distancia entre Palma y el caserío del Terreno, proporcionaría al tránsito un trazado más cómodo son las contrapendientes de la actual carretera, ofreciendo a la vez la incuestionable ventaja de un espléndido paseo de costa magníficamente orientado, ideal, y sirviendo de base a futuros chalets y hoteles para excelente estación invernal*".

Pedro Garau tuvo en cuenta la protección que se tenía que realizar sobre la cala de Porto Pi, que se consideraba por aquel entonces un fondeadero auxiliar del

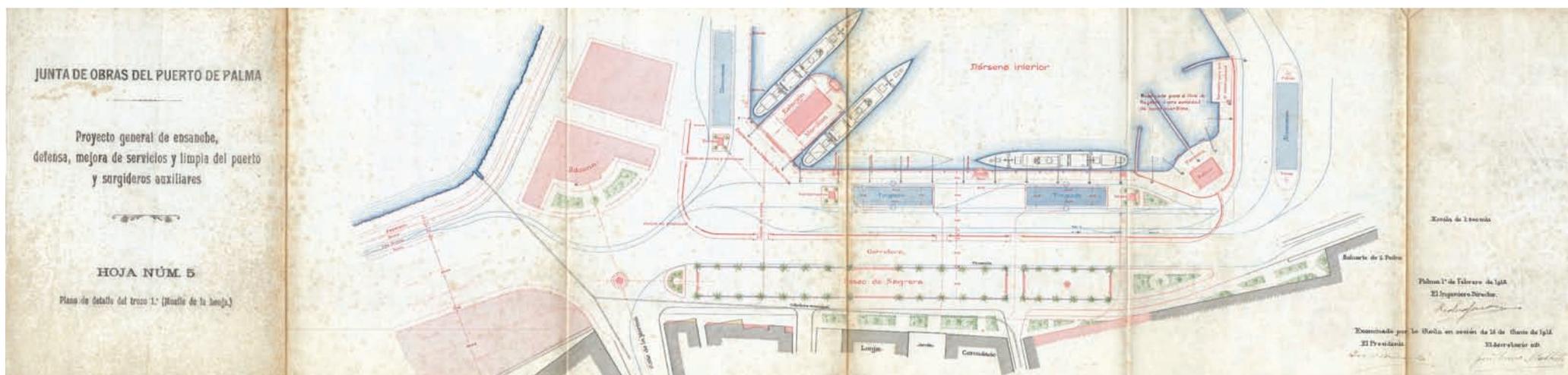
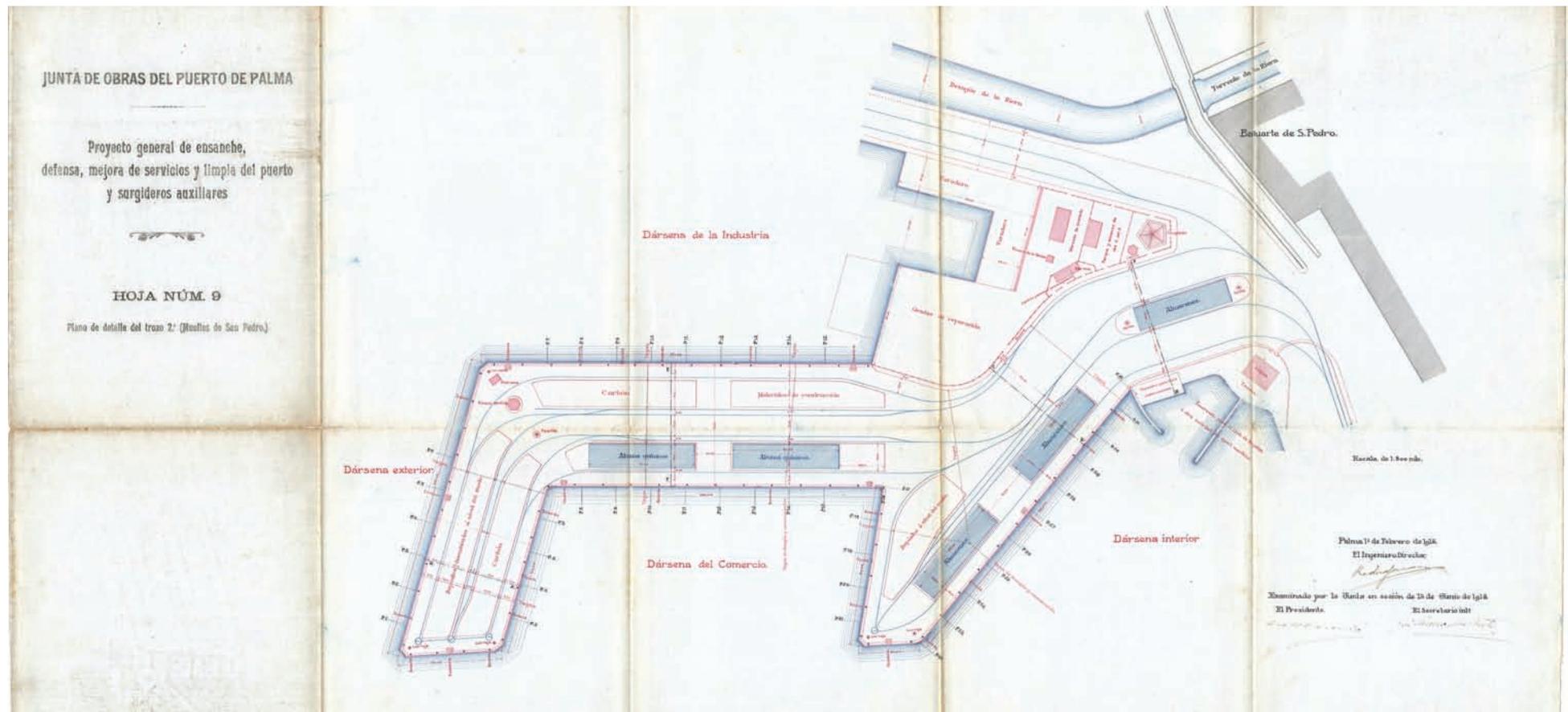


Fig. 4. Dársena interior del *Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares*, redactado por Pedro Garau Cañellas en 1913.

Fig. 5. Dársenas del comercio y de la industria del *Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares* redactado por Pedro Garau Cañellas en 1913.



puerto de Palma, y servía para aliviar a barcas de pesca y de cabotaje de pequeña eslora cuando el puerto de Palma estaba sin amarres disponibles. Garau proyectó un dique corto para proporcionar que las aguas quedaran totalmente brigadas y que, al mismo tiempo, se pudiera operar. El dique tiene 145 m. de longitud, y arranca en la punta del faro en dirección N-NE dejando una bocana de 100 m. de paso.

Garau también proyectó una mejora del *Portixol*, mediante un nuevo dique de

abrigo, un contradique y unos nuevos muelles destinados a embarcaciones de pesca. El nuevo dique de abrigo tiene una longitud de 250 m. y parte de la pequeña península llamada "la roqueta" en dirección O.S.O. dejando una bocana de 100 m. de longitud. Por otro lado, se proyecta un contradique de 55 m. de longitud. Los nuevos muelles se plantean en prácticamente toda la dársena, exceptuando en la zona de desembocadura del torrente de *Na Barbara*.

En la Parte sexta del *Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del*

puerto de Palma y surgideros auxiliares, Pedro Garau proyecta un nuevo trazado de ferrocarril para la conexión entre el puerto y la ciudad. De esta manera, Garau plantea una alternativa a la única compañía de ferrocarril que operaba en Palma, tal y como se observa en su proyecto manuscrito (transcripción literal) *"los inconvenientes del trazado que sigue el tranvía exclusivo para mercancías, que enlaza los muelles y zonas del puerto de Palma con la estación del ferrocarril de Manacor, y la necesidad de un trazado exterior construido por la Junta de Obras del Puerto que dejando de ser propiedad particular de un determinada compañía ferroviaria pudiera ser utilizado mediante el pago de un*

*adecuado peaje por todas las empresas de transporte establecidas y que se establezcan en el futuro"*. En este proyecto Garau describió el enlace entre las vías férreas del puerto con las de los ferrocarriles que tienen su origen en Palma. El trazado de las nuevas vías ferreas transcurría en paralelo al dique de protección de la costa, partiendo desde el puerto, y llegando a la altura del baluarte del Príncipe y la fábrica del gas, a partir de allí iría perpendicular a la costa entrando en el enanche de la ciudad de Palma, atravesando las carreteras de Inca y Manacor y llegando a la estación Ferroviaria principal.

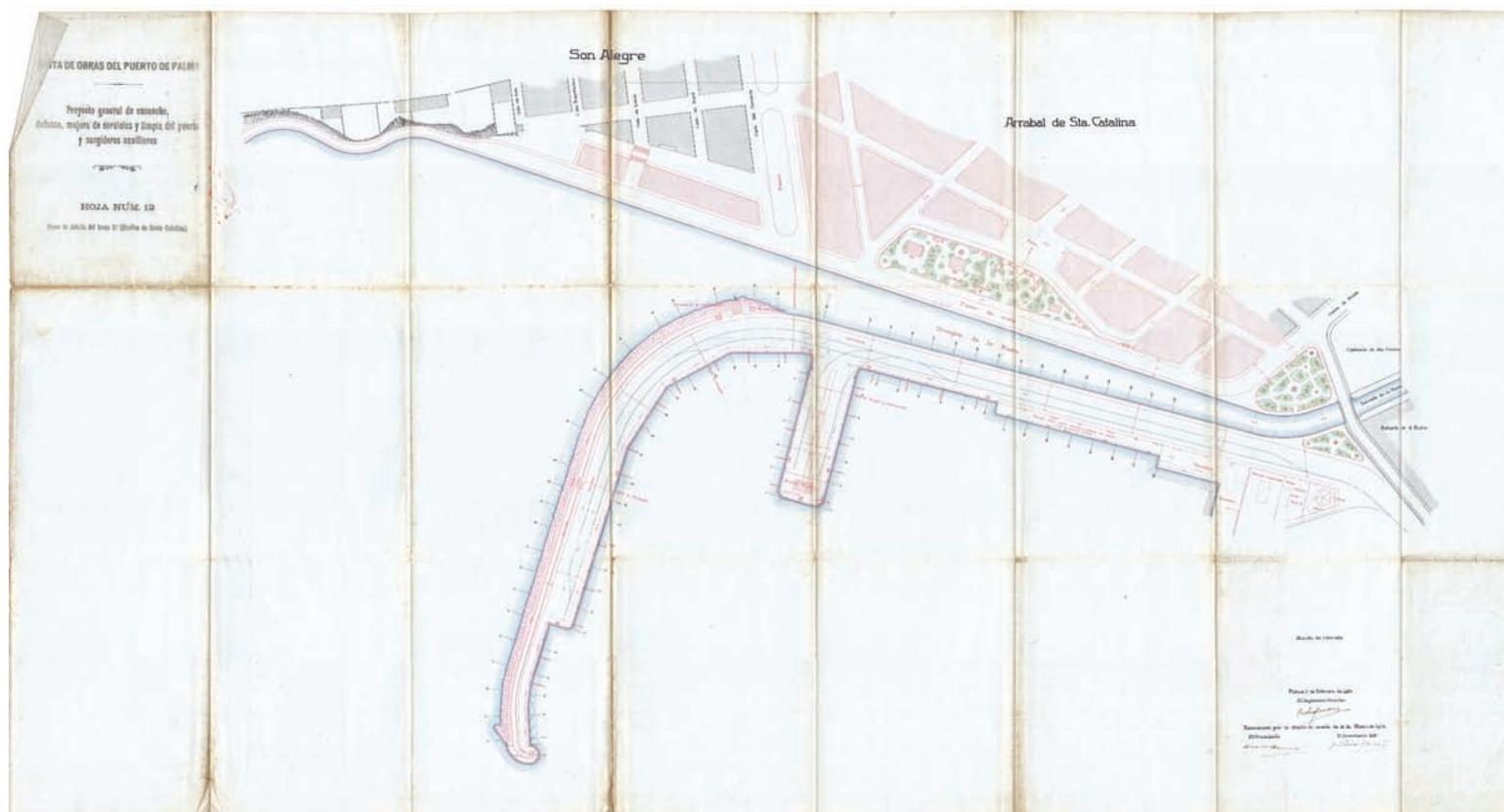


Fig. 6. Terrenos ganados al mar para la generación de nuevo Paseo Marítimo y modificación de la desembocadura de La Riera del Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares, redactado por Pedro Garau Cañellas en 1913.

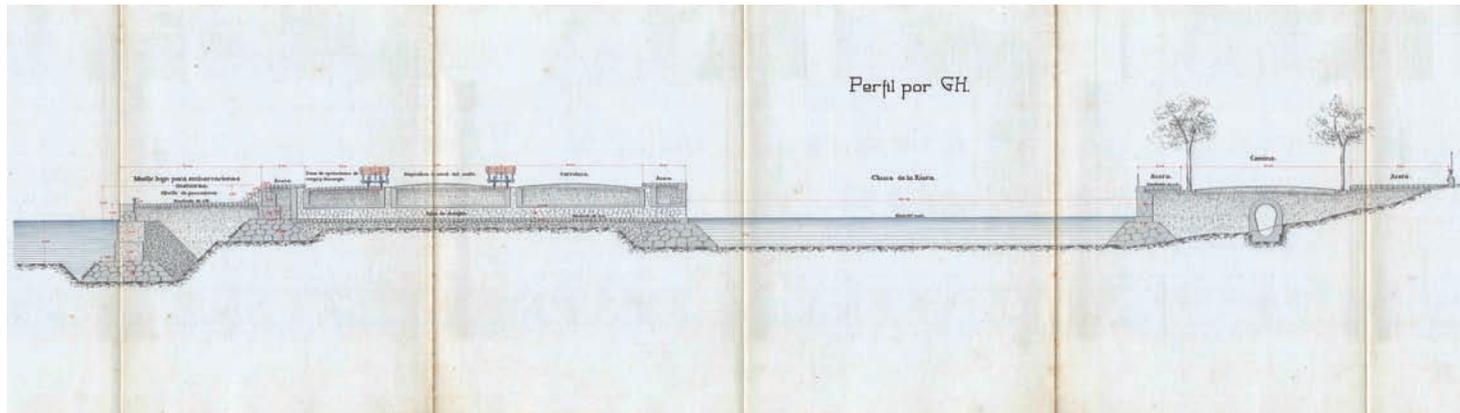


Fig. 7. Sección del Paseo Marítimo y de la modificación de la desembocadura de La Riera del Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares, redactado por Pedro Garau Cañellas en 1913.

Las previsiones del tráfico marítimo que Pedro Garau tuvo en cuenta en la redacción del proyecto *General de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares*, aunque supieron superar a las propuestas realizadas por Emilio Pou en 1871, no fueron acertadas. Garau argumentaba que "nuestra condición insular, la situación geográfica de la isla, su extensión, sus industrias y su riqueza

agrícola, las travesías de nuestros vapores correo por mucho que éstas se aumenten y amplíen, son un conjunto de datos que permiten vislumbrar un tipo de buques que ni pueden alcanzar dimensiones excesivas ni pueden ser éstas mucho mayores que las de los últimos vapores adquiridos por la compañía *Isleña Marítima*...el progresivo aumento en tonelaje de nuestros vapores correos tiene un límite quizá alcanzado con las modernas construcciones, que no conviene superar. Ade-

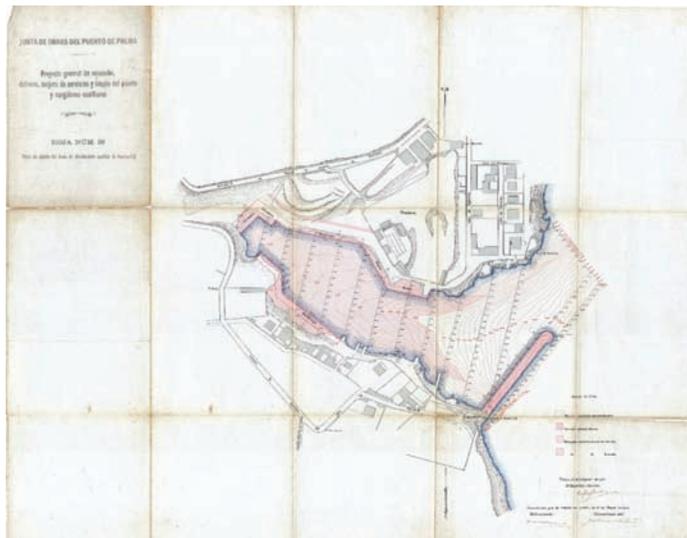


Fig. 8. Mejora de la dársena de Porto-Pi en el Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares, redactado por Pedro Garau Cañellas en 1913.

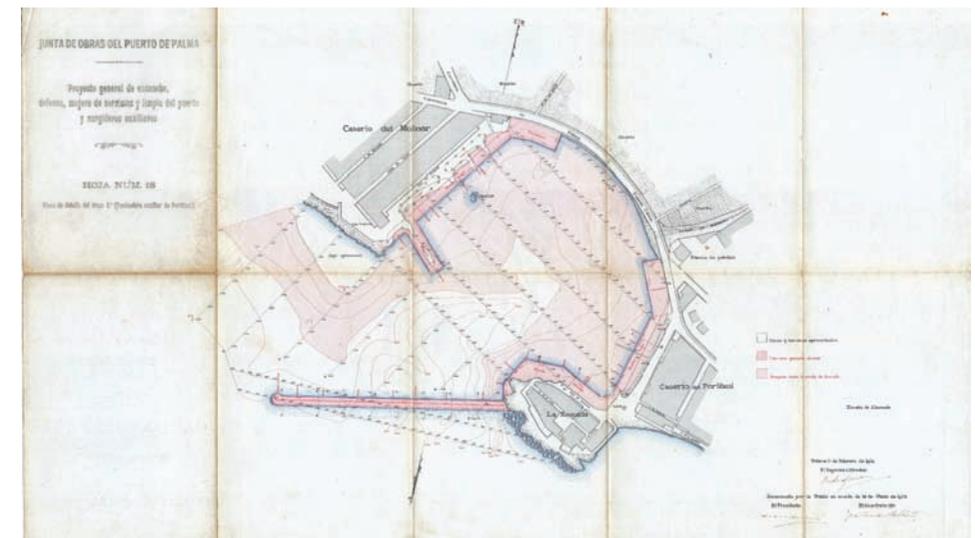
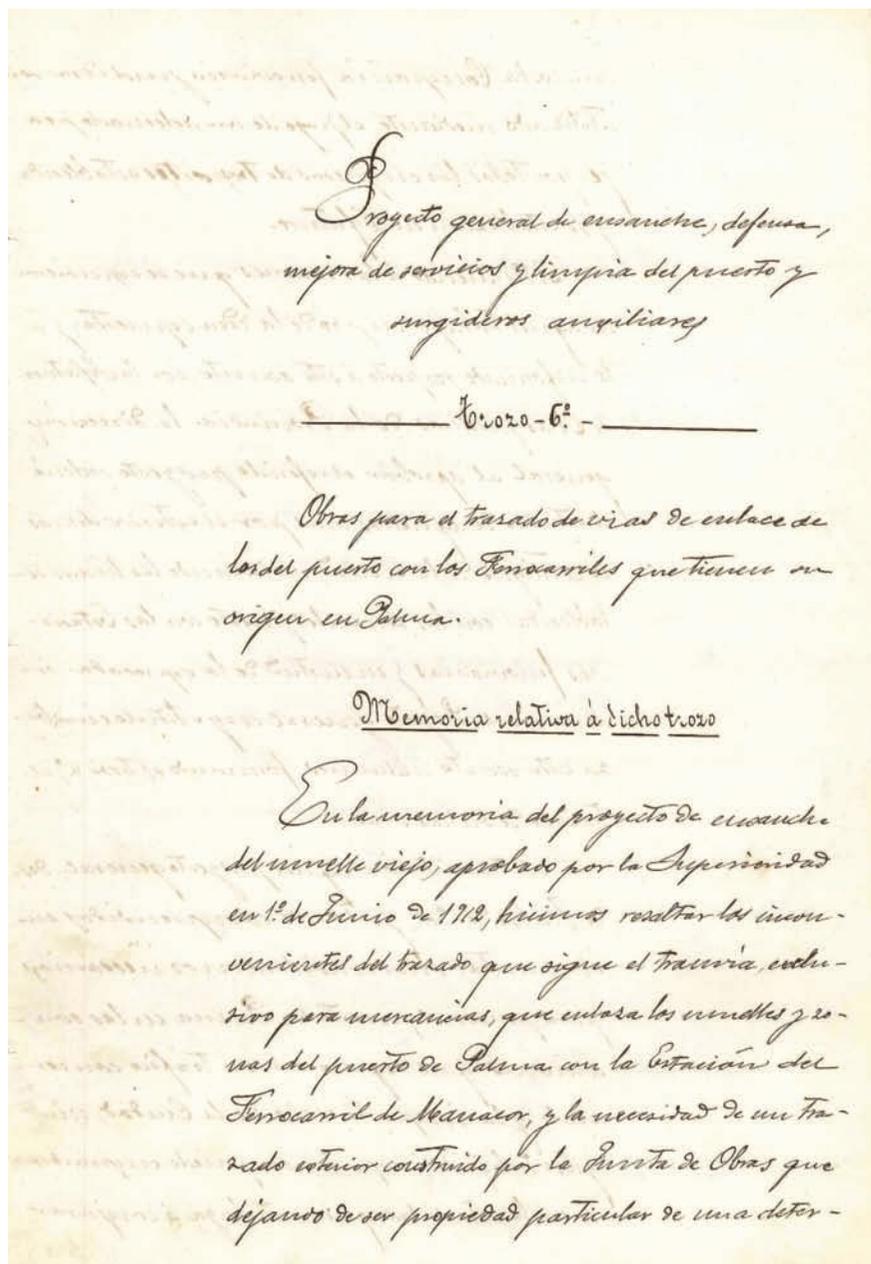


Fig. 9. Mejora de la dársena del Portixol en el Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares, redactado por Pedro Garau Cañellas en 1913.



más, no siendo el Puerto de Palma punto de escala de grandes líneas de vapores y no desarro-  
 llándose por él más tráfico comercial que el de la isla, no es posible soñar en modificaciones esen-  
 ciales en nuestra manera de ser ni en causas imprevistas que modifiquen radical y extraordina-  
 riamente las condiciones del tráfico en nuestro puerto, hasta ponerlos fuera de todo límite calculado  
 y en parangón con nuestros vecinos del continente".

Según el proyecto de Pedro Garau de 1913 para la ampliación del puerto Palma,  
 la solución propuesta se basaba en un rendimiento de 270 toneladas de mercancía  
 por m.l. de muelle y año (índice hoy ampliamente superado debido al aumento de  
 la capacidad de carga de los buques actuales respecto a los de principios del Siglo  
 XX) lo que implicaba que Garau había previsto que el futuro tráfico de mercancías  
 del puerto de Palma iba a duplicar al tráfico que se tenía en 1913; así se deduce de  
 la comparación de las cifras de 687.150 toneladas de capacidad estimadas para la  
 nueva infraestructura portuaria, respecto a las 361.055 toneladas que resultaban  
 necesarias para el abastecimiento de la economía de la isla de Mallorca en 1913.

Fig. 10. Parte sexta del *Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpieza del puerto de Palma y surgideros auxiliares*, redactado por Pedro Garau en 1913.

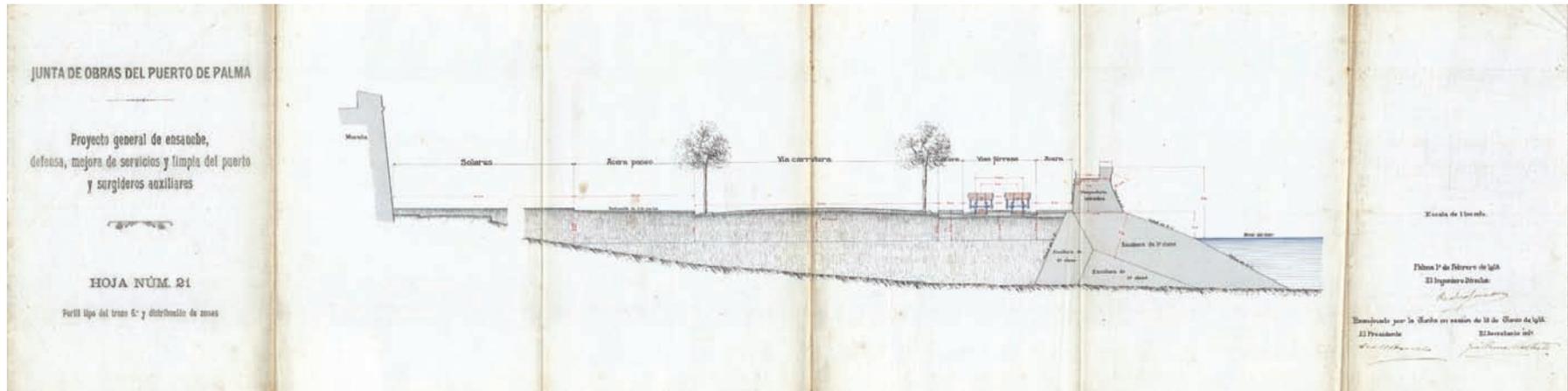


Fig. 11. Sección donde aparece la línea ferroviaria y el dique de protección de la costa en el Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares, redactado por Pedro Garau en 1913.



Fig. 12. Nuevo trazado de ferrocarril entre el puerto y la estación ferroviaria principal de Palma en el Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares, redactado por Pedro Garau en 1913.

El paso de los años puso de manifiesto que la capacidad de carga y manipulación de mercancías prevista por Pedro Garau para el futuro puerto de Palma en su *Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares* resultó insuficiente. Como orden de magnitud es procedente señalar que la mercancía general movida en Palma en el año 2019 ha superado los 8,5 millones de toneladas, más de doce veces la considerada posible como techo por Pedro Garau.

Queda claro entonces que Pedro Garau erró en sus previsiones. Quizá fue porque a principios del Siglo XX era imprevisible conocer el aumento de la población que tendría la isla de Mallorca en la segunda mitad del Siglo XX motivada principalmente por el crecimiento del turismo y por el fenómeno de la inmigración. El aumento de población, tanto residente como turista, hizo que en la segunda mitad del Siglo XX al puerto de Palma se le demandara disponer de una capacidad mucho mayor a la prevista por Pedro Garau.

A pesar de los muchos esfuerzos realizados por Pedro Garau para la aprobación de su proyecto de ampliación del puerto de Palma, el proyecto de *General de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares* no llegó a ser aprobado.

El segundo gran trabajo que realizó Pedro Garau para una posible ampliación del puerto de Palma fue el *Anteproyecto de ensanche y mejora del puerto*, que llevó a cabo en el año 1917.

La Dirección General de Obras Públicas en la Real Orden del 19 de junio de 1916 dispuso, entre otras cosas relativas a obras y proyectos del puerto de Palma, que se estudiara un anteproyecto de ensanche y mejora, con arreglo a las indicaciones del dictamen del Consejo de Obras Públicas. Por ello, Pedro Garau cumplimentando la superior disposición redactó el *Anteproyecto ensanche y mejora del puerto de Palma*, en la fecha de 18 de abril de 1917, que habría de servir de causa a estudios más detallados y minuciosos en el futuro.

En el dictamen del Consejo de Obras Públicas, que se transcribió en la citada Real Orden de 19 de junio de 1916 se apuntaban dos soluciones para conseguir el ensanche y la mejora del puerto de Palma: la primera consistía esencialmente en la prolongación del dique actual, y la segunda, más ambiciosa, estaba basada en la construcción de un dique exento al Este del dique actual.

Analizando la primera opción desarrollada por Pedro Garau, se aprecia que toma como base la prolongación del dique que existía en 1917. Este dique es la prolongación del llamado *Muelle Nuevo*, que a su vez fue el eje de las primitivas obras del puerto. La longitud total del camino de ronda del dique sería de 1.150 m.

La segunda opción desarrollada por Pedro Garau se trataba del ensanche y la mejora

del puerto mediante un dique aislado al Este del existente en 1917. El dique exento constaba de un tramo recto de 1.100 m. y otro curvo de 450 m., siguiendo una circunferencia de 1.000 m. de radio. La separación entre los dos diques era de 650 m. lo que permitía construir largos contramuelles. Entre estos contramuelles y el dique exento se dejaba el ancho suficiente para una correcta maniobras de los buques de gran eslora, generando la llamada dársena exterior, a la que se le daba toda la amplitud posible. La nueva dársena tenía una línea de muelles comprendida entre la *Rama Corta*, que era el límite de la zona abrigada en 1917, y la nueva rama similar que se proyectaba en el extremo sur de la bocana de entrada. En la dársena exterior se creaba una amplia línea de muelles nueva con un total de 990 m. de longitud. El calado previsto de la nueva zona portuaria era de 8,50 m. en su parte mínima, lo que garantizaba la entrada de cualquier buque de la época en el nuevo puerto de Palma. La bocana de entrada se proyectaba de 80 m de anchura y daba paso a las restantes dársenas que estaban enclavadas dentro de la gran dársena exterior.

La Junta de Obras del Puerto de Palma de Mallorca resolvió que la opción más adecuada para el futuro puerto de Palma era la segunda opción ya que la primera de ellas, aunque pudiera dejar satisfechas las necesidades del puerto en su tiempo no era susceptible de ulteriores ensanches o ampliaciones si se necesitaran en el futuro.

En cambio, la Junta de Obras del Puerto de Palma sí que consideró adecuada la segunda opción ya que sí era compatible con ulteriores desarrollos del puerto. Posteriormente, el 7 de septiembre de 1917 la Junta de Obras del Puerto de Palma elevó a la Jefatura de Obras Públicas el anteproyecto para que resolviera lo que se estimara más acertado. Finalmente, el devenir de los años dejó constancia de que no se llegó a ejecutar ninguna de las dos opciones para la ampliación del puerto de Palma contempladas en el anteproyecto de Pedro Garau.

Tras los dos proyectos redactados por Pedro Garau (*Proyecto General de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares*, y *Anteproyecto de Ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes*), que no llegaron a aprobarse para poder realizar la ampliación del puerto de Palma, se produjeron otros intentos de ampliación del puerto. El Arquitecto Gaspar Bennasar en el Plano de Reforma de Palma de 1917 desarrolló una ambiciosa planificación frente a la catedral, manteniéndose sensiblemente en el resto de proyecto de Emilio Pou de 1871 con el dragado del Contramuelle Mollet; tanto esta idea como la expuesta por el Ingeniero Juan Frontera en 1931 de ampliar el puerto con un dique exento a levante o prolongar simplemente el dique de Levante no se realizaron, aún cuando este último proyecto fue aprobado. Igual suerte corrieron

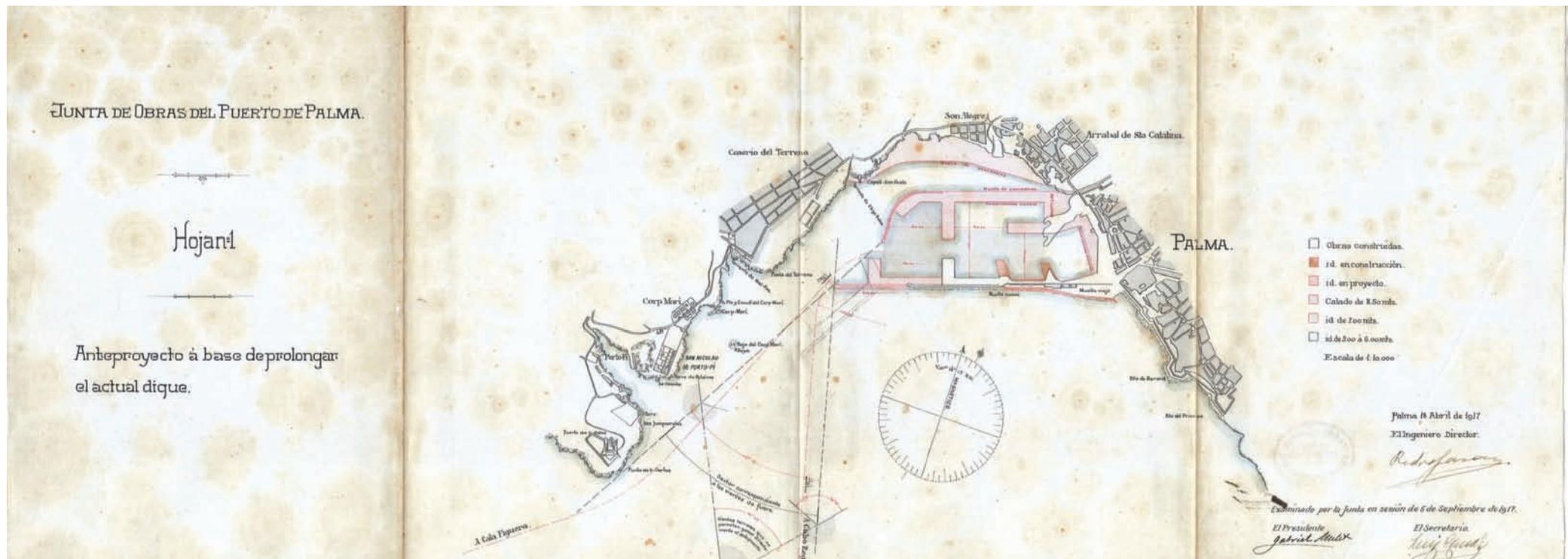


Fig. 13. Primera alternativa del Anteproyecto de ensanche y mejora del puerto de Palma, redactado por Pedro Garau en 1917.

las propuestas del Ingeniero Antonio Parietti con un dique en Nazareth y de Antonio Ferragut ampliando los muelles en el testero.

Por tanto, desde el fallecimiento de Pedro Garau, siguieron décadas de aprovechamiento de la nueva zona abrigada del *Muelle Viejo* como zona donde se desarrollaría principalmente la actividad portuaria. No obstante, la masiva utilización del *Muelle Viejo* cambiaría en 1940 con la construcción del Dique del Oeste, proyectado e impulsado por el Ingeniero Gabriel Roca, y terminado de hecho en 1962. Fue entonces cuando se dio el gran salto en el crecimiento del puerto de Palma, con la generación de una espaciosa nueva dársena de Portopí, al abrigo del nuevo dique, y donde años más tarde se contruirían los desarrollos portuarios en los actuales muelles de Poniente-Paraires.



## CONTRIBUCIÓN DE PEDRO GARAU EN LA AMPLIACIÓN Y LA MEJORA DEL MUELLE VIEJO DEL PUERTO DE PALMA

El *Muelle Viejo* del puerto de Palma es como se denomina a la zona portuaria donde se han desarrollado históricamente las principales actividades portuarias del puerto de Palma. La primera noticia que se tiene del *Muelle Viejo* es en 1372

aunque seguramente es anterior; se extendía entre la actual calle de *Antonio Maura* y el Espigón actual de *La Consigna*, y prácticamente durante 500 años constituyó la instalación principal del puerto; durante estos cinco siglos el puerto no experimentó ampliaciones significativas pues las actuaciones se redujeron a reparaciones y a obras militares (murallas, baluarte del muelle, forti-



Fig. 15. Plano del puerto de Palma en 2020 donde se indican los topónimos de los muelles.

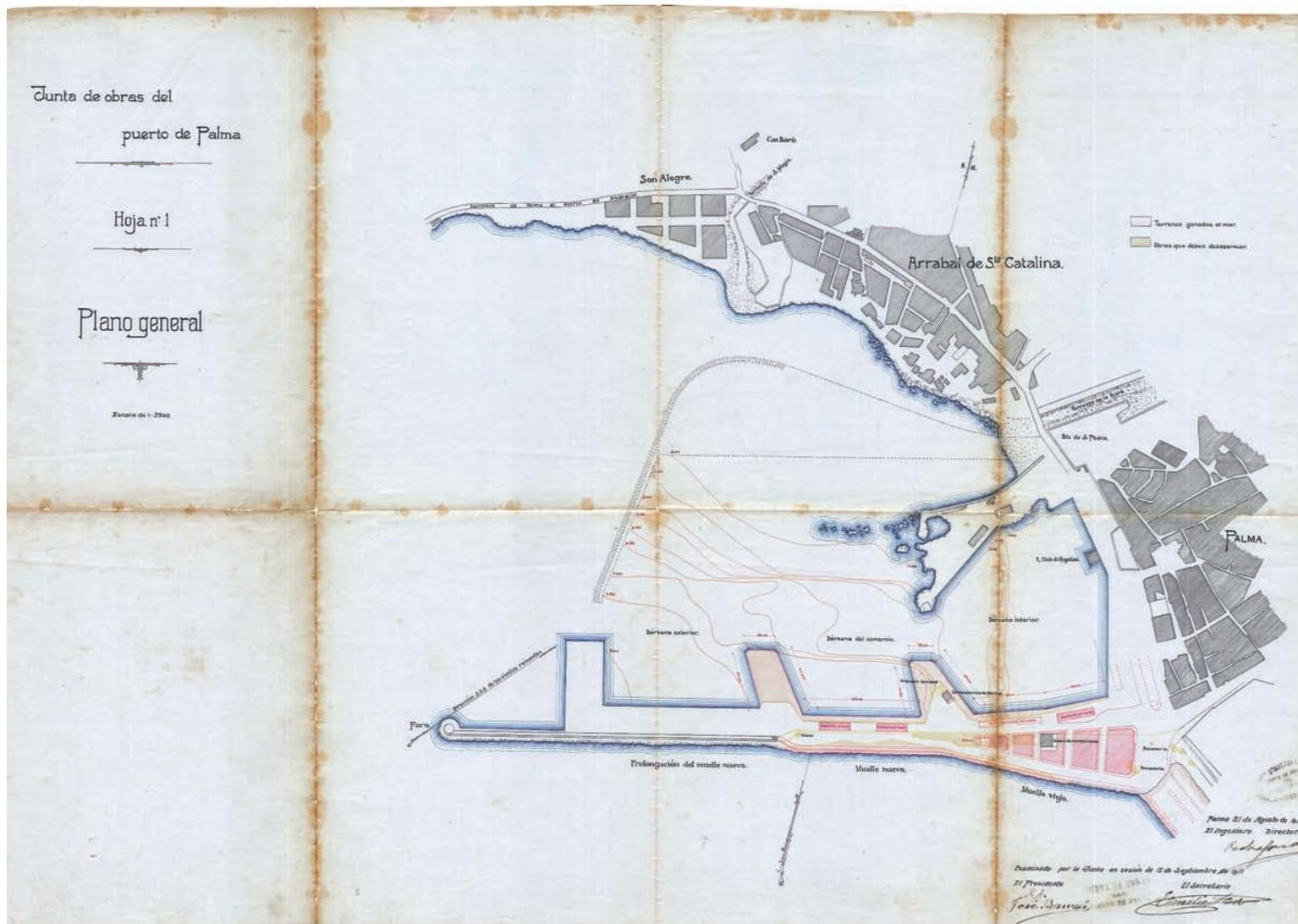


Fig. 16: Vista general del proyecto de Ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes, redactado por Pedro Garau en 1911.

ficación del morro, puertas de Saura y de Abrines). En la segunda y la tercera década del siglo XIX se prolongó el dique y se construyó el llamado *Muelle Nuevo* alcanzando el hoy aún llamado *Espigón exterior*. Posteriormente, en las últimas décadas de este siglo se alargó el dique hasta prácticamente la longitud actual y se construyó el muelle denominado *Prolongación del Muelle Nuevo*.

El trabajo que Pedro Garau realizó para la ampliación y la mejora de la zona portuaria del *Muelle Viejo* se puede calificar de notable, y muchos de sus trabajos durante su etapa en la Junta de Obras del Puerto de Palma, fueron dedicados precisamente al desarrollo y a la mejora del *Muelle Viejo*. Cabe destacar los proyectos redactados por Garau para el *Ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes*, así como el proyecto para la *Instalación de depósitos, grúas eléctricas de 3000kg. y pabellones para servicios secundario*, y la redacción de los Pliegos de las Bases del concurso para la *Instalación del alumbrado de los muelles por medio del gas a presión y lámparas Graetzin en el puerto de Palma*.

El primer proyecto firmado por Pedro Garau como Ingeniero Director de la Dirección Facultativa de la Junta de Obras del Puerto de Palma fue el 31 de agosto de 1911, un año antes de que fuera nombrado Director de la Junta de Obras del puerto de Palma. Este proyecto recibió el título de *Ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes*, tenía un presupuesto de 2.509.107 pts., y consistió en la ampliación del *Muelle Viejo*, que

era la zona portuaria donde se realizaban la gran mayoría de operaciones portuarias en aquella época.

El proyecto de *Ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes* contempla una ampliación desde la calle de la Marina, hasta enlazar con otras obras contiguas al dique de abrigo, que habían sido finalizadas recientemente.

La ampliación del *Muelle Viejo* contemplada en este proyecto se obtuvo mediante una escollera exterior que ganaba terrenos al mar y enlazaba con las escolleras existentes; por la parte interior se construyeron los muelles mediante una línea de muros verticales que ocupaban una pequeña faja de la zona de aguas abrigadas.

Es importante reseñar el diseño de las explanadas o superficies interiores que contemplaba este proyecto, ubicando las vías de ferrocarril, las vías de carreteras, los edificios, los depósitos de mercancías y las zonas para carga y descarga de mercancías.

Las obras correspondientes al proyecto de *Ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes* dieron inicio el 10 de diciembre de 1915. El inicio de estas obras se materializó mediante la firma del acta de comprobación de replanteo, en ese momento Pedro Garau ya firmó el acta como Director de la Junta de Obras del puerto de Palma.

Las obras de ampliación del *Muelle Viejo* no estuvieron exentas de dificultades.

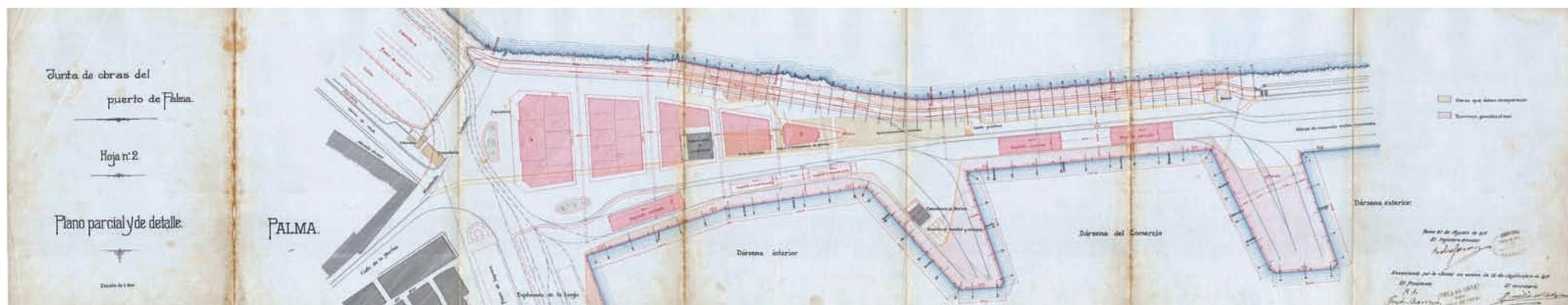


Fig. 17: Vista de la ampliación del Muelle Viejo según el proyecto de *Ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes*, redactado por Pedro Garau en 1911.

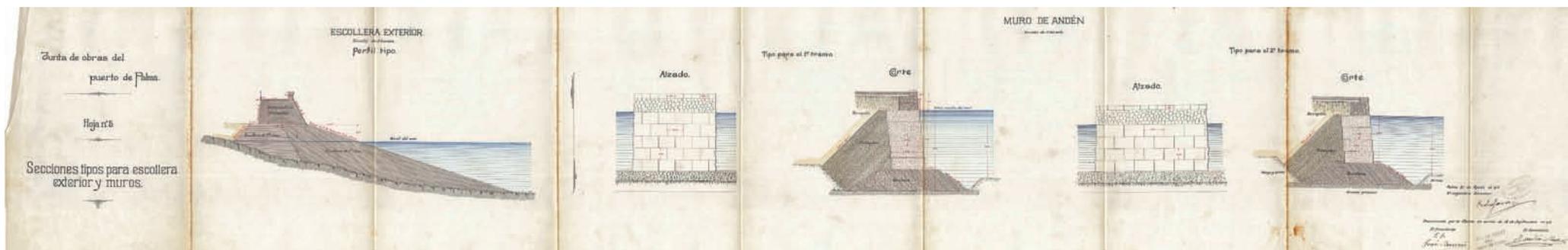


Fig. 18: Detalle de los nuevos muelles contemplados en el proyecto de *Ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes*, redactado por Pedro Garau en 1911.

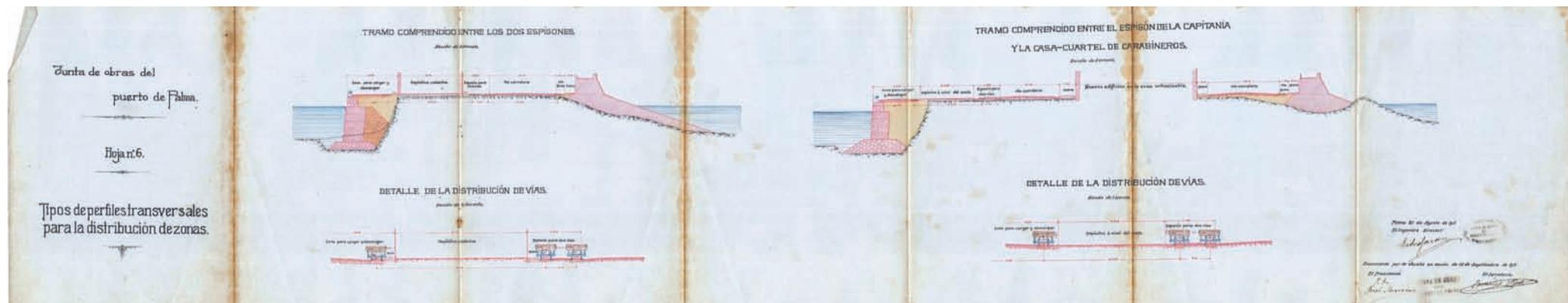


Fig. 19: Perfiles transversales de las diferentes zonas contemplados en el proyecto de *Ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes*, redactado por Pedro Garau en 1911.

Se produjo la rescisión del contrato de proyecto primitivo adjudicado a D. Ángel Arpón de Mendivil el 13 de mayo de 1913, y se tuvieron que realizar tres proyectos reformados del proyecto primitivo de *Ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes*, debido a las numerosas vicisitudes que surgieron en el devenir de la ejecución de las obras.

El primer proyecto reformado fue ordenado por la Dirección General de Obras Públicas, mediante la Real Orden de 19 de junio de 1916, a fin de segregar del proyecto primitivo toda la parte de obra que según el dictamen del Consejo de Obras Públicas era improcedente ejecutar por la dificultad de dar calado al pie de sus muelles, los cuales no tendrían por esta causa la debida estabilidad. Dicha línea de muelles era la comprendida entre los perfiles 60 y 81 de la llamada Dársena Interior. El primer proyecto reformado tiene fecha de 29 de agosto de 1916.

El segundo proyecto reformado del proyecto de ensanche del *Muelle Viejo* tiene fecha de 30 de noviembre de 1917, y vino motivado por la Real Orden de 20 de septiembre de 1917, dictada con motivo del primer proyecto reformado que fue redactado en agosto de 1916, que no mencionó con todo detalle la parte del proyecto primitivo que debía ser segregada y las modificaciones que tenían que in-

troducirse en aquel trabajo para ponerlo en consonancia con el Servicio Central de Puertos y Faros. Todas las prescripciones de uno y otro documento se tuvieron en cuenta por parte de Pedro Garau al redactar el nuevo proyecto reformado.

Finalmente, el 29 de julio de 1918 fue aprobado por Real Orden el proyecto reformado para las obras de ensanche del Muelle Viejo.

No obstante, pocos días después, tras diversas vicisitudes entre a Dirección facultativa y el Contratista, el 8 de agosto de 1918 se acordó la rescisión del contrato con el contratista.

En la Real Orden que acordó dicha rescisión del contrato se dispuso también que una vez que se haya obtenido la conformidad del contratista, se debían formular los proyectos parciales de terminación de las obras más urgentes, empujando por el espigón exterior o número uno que es el más adelantado. Por ello, el 19 de noviembre de 1918, una vez obtenida la conformidad del contratista sobre las obras ejecutadas a abonar, Pedro Garau procedió a la redacción del tercer y último proyecto reformado, que tiene fecha 2 de diciembre de 1918, y que contempla la terminación del espigón exterior que no se había ejecutado tras la rescisión del contrato de obras.



Fig. 20. Planta general del primer proyecto reformado del de *Ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes*, redactado por Pedro Garau en 1916.

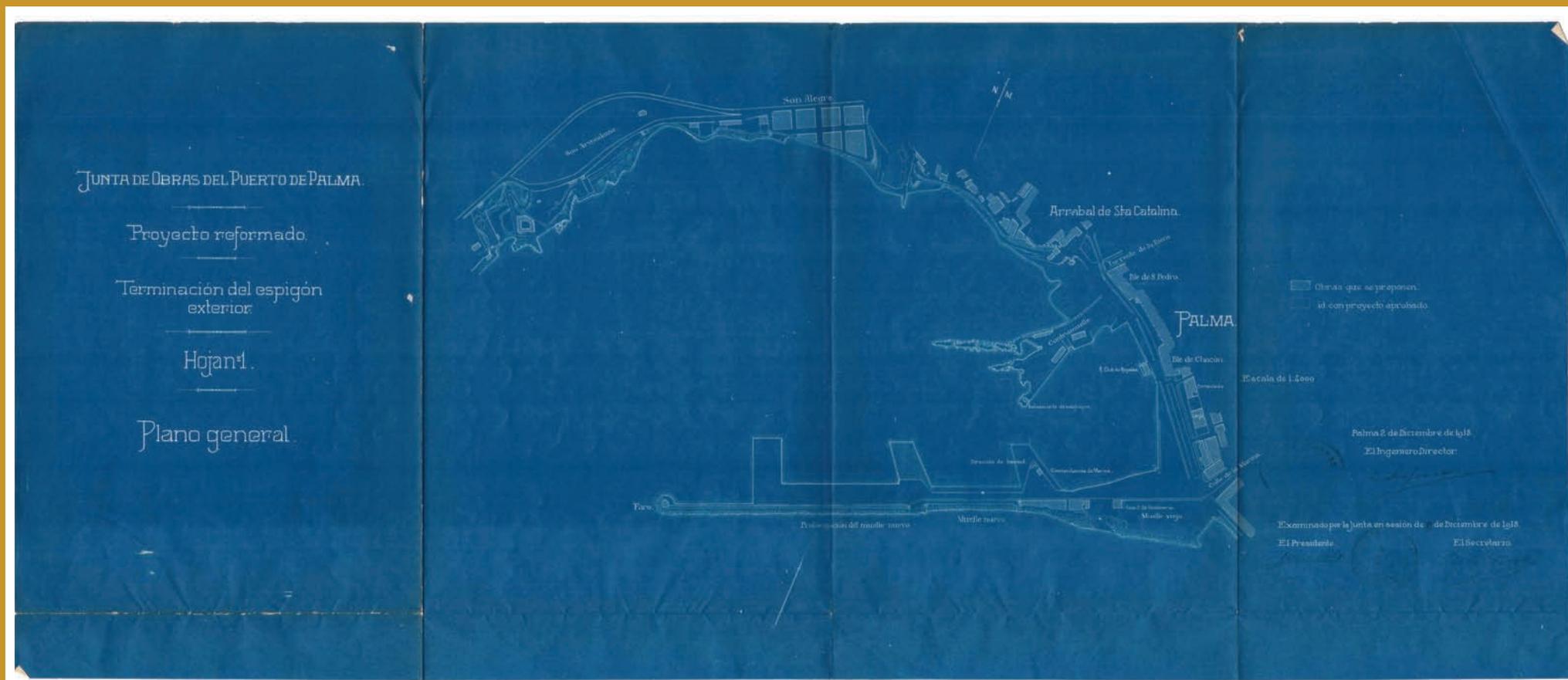


Fig. 21. Planta general del tercer proyecto reformado del de *Ensanche del Muelle Viejo*, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes, redactado por Pedro Garau en 1918.

Otro proyecto redactado por Pedro Garau y que contribuyó a la mejora del Muelle Viejo fue el proyecto denominado *Instalación de depósitos, grúas eléctricas de 3000 kg. y pabellones para servicios secundarios*, proyecto que fue firmado por Garau el 30 de septiembre de 1913 y tuvo un presupuesto de 412.981 pts.

Terminadas las obras de ensanche del dique de abrigo y las de la *Rama corta del Norte* conforme el proyecto que fue aprobado el 22 de septiembre de 1905, aquella parte del puerto era la única que tenía carácter definitivo, obedeciendo su traza a un plan del conjunto que debía satisfacer las necesidades del tráfico marítimo, aun contando con margen suficiente para un posible incremento notable de dicho tráfico en los años sucesivos.

En el *Muelle Viejo* se instaló alumbrado por gas a presión con excelente resultado, se construyó un quiosco para retretes y servicios higiénicos, y se arregló el pavimento de las explanadas para la mercancía. Previamente a la ejecución de este proyecto, en el *Muelle Viejo* la mercancía no disponía de resguardo ni de protección contra las inclemencias del tiempo ni contra los hurtos. Las mercancías eran esparcidas por diversas zonas y se creaban discusiones frecuentemente entre consignatarios y cargadores, en muchas ocasiones la propia Dirección Facultativa del puerto necesitaba intervenir para poner paz. Se hacía necesario proporcionar abrigo a unas mercancías, depósito cerrado a otras mercancías, y garantía de fácil y segura vigilancia.

Garau proyectó dos depósitos o tinglados de 75 m. de longitud y 12,5 m. de anchura, servidos cada uno de ellos por una grúa eléctrica de semi-pórtico de potencia máxima de 3.000 kg., más dos nuevos quioscos o pabellones para servicios auxiliares.

Los 75 m. de longitud de los depósitos se dividían en 7 tramos iguales: los tres tramos centrales se proyectaron abiertos a manera de tinglados y los cuatro restantes formaron dos cuerpos cerrados con amplias puertas en los frentes y en las fachadas laterales, estando en comunicación además con el resto de la construcción. De esta forma, Garau consiguió una utilización beneficiosa de todas las zonas disponibles, proporcionando el resguardo adecuado según la índole de cada mercancía, dotando de protección máxima para las mercancías delicadas y costosas, y dotando de fácil vigilancia para el resto de mercancías.

Es interesante el razonamiento que hace Garau en su proyecto de *Instalación de depósitos, grúas eléctricas de 3000 kg. y pabellones para servicios secundarios* para justificar por qué se dio una anchura de 12,5 m. a los depósitos o tinglados. El razonamiento es el siguiente: "Los 12,5 m de anchura se fijan atendiendo a las siguientes razones: Las dos vías férreas que han de dar servicio a los depósitos están a 15,80 m. de distancia, contados

*desde los bordes interiores de los carriles, los vagones tienen una anchura de 2,20 m.; si de esta anchura restamos el ancho de la vía que es de 0,914 m. tendremos 1,286 m. que es el saliente de aquellos vehículos. Quedará entonces 15,80-1,286=14,514 m., y como es preciso dejar entre ellos y las fachadas de los almacenes el espacio necesario para la circulación, se fija 1m., quedando un espacio total de 12,50 m."*

La ubicación de los depósitos se realizó junto a las vías férreas construidas según el proyecto de *Ensanche de la prolongación del Muelle Nuevo y muelle de la Rama Corta*, aprobado en septiembre de 1905 y redactado por el Ingeniero Juan Malberti Ruiz que fue el predecesor de Pere Garau como Ingeniero Director del Puerto. Es muy interesante apreciar el entrelazado de las vías férreas y la distribución de espacios que se estudia en el proyecto de Garau, donde se justifica perfectamente la ubicación de los depósitos y los pabellones en función de la logística utilizada en la época para el movimiento de la mercancía.

Los dos depósitos estaban proyectados de estructura metálica y estaban separados por una vía-explanada amplia de 50 m., que sirve como depósito descubierto de mercancías, a la vez que para el paso de toda clase de vehículos que carguen o descarguen directamente a los costados de los buques. Los dos depósitos dejan a ambos costados, opuestos al paso central, espacios libres de suficiente amplitud para poder instalar en ellos quioscos que alojen servicios, secundarios pero de gran utilidad, como eran la estancia para los carabineros, la estancia para los celadores o guarda-muelles, las letrinas y cuartos de aseo, la estancia para el teléfono y la báscula, la repostería y la cantina-estanco.

Es oportuno indicar que durante la tramitación del proyecto de *Instalación de depósitos, grúas eléctricas de 3000 kg. y pabellones para servicios secundarios*, surgieron una serie de contratiempos que obligaron a realizar un proyecto reformado, con un nuevo presupuesto de 416.860 pts., y que fue firmado por Pedro Garau el 20 de junio de 1918.

El proyecto reformado se redactó en virtud de la autorización de la Dirección General de Obras Públicas de 21 de mayo de 1918, y tenía por objeto el subsanar los errores materiales observados en las cubriciones y presupuestos parciales de los dos grupos de edificaciones que dicho proyecto comprendía, resultando un presupuesto adicional de 3.878 pts.

Los errores del proyecto se detallaron en el oficio de 15 de abril redactado por el Sr. Ingeniero Jefe de la provincia y en este oficio se indicó: "El contratista solo podía ejecutar los pabellones debido a las dificultades que estaba teniendo en encontrar materiales, derivado del estado anormal producido por las guerras. El Ing. Jefe observa que en las partidas de la cimentación de los depósitos no se incluyeron las excavaciones y el macizo

*rellenos de los tabiques de cerramiento, y también se observa un error en la cubicación de los zócalos de los pabellones”*

La tercera actuación más reseñable de las realizadas por Pedro Garau para la ampliación y la mejora del *Muelle Viejo* fue la redacción de las *Bases del concurso para la instalación del alumbrado de los muelles por medio del gas a presión y lámparas Graetzin en el puerto de Palma*. Pedro Garau redactó estas bases para conseguir que fuera una empresa externa quien realizara la instalación y el suministro del alumbrado de los muelles con más uso del puerto de Palma. Dichas bases fueron aprobadas por la comisión ejecutiva de la Junta de Obras del Puerto de Palma el 12 de septiembre de 1912.

Una vez que se ejecutaron las obras y los servicios contratados mediante este concurso, se consiguió que las actividades de carga y descarga de mercancías y pasajeros en el *Muelle Viejo* tuvieran una mayor productividad, ya que dichas actividades se podían realizar en horario con falta de luz solar. Además se consiguió también una mayor seguridad ante posibles hurtos y robos propiciados por la falta de iluminación de los muelles y las explanadas del *Muelle Viejo*.

Las labores de Pedro Garau no se limitaron a la convocatoria del concurso, sino que también realizó las labores de control y abono a la empresa que se encargaba del suministro del gas y del funcionamiento de las lámparas. Prueba de ello son las firmas que realizó Garau sobre las cuentas de gastos hechas durante 1912 y 1913 para la instalación del alumbrado por gas a presión y mecheros Auer.



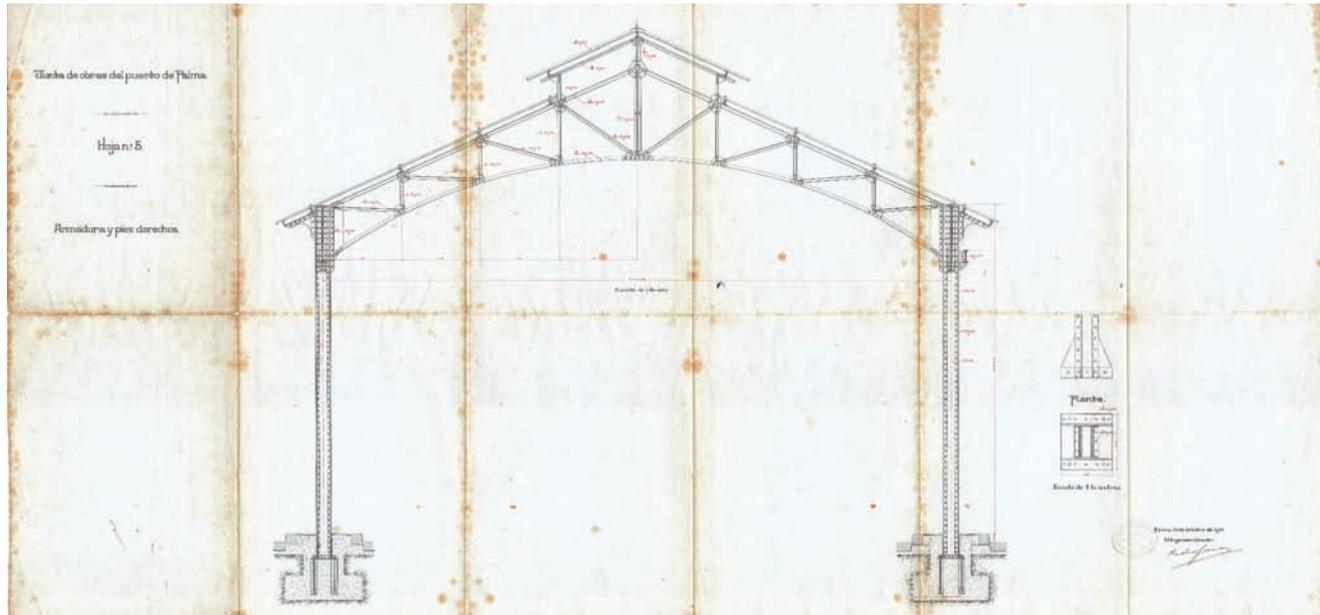


Fig. 24: Detalle de la estructura metálica de los depósitos cubiertos o tinglados del proyecto de *Instalación de depósitos, grúas eléctricas de 3000 kg. y pabellones para servicios secundarios*, redactado por Pedro Garau en 1913.

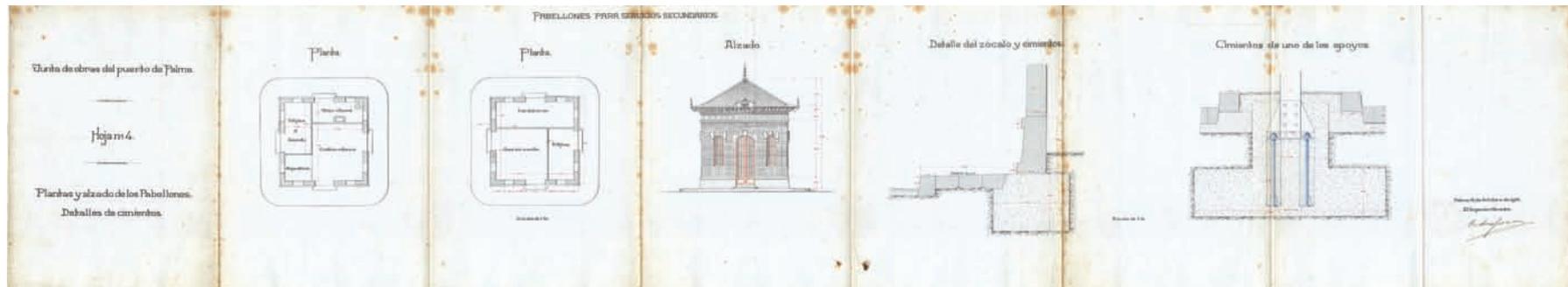


Fig. 25: Detalle de los pabellones para servicios secundarios del proyecto de *Instalación de depósitos, grúas eléctricas de 3000 kg. y pabellones para servicios secundarios*, redactado por Pedro Garau en 1913.

### **PROYECTO DE EMBARCADERO EN EL PUERTO DE PALMA JUNTO AL TORRENTE DE EN S'AIGO DOLSA**

La vinculación del Ingeniero Pedro Garau con el puerto de Palma es anterior a ser nombrado Director de la Junta de Obras del Puerto, muestra de ello es la redacción, con firma en fecha 31 de octubre de 1910, del proyecto de *Reconstrucción de un muelle embarcadero junto al torrente de S'Aigo Dolsa*.

Este proyecto debía ser tramitado mediante la oportuna concesión, y tenía por objeto el favorecer el desarrollo de una industria de productos químicos, que el peticionario D. José Zaforteza y Musoles, Ingeniero Industrial, decidió establecer en Palma. El Sr. Zaforteza era propietario de unos terrenos entre el 2º y 3º kilómetro de la carretera de Palma-Andratx, y el propósito del proyecto era construir un embarcadero que diera servicio a una fábrica de productos químicos, a partir del silicato de sosa, el cual disponía de una patente de fabricación. La esperanza de los beneficios se basaba en la exportación ya que el mercado de las islas era reducido.

José Zaforteza Musoles, fue un personaje muy importante en el desarrollo industrial y energético de Mallorca. De profesión era Ingeniero Industrial y participó en Palma en la creación del coche LORYC, fundó en 1934 el Servicio Municipal de Agua y Alcantarillado (SMAYA) de Palma, creó y fue profesor de las Escuelas de Maestría Industrial de Inca y de Palma, y fue director de las centrales eléctricas de Alcudia y de Inca. También destaca por haber escrito el estudio titulado *El abastecimiento de agua de Palma* (1945)

La concesión solicitada se basaba en la reconstrucción de un muelle en mal estado a la altura de S'aigo Dolça. Pedro Garau proyectaba un embarcadero a 2,00 m. sobre el nivel del mar. El embarcadero tenía una forma trapezoidal entre 15 y 5 m. en las bases del trapecio, y tenía una longitud de 30 m.



### PROYECTOS DE DRAGADO DEL PUERTO DE PALMA

El proyecto general de ampliación del puerto de Palma denominado *Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares*, que redactó Pedro Garau Cañellas en 1913, reemplazó al proyecto del ingeniero Emilio Pou Bonet que había sido aprobado anteriormente en 1871.

En este proyecto se incluía un dragado de todas las dársenas y surgideros auxiliares del puerto de Palma. La laboriosa tramitación del proyecto de reforma general del puerto hizo pensar a Garau que faltaría mucho tiempo hasta que se pueda llevar a cabo alguna parte de este proyecto general. Como que era urgente mejorar las condiciones de fondeadero, para que los buques pudieran re-

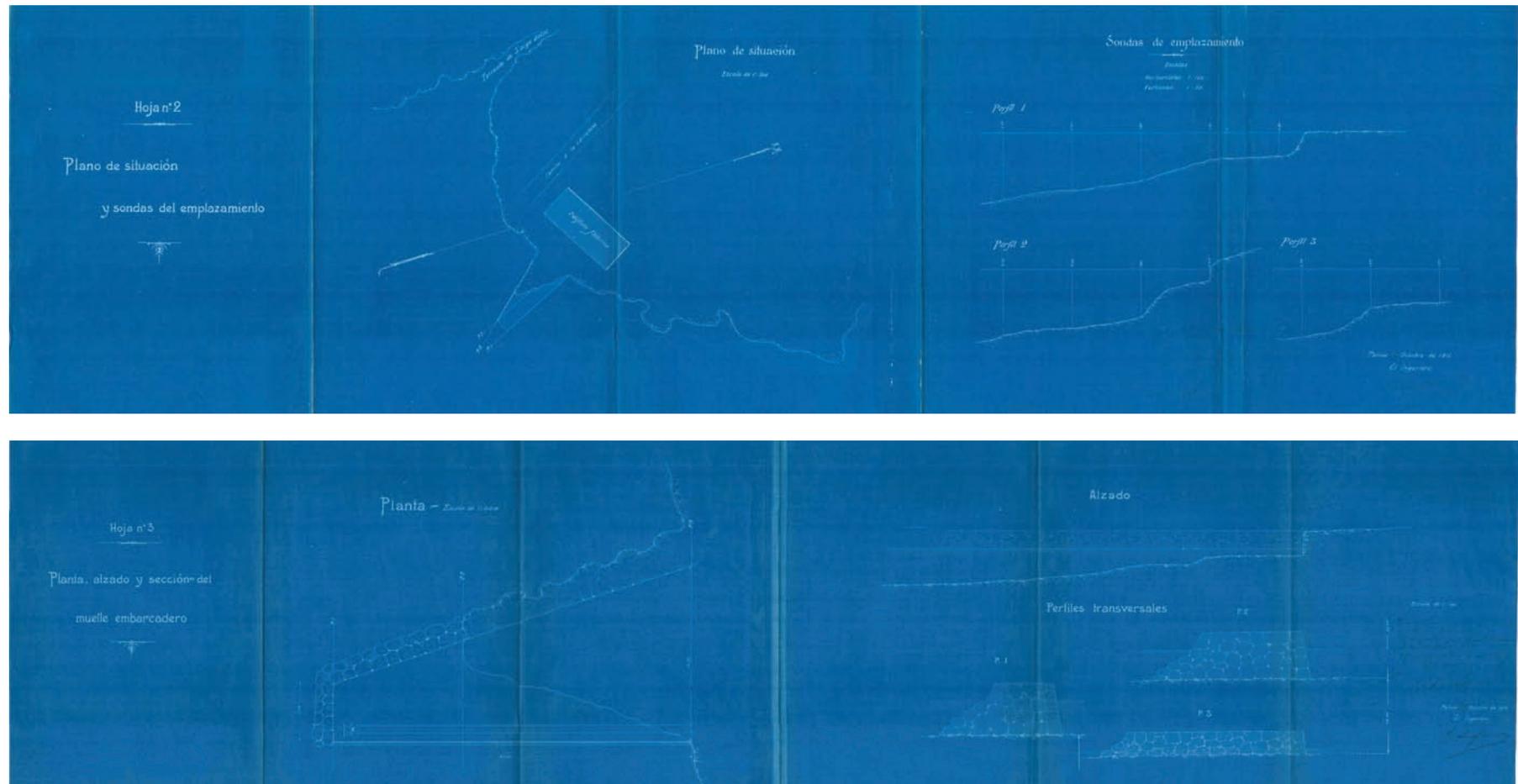


Fig. 27: Emplazamiento, planta y detalles del Embarcadero en S'Aigo Dolça proyectado por Pedro Garau en 1910.

alizar las maniobras con holgura, la Junta de Obras del Puerto acordó el 10 de julio de 1914 que Garau redactara un proyecto de dragado. Por ello, el 23 de febrero de 1915 Pedro Garau redactó el proyecto de *Dragado del puerto de Palma*, que contaba con un presupuesto de 594.558 pts.

La zona a dragar estaba definida por una línea paralela a 250 m. de distancia al muelle de nueva construcción en el ensanche del dique de abrigo, y se prolonga después en forma curva hacia el antepuerto hasta alcanzar la profundidad de 8,50 m. En la zona interior del puerto se prolongaba la línea recta que definía la zona del dragado hasta el encuentro con la antigua construcción del contramuelle, y en el resto de zona abrigada, o sea la llamada dársena interior, se extiende el dragado en toda ella para dotar de calado suficiente a la mejor parte del puerto.

Siguiendo con las labores de dragado del puerto de Palma, es necesario indicar

que Pedro Garau también redactó el 20 de noviembre de 1916 el proyecto de *Dragado y desmante de rocas submarinas*, que contaba con un presupuesto de 649.299 pts. Este proyecto fue redactado en virtud de la Real Orden dispuesta por la superioridad que encomendaba literalmente "estudiar el dragado parcial que comprenda lo necesario para facilitar las maniobras que utilicen los dos espigones y el trozo del muelle intermedio", es decir la línea de atraque del llamado *Muelle Nuevo*, y las aguas interiores de los dos espigones que comprendía el proyecto que se estaba construyendo en ese momento. El vertedero de los materiales dragados se ubicaría en la bahía de Palma a 4,5 km. o 2,43 millas marinerías en línea recta desde el faro situado en el morro del dique de abrigo.

Este proyecto fue elevado a la Dirección General de Obras Públicas para su aprobación el 6 de diciembre de 1916.

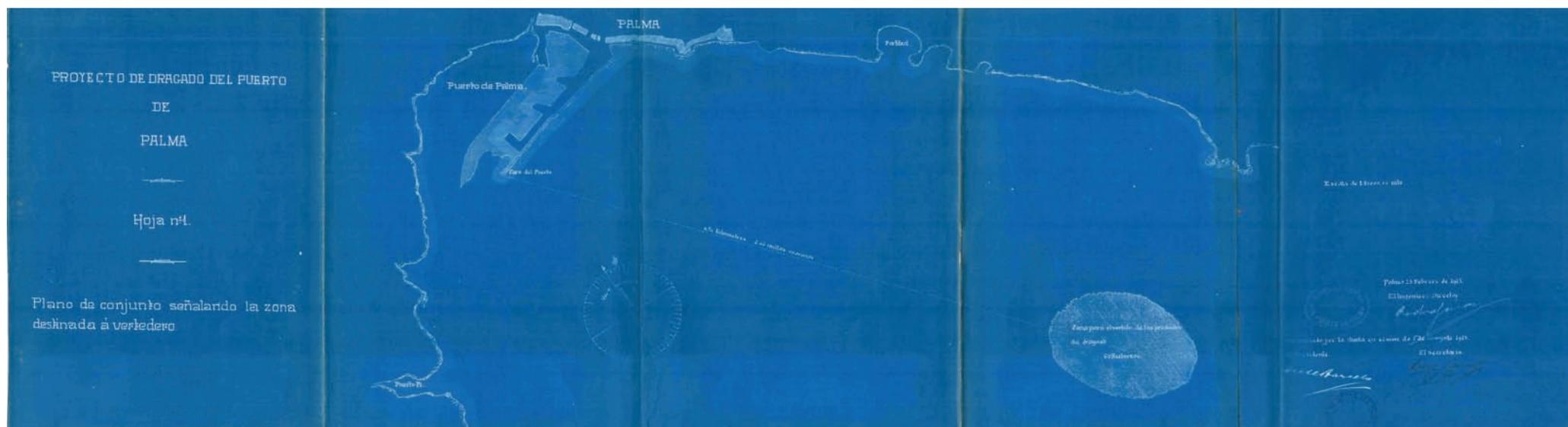


Fig. 28: Planta de conjunto del proyecto de *Dragado del puerto de Palma*, redactado por Pedro Garau en 1915.

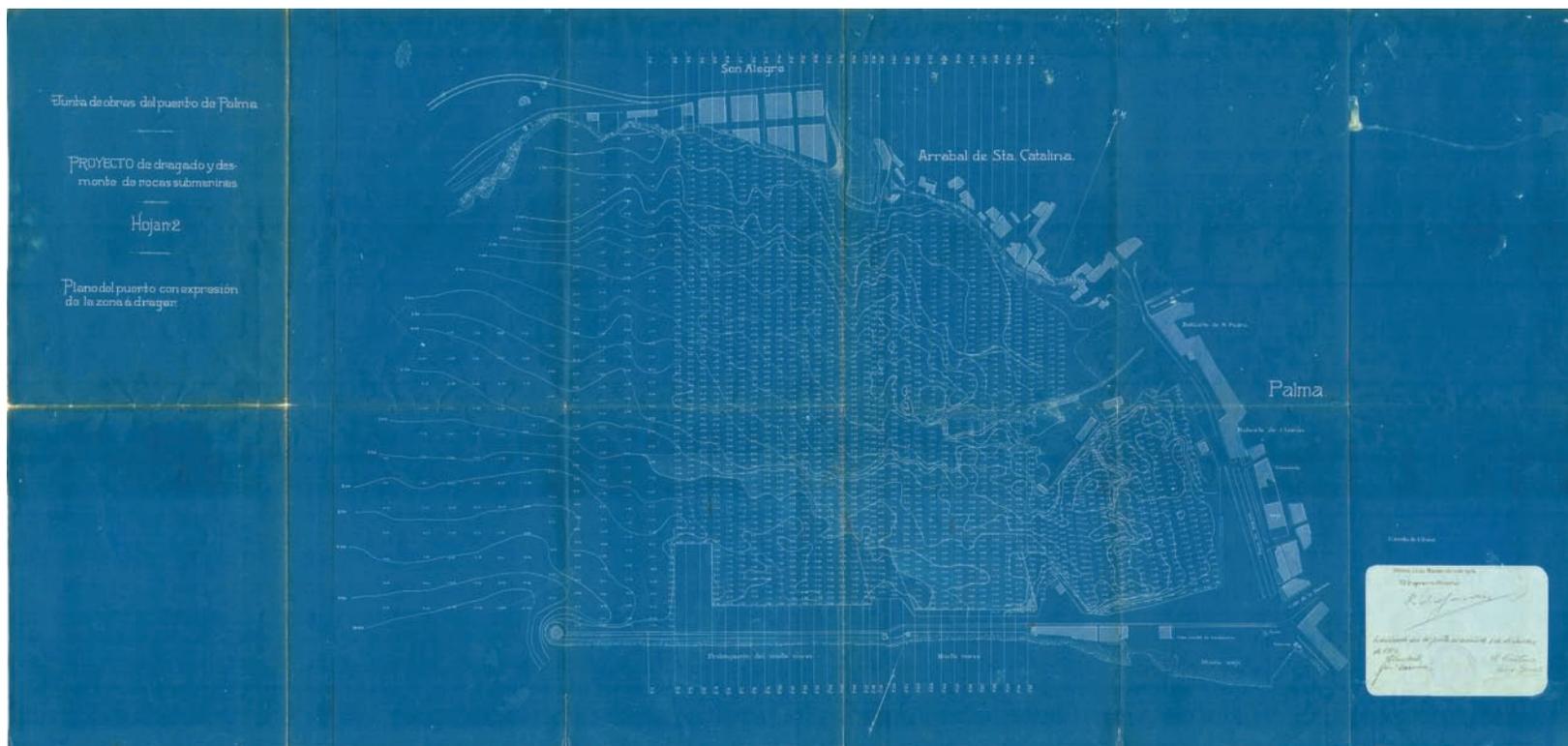
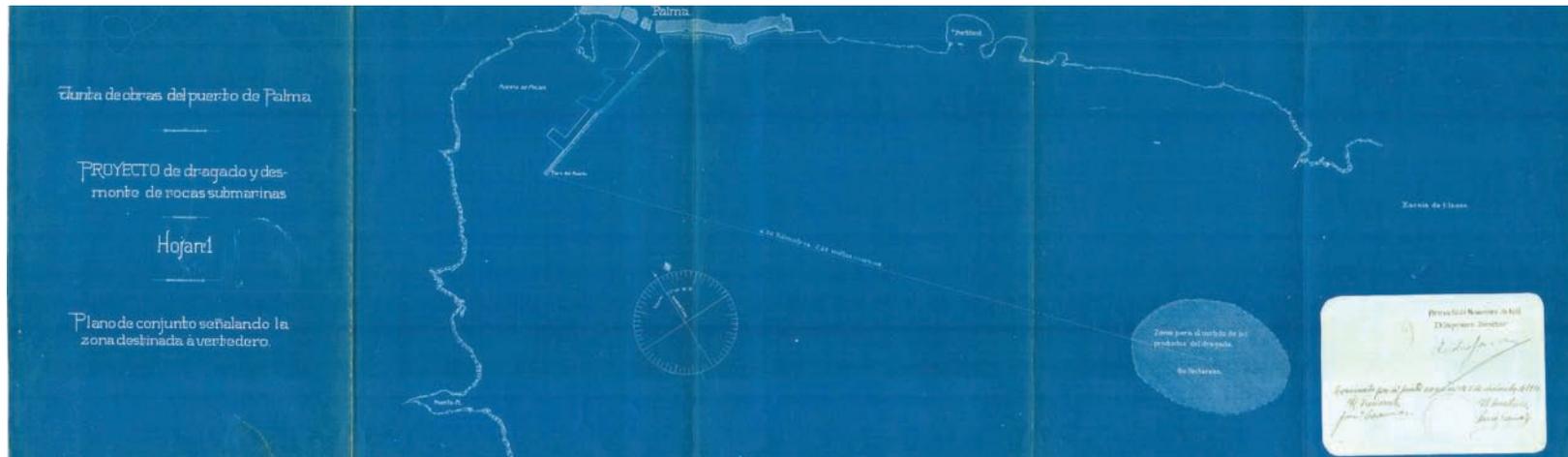


Fig. 29: Plantas de conjunto del proyecto de *Dragado y desmonte de rocas submarinas*, redactado por Pedro Garau en 1916.

### LA CONTRIBUCIÓN DE PEDRO GARAU PARA EL DESARROLLO DEL PUERTO DE IBIZA

El puerto de Ibiza, a finales del Siglo XIX carecía de unas instalaciones adecuadas para dar el servicio a los buques que pretendían llegar a la isla, no tenía el abrigo necesario frente a los temporales y tampoco disponía de muelles adecuados para dar servicio a los buques de la época.

Emilio Pou Bonet fue el ingeniero que impulsó inicialmente el desarrollo del puerto de Ibiza, y en 1880 redactó el *Proyecto general de mejora del puerto de Ibiza*. Este proyecto fue aprobado finalmente el 25 de noviembre de 1882, e iba a suponer el proyecto que marcaría las nuevas infraestructuras portuarias con las que operaría el puerto de Ibiza en el Siglo XX.

Por otro lado, Pedro Garau fue una figura importante en el perfeccionamiento de los proyectos iniciales de Pou, y contribuyó notablemente en la ejecución de las obras para la mejora del puerto de Ibiza.

Los planes de Pou para el puerto de Ibiza eran muy ambiciosos, ya que tenía la intención de situar al puerto de Ibiza en las principales rutas del comercio mundial, tal y como se describe literalmente en las conclusiones de su *Proyecto general de mejora del puerto de Ibiza* redactado en 1880: "La posición del puerto de Ibiza es privilegiada, por serlo en el mediterráneo la de la isla y en la isla la del puerto, comprendido entre dos extensas bahías que

se comunican por su fondo. Necesita con urgencia un dique y una pequeña zona de dragado, después algunos muelles interiores. Ninguna de estas obras puede ser un obstáculo a las otras más importantes que se han indicado, como de probable necesidad futura, sino que las primeras son pura y exclusivamente una parte ineludible de las segundas. El puerto de Ibiza tiene ya vida propia, y le sonríe el porvenir. Como si no bastara el movimiento producido en el mediterráneo por la apertura del istmo de Suez probablemente en el breve plazo de seis años la del de Panamá, estableciendo, una arteria marítima de primer orden entre las dos Américas, vendrá a aumentar en gran escala aquél movimiento. Una inmensa extensión de costa en el hemisferio ártico, comprendida en más de 130° de longitud oriental de Cádiz hasta Japón, Amarillo imperio de China, mar Rojo y Mediterráneo está vivamente interesada en tan grandiosa obra, y no cito los demás países que no afectan directamente a este mar. No parece necesario añadir que al aumentar de tal modo la navegación en la misma escala ha de crecer la importancia de las Baleares esencialmente marítimas, tan codiciadas en Europa por la privilegiada situación que ocupan, en particular la Isla de Ibiza, la más meridional del archipiélago. En movimiento, ese tráfico, esa vasta corriente comercial se ha de establecer, y, sea cual fuere la parte que nos corresponda de los seis millones de toneladas que afluirán anualmente a Panamá, el puerto que nos ocupa no dejará de ver aumentadas su concurrencia ni de ofrecer una estación privilegiada a la navegación de que se trata porque es de esperar que España, la nación marítima por excelencia, no querrá ver en la inacción propia del indiferentismo el movimiento febril de las demás potencias, y fomentará su marina y no dejará en el olvido uno de los puertos que mejores servicios pueden prestar".

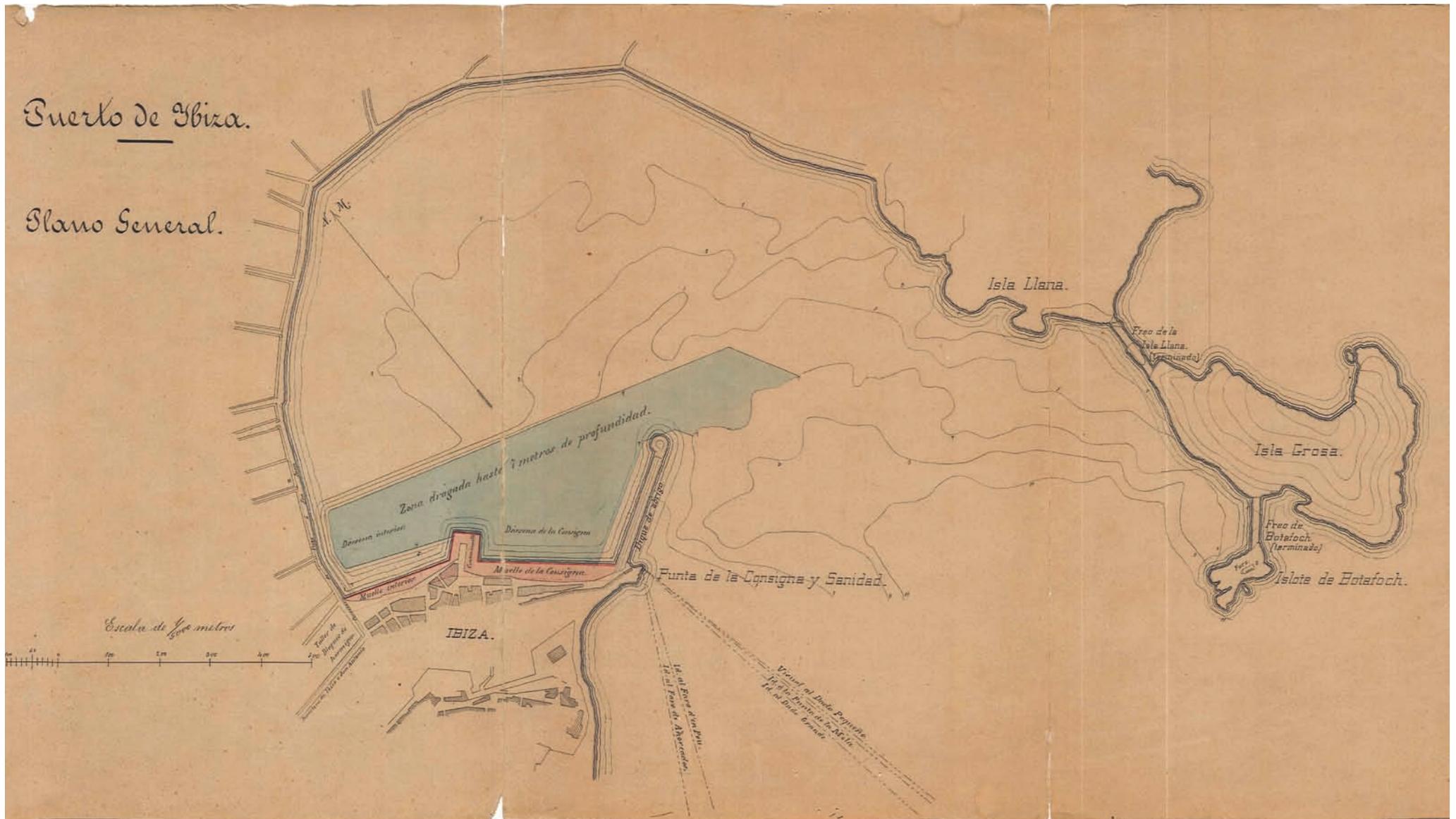


Fig. 30: Planta de conjunto del Proyecto reformado del Muelle Consigna, Contramuelle y Muelle Interior, redactado por Pedro Garau en 1897.

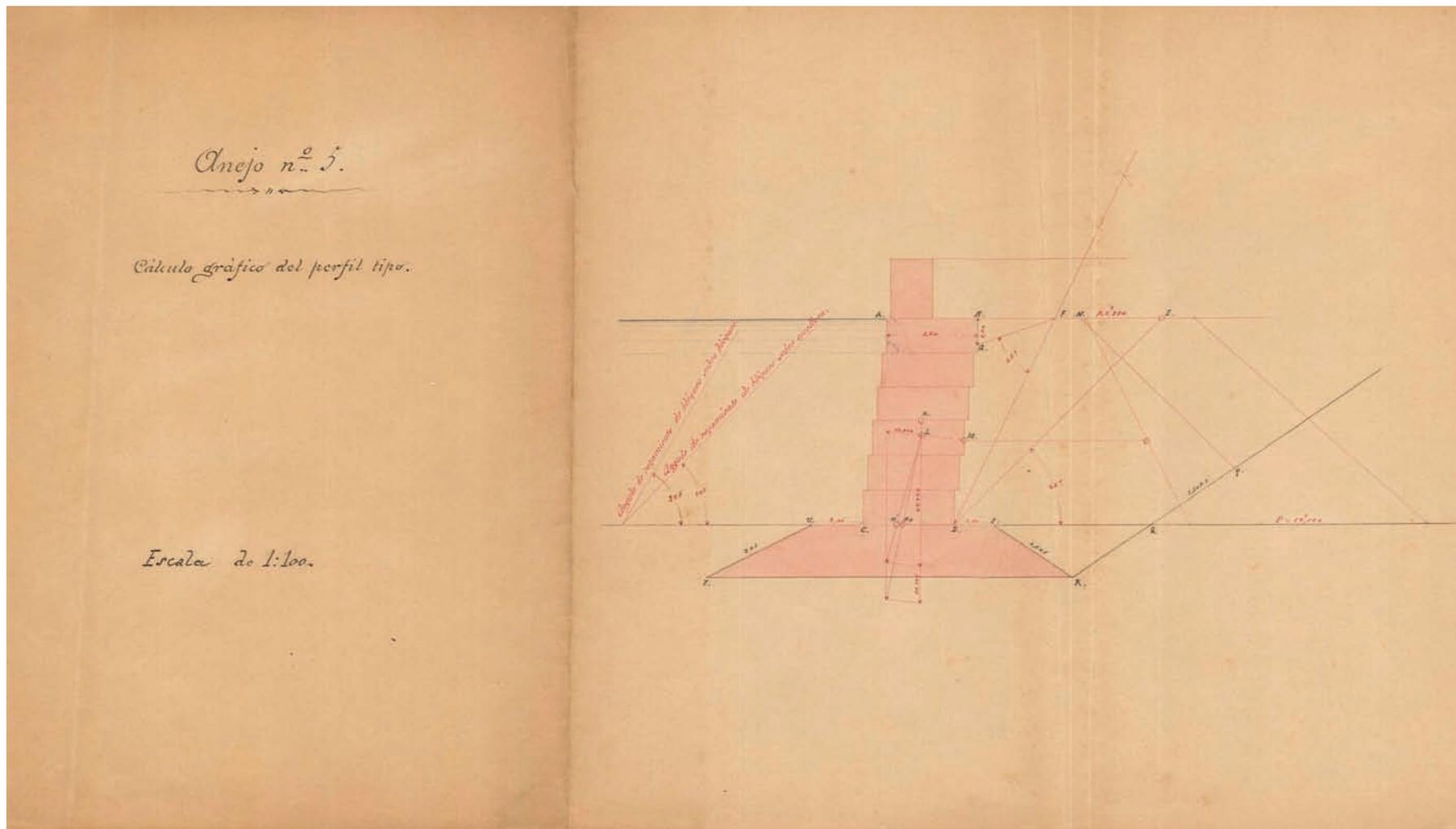


Fig. 31: Detalles de cálculo del Proyecto reformado del Muelle Consigna, Contramuelle y Muelle Interior, redactado por Pedro Garau en 1897.

En este proyecto, Emilio Pou realizó un importante estudio del oleaje, de las corrientes, de las mareas, y de los transportes de sedimentos en el puerto para finalmente proyectar las 7 obras principales que supondrán la ampliación general del puerto de Ibiza; Contempla la creación de un dique donde ahora se conoce como "el muro", el nuevo *Muelle de la Consigna*, el *Contramuelle* (conocido hoy día como "es Martell") y el *Muelle Interior*. También contempla el cerramiento del freo de *Isla Plana*, el cerramiento del freo de *Botafoc*, y el dragado general del puerto. Este proyecto general tenía un presupuesto total de 11.792.270 pts., y en él se reflejan la mayoría de las grandes obras que se realizaron en el Siglo XX en el puerto de Ibiza. Posteriormente, en el Siglo XXI se llevarían a cabo otras obras importantes como la construcción del Dique de Botafoc, ya enunciado en los proyectos de Pou, las Explanadas y Muelles Comerciales en Botafoc,

que supusieron en el año 2013 el traspaso de la zona de operaciones de carga y descarga de mercancías desde la zona de los *Muelles Interior y de la Consigna* hacia la zona de Botafoc, así como la posterior transformación de la zona de *la Marina (Muelles Interior y de la Consigna)*, que ha servido para potenciar el uso de la náutica deportiva, y al mismo tiempo ha servido para dotar a esta zona portuaria un uso puerto-ciudad más acorde con su entorno.

La idea de la ampliación del puerto de Ibiza, partía del proyecto inicial de Emilio Pou, pero finalmente hubo tres ingenieros más que contribuyeron en hacer realidad la ampliación del puerto a principios del Siglo XX, y como hemos comentado, dicha ampliación permanecería casi sin modificaciones significativas hasta principios del Siglo XXI. Estos tres ingenieros fueron, Bernardo Calvet

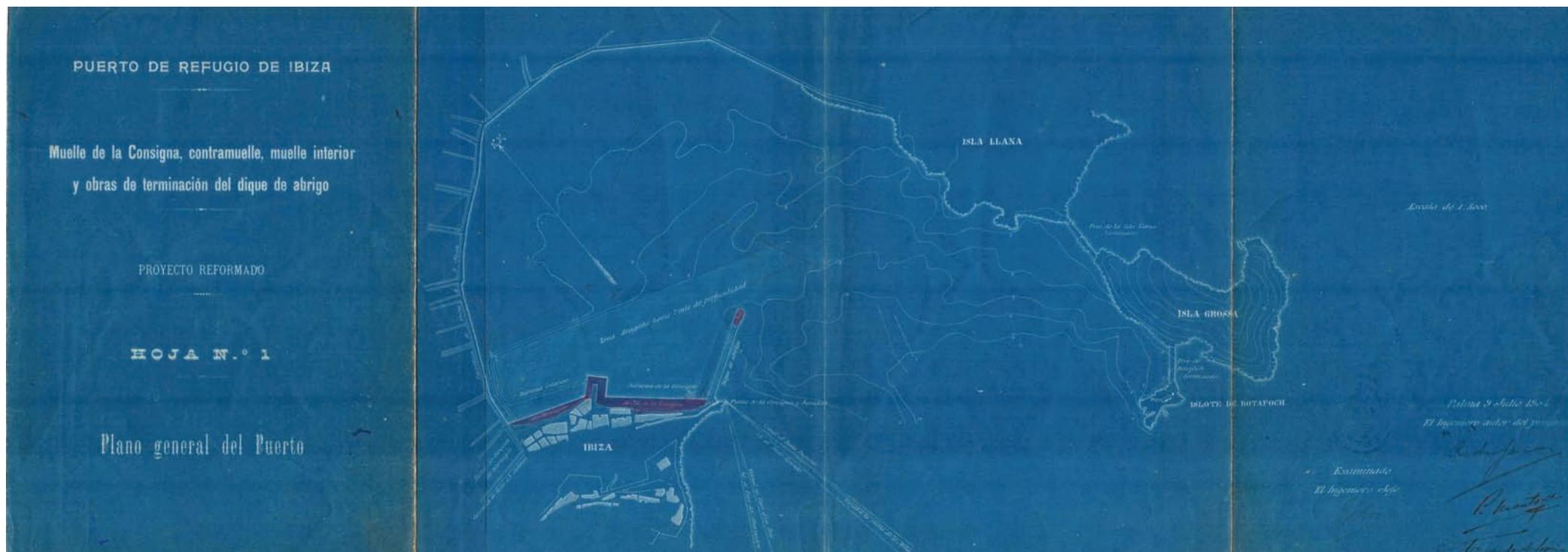


Fig. 32: Plano general del puerto de Ibiza según el proyecto *Reformado del Muelle de la Consigna, Contramuelle, Muelle Interior y obras de terminación del dique de abrigo*, redactado por Pedro Garau en 1904.

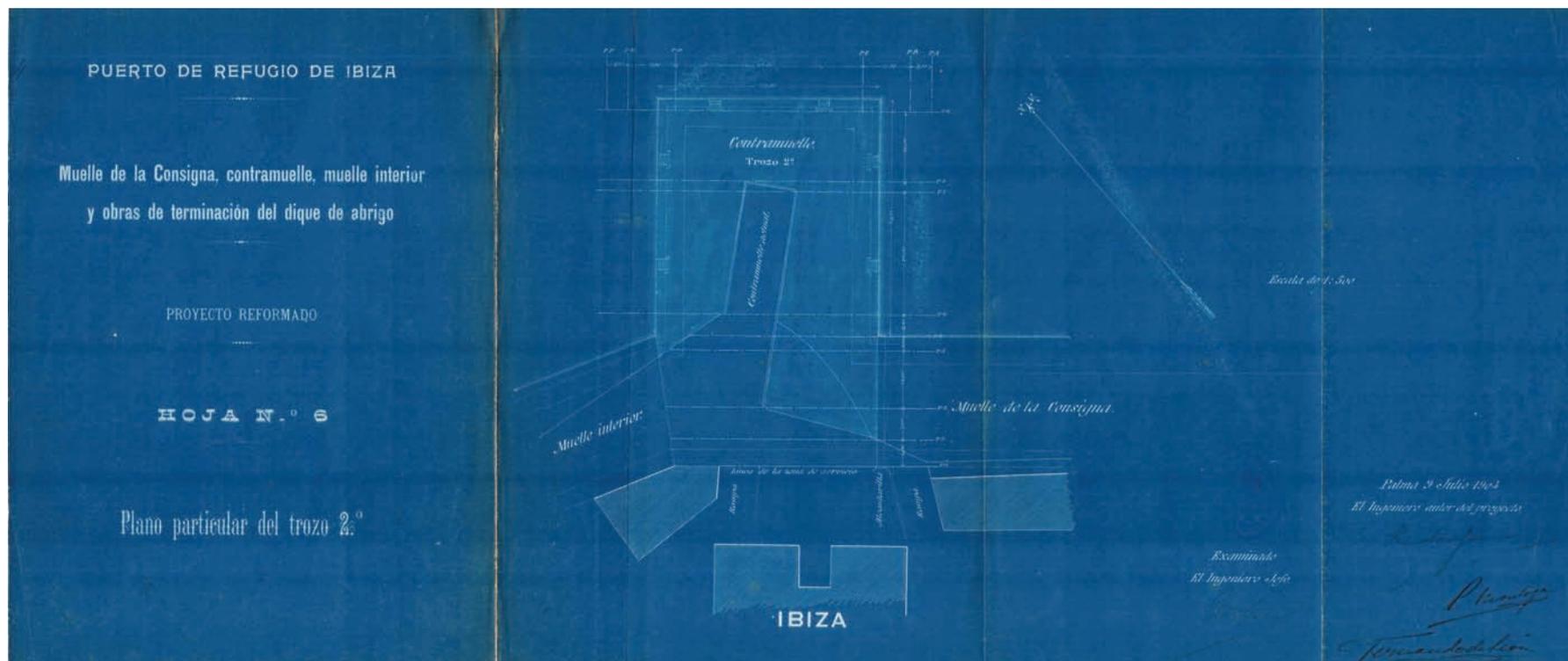


Fig. 33: Plano del Contramuelle en el proyecto Re-  
formado del Muelle de la Consigna, Contramuelle, Muelle  
Interior y obras de terminación del dique de abrigo, re-  
dactado por Pedro Garau en 1904.

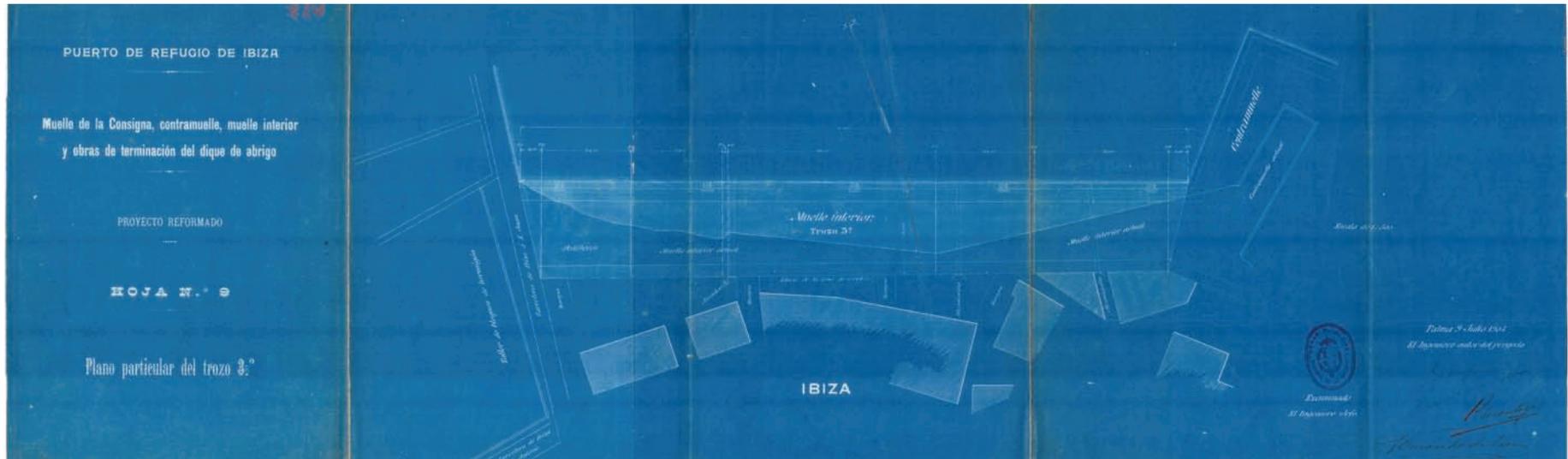


Fig. 34: Plano del Muelle Interior del proyecto Reformado del Muelle de la Consigna, Contramuelle, Muelle Interior y obras de terminación del dique de abrigo, redactado por Pedro Garau en 1904.

Girona, Pedro Garau Cañellas y Juan Frontera Estelrich. La ampliación del puerto de Ibiza tenía las siguientes motivaciones, tal y como se refleja literalmente en el proyecto de Emilio Pou:

Nuevo dique en la Consigna: "Para impedir que la marejada del Sudeste y sus afines vengan a estrellarse contra los andenes y el Muelle de la Consigna se necesita y basta el establecimiento de un dique de 270 m. de longitud que arranque de la consigna y cuya dirección sea normal, a una de las líneas comprendidas dentro del ángulo de la marejada que tiene su vértice en la misma Consigna... En cuanto a su longitud, creo suficiente la asignada, porque con ella se llega a cruzar la paralela trazada por la punta de Botafoch a la bisectriz del ángulo antedicho. Si el puerto de Ibiza fuese de más importancia declarado en el porvenir puerto de refugio, podría prolongarse el dique, o por mejor decir, podría construirse otro en la misma dirección, dejando una boca de ochenta metros y prolongándolo hasta cruzar con la recta que partiendo de la punta de Botafoch es paralela al lado Oeste del ángulo de la marejada."

El estado de los muelles: "En el puerto de Ibiza las construcciones se han extendido hasta muy cerca del mar, y hace muy pocos años que hasta la comunicación del andén de la Consigna con el muelle estaba interceptada por edificaciones particulares. Este andén y todos los existentes son bajos, estrechos, ruinosos, y en ellos no pueden atracar más que embarcaciones menores o buques de mediano porte, caso completamente descargados. En el de la Consigna, ni aún esto

puede verificarse por falta de calado. Necesítase pues crear un espacio en tierra y crear también una conveniente línea de carga y descarga."

Muelle Interior: "El Muelle Interior es el andén comprendido entre el contramuelle y el camino de Ibiza a San Juan, es el único espacio que hoy se aprovecha en el puerto. Tiene los mismos defectos que el andén de la consigna, es decir es estrecho, muy bajo, en términos que su elevación sobre el nivel medio del mar varía entre 25 y 70 centímetros, son malísimos los materiales que lo forman y, a causa del calado de cinco metros que en aquel puerto se ha producido con la draga, se halla en el más deplorable estado de ruina, por lo cual los buques que a él se amarran están constantemente comprometidos. Es pues evidente que el único medio de arreglarlo es la construcción del nuevo andén o Muelle Interior, cuya arista se ve marcada en el plano. Su forma y su altura serán las mismas que hemos asignado al Muelle de la Consigna y la Contramuelle..."

Cerramiento del freo de Isla Plana: "El pequeño freo o paso comprendido entre la que fue Isla Llana, hoy pequeña península, y la Isla Grosa pone en comunicación al puerto de Ibiza con la ensenada de Talamanca, y a pesar de su escasa profundidad y de su amplitud total, que no pasa de ciento treinta metros, se ha pensado en cerrarlo, para evitar los perjuicios que ocasiona al fondeadero con las arenas y marés cuya introducción permite"

Cerramiento del freo de Botafoch: "Respecto del cerramiento del freo que separa el islote de Botafoch de la mencionada Isla Grosa, porque no solo pueden introducirse por él algunas arenas



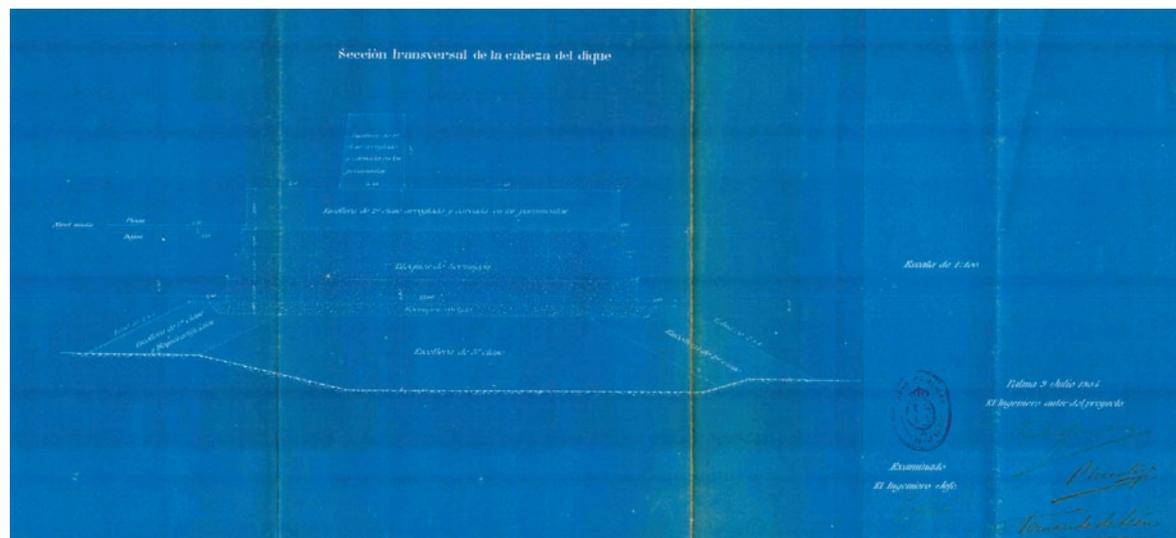
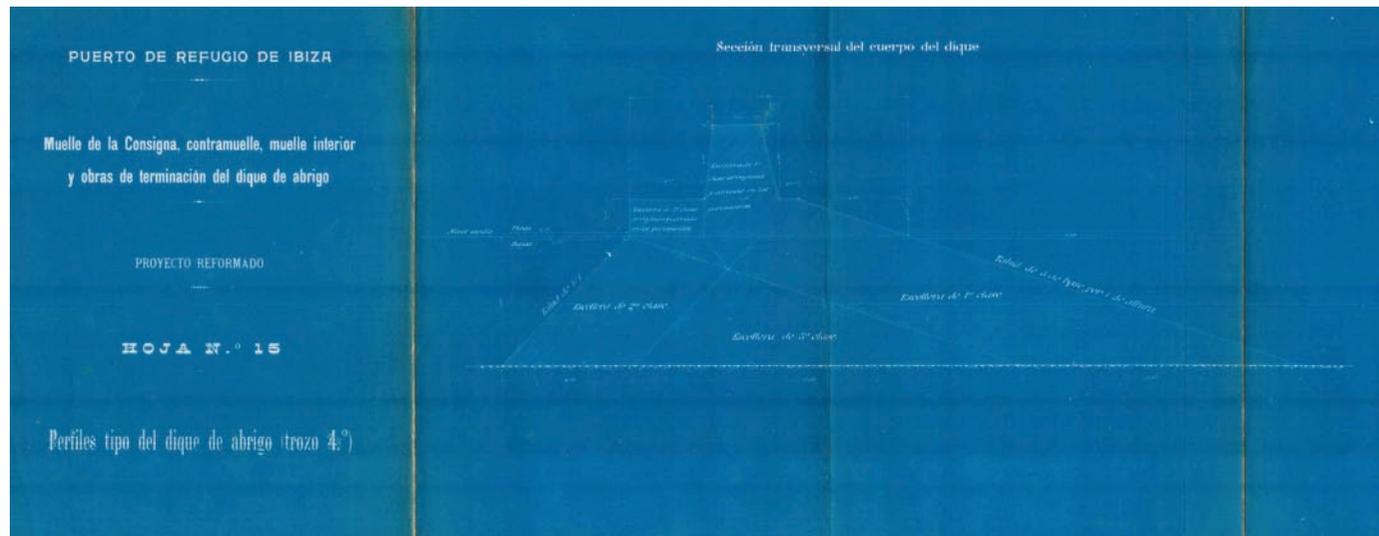


Fig. 36: Sección del dique de abrigo en el proyecto *Reformado del Muelle de la Consigna, Contramuelle, Muelle Interior y obras de terminación del dique de abrigo*, redactado por Pedro Garau en 1904.

sino porque la marejada a causa de la profundidad de más de cinco metros que el canal ofrece, entra violentamente por el mismo, se cruza con la derivada en la extremidad occidental de Botafoch y pone en agitación en mejor abrigo que hoy tiene Ibiza contra los temporales del primer cuadrante. El crecimiento tanto de este freo como del de la isla llana proporcionará la ventaja, aunque secundaria, de

poner en comunicación Ibiza con el faro de Botafoch, que dejará de estar aislado pudiendo entonces suprimir en el servicio de lancha y reducirse el personal de torreros del establecimiento." Las obras proyectadas por Pou en 1880 y aprobadas el 25 de noviembre de 1882 se dividieron en 7 proyectos independientes: 1-Dique de cerramiento del

freu de Isla Llana. 2-Dique de cerramiento del freu de Botafoc. 3-Dique de abrigo de la Consigna. 4-Proyecto general de dragado. 5-Muelle de la Consigna. 6-Contramuelle. 7-Muelle Interior.

Los tres primeros proyectos formaron parte de una sola contrata, y en 1895 estaban finalizados los trabajos de los dos primeros proyectos, es decir el *Dique de cerramiento del freu de Isla Llana* y el *Dique de cerramiento del freu de Botafoc*. El tercer proyecto (Dique de abrigo) tuvo dificultades que se presentaron en la cimentación. Por ello, estos proyectos fueron modificados en 1892 por Bernardo Calvet mediante el proyecto denominado *Reformado de dique de abrigo y cerramiento de los freos de la Isla llana y Botafoch*, que fue enviado a la superioridad el 20 de mayo de 1892, y que fue devuelto para introducir varias reformas el 9 de marzo de 1893, las cuales fueron subsanadas el 2 de julio de 1894. Finalmente, estas obras se ejecutaron, y Pedro Garau intervino en 1902 redactando el proyecto de *Liquidación dique de abrigo y cerramiento de los freos de la Isla llana y Botafoch*, que marcaba el punto final de las obras de estos 3 primeros proyectos.

El cuarto proyecto, *Proyecto general de dragado del puerto de Ibiza*, fue ejecutado sin demasiados contratiempos y en 1895 ya se encontraba acabado y aprobada su liquidación. Los proyectos 5º, 6º y 7º *Muelle de la Consigna*, *Contramuelle* y *Muelle Interior* correspondían a una misma contrata.

El 28 de febrero de 1888 se adjudicaron las obras del proyecto del *Muelle de la Consigna*, *Contramuelle* y *Muelle Interior del puerto de Ibiza*, y se iniciaron mediante la firma del acta de replanteo el 28 de abril de 1888. No obstante, se tuvo que reformar el proyecto debido a problemas en la cimentación.

Precisamente, la participación de Pedro Garau en el puerto de Ibiza se inició en 1897, cuando aun no siendo Director de la Junta de Obras del Puerto de Palma redactó el proyecto *Reformado del de Muelle de la Consigna*, *Contramuelle* y *Muelle Interior*. Como se ha comentado anteriormente, el Proyecto original había sido redactado por Emilio Pou en 1880 y reformado en 1895 por Bernardo Calvet. El proyecto de Garau denominado *Proyecto reformado del Muelle Consigna*, *Contramuelle* y *Muelle Interior*, fue redactado el 25 de agosto de 1897, y resolvió las cuestiones que fueron indicadas el 15 de Enero de 1895 según el dictamen de la sección 4ª de la Junta consultiva de Caminos, Canales y Puertos de fecha 29 de diciembre de 1894.

El principal trabajo de Garau fue mejorar el proyecto en los siguientes aspectos, según consta de manera literal en dicho proyecto:

*"1º aumentar el ancho superior del prisma de escollera de tal modo que resultó por lo menos una berma de dos metros al exterior, y uno y medio al interior, y sustituyendo el hormigón vertido para enrase de la escollera con una tongada de sacos de hormigón hidráulico.*

*2º Aumentar las hipótesis que servían de base a los cálculos de estabilidad, ya que parecen en general exagerados en el proyecto inicial.*

*3º Substituir los ancorajes y argollajes previstos en el proyecto inicial por bolardos.*

*4º Que resultando pequeña la zona de servicio, que la reforma propuesta debe proporcionar un aumento de dicha zona de servicio mediante el adelantamiento de los muelles.*

*5º El nuevo proyecto reformado se debe redactar con arreglo al formulario vigente.*

*6º Que se debe devolver al Ing. Jefe y a la superioridad para la nueva aprobación según lo indicado.*

*Cumplidas las prescripciones se ha redactado el proyecto reformado que tenemos el honor de someterá la consideración superior...".*

Este proyecto tuvo dificultades para ejecutar sus obras correspondientes ya que se licitó hasta 6 veces y, después de quedar desiertas las 6 subastas consecutivas de las obras de los andenes del puerto de Ibiza, la Jefatura fue autorizada el 24 de marzo de 1904 para refundir en uno los proyectos de las obras que faltaban ejecutar en los andenes y en el dique de abrigo del puerto, así como realizar la revisión de los precios de sus presupuestos respectivos.

Finalmente, el 5 de agosto de 1904 se remitió a la superioridad en proyecto *Reformado del Muelle de la Consigna*, *Contramuelle*, *Muelle Interior* y *obras de terminación del dique de abrigo*, redactado por Pedro Garau el 9 de julio de 1904 con un presupuesto de 1.041.641 pts.

Este proyecto fue aprobado por el Consejo de Obras Públicas el 14 de octubre de 1905, con 2 prescripciones a corregir en el presupuesto y en el pliego de condiciones. Posteriormente Pedro Garau introdujo las modificaciones indicadas y se aprobó el proyecto reformado por la Real Orden de 1 de marzo de 1905, con presupuesto de contrata de 1.042.030 pts.

El 5 de agosto de 1905 se subastaron las obras nuevamente y quedaron desiertas otra vez. El 17 de enero de 1906 la Superioridad ordenó introducir las modificaciones oportunas en los precios, y con la ayuda del Juan Frontera (que era el Ingeniero encargado de los servicios de Ibiza y quien redactó el nuevo presupuesto) Pedro Garau el 24 de febrero de 1906 firmó el nuevo *Reformado del proyecto del Muelle de la Consigna*, *Contramuelle*, *Muelle Interior* y *terminación del dique de abrigo*. Este proyecto reformado contemplaba la revisión de todos los precios unitarios, de manera que resultó un presupuesto final con un 15% de aumento respecto al último proyecto que había quedado desierto en subasta. Este nuevo proyecto reformado fue aprobado por la Superioridad el 23 de mayo de 1906, por importe de ejecución por contrata de 1.168.901 pts.

De nuevo se subastaron las obras, y el 24 de septiembre de 1906 se adjudicaron al único postor D. Pelayo Montoya Aranda por 1.168.901 pts., o sea sin baja alguna.

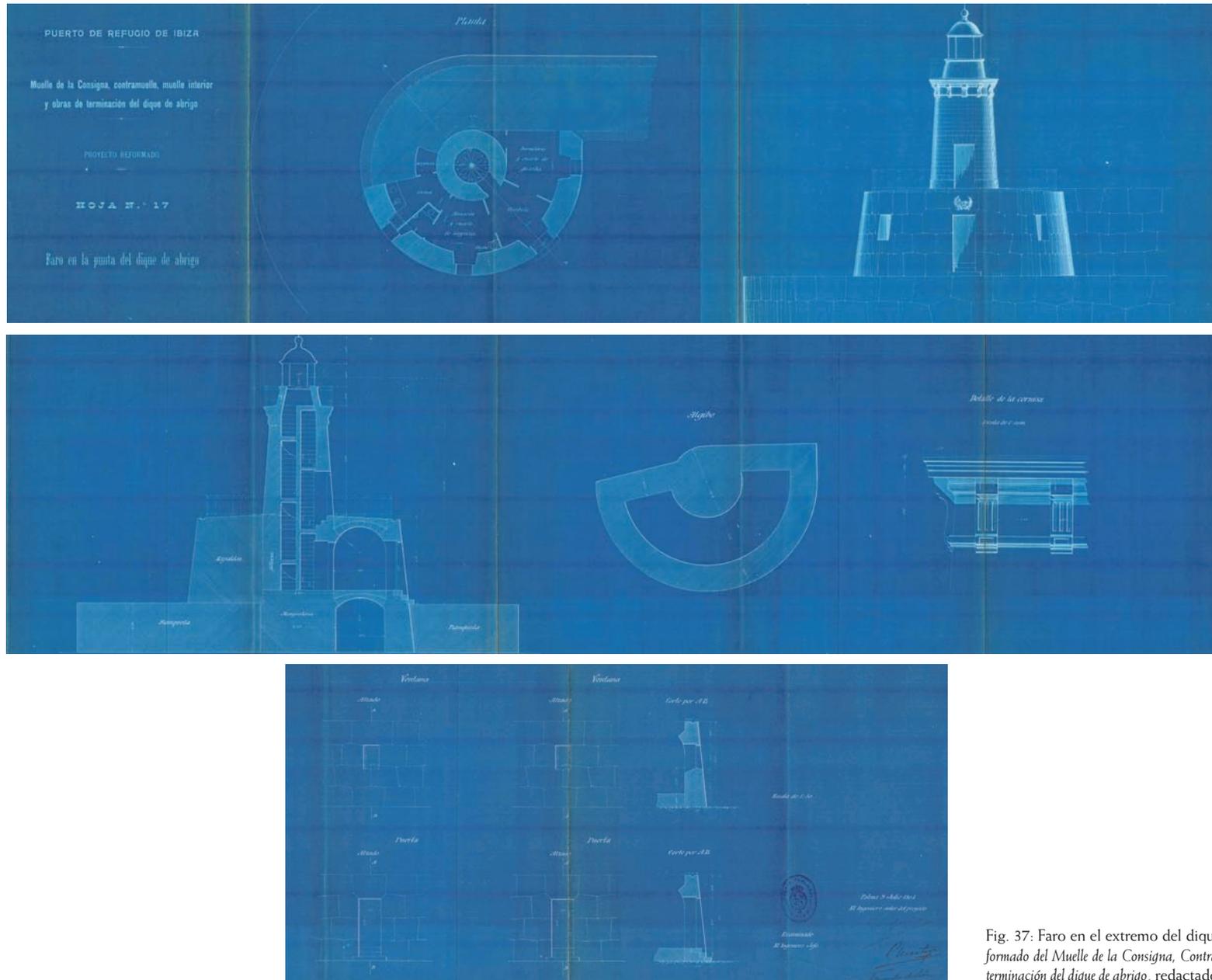


Fig. 37: Faro en el extremo del dique de abrigo del proyecto Re-formado del Muelle de la Consigna, Contramuelle, Muelle Interior y obras de terminación del dique de abrigo, redactado por Pedro Garau en 1904.

Las obras se iniciaron el 24 de diciembre de 1906 y el acta de replanteo se firmó el 23 de noviembre de 1906. El plazo de ejecución era de 5 años.

Antes de acabar el plazo, el contratista solicitó una prórroga de 3 meses, que fue concedida por la Real Orden de 8 de marzo de 1912.

Tras la finalización de tan dificultosas obras, la recepción provisional de dichas obras fue verificada el 24 de mayo de 1912, por lo que los mulles de la *Consigna*, *Contramuelle* y *Muelle Interior* del puerto de Ibiza estuvieron finalmente acabados y se procedió a su utilización. Dos años más tarde, el 16 de julio de 1914 se redactó el acta de recepción definitiva, que fue aprobada por la Dirección General de Obras Públicas el 22 de diciembre de 1914.

Por último, el 10 de diciembre de 1918 se redactó el proyecto de liquidación de las obras por parte del Ingeniero Juan Frontera Estelrich, dando por finalizado el expediente administrativo.

## Bibliografía

- SOLER GAYÁ, R. (2004). *Crónica de los puertos de Baleares*. Palma, Illes Balears. Edicions Documenta Balear
- LLAUGER, LLULL, M.A. *La biografía del ingeniero Pere Garau (1870 – 1919)*.
- POU BONET, E. (1880). Proyecto. *Proyecto general de mejora del puerto de Ibiza*. Archivo histórico de la Autoridad Portuaria de Baleares ref. 315-G.
- CALVET GIRONA, B. (1895). Proyecto. *Liquidación de las obras del Muelle de la Consigna, Contramuelle y Muelle Interior del puerto de Ibiza*. Archivo histórico de la Autoridad Portuaria de Baleares ref. 320-G.
- CALVET GIRONA, B. (1893). Proyecto. *Derribo de las casas expropiadas para la construcción de los andenes en el puerto de Ibiza*. Archivo histórico de la Autoridad Portuaria de Baleares ref. 322-G.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1897). Proyecto. *Reformado del Muelle de la Consigna, Contramuelle y Muelle Interior del puerto de Ibiza*. Archivo histórico de la Autoridad Portuaria de Baleares ref. 323-G.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1899). Proyecto. *Reformado del Muelle de la Consigna, Contramuelle y Muelle Interior*-Memoria adicional. Archivo histórico de la Autoridad Portuaria de Baleares ref. 323-G.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1904). Proyecto. *Muelle de la Consigna, Contramuelle, Muelle Interior y obras de terminación del dique de abrigo*. Archivo histórico de la Autoridad Portuaria de Baleares ref. 324-G.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1906). Proyecto. *Reformado del Muelle de la Consigna, Contramuelle, Muelle Interior y obras de terminación del dique de abrigo*. Archivo histórico de la Autoridad Portuaria de Baleares ref. 325-G.
- FRONTERA ESTELRICH, J. (1917). Proyecto. *Liquidación de las obras del Muelle de la Consigna, Contramuelle, Muelle Interior y obras de terminación del dique de abrigo*. Archivo histórico de la Autoridad Portuaria de Baleares ref. 333-G.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1917). Proyecto. *Anteproyecto ensanche y mejora del puerto mandado estudiar por R.D. del 19-6-1916*. Archivo histórico de la Autoridad Portuaria de Baleares ref. 053.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1913). Proyecto. *General de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto y surgideros auxiliares*. Archivo histórico de la Autoridad Portuaria de Baleares ref. 043.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1914). Proyecto. *General de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto y surgideros auxiliares, trozo sexto (enlace ferrocarril)*. Archivo histórico de la Autoridad Portuaria de Baleares ref. 047.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1911). Proyecto. *Ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes*. Archivo histórico de la Autoridad Portuaria de Baleares ref. 041.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1916). Proyecto. *Proyecto reformado del Ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes*. Archivo histórico de la Autoridad Portuaria de Baleares ref. 050.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1917). Proyecto. *Segundo Proyecto reformado del Ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes*. Archivo histórico de la Autoridad Portuaria de Baleares ref. 054.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1918). Proyecto. *Tercer Proyecto reformado del Ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes-Terminación del Espigón Exterior*. Archivo histórico de la Autoridad Portuaria de Baleares ref. 054.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1912). Pliego de Bases. *Bases para el concurso relativo al alumbrado de los muelles por medio de gas a presión y lámpara Graetzin*. Archivo histórico de la Autoridad Portuaria de Baleares ref. 042b.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1913). Proyecto. *Instalación de depósitos, grúas eléctricas de 3000kg. y pabellones para servicios secundarios*. Archivo histórico de la Autoridad Portuaria de Baleares ref. 054.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1918). Proyecto. *Proyecto Reformado de la Instalación de depósitos, grúas eléctricas de 3000 kg. y pabellones para servicios secundarios*. Archivo histórico de la Autoridad Portuaria de Baleares ref. 055.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1915). Proyecto. *Dragado del puerto de Palma*. Archivo histórico de la Autoridad Portuaria de Baleares ref. 048.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1916). Proyecto. *Dragado y desmonte de rocas submarinas del puerto de Palma*. Archivo histórico de la Autoridad Portuaria de Baleares ref. 052.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1910). Proyecto. *Reconstrucción de un muelle embarcadero junto al torrente de S'Aigo Dolça del puerto de Palma*. Archivo histórico de la Autoridad Portuaria de Baleares ref. 042.



Imágenes del Faro de Tagomago, elaborado por D. Pedro Garau y Cañellas, cedidas por Autoritat Portuària de Balears ([www.farsdebalears.com](http://www.farsdebalears.com)).

## EL INGENIERO, LA PRACTICIDAD Y EL SERVICIO A LA SOCIEDAD, ANÁLISIS DESDE LAS PITIUSAS

**Sara Lobato Rubio.** Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos, vocal-delegada en Eivissa y Formentera de la Junta Rectora

Recibir la invitación para escribir sobre la figura de Pedro Garau y Cañellas, en relación con sus intervenciones en las islas de Eivissa y Formentera, fue una noticia imprevista a la par que interesante. Es verdad que, tras el homenaje en el centenario de su fallecimiento al ingeniero de caminos, canales y puertos (ICCP) Eusebi Estada i Sureda (1843-1917), autor del proyecto del Far de Ses Coves Blanques en Sant Antoni de Portmany, ha quedado demostrado que la labor, en las islas vecinas, de los ICCP mallorquines fue y sigue siendo una aportación que se siente y está presente. En el caso de las Pitiusas, tenemos que destacar también la gran labor del palmesano Emili Pou i Bonet (1830-1888), hijo ilustre de Vila.

Gracias a estas intervenciones desde el campo de la ingeniería, Eivissa y Formentera se integran perfectamente en el conjunto histórico del patrimonio balear común; un hecho que, por nuestra configuración territorial insular no resulta ser precisamente una tarea

fácil. Sin lugar a dudas, Eivissa y Formentera tienen hoy una fama internacional que, por qué no, se debe, en parte también a las aportaciones de los ICCP precursores de sus primeras carreteras, de las infraestructuras portuarias, de la modernización y seguridad del tráfico marítimo, etc... Todos ellos, elementos al servicio de los ciudadanos, y lo que representa un reto extra, al servicio de la cantidad de turistas que se reciben año tras año en estas islas. Esta relación interinsular fue proseguida desde Eivissa con la labor del ingeniero de caminos canales y puertos Ibicenco, Bernat Calvet i Girona (1864-1941), redactor del Proyecto de Ensanche de Palma, y que llegó a ser alcalde de la capital mallorquina.

Centrándonos en Pedro Garau y Cañellas (1860-1919), cabe destacar en las Pitiusas tres intervenciones principales: el diseño y proyección del Faro de Tagomago (inauguración 1914); el rediseño del Faro del islote de'n Pou en Formentera (1897), y la



dirección de la obra del Faro de Ses Coves Blanques (inauguración 1897), en Sant Antoni de Portmany, que fue proyectado por Eusebi Estada.

Comenzando por este último, Estada y Garau dejaron evidencia en Eivissa de que, más allá de las diferencias que se plasmaron en el debate urbanístico de la ciudad de Palma, en torno a la idoneidad o no de conservar las murallas, formaban un tándem altamente profesional y vanguardista para la época, actuando en más de una ocasión de manera conjunta en varios proyectos también en la isla de Mallorca.

El Faro de Ses Coves Blanques es un claro ejemplo de la practicidad intrínseca del carácter de la mayoría de los ingenieros de caminos, canales y puertos. Más allá de la terna básica de cualquier infraestructura pública (seguridad, rentabilidad económica y funcionalidad) esta construcción es la muestra de lo que es la esencia de un ingeniero de caminos, canales y puertos: la resolución de problemas y la prestación de dar un servicio real a la sociedad. En primer lugar, en el caso del Faro de Ses Coves Blanques, hecho que más tarde se repite en el Faro de Tagomago, se introduce una novedosa cualidad en el diseño y posterior construcción de la infraestructura que resuelve un recurrente problema que se sucedía en las familias de los torreros de faros, posteriormente técnicos mecánicos de señales marítimas. La necesidad de disponer de dos fareros y sus res-

pectivas familias en cada instalación, de manera coetánea, en lugares aislados donde se vivía en espacios compartidos y de pequeñas dimensiones, hacía de la convivencia y desavenencias entre familias uno de los mayores inconvenientes para el buen desarrollo de los trabajos de estos operarios. Esta situación no pasó por alto tanto para Eusebi Estada como para Pere Garau, que adoptaron el diseño de dos unidades residenciales físicamente separadas en sus proyectos de faros, mejorando notablemente la convivencia entre las familias de los fareros y, en consecuencia, el funcionamiento de los faros.

En el caso del **Faro de Tagomago**, se trata de la obra de Garau que mayor funcionalidad ha conservado hasta la actualidad. 105 años de servicio, y es toda una señal de bienvenida para el tráfico que recibe Eivissa desde Mallorca diariamente, y de señalización a los pescadores isleños que disponen de sus casetas de pescadores en la Cala de Sant Vicent. Del mismo modo, es un atractivo islote para contemplar por los cientos de turistas que surcan las aguas ibicencas en busca de las mejores vistas. Se trata de un faro cuya construcción viene precedida por la elección de una mala ubicación de un faro anterior, el faro de Punta Grossa (proyectado por Emili Pou e inaugurado en 1870), que cuando se inauguró en 1914 ya contaba con una óptica catadióptica de 25 centímetros de distancia focal y una luz Chance de 35 milímetros que permitía una apariencia de 2+1 destellos cada 20 segundos (Fuente: Faros de Balears). Nos podemos imaginar la belleza de la costa de Cala Sant Vicent en las noches estrelladas mientras el faro fijaba uno de los límites de Eivissa, y, sobre todo, la tranquilidad de los navegantes cuando sentían que era más probable ver nuevamente a sus familiares y amigos tras aquella travesía.

El **Faro de'n Pou** (Inaugurado en 1864) fue otra obra en la que Garau trabajó junto con otro de sus ilustres compañeros, uno de los más queridos en Pitiüses, Emili Pou i Bonet. Según información de Autoridad Portuaria de Illes Balears, lo proyectó Emili Pou por considerar insuficiente el faro dels Penjats, para balizar el Freu Gros entre Eivissa y Formentera. El Faro del islote precedente, había dado problemas de luz, entre otras cosas, por su poca altura que lo hacía vulnerable ante las olas del mar.

Pronto se comenzaron a padecer los inconvenientes derivados de su excesiva proximidad al mar, al igual que en el caso del Faro dels Penjats, entrando las olas en las propias viviendas de los torreros, y sufriendo el edificio un rápido deterioro. De la misma forma que nuestro compañero venía haciendo, y como no puede ser de otra manera en un ingeniero de caminos, Pere Garau en 1897 propuso la eliminación del edificio para construir unas viviendas nuevas en un punto algo más ale-

jado y situado a mayor altura, construyendo además una galería subterránea para enlazar la torre con el nuevo edificio, ya que, según la información de la autoridad portuaria, durante los fuertes temporales, las olas pasaban por encima del islote, por lo que, con este pasadizo, los torreros podían acudir a la torre sin correr peligro alguno. De este modo, Garau aportó seguridad a los trabajadores que dedicaron su vida a hacer posible que el tráfico con Formentera no corriera riesgos. Fue el segundo faro en automatizarse, en el año 1935, después del de Penjats. El Faro de'n Pou es hoy en día un icono a la vista para todos los barcos que fondean en la zona norte del islote de s'Espalmador de Formentera.

En definitiva, Pere Garau ha contribuido de manera directa al patrimonio cultural de las islas pequeñas, las Pitiusas, dejando a los ciudadanos y ciudadanas de Ibiza y Formentera un legado admirable, pero, sobre todo, nos ha permitido y nos sigue permitiendo tener una vida más segura y ofrecer tranquilidad a nuestros navegantes, llegados de todo el mundo. Garau, como la ingeniería civil en general, nos hace la vida más fácil.



## SOBRE LA CLASIFICACIÓN DE LA BELLEZA

**Luis Matarín Ayala.** Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, vocal de la Junta Rectora

La pereza intelectual, incluso en lo cotidiano, junto a nuestra incapacidad para abarcar la complejidad son los inspiradores del método consistente en observar los comportamientos o decisiones de terceros para adecuarlos a nuestros modelos. Esta simplificación nos conduce a la aparición de supuestas incongruencias que atribuimos a las contradicciones de las personas o, incluso, de la ideología donde enmarcamos al autor de lo así juzgado sin temeridad.

Necesitamos clasificar y, a ser posible, sólo en dos categorías. Pensar requiere tiempo y apelar a su falta se convierte en excusa. La inmediatez en el juicio necesita esquemas previos con los que podamos comparar: en segundos decidimos la idoneidad de un candidato para un puesto o aseguramos la inclinación política de quien apenas conocemos.

Clasificación, dualidad, simplificación, prejuicios. Estada liberal y Garau conservador: esa es la visión comúnmente aceptada. Eusebi Estada demostró la inutilidad estratégica de las murallas de Palma y movilizó la opinión pública hasta obtener su demolición. Pere Garau proyectó un ensanche para la ciudad y se mostró partidario de la conservación. ¿Es una contradicción que la *izquierda* en el s. XIX fuera partidaria de demoler y en la actualidad de conservar, mientras que los posicionamientos de la *derecha* parecen haber variado en sentido contrario?, ¿ha habido una asunción de planteamientos del contrario explicada por el devenir de las corrientes de pensamiento hasta el punto de que, en algún momento, se hayan cruzado en el espacio y en el tiempo? Y, en especial, ¿podemos

inferir la ideología de quien se decanta por la demolición en lugar de la conservación? ¿y si fijáramos la variable del tiempo?

La manera tradicional de enfocar una decisión ha sido la de generar distintas alternativas de solución a un problema y analizarlas bajo distintos criterios cuyos pesos pueden variar según nuestros valores. Siendo así y asumiendo una identificación entre ideología y valores resulta complicado ante una diversidad de condicionantes establecer, de manera general, una correspondencia entre la solución adoptada y el pensamiento político de quien toma la decisión. Tan solo en determinados casos podríamos aventurarnos a ello, como en cuestiones donde supongamos la existencia de pocos criterios *a priori* y con una fuerte carga ideológica social así convenida (decisiones legislativas ante temas como la eutanasia o el aborto podrían estar en estos supuestos).

Así pues, para analizar la posible contradicción entre la apuesta por demoler o no las murallas y las ideologías de quienes así lo formulan deberíamos conocer sus razones o los criterios que más hayan influido en la decisión, más allá del sentido final de la propuesta. Podemos llegar a idénticas conclusiones desde planteamientos políticos distintos según el criterio que más hubiera pesado. La decisión, por tanto, en uno u otro sentido no pertenece a ninguna ideología. Conservar, *per se*, no es un valor, sino una decisión y, por tanto, ninguna doctrina debiera apropiarse de ella. Así, conservamos para mantener unos privilegios a unos u a otros o por impedir una actuación que nos acerque a una globalización

que identificamos como capitalista. La decisión de no conservar podría tomarse para resolver problemas cotidianos de los ciudadanos, por razones especulativas o para borrar las huellas del pasado decididas por mandatarios de uno u otro signo. Idénticas reflexiones podríamos plantear no solo ante verbos como proteger, incentivar o prohibir, sino ante posiciones que favorezcan un determinado medio de transporte o una preferencia en cuanto al sistema de abastecimiento de agua potable; sobre la decisión de acondicionar un camino, realizar un cortafuegos o dotar de mayor calado a un puerto.

En una sociedad que propone la simplificación y la celeridad como virtudes nos encontramos con una general ausencia de razonamientos deductivos, de modo que las proposiciones las armamos partiendo de la conclusión. Nuestro deseo de pertenencia a un determinado sector y la, falsamente por lo expuesto, identificación de la solución con una determinada adscripción ideológica suelen determinar la posición de quien, supuestamente, reflexiona.

El oficio de ingeniero nos sitúa como actores en muchos procesos de toma de decisiones. En lo referente a la obra pública, además, es común que la ponderación de ciertos aspectos se determine por un lícito criterio político. En cada decisión deberíamos reflexionar si así ha sucedido o bien si el resultado se ha adoptado por la identificación *a priori* con una línea ideológica determinada. Podría suceder que la valoración de todos los criterios, incluso con su ponderación ideológica correspondiente, hubiera arrojado un resultado distinto.

Aunque no todos los criterios vienen cargados de política.

La funcionalidad, la estética, el compromiso con las posibilidades económicas y la optimización estructural son algunas de las cualidades que debemos buscar en nuestros proyectos como así nos enseñaron en nuestras escuelas de ingenieros de caminos. Son conceptos no siempre fáciles de trasladar a una matriz de decisión si bien se me antojan los más nobles entre el universo de criterios. En definitiva, la búsqueda de la belleza como sinónimo de lo meramente estético o en un sentido amplio como resultado de la combinación de las cualidades anteriores trascendiendo lo inmediato y lo actual.

El diseño de las estaciones de ferrocarril de Palma y de Sóller o el esmerado cuidado en sus dibujos muestran la sensibilidad que Pere Garau tenía hacia la estética, el arte y la arquitectura. Por todo ello no nos puede extrañar que, una vez resueltos los requisitos de higiene, ganancia de espacio y cuestiones circulatorias no planteara la demolición de las murallas: ya no sería necesario. Podemos especular sobre si las consideraba o no bellas, en cualquier caso su decisión

no parecería ser fruto de la identificación con una determinada línea de pensamiento, sino la conclusión derivada al anteponer funcionalidad y sensibilidad hacia el patrimonio. Fue, pues, una solución bella.

Finalmente querría exponer mi convicción acerca de la *bondad* de la apuesta por soluciones bellas, más allá de la belleza de las soluciones. Ello requiere la aceptación de riesgos y la superación de incertidumbres. La subjetividad de lo bello y la evolución del concepto de belleza con el tiempo nos sugerirían el abandono de su búsqueda, cuanto más si el resultado de nuestra decisión se plasma en actuaciones que perdurarán en el tiempo. Renunciar a la belleza es renunciar a una parte de nuestra felicidad, como resultado de una pérdida de la excelencia. En cualquier caso, la respuesta está en Rousseau; *“Quitad de los corazones el amor por lo bello, y habréis quitado todo el encanto a la vida”*.

<b>Redacción y Administración</b> Mesquida 6, Entfo. Derecha <b>HORAS DE DESPACHO</b> Mañana, de 11 a 1 Tarde, de 4 a 6  No se devuelven los originales ni se sostiene correspondencia sobre los mismos.	<b>BALEARES</b> REVISTA DECENAL ILUSTRADA DIRECTOR-PROPIETARIO <b>ENRIQUE VIVES VERGER</b>	<b>Precios de Suscripción</b> <b>EN ESPAÑA</b> Un mes. . . . . 0'80 Ptas. Trimestre . . . . . 2'40 . Semestre . . . . . 4'50 . Un año . . . . . 9'00 . <b>EXTRANJERO</b> Un año . . . . . 15'00 Ptas. Número suelto 30 Cts. Número atrasado 0'40 <b>PAGOS ADELANTADOS</b>
--	---	---

LOS QUE SE VAN



D. PEDRO GARAU CAÑELLAS

Ilustrado Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, autor del proyecto de reforma de nuestro puerto, del del ferrocarril de Sóller, de la red de tranvías eléctricos y de otras importantes obras, fallecido en esta ciudad el próximo pasado mes de Mayo.

## ENTREVISTA A MIGUEL PAYERAS

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, investigador de las biografías de los primeros ICCP de Balears

### ¿Por qué decide un día entrar en el mundo de la investigación histórica?

Por tres razones: curiosidad, discrepancia y oportunidad.

La primera, es una actitud personal. A mis más de sesenta años, vivo en un entorno excitante de aprendizaje continuo donde se puede saber y contrastar casi cualquier afirmación o campo por el que uno sienta especial interés.

La segunda es una apreciación subjetiva: cuando algo que considero obvio, no ha sido realizado ni por el cuerpo, ni por el colegio, ni por la escuela; pensé, yo sí puedo y deseo contribuir a la memoria de los que me precedieron.

La tercera, es una oportunidad, mucho mayor de lo que yo jamás imaginé, de aprendizaje y perfeccionamiento personal continuos.

### ¿Cómo definiría el lugar de los primeros ingenieros baleares?

Nuestros primeros ingenieros de caminos son, en primer lugar, buenos estudiantes. De los nueve primeros dos son número uno de su promoción: el menorquín Francisco Prieto y Caules (promoción de 1865 y número 239 de la lista general) y el ibicenco Bernardo Calvet y Girona (promoción de 1888, número 510 de la lista general).

En segundo lugar, son unos profesionales de la ingeniería muy completos, siendo ésta una característica claramente identificativa de la ingeniería civil española. Nuestra educación está orientada a la resolución de problemas concretos desde una formación generalista multidisciplinar. En un entorno insular esta capacitación generalista tiene sus ventajas. Finalmente, en español, ingeniero tiene relación con ingenio; en lengua inglesa tiene que ver con máquina (engine).

### Hablemos de Pedro Garau y Cañellas, tal y como se le denominó en su época. ¿Cómo era su familia y la vida intramuros en Palma?

Lo que conocemos por su partida de bautismo es que sus abuelos paternos eran de Palma, los maternos de Esporles y su parroquia palmesana al nacer fue Santa Eulàlia. Por sus descendientes sabemos que la familia Garau tenía vínculos con la industria del calzado. Como industriales y comerciantes no eran ni humildes ni potentados, por lo que el esfuerzo familiar para la educación madrileña de su hijo fue, sin duda, muy importante.

### ¿Qué datos sabemos de su formación en Madrid?

De las distintas ubicaciones que tuvo la escuela del cuerpo, Pedro Garau cursó todos sus estudios en la sita en la calle del Turco, la misma en la que el 27 de diciembre de 1870 se atentó contra el Presidente del Consejo de Ministros de España, general Juan Prim y Prats quien fallecería tres días después. Actualmente es la calle Marqués de Cubas.

Sabemos que su promoción constó de once individuos. No coincidió en la escuela ningún otro estudiante balear que le precediera. Sin embargo, sí fue alumno de cursos superiores cuando nuestro próximo ingeniero de caminos balear, primero de los nacidos en Ibiza, cursaba su carrera: Bernardo Calvet y Girona.

Algunos datos sobre el Madrid de la época:

Pedro Garau llega a Madrid que tiene ya más de 400.000 habitantes; cuando finaliza sus estudios, su población, en crecimiento, se acerca al medio millón.

En su estancia madrileña el alumbrado público era de gas. La ciudad tenía desde 1871 tranvías, muy localizados, de tracción animal. El primero eléctrico es de 1898.

En 1885, año de finalización de la carrera de Pedro Garau, el Cuerpo de Telégrafos, tras experiencias técnicas previas en Barcelona, establece en Madrid el primer servicio telefónico de abonados. En su primer mes (enero) el servicio tenía 49 abonados; catorce meses después, 486. En el año 1909 se ponen en servicio en Madrid los primeros taxis a motor. Así pues, nuestro protagonista realiza sus estudios sin electricidad, sin red de transporte urbano y sin comunicaciones distintas al correo o al telégrafo, con transporte marítimo a las islas y ferroviario en la península.

### **Finalizada la carrera, es destinado a Girona. ¿Qué sabemos de su etapa profesional y personal allí?**

En el mismo año de finalización de su carrera, 1885, es destinado en septiembre a la JOP (jefatura de obras públicas) de Girona. Desde esta ciudad trabajará en las provincias de Lleida (en comisión) y Girona, mayoritariamente en carreteras. Es, a nivel personal, Girona la ciudad en la que conoce a su futura esposa, Amanda Tornabells y Ametller, con la que en mayo de 1887 contraerá matrimonio en Barcelona. La prensa local gerundense se hace eco de la noticia. De esta unión, resultará la mayor saga balear de ingenieros de caminos: tras Pedro Garau, el segundo ingeniero de la misma será su hijo Pedro Garau y Tornabells (promoción de 1913), al que le seguirá el sobrino del anterior, Carlos Garau Sagristá (promoción de 1960). A éste le sigue, en cuarta generación, Carlos Garau Fullana (promoción de 1991-BCN), fundador del mayor estudio balear de ingeniería civil en la actualidad: Garau Ingenieros.

Sus actuaciones como ingeniero en su etapa catalana incluyen:

En Lleida:

(i) Tramo Seu d'Urgell-Puigcerdà de la carretera Lleida-Puigcerdà.

En Girona:

(ii) Secciones de la carretera de Santa Coloma de Farnés a Sant Joan de les Abadeses.

(iii) Puente metálico de tres tramos sobre el río Fluviá en la carretera de Olot a Sant Esteve d'en Bas.

(iv) Viaducto de siete arcos en Castellfollit (18m de luz en el tramo central, 14m en los laterales y 27,65 de altura máxima), fuera de servicio desde 1940.

### **¿Cuándo regresa a Palma y cuál era el estado de la ciudad y de la isla?**

Pedro Garau llega a Palma en marzo de 1892, tras los desempeños públicos previos mencionados en Girona (1885-1889) i Lleida (en comisión, 1889-1892).

El año 1898, es trasladado a Teruel, siendo su estancia breve al regresar el mismo año

de nuevo a Baleares. Estará integrado en la JOP (Jefatura de Obras Públicas) de Baleares hasta 1906; es decir un total de 14 años.

En este periodo, Pedro Garau, realiza actuaciones en:

(i) Carreteras: tramos de Palma a Sóller, Santa Margalida a Inca, Santa Margarita a Muro, Sant Llorenç des Cardessar a Son Servera, en Mallorca; Maó a Ciutadella en Menorca y Eivissa a Sant Josep en Ibiza.

(ii) Puertos: dragado del Puerto de Andratx y dique de abrigo del puerto de Ibiza. Conservación y mejora de los puertos de Andratx, Sóller, Pollença y Alcúdia en la isla de Mallorca; Eivissa i Sant Antoni en la de Ibiza y Maó, Ciutadella i Fornells en la isla de Menorca.

(iii) Señales marítimas: rehabilitación del faro de l'illa den Pou, en las inmediaciones de Formentera; nueva torre en el Port d'Andratx y faro de Coves Blanques en el Port de Sant Antoni en la isla de Ibiza.

En 1905 solicita autorización para dar comienzo a los estudios previos del proyecto de ferrocarril de Sóller, todavía integrado en la plantilla de la JOP de Baleares.

Todos estos datos son resumen de los que constan en la instancia de solicitud que, de puño y letra, presenta a la superioridad para aspirar a cubrir la plaza de Ingeniero Director de la Junta de Obras del Puerto de Palma, con fecha 23 de enero de 1911.

### **¿Había intereses económicos en derribar las murallas y liberar suelo para que fuera urbanizable?**

En general, necesidades y oportunidades no suelen tener una convivencia armónica. El urbanismo no es una excepción. La satisfacción de necesidades generales de la población puede no generar las mismas oportunidades para todos. Sería ingenuo pensar que, una vez conocido el derribo de las murallas, preconizado por los higienistas de la época, y la localización del futuro ensanche, los individuos e instituciones con recursos se aprovecharan de ello.

### **Tras sus debates con el Ayuntamiento, es destinado a Teruel. ¿Por qué y durante cuánto tiempo? ¿Cuál es su labor en Teruel?**

No hace falta ser muy sagaz para afirmar que como consecuencia del conflicto topográfico municipal que estalla en 1897, nuestro protagonista precisara distancia, tiempo o las dos cosas. Ver reseña adjunta al respecto en la ROP, firmada por el ingeniero adscrito a JOP de Girona, la misma a la que perteneció nuestro protagonista antes de su llegada a Baleares, Rafael Coderch (promoción de 1880, número 451 de la lista general). A este traslado a Teruel también puede haber contribuido las tensiones con su superior Eusebio Estada, quien precisamente había aprobado, por un periodo limitado, la dedicación de

uno de sus ingenieros de jefatura, al encargo municipal del levantamiento topográfico. Tras doce meses de intenso trabajo y gastos, el año de entrega solicita diez meses de prórroga, para la incomodidad de ciudadanos y personas y entidades afectadas.

Además es 1897 el año en el que el concurso del plan de ensanche de Palma es ganado por el ingeniero de caminos ibicenco de treinta y tres años Bernardo Calvet y Girona, con su plano de conjunto "*Felix qui potuit rerum cognoscere causas*". Calvet llegaría en 1906 a ser por un breve periodo alcalde de Palma.

En Teruel Pedro Garau está menos de seis meses. Sin esperar la generación de vacantes, solicita el mismo año de 1898 su regreso a la JOP de Baleares, a cuyo frente se halla el competente Eusebi Estada i Sureda (promoción de 1868, tercer ingeniero de caminos balear y número 339 de la lista general), primero de los originarios de estas islas que consigue llegar a la edad de jubilación.

### OTRAS ACTUACIONES EN BALEARES

En enero de 1906, Pedro Garau solicita ejercer su derecho a convertirse en miembro supernumerario del cuerpo, al objeto de atender el encargo del ferrocarril de Sóller, dejando, por tanto de estar adscrito a la JOP de Baleares.

En 1911 presenta instancia a la superioridad del cuerpo para ocupar la plaza vacante por jubilación de Director de la Junta de Obras del Puerto de Palma Juan Malberti y Rigo (promoción de 1870 y número 339 de la lista general). Este será, hasta su fallecimiento en Palma a los 59 años el martes 29 de abril de 1917, su último desempeño.

En 1913 nuestro protagonista finaliza su estudio para la red de tranvías de Palma con suministro de energía eléctrica. La primera línea es la de Porto Pí a Palma, con bifurcación en las inmediaciones de la Plaça de la Reina.

En 1920, más de tres años después de su fallecimiento el ayuntamiento de Palma activará una contribución menos conocida al conjunto de infraestructuras insulares: su proyecto de abastecimiento de aguas potables a la ciudad de Palma cuya memoria lleva fecha de 3 de mayo de 1915.

### ¿Qué conclusiones podemos extraer de su obra maestra, el Ferrocarril de Sóller?

El ferrocarril de Sóller fue un anhelo de la comunidad más aislada, dinámica, emprendedora y europea de les Illes Balears. La villa aislada de Sóller nunca renunció a sus aspiraciones de protagonismo y contribución al resto de la isla. Pagó un precio importante a través de la emigración que lejos de abocar la villa a la insignificancia o marginalidad, la fortaleció, a través de la ambición colectiva. Pedro Garau recibe un encargo técnico de una iniciativa social y empresarial. Este encargo es muy bien gestionado a nivel de riesgos que, de haberse materializado, hubieran tenido con-

secuencias financieras y sociales devastadoras para todas las partes involucradas. Además, debido a su singularidad, con el tiempo el ferrocarril se ha convertido, sin duda, en uno de nuestros más claros atributos territoriales insulares. Este aspecto, era imposible de prever cuando Pedro Garau acepta el encargo. Otro aspecto a resaltar es el esmero arquitectónico puesto en todas las estaciones del ferrocarril. La de Palma, con rasgos modernistas y la de Sóller muy respetuosa con las formas del edificio en su uso anterior. El ferrocarril fue inaugurado el 16 de abril de 1912, siendo electrificado en el año 1929. Es en la actualidad el único ferrocarril de propiedad privada de España. A su perduración ha contribuido un factor no contemplado en su concepción: la demanda no residente; en otras palabras, el turismo.

### El Ayuntamiento de Palma decidió bautizar la plaza del ensanche en Son Coc con su nombre. ¿Cree que es el lugar más indicado para alguien que defendió el mantenimiento de las murallas? ¿Buscaría un lugar próximo a la casa familiar o a la estación de tren de Sóller, que paradójicamente se encuentra en la calle de Eusebi Estada?

Para mí lo importante es la memoria. Su nombre es hoy referencia para uno de nuestros barrios más dinámicos y también de uno de nuestros mercados más populares. El ferrocarril de Sóller, sin duda, es una de sus realizaciones más icónicas pero su contribución a la sociedad balear excede al proyecto de ferrocarril.

### Por último, ¿cómo valora la aportación de los ICCP baleares nacidos en otros lugares, principalmente en la península ibérica a la resolución de los grandes retos con los que se ha encontrado Balears desde el siglo pasado?

El primer ingeniero de caminos en ser destinado a Baleares fue, en 1846, el madrileño Antonio López y Montalvo (promoción de 1839, primera de la escuela del cuerpo y número 12 de la lista general). Por otro lado, nuestro primer ingeniero balear fue Emilio Pou y Bonet (promoción de 1854 y número 128 de la lista general). Desde mediados del siglo XIX, muchos han sido los ingenieros de toda España que han contribuido a la concepción, estudio, proyecto, construcción y gestión de nuestras infraestructuras. Unos estuvieron aquí solo destinados; otros se quedaron para siempre en nuestras islas.

Sin su labor, no se puede entender nuestra realidad actual en temas tan amplios y relevantes como las infraestructuras de transporte terrestre, marítimo y aéreo; infraestructuras hidráulicas y sanitarias; infraestructuras energéticas, ordenación del territorio o gestión y ordenación del litoral. Por otro lado, al haber sido el incremento poblacional insular realmente espectacular desde entonces, cientos de profesionales de la ingeniería civil seguirán siendo necesarios para la resolución de nuestros retos futuros.

## Biografía

Miguel Payeras Lliteras, nacido en Palma el 17 de agosto de 1958, ingeniero de caminos, canales y puertos por la ETSICCyP (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos) de la UPB (Universidad Politécnica de Barcelona, actual UPC Universitat Politècnica de Catalunya), promoción de 1980, año en el que también me colegié.

Desde 1986 vinculado a la gestión empresarial, bien como directivo, bien como emprendedor. Mi ejercicio profesional ha sido en el sector privado.

He vivido y trabajado en Europa, América y Asia.

### ¿Cuál es el objetivo de su trabajo de investigación?

Crear un repositorio sobre todos los ingenieros de caminos que finalizaron en la escuela especial de ingenieros de caminos, canales y puertos dependiente del ministerio de obras públicas/ministerio de fomento del estado.

La primera promoción de ingenieros es la de 1839. La última la de 1964 (plan 47).

(i) Al celebrarse en 1899 el primer centenario de la creación del cuerpo (inicialmente Inspección General de Caminos y Canales), la Revista de Obras Públicas (decana de la prensa española actual) publicó un número extraordinario en el que tuvo el acierto de incluir una lista con las promociones e integrantes de todos los ingenieros de caminos, desde la primera promoción de la escuela del cuerpo (Cuerpo Nacional de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos), hasta la de 1898.

Desde entonces, para mi sorpresa, la lista jamás se ha publicado. Bien pudiera ser que ninguna institución lo haya considerado relevante.

Elaborar y participar un armazón escalable es precisamente lo que me he propuesto hacer.

(ii) Este objetivo, fácil de enunciar, resulta algo más difícil de ejecutar. Supone una lucha inesperada contra la entropía documental generada por el paso del tiempo, la dejadez de las instituciones y la falta de aprecio por la verificación de fuentes.

(iii) La lista incluye unos 3.600 ingenieros y lleva años estabilizada. Incluye, además de los nombres, lugar y fecha de nacimiento, fecha de ingreso en el cuerpo y fecha y lugar de defunción, en los casos en que ha sido posible conocerlas.

(iv) Por preferencias personales y a consecuencia del fallecimiento prematuro el 16 de junio de 1991, de un joven compañero, Antonio Juan Vidal, no he escatimado tiempo en la recogida de datos de todos aquellos ingenieros que fallecieron dentro de los primeros cinco años de terminar sus estudios. Los que yo denominé “los ingenieros que no pudieron ser”. Ninguno de ellos realizó proyecto o infraestructura de referencia, no tienen placas o calles que lleven sus nombres. Muchos ya no tienen ni lápida. Casi ninguno de ellos pudo fundar una familia. En definitiva, no existieron.

Es este punto el que mayor motivación me ha dado para estructurar no solo su breve existencia sino la del resto de ingenieros.

Señalar, finalmente, que mi trabajo de recolección, asimilación y ordenación de información se inició viviendo en Asia, lejos de bibliotecas y archivos físicos, solo con repositorios digitales. Desde entonces, no he dejado de sorprenderme de los beneficios de la sociedad digital para miembros activos que, desgraciadamente, somos la minoría.

### ¿Y Pedro Garau?

Pedro Garau y Cañellas, en denominación decimonónica, fue el octavo ingeniero de caminos nacido en Les Illes Balears, salido de la escuela del cuerpo.

Fue el número 490 de la lista general acumulada de ingenieros de caminos.

Nuestro protagonista nace en Palma a las dos de la madrugada del jueves 29 de marzo de 1860, reinando Isabel II; se graduó en 1885, año en que fallece Alfonso XII.

Ingresó en el cuerpo el mismo año en que finalizó sus estudios, 1885. Esta circunstancia ya solo se repetiría en una nueva ocasión (Bernardo Calvet); los siguientes estuvieron en expectación de ingreso años; algunos hasta diez.

Falleció en Palma en el año 1919, antes de jubilarse, siendo Ingeniero Director de la Junta de Obras del Puerto de Palma.

## DIÁLOGOS SOBRE PEDRO GARAU Y CAÑELLAS

ICCP Carlos Garau Fullana y ICCP Pedro Portau Salas (bisnieto y tataranieta) y la periodista Iris Luque (Última Hora)

Artículo de Última Hora sobre el legado de Pedro Garau publicado el 17 de junio de 2019 por Iris Luque, con una imagen en la que aparecen Pedro Garau en una pintura, su hijo en una fotografía, y su nieto, bisnieto, y tataranietas con vida.

Iris Luque | PALMA

Pere Garau fue un ingeniero de caminos, canales y puertos que vivió a finales del siglo XIX. Gracias a su actitud visionaria, fue el artífice del trazado del ferrocarril y el tranvía de Sóller. También realizó un proyecto para remodelar el puerto de Palma y otro de ensanche de Ciutat que conservaba las murallas, aunque finalmente se quedó sobre el papel.

Este año se cumplen 100 años de la muerte del emblemático ingeniero, que tras su muerte dejó una herencia arquitectónica inmensa. Pero su legado va más allá de lo material y es que algunos de sus descendientes han seguido el camino de su antepasado y también se dedican a la ingeniería de caminos. Es el caso de Carlos Garau, bisnieto del personaje, y Pedro Pourtau, tataranieta. Cabe destacar que otros familiares han optado por un camino más creativo aunque no muy alejado del de su antepasado: la arquitectura.

### Carino

Carlos Garau explica: «Mi padre era ingeniero de caminos y un hermano suyo era arquitecto, como mi abuelo, que también tenía un hermano ingeniero». En cuanto a los cambios entre la ingeniería de ahora y la de hace un siglo, el bisnieto de Garau asegura que «los proyectos ahora son más complicados en cuanto a la tramitación y



**Cinco generaciones.** En la imagen, cinco generaciones: Pere Garau en el retrato; su hijo, en la foto sobre la mesa; y su nieto, de rojo, sentado en el sofá. Los tres son ingenieros. A su lado, Carlos Garau, bisnieto e ingeniero también, y sus hijas María y Cristina, ésta última arquitecta. Foto: C.F.

## El legado de Pere Garau

► Descendientes del ideólogo del Ferrocarril de Sóller hablan sobre los cambios que ha experimentado la **ingeniería de caminos** en un siglo

documentación exigida, pero en la esencia del proyecto creo que se ha perdido cariño».

Pourtau, por su parte, apunta que «en aquella época se hacían menos obras de gran calibre, pero

se aseguraba que durasen mucho, se cuidaban mucho las fases. No podían permitirse que no durase. Hoy en día, los plazos que manejamos para el planeamiento no permiten recrearse y los de tramitación se alargan». El tataranieta lo justifica argumentando que «hace un siglo la legislación no era tan rígida, la perfección recaía casi en exclusiva sobre la conciencia del profesional».

Garau explica que el

protagonismo del ingeniero de caminos se ha diluido. «Así como en la mayoría de obras se reconoce al arquitecto, no pasa lo mismo con el ingeniero».

En cuanto a las obras cumbre de Pedro Garau preferidas, los descendientes lo tienen claro: el Ferrocarril de Sóller y el proyecto de ampliación de la ciudad, que no se llevó a cabo. Y si tienen que escoger de entre las suyas, prefieren «una obra a la que le puedas dedicar un poco de cariño, que no una obra más grande y mediatizada». Así, la estación de buses del Port de Pollença está entre sus favoritas.

Pedro Pourtau, Alejandro Asensi (secretario del Colegio de Ingenieros) y Carlos Garau. Fotos: T. AYUGA



Portada del proyecto original del Ferrocarril de Sóller.



## DIÁLOGOS SOBRE PEDRO GARAU Y CAÑELLAS

ICCP Carlos Garau Fullana y ICCP Pedro Portau Salas (bisnieto y tataranieto) y la periodista Lourdes Durán (Diario de Mallorca)

Artículo publicado por Diario de Mallorca sobre Pedro Garau el 1 de diciembre de 2019, elaborado por Lourdes Durán. En la imagen principal aparece un retrato de Pedro Garau, y su bisnieto, Carlos Garau, y su tataranieto, Pedro Portau, con vida, además de la memoria del Ferrocarril de Palma a Sóller.

16 | DOMINGO, 1 DE DICIEMBRE DE 2019

DIARIO DE PALMA

Diario de Mallorca  
COLEGIO ELECTRÓNICO  
palma@diariodemallorca.es

Algunas de sus obras han pasado desapercibidas. Ahora el Colegio de Ingenieros quiere recordar a quien da nombre a un barrio de Palma y a uno de los artífices de trabajos fundamentales para el desarrollo de Mallorca, como el trazado del tren que acabaría con el aislamiento de Sóller. Garau se opuso al derribo de las murallas pero ganó Estada. "Hoy no se lo habrían permitido", expresa su bisnieto, Carlos Garau, también ingeniero

# Pere Garau, el ingeniero discreto

► Los descendientes del creador del Ferrocarril de Sóller hablan de él y de su obra a raíz del centenario de su muerte en 1919

**LOURDES DURÁN PALMA**  
■ "Algunas de las cosas que Pere Garau hizo no se conocen como sus trabajos para el abastecimiento de agua de Palma. Es normal que las obras de ingeniería sean desconocidas. Están hechas para funcionar más que para lucir. Se le dan presencia cuando dejan de funcionar. Pero este perfil discreto de mi bisabuelo ya me gusta", expresa Carlos Garau, que ha seguido como otros familiares el oficio del ahora sí homenajeado Pere Garau, responsable entre otras obras del ferrocarril de Sóller.

En el cumplimiento este 2019 del centenario de la muerte del ingeniero nacido en Palma en 1885, el colegio de Ingenieros prepara un monográfico que repasa la trayectoria de Pere Garau Cañellas.

En el despacho de los Garau, se oye el silencio de la concentración. El tataranieto Pedro Portau contempla algunos de los dibujos de la estación del tren de Sóller que evidencian la formación humanista de su tatarabuelo que en estos tiempos se ha perdido en los oficios. Él también es ingeniero.

Concuerda con Carlos Garau que "hoy se le habría hecho caso a él y no a los partidarios de derribar las murallas", una acción "encuadrada en la corriente higienista del momento pero que podría haber ampliado sin demoler. Como eran murallas renacentistas, no se les dieron valor", apunta.

Pere Garau fue director del puerto de Palma entre 1912 y 1917. Su proyecto de una calzada ganada al mar desde la desembocadura de sa Riera, pese a no haberse llevado a cabo, fue el predecesor del Paseo Marítimo. También desde su cargo en el puerto, Garau se responsabilizó de proyectos de ensanche del Moll Vell, alumbrado del puerto y zonas de servicio, entre otras mejoras.

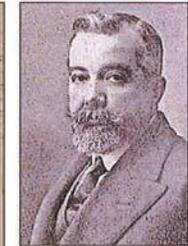
Sus descendientes no saben qué pensaría hoy del puerto. "En su tiempo no se planteaba el impacto ambiental porque era mínimo; de ser así ni se habría admitido el tren de Sóller", indica Carlos Garau.

Ambos opinan que "es razonable ampliarlo y la población demanda mercancías y conectividad con la península".

La familia está orgullosa de que el Colegio prepare este libro homenaje al ingeniero "discreto". Ellos han aportado material, aunque algunos de sus dibujos han sido alimento de los pescadillos de plata y al intentar cogerlos se han



Pedro Portau y Carlos Garau, tataranieto y bisnieto de Pere Garau siguen el oficio de Ingenieros. GUILLEM BOSCH



Pere Garau Cañellas.

"Las obras de ingeniería no se conocen tanto. Están hechas para funcionar más que para lucir", Carlos Garau



Dibujo del Ingeniero Pere Garau de la fachada de la estación de Sóller y la estación. ARCHIVO FAMILIAR/ROQUE MASSUT



desvanecido como copos de nieve.

Si alguna obra le da notoriedad, no buscada, al Ingeniero Garau Cañellas es la del tren de Sóller. Miquel Àngel Llauger cuenta la historia de cómo se alzó la idea de

Garau frente a las más peregrinas de Pere Alcántara Penya, concluida en abril de 1912.

En el anecdotario se cuenta cómo en la inauguración extraordinaria del ferrocarril, no contaban con las locomotoras y coches así

que en su lugar se recurrió a María Luisa, el 'patito feo' de las locomotoras, a la que le engancharon un coche que presidió los Ferrocarriles de Mallorca. A bordo, los ingenieros Pere Garau, Eusebio Estada y el presidente Antonio Maura. To-

dos llegaron sanos y salvos a Sóller.

Poco más de cien años después, su bisnieto Carlos Garau remata: "Supo unir la ingeniería con la estética. Se ve en las estaciones. No son solo funcionales", sonríe.

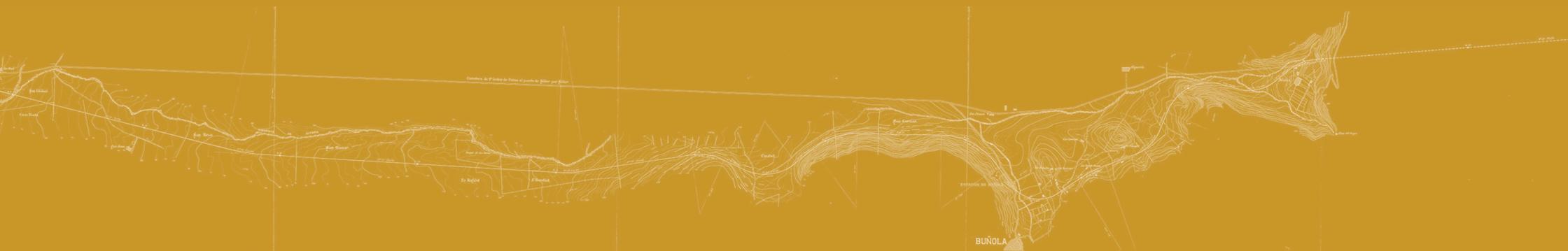
### Garaizabal podría esculpir una obra para el Eje de Nuredunna

► A Juan Garaizabal se le conoce como "escultor de la memoria". El colegio de Ingenieros de Palma ha pensado en él para una intervención que reproduciría el esqueleto de la iglesia de San Antonio de Padua que fue deruida junto a las murallas, en oposición a la postura de Pere Garau que siempre quiso mantenerlas. La propuesta de colocarla en el futuro Eje Nuredunna está sobre la mesa de Trujols. LOURDES DURÁN PALMA



Obra de Garaizabal y la derecha, la iglesia de san Antonio de Padua deruida.

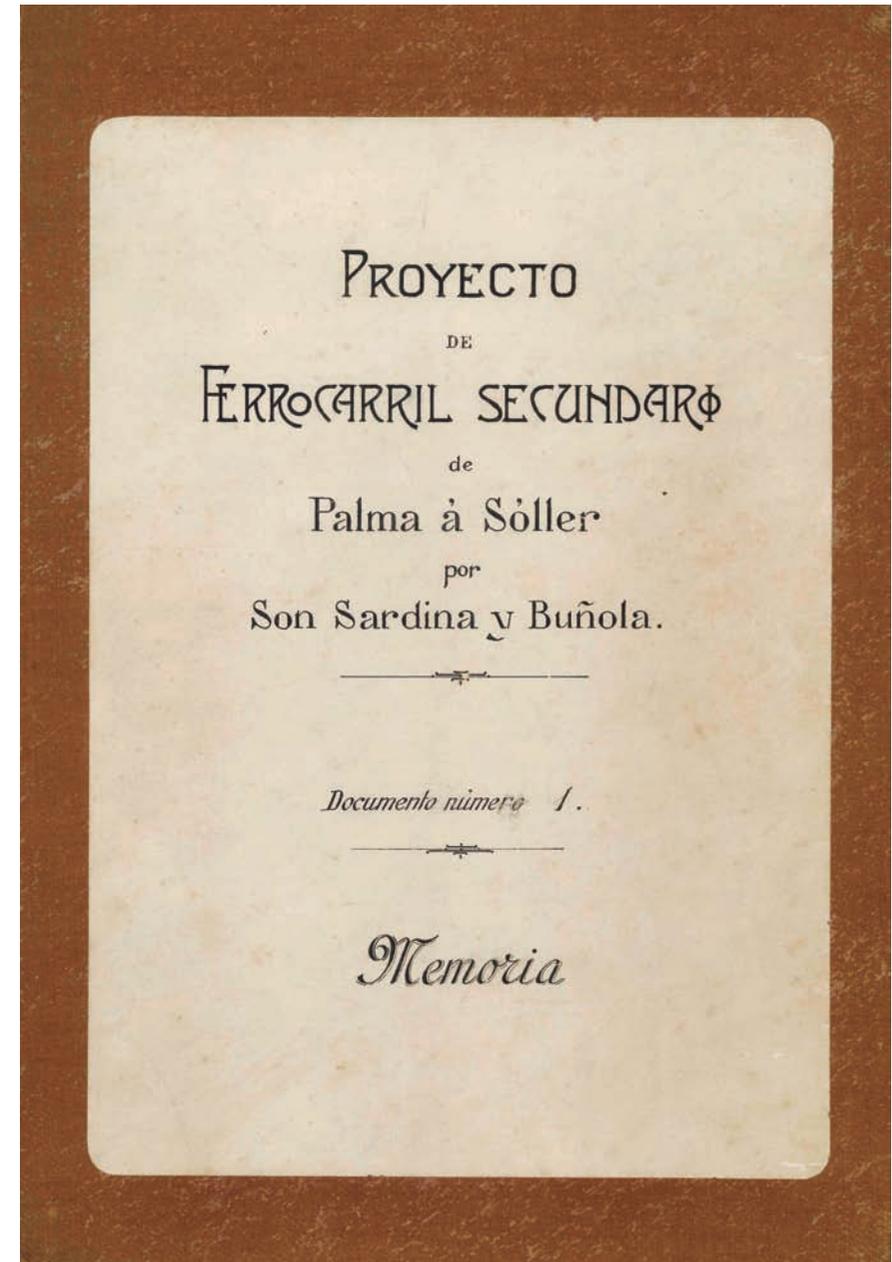




# PROYECTO DE FERROCARRIL SECUNDARIO DE PALMA A SÓLLER POR SON SARDINA Y BUÑOLA

Ingeniero D. Pedro Garau





## Memoria Descriptiva

### Capítulo 1º

#### Objeto e importancia de la obra

La idea de unir por medio de una línea férrea la Ciudad Sóller con la capital de la isla no es de ahora: surgió poco después de abrirse al público la de Palma a Júcar y ha sido acariciada desde entonces por cuantos en aquel fértil y hermoso valle y en aquella industriosa Ciudad aman el progreso y aprecian en su justo valor las ventajas de una vía perfeccionada que acorta las distancias, proporciona comodidad al viajero y como consecuencia, aumenta y estrecha las relaciones de toda clase entre pueblos y comarcas separados por obstáculos naturales que entorpecen y hacen fatigosa la comunicación. No hay que decir cuán lenta y molesta es la de Sóller con Palma, no obstante estar unidas ambas Ciudades por dos carreteras bien conservadas, lo mismo si se hace el viaje por el Coll coronado de la Sierra de Alfabia que si faldeando la Cordillera principal de la isla, se salva la divisoria por el amplio collado de Valldemosa: los numerosos zig-zags de la primera y los fuertes y continuados pendientes y contrapendientes de la segunda aumentan la duración del viaje y lo hacen costoso. No obstante esto, el pueblo de Sóller es el que más viaja de la isla y son una buena

prueba de ello el número de diligencias que hacen el servicio ordinario y los muchos vehículos particulares y de alquiler que continuamente se encuentran por aquellas carreteras.

Siendo esto un hecho evidente se comprenderá si los deseos de poseer una vía férrea para comunicarse con Palma y con el centro de la isla han ido germinando y tomando cuerpo entre todos los buenos Sollerenses y si estos anhelos se habrán manifestado en repetidas ocasiones cuando por uno u otro motivo ha resurgido con más fuerza la idea; y se adivinará, además, cuando dispuestos estaban aquellos a secundar toda iniciativa seria poniendo de su parte el elemento preciso, el único que se necesita para que ella fructifique: el capital.

Desgraciadamente para Sóller los tanteos hechos para establecer las bases de una línea férrea que la enlazara con Palma no dieron por resultado un trabajo de condiciones capaces a inspirar confianza, ni mucho menos entusiasmos, ya por llevar consigo trazados costosísimos y de una técnica dudosa, ya por obligar a grandes recorridos que si hacían el viaje más cómodo no lo acortaban en la medida que tienen derecho a desear. Y, sobre todo, porque unas y otras soluciones exigían la inversión de un capital fuera de relación con el entusiasmo y los recursos de Sóller no obstante ser estos mayores de lo que era lógico suponer, como brillantemente y con sorpresa de no pocos han demostrado después.

De todos los tanteos y estudios preliminares, uno tan solo fue seguido de estudio definitivo y tomó forma práctica con el Proyecto de ferrocarril económico de Palma a Sóller redactado por D. Salvador Medir en Mayo de 1893, cuya concesión solicitaba D. Jerónimo Estades. En dicho proyec-

to se fija el origen de la línea junto al camino de Ronda en la proximidad de la carretera de Sóller; pasa la traza por Son Sardina y Establiments, se remonta por el valle de Esporlas hasta los alrededores de la Granja; cruza la Cordillera por el punto llamado La Mola, donde alcanza la cota 337 sobre el nivel del mar, por medio de un túnel de 1310 metros y una vez en la vertiente N. faldeando las laderas y estribaciones secundarias de la cordillera desciende a Sóller y continúa hasta su puerto con un recorrido total de 47710.47 metros. Se establecen varias estaciones intermedias para servir directamente a Son Sardina, Establiments, Esporlas, Valldemosa y Deyá e indirectamente o sea a distancia Puigpunent, Beniola y Estallichos.

La cota 337 del centro del túnel principal se alcanza en una y otra vertiente por medio de continuadas rampas de fuerte inclinación muchas de ellas ligeramente inferiores a 30 milésimas, límite superior que se había propuesto admitir el autor del proyecto. Lo escabroso del terreno exigió también el empleo de numerosas curvas, abundando las de 125 metros de radio que es el mínimo adoptado en toda la línea.

El proyecto, que está cuidadosamente estudiado hasta en los detalles y redactado con verdadero lujo, fue presentado a la Superioridad para los trámites legales que establecía la ley de ferrocarriles entonces en vigor, ignorando nosotros las causas que impidieron llegar a la concesión.

Lo elevado del capital cuyo desembolso exigía la realización de la línea proyectada (5248000.00 pesetas), el largo recorrido que había de seguir la locomotora para penetrar

hasta el fondo del valle de Sóller, lo escabroso de aquellas laderas faldeadas a gran altura sobre el nivel del mar, sus fuertes pendientes y sus numerosas y curvas laderas fueron parte a amortiguar los entusiasmos que por el deseado ferrocarril se sentía en la comarca de Sóller, que es sin disputa la más rica de las que habían de ser beneficiadas por la línea proyectada, la que había de proporcionarles los mayores rendimientos y la única capaz de afrontar buena parte del capital necesario; y, como consecuencia de todo, vino un período de calma durante el cual fueron pocos los que conservando viva su fe y entusiasmo persistían en la creencia de ser posible económicamente establecer una línea férrea entre Palma y Sóller.

Contribuyo indudablemente a este estado de la opinión la creencia general de que cualquier línea que se intentara atravesando la sierra inmediata bien fuera por el collado de L'Obre bien se procurará por el Coll de Sóller había de resultar punto menos que inrealizable técnicamente y con toda evidencia imposible bajo el punto de vista económico por las excesivas longitudes de los túneles a los que señalaban de 5 y 4 kilómetros, aun colocando las bocas de la vertiente de Sóller a 500 y 400 metros en números redondos sobre el nivel del mar. Esto exigía recorridos de 34 ó 25 kilómetros desde Sóller hasta la salida a la vertiente opuesta, todos ellos faldeando rápidas laderas, salvando profundos barrancos. En suma fracasos mirados de dificultades peligrosas y de un coste fuera de todo límite admisible.

Se practicaron por aquellas laderas y collados los reconocimientos y tanteos descritos unos en la Memoria de aquel proyecto y explicados con detalle otros por quien conoce los trabajos de otros facultativos, reconocimientos y tanteos que motivaron aque-

lla creencia errónea? Cínicamente declaramos que no es posible creer en la existencia de tales trabajos, debiendo atribuirse al origen de aquellos datos a noticias adquiridas en la localidad al consultar respecto a altitudes y distancias gentes poco conocedoras de ella y desprovistas de todo conocimiento técnico. Lo cierto es que aquella creencia existía y que por efecto de ella la idea del ferrocarril estuvo en Sóller como aletargada durante algunos años hasta que la hizo reavivar y acrecer la publicación de la ley de ferrocarriles secundarios de Ceilís de 1904.

Se multiplicaron entonces las reuniones, se hizo propaganda por los pueblos antes citados, se pusieron al frente del movimiento la corporación Municipal y personas de reconocida influencia política y social, se encaunaron las corrientes de entusiasmo, fomo forma práctica la idea con la intervención del Ingeniero que suscribe que propuso una nueva solución y unificados los deseos y concentrados a favor de ella los entusiasmos, se constituyó la Sociedad "Ferrocarril Palma-Sóller" con capital de 3.500.000. 00 pesetas cuyas acciones de 500 pesetas se cubrieron en poco tiempo. De las 7000 acciones 577 fueron suscritas en Palma, 143 en Buñola, 167 en Son Sant Joan, 99 en varios pueblos de la isla y el resto o sean 6014 acciones en Sóller.

¿Tendrá precedentes el caso de un pueblo de poco mas de 8000 habitantes que para mejorar su comunicación con la capital de la provincia ayrounta un capital de 3.000.000 de pesetas? Creemos que no, lo consideramos un caso insólito y tal manifestación de fe y entusiasmo por su ferrocarril demuestra mejor que pudiera hacerlo una relación de hechos, de datos estadísticos la grandísima importancia que para Só-

ller tiene el ferrocarril que lo una directamente a Palma.

El objeto de la obra proyectada y que motiva este escrito es pues unir Palma a Sóller por medio de una vía férrea la más corta posible dentro de las limitaciones que las pendientes máximas y los radios mínimos prefijados imponen y sin salirse del presupuesto que al constituirse la Sociedad se señaló.

Además de las ciudades enlazadas saldrá muy beneficiado con la ejecución de la línea cuya concesión se solicita el pueblo de Buñola. Tiene este 2303 habitantes y está situado a unos 15 kilómetros de la capital al pie de la sierra de Illabí y a 230 metros sobre el nivel del mar. Es pueblo rico por su suelo, por sus yacimientos o depósitos de minerales, posee varias fábricas de cemento y mantiene un tráfico considerable con la capital.

Constituirá una magnífica estación veraniega y un centro de excursiones importantísimo que sin género alguno de dudas han de proporcionar numeroso pasaje al nuevo ferrocarril.

La topografía del terreno en la zona por donde tenía que desarrollarse la traza ha permitido, también sin rodeos ni aumento sensible en el presupuesto, proyectar una modesta estación en la proximidad del caserío de Son Sardina situado a cinco kilómetros de Palma. El número de pasajeros que anualmente transportan los vehículos empleados hoy en el servicio público asciende según estadísticas a 25000 y es muy considerable además el número de coches particulares que con igual objeto circula por aquel tramo de cametera; pero del total del pasaje es lógico creer que una pequeña parte efectuará el viaje en el ferrocarril, pues su corto recorrido entre dicho caserío y Palma hace poco sensibles las ventajas de las modernas líneas.

Con lo expuesto creemos que la Superioridad podrá for-

marse cuenta exacta del objeto y de la utilidad e importancia del ferrocarril cuyo estudio motiva estas líneas y cuya concesión se solicita, debiendo añadir, para hacernos eco de la pública opinión que la línea proyectada tendrá otra ventaja susceptible de agrandarse con el tiempo y en la medida que no es fácil por ahora señalar, si se llega a establecer una línea de vapores rápidos entre los puertos de Sóller y Barcelona. Separados estos puertos por un canal de 46 millas su travesía podría efectuarse en poco más de seis horas con vapores de los considerados hoy como de mediano andar; y si éstos tenían combinados sus llegadas y salidas con un tren especial, es indudable que el viaje entre Palma y Barcelona podría realizarse cómodamente en menos de ocho horas.

La gallarda prueba de amor al país, de desprendimiento y de entusiasmo por el progreso que ha dado Sóller al cubrir rápidamente la suscripción de las 7000 acciones de su ferrocarril ¿tendrá su segunda parte el día que tras un estudio serio y formal de problema le inviten a interesar un capital mucho más reducido para la adquisición de un vapor rápido de tonelaje y de condiciones adecuadas a las de su puerto? Concedores de las fuerzas vitales del país, de los recursos con que cuenta, y de la juventud, celo y desinterés con que se administran y dirigen las diversas sociedades navieras, industriales y de crédito en Sóller establecidas, no dudamos nosotros que el caso llegará más o menos tarde y que entonces se repetirá con igual espontaneidad el hermoso espectáculo que Sóller dio hace pocos meses con admiración de toda la isla.

## Capítulo II

### Trazados que podrían intentarse

Dada la situación de las dos ciudades a enlazar, Palma en la parte Sur de la isla en el fondo de la bahía del mismo nombre y Sóller en la vertiente Norte de la cordillera que le separa del resto de Mallorca, dentro de un amplio y férax valle que tan sólo con el mar tiene fácil comunicación, el trazado de toda línea férrea que se intente tiene que cruzar aquellas altas montañas por uno de los puntos bajos que ofrecen, explotando para su desarrollo los valles secundarios que desde él y por una y otra vertiente se originan.

La cordillera se extiende desde Cabo Tormentor hasta la Dragenera con variada amplitud de base y numerosos valles secundarios que conducen a otros tantos desfiladeros o colls; pero la zona objeto de estudio queda notablemente limitada por la orografía de aquellas montañas que obliga a trazados costosos al querer se alejar de la línea recta que une a Sóller con Palma en busca de un punto bajo de la divisoria o de laderas próximas y de fuerte inclinación que permita perforar el macizo con un túnel de corta longitud.

Otra circunstancia que dificulta el estudio de la línea y limita al mismo tiempo la zona que está ha de abarcar, es el gran desnivel entre el pie de la cordillera en la vertiente Sur y la altitud media de la ciudad de Sóller. Puede considerarse esta como de 35 metros sobre el nivel del mar y la falda aquella se une al llano a alturas superiores a 500 metros.

El mejor punto para cruce de la cordillera será pues aquel que permita iniciar el túnel a nivel más bajo con lon-

gitud económicamente admisible para esta obra, y que unida a estas circunstancias concurra la de proporcionar un descenso fácil a Sóller con la pendiente máxima previamente fijada y un coste moderado.

Son tan considerables las altitudes de la cordillera en la parte que circunda al valle de Sóller, tan imponentes los acantilados de sus laderas, tan profundos sus barrancos, y presenta en suma tal cúmulo de dificultades cualquier solución que se intente distinta de la por nosotros propuesta en el primer reconocimiento, y es por el contrario tan superior esta a cuantas se han tanteado y creemos posible tantear que estamos seguros daría con ella y por ella se decidiría todo facultativo que en serio estudiara el problema. Por esto hemos dicho en el 1.<sup>o</sup> Capítulo que no era posible creer en los reconocimientos y estudios previos que se describen en la Memoria del proyecto estudiado en 1893 ni en los que según cuentan en la localidad practicó años antes otro facultativo pues de haberse realizado entonces aquellos trabajos el ferrocarril de Sóller sería ya cosa anticuada y el ingeniero que suscribe no habría tenido la satisfacción de dar con la solución práctica del problema después de los breves operaciones de camino practicadas en Noviembre de 1904. Entonces tras un detallado reconocimiento de la Sierra de Mabilia, sacamos el convencimiento de que en toda la extensión de la cordillera que por las circunstancias expuestas anteriormente era dado tantear, no se encontraba otro punto de más ventajosas condiciones para emplazar la boca Sur del túnel que frente a Mabilia internándose todo lo posible dentro del barranco que en aquella vertiente corresponde a la depresión de la divisoria consi-

da por el Coll de Sóller, por donde cruza la carretera del Estado. Siendo esta depresión la de menor cota en muchos kilómetros de divisoria y correspondiendo a ella, (como no podía menos de suceder por las leyes geométricas a que obedecen las formaciones orográficas) dos profundos valles secundarios propiamente normales al principal, era lógico buscar en la dirección de ellos la que había de proporcionar una perforación de la sierra con menor longitud de túnel que en cualquier otra, para una altitud determinada de sus bocas. Así resultó, en efecto, y el trabajo taquímetrico que practicamos nos dio para una altitud de 250 metros en la boca S. y unos 235 en la N. un túnel de 2500 metros en números redondos, muy inferior al que hallamos en otros cruces que intentamos uno de ellos en la dirección más conveniente para enlazar en Sta. Maria con el ferrocarril central de Mallorca.

Desde Palma, cualquiera fuese el origen de la línea era fácil llegar a la boca S. del túnel emplazada frente a la casa del predio Mabilia, con un trazado relativamente económico que permitiera servir a cortísima distancia el pueblo de Buñola; pero desde la boca N. situada como se ha dicho a unos 235 metros sobre el nivel del mar ¿cómo bajar a Sóller cuyas primeras casas, las más altas, están emplazadas entre 60 y 65 metros encima de igual nivel siendo menor de tres kilómetros la distancia que los separa? ¿cómo descender aquellos 170 metros con la pendiente máxima de 20 milésimas que nos habíamos fijado teniendo la ladera izquierda del torrente que a Sóller conduce un desarrollo de 2000 metros escasos? Un reconocimiento de esta misma ladera aguas abajo de Sóller por Mowreals y Son Angelats nos hizo conocer la

posibilidad de trazar en ella un amplio zig-zag con radios no inferiores al límite de 150 metros que también nos habíamos fijado, zig-zag que permitiría emplazar la estación de Sóller en los alrededores del Convento junto a la Carretera de Palma en la parte más elevada del casco de población.

Tomamos ya las líneas generales de un trazado que juzgábamos superior a cuantos hasta entonces se habían propuesto según el cual se desarrollaba la línea siempre por la izquierda de la Carretera de Palma a Sóller desde su origen en la proximidad de Can Mianos hasta cerca de kilómetro 14 de la misma carretera que allí cruzaba para aproximarse a Buñola e ir ganando lentamente por medio de un rodeo el nivel de 245 a 250 metros que alcanza el terreno frente a Alfabia, con un recorrido total de 16.50 kilómetros; se cruzaba la sierra con un túnel de 2600 metros y una vez en la ladera que se descendía a Sóller con un recorrido de unos ocho kilómetros de los cuales cinco formaban un zig-zag por las laderas Moureals y Son Angelats.

La longitud de la línea resultaba ser de 27.00 kilómetros, las pendientes máximas de 20 m. en. y de 150 metros los radios mínimos de las curvas, y al dar cuenta al Ayuntamiento de Sóller del resultado de nuestro trabajo nos declarábamos partidarios decididos de la traza descrita a la que señalábamos un presupuesto aproximado de 3.150.000 pesetas.

Cuando después de constituida la Sociedad Ferrocarril Palma-Sóller recibimos el encargo de proceder al estudio definitivo de la línea conforme a las bases establecidas en el anteproyecto, se practicaron nuevos y más detallados reconocimientos y tanteos y estos trabajos nos confirmaron en

nuestra primera opinión, hasta el punto de no considerar posible introducir más variación que la impuesta por el cambio de origen o emplazamiento de la Estación de Palma. Salvo esta modificación que afecta tan solo a la parte fácil del trazado o sea desde el origen hasta que se inicie la subida hacia Buñola y tiene por principal objeto evitar cruces de la Carretera de Sóller y de varios torrentes afluentes al principal de la cuenca, todo el resto del trazado propuesto en el estudio que nos ocupa se desarrolla por las zonas previamente elegidas y termina en la proximidad del Convento junto a la Carretera de Palma a la altura de las primeras casas de Sóller.

Tenemos con este dos trazados bien definidos que pueden ser objeto de un estudio comparativo y aunque la Sociedad "Ferrocarril Palma a Sóller" se constituyó para la construcción de la línea directa que cruza la sierra por Alfabia y no otra de las que pudieran proponerse por estar convencidos de que es la única que satisface cumplidamente las necesidades de Sóller con la inversión de un capital que producirá buen interés, nos creemos sin embargo en el caso de ocuparnos de las varias trazas posibles para poner en evidencia ante la Superioridad las ventajas de la por nosotros propuesta y aceptada en principio por la comisión organizadora y por la Sociedad que legalmente se constituyó después.

Los trazados que pueden estudiarse claro está que son muchos, como muchos y muy variadas son las condiciones técnicas que los regulan; pero para nuestro caso bastará considerar tres soluciones: la del proyecto redactado en

1873 cuya característica es rebuir el cruce de la cordillera por la parte que circunda el valle de Sóller por la evocada creencia de que epiginia ese cruce un túnel de longitud desmedida cuyo presupuesto haría la obra irrealizable, aun colocando las bocas a altitudes difíciles de alcanzar. De ahí el gran rodeo que se da a la traza para salvar la divisoria a 387 metros sobre el mar con un túnel corto, las exageradas pendientes a que esto obliga, las numerosas curvas y contracurvas y túneles y costosas obras de fábrica que lo escarpe de las laderas exige.

La segunda solución es la por nosotros propuesta cuya principal condición es la de proporcionar la línea más corta entre Palma y Sóller para una determinada pendiente. Cruza la divisoria por medio de un túnel de gran longitud (la máxima que corresponde al punto escogido para el cruce dentro de la lógica y de las buenas reglas de construcción) y con un amplio zig-zag, cuya revuelta se da con un radio de 185, y pendiente constante de 22 milésimas descendiendo a la Estación de Sóller que se proyecta construir en la proximidad del convento.

Una tercera traza podría intentarse salvando la divisoria por el collado de h' O're con un túnel que quizá no fuera de mayor longitud del proyectado para cruzar la sierra de Altabia, y una vez en la vertiente de Palma entrar con la línea de Oenca en una de las Estaciones intermedias. Pero esta solución que reuniría, muy acrecentadas, todas las dificultades de la segunda, epiginia colocar muy elevada la boca N. de su túnel para poder alcanzar en la salida la altura del valle de Orient. Aun forzando las pendientes hasta 30 milésimas tendría esta tercera traza un desarrollo excesivo, no inferior a 50 kilómetros si el

embace con la línea férrea actual se hiciera en Sta. Maria, muy costoso y sin mas tráfico que procedente de Sóller, pues poco ó nada habría que esperar de la insignificante aldea de Orient.

No es directa la traza resultante de esta solución, ni económica; no evita con su rodeo un túnel caro ni acrecienta su tráfico con el exceso de recorrido. Es pues y a todas luces inferior a los dos anteriores y prescindiremos de ella para la comparación que nos proponiamos.

Pero ¿es posible establecer una verdadera comparación entre los otros dos proyectos cuyas condiciones técnicas son tan distintas como distintas son las necesidades que uno y otro vienen a satisfacer? ¿Es necesaria además esta comparación para hacer resaltar las ventajas de la línea directa por lo que a la comunicación de Sóller con Palma se refiere?

En nuestro concepto una sencilla relación de las condiciones técnicas y económicas de ambas líneas, no olvidando que es Sóller la que va a construir el ferrocarril con el objetivo principal de acortar notablemente la duración del viaje, será suficiente para hacer resaltar la superioridad de la línea que hemos proyectado.

Las características de uno y otro trazado aparecen en el siguiente cuadro:

Condiciones técnicas y económicas	Tronado por Sonard y Valldemón	Tronado directo por el Coll de Sóller
Longitud de la línea	13.500 m <sup>s</sup>	26.650 m <sup>s</sup>
Pendientes máximas	30 m. m.	22 m. m.
Radio mínimos	125 m <sup>s</sup>	200 m <sup>s</sup> y uno solo de 185 m <sup>s</sup>
Altura sobre el mar al cruzar la divisoria	387 m <sup>s</sup>	340 m <sup>s</sup>
Duración del viaje y análogos gastos de explotación	dos horas y media	dos horas de una hora
Importe de los respectivos presupuestos	5.000.000	3.155.776,00

¿Es necesario aducir nuevos datos para hacer más evidentes las ventajas del ferrocarril directo? Creemos que no y abrigamos la esperanza de haber demostrado que si Sóller ha de ponerse en íntima relación con la Capital de la isla con una vía férrea práctica y de resultados positivos no puede ser sino con una línea corta y de moderada pendiente que pueda ser recorrida en una hora o poco más; un ferrocarril de estas condiciones absorberá todo el tráfico, así de viajeros como de mercancías sin necesidad de recurrir a tarifas reducidas y escasamente remuneradoras.

### Capítulo III

#### Descripción del trazado elegido

La fácil comunicación y enlace con las vías de la Compañía de ferrocarriles de Mallorca y la comodidad del viajero nos aconsejaron emplazar la nueva estación cerca del casco antiguo de la Ciudad y junto a las instalaciones de aquella en solares que al efecto se han adquirido ya. La salida del recinto destinado a futuro ensanche de Palma se hará siguiendo el eje de una proyectada calle de 20 metros en la forma que lo hace la línea construida. Para cuando la expresada calle esté urbanizada la Compañía del Ferrocarril de Sóller se compromete a cercar su vía, ocupando la anchura de 4.00 metros en la forma que acuerde el Ayuntamiento de Palma para las vías férreas que estén en iguales condiciones.

Una vez fuera de la zona que ha de ser ensanche de esta Ciudad las condiciones del terreno hasta Son Sardina permitirán salvar con una alineación recta todo aquel espacio; pero las numerosas casas esparcidas en aquel trayecto, especialmente

te en la proximidad del emplazamiento escogido para la Estación de aquel suburbio nos han hecho quebrar dicha alineación para hacer el menor daño posible a las varias pequeñas fincas que es preciso atravesar. El trazado, sin embargo se separa muy poco de la línea recta como puede verse en el plano.

El caserío de Son Sardina lo constituyen una multitud de casas de las cuales un corto número están agrupadas formando calles más o menos delimitadas. De ellas hay tres que siguen paralelamente una dirección normal a la carretera de Palma a Sóller con marcada tendencia a urbanizarse. Frente al grupo de estas tres calles, al otro lado de la Carretera y en comunicación directa con ella se ha proyectado la que ha de ser Estación de Son Sardina.

Sabiendo de esta sigue la traza en línea recta hasta el enlace con la alineación que cruza el torrente Gros o de Esporlas aguas abajo del punto de confluencia con el de Buñola cuya margen izquierda sigue la línea proyectada por medio de dos alineaciones rectas de considerable longitud al final de las cuales se inicia ya la subida rápida hacia la estación de Buñola. Llegada la traza a aquellas laderas por medio de varias alineaciones rectas y curvas.

Emplazado aquel pueblo en la margen izquierda del torrente en un punto estrecho del valle donde no es posible llevar la traza sino con radios muy reducidos, hemos situado su Estación a unos 350 metros de las primeras casas, en terrenos de Son Garcías y en comunicación directa y fácil con el camino vecinal de excelentes condiciones que desde la Carretera de Palma a Sóller conduce a Buñola y se prolonga siguiendo el curso del torrente hacia Orient. Saliendo de

Buñola continúa la traza pegada siempre y en la medida posible a las inflexiones del terreno hasta cruzar la carretera de Palma a Sóller en la proximidad de Mabilia donde la trinchera que conduce a la boca S. del túnel permite ya un paso superior.

La divisoria se salva con una alineación recta de 3019.12 metros de longitud, de los cuales 2816.00 son en túnel, enlazada a las contiguas por medio de curvas de 300 y 700 metros de radio y ya en la vertiente que resta, el trazado que es todo el descendente y con inclinación uniforme se pliega cuanto permiten los límites que nos hemos impuesto para las longitudes de las rectas que unen curvas y contracurvas y los radios de estas, a la forma de las laderas; da la vuelta del zig-zag con un radio de 185 metros que es el menor y único de toda la línea y desarrollándose de nuevo y en igual forma por las mismas laderas llega al sitio previamente escogido para emplazar la estación de término, junto a la Carretera varias veces citada, a la entrada de Sóller.

En las bases propuestas en el anteproyecto a las cuales había de sujetarse el estudio definitivo de la traza, se establecía que los radios mínimos fueran de 150 metros y de 20 milésimas las mayores pendientes del perfil, cuyos límites, si bien constituyen otros tantos obstáculos, habían de dar por resultado al aplicarse un trazado de excelentes condiciones técnicas, tratándose, como se trata, de un ferrocarril de los llamados secundarios con vía de 0.914, desarrollada buena parte de su longitud por laderas escarpadas y surcadas por profundos barrancos, en las cuales precisa buscar desarrollo para suavizar en la medida posible las rampas de una y otra vertiente.

Otra condición técnica que dificulta y encarece el esta-

blecimiento de la traza es la longitud mínima de las rectas que unen curvas de sentido contrario; y aun cuando son muchos los ferrocarriles que podríamos citar, especialmente de los Estados Unidos, en los cuales la longitud de aquellos tramos se ha reducido enormemente hasta llevarla a la de los mayores vehículos que por aquellas vías circulan, con lo cual a costa de un mayor esfuerzo de tracción se economizan muchos gastos de la infraestructura, nosotros fijamos como límite inferior de aquellos tramos rectos la longitud de 75.00 metros que difícilmente alcanzará la del mayor tren que se organice en la futura explotación de la línea. El tramo de menor longitud ha resultado ser de 77.56.

De las tres condiciones límites que se han reseñado, la de los radios, la de las pendientes y la que se refiere a la longitud de los tramos rectos intercalados entre curvas de sentido contrario la segunda ó sea la inclinación máxima de 20 milésimas para las rasantes no ha sido posible cumplirla por no haber proporcionado aquellas laderas el desarrollo necesario. Solo a costa de una mayor longitud en los dos túneles previstos, uno de los cuales, el de la divisoria, se ha llevado al límite práctico y económico como veremos después, ha sido posible llevar a 22 milésimas la pendiente uniforme del descenso a Sóller. Pero téngase en cuenta que los radios límites han pasado de 150 a 200 metros y que este aumento es equivalente en punto a la resistencia que las curvas oponen al paso de los trenes a poco más de una milésima de inclinación, con lo cual puede decirse que las rampas máximas son superiores en una milésima a las fijadas en las bases del proyecto.

De habernos sujetado al radio de 150 metros y haberlo prodigado a lo largo de la traza, especialmente en los

tramos difíciles y de gran remoción, a la vez que se habría conseguido algún mayor desarrollo y por ende más suave inclinación se habrían reducido notablemente los ahora voluminosos desmontes y terraplenes, con proporcionada economía en el coste de la infraestructura.

No lo hicimos así no obstante el natural deseo de conseguir alguna economía en la traza, ya que ésta por las condiciones inherentes al terreno y las características de sus puntos obligados ha de resultar forzosamente de un coste elevado por predominar sobre aquel deseo el de obtener una línea de fácil y económica explotación cuyo recorrido pueda hacerse en breve tiempo, alejadas todas las causas de peligro. El dinero que se gaste en las explotaciones y demás obras para pasar del radio de 150 metros u otro muy inferior que pudimos fijarnos, siguiendo el criterio que ha prevalecido en otras líneas análogas, a 200 que es el mínimo adoptado (excepción hecha del correspondiente a la revuelta del zig-zag) lo considera el autor del proyecto colocado a un crecido interés y tiene la firme persuasión de que la Compañía o Ferrocarril Palma-Sóller no se arrepentirá nunca de la inversión que ha dado a aquella parte de su Capital Social.

Que la traza proyectada con sus radios mínimos de 200 metros, estos en corto número, su pendiente máxima de 22 milésimas y tramos rectos mayores de 75 metros intercalados entre curvas de distinto sentido puede calificarse de ligera en sus condiciones técnicas y en grado que difícilmente alcanzará otra entre las llamadas líneas de montaña, es cosa de todo punto evidente; y supondría vana presunción en el ingeniero que sobrevive querer conserar de ello a la Superioridad que

tan perfectamente conoce las reglas a que ha de sujetarse la construcción de una línea férrea y las circunstancias que en ella van en los ferrocarriles construidos así en España como en el extranjero. Sin embargo, creamos muy conveniente citar algunas líneas que se sujetaron a condiciones técnicas muy inferiores a las de lo cual se explotan sin dificultad ni peligro de ninguna clase con velocidades superiores a las que necesitará desarrollar el Ferrocarril Palma-Sóller para hacer el recorrido en poco más de una hora, en 55 minutos por ejemplo. En ello se desvanecerán los rumores que con malicia intencional se han propagado según los cuales aquel recorrido durará más de hora y media si ha de hacerse con velocidad no peligrosa adecuada a las condiciones de la línea. No eran conocidas estas condiciones por los autores de la noticia ni aun conocidas las podían sacar de ellas consecuencias garantidas por conocimientos técnicos que no poseen seguramente; no ha tenido eco el rumor ni ha influido en la buena marcha de la Sociedad, pero en bien de la misma es conveniente se desvanescan por completo los temores y a este fin incluiremos en el siguiente cuadro varias líneas, algunas de mucha importancia bajo todos conceptos, recorridas por trenes rápidos, que se han construido en condiciones técnicas muy superiores a las de nuestra traza para que puedan llegar estos datos a noticia de todos durante el periodo de información pública a que deberá sujetarse este proyecto.

líneas de ancho normal	Pendientes en milésimas	Radio en metros
Stragel a Oran	30	200
Paris, Lyon Mediterraneo	30	200
Beluxa a Córdoba	30	200
Viena a Trieste (paso del Doemmering)	25	190
líneas de 1.00 m <sup>2</sup>		
Hainouville a Triancourt	30	50
Le Mans a Grand Lucé	30	50
Beaumont a Arnay le Duch	40	40
Saigui a Villeneuve le Compté	41	45

Otras muchas líneas podrían citarse entre las más conocidas como Birmingham a Gloucester con pendientes de 27 m.m.; Turin a Genes inclinación de 35 m.m. en 20 Km<sup>2</sup> de longitud; la ascension al túnel de Mont-Cenis que se hace con rampas de 30 m.m., Bayona a Tolosa que tiene pendientes de 32 etc. etc.

Por último y para contribuir al mismo fin transcribiremos el siguiente párrafo de un tratado clásico de ferrocarriles que ya no era moderno en 1884; "Sería hoy temerario marcar límites a los progresos que debe realizar todavía la industria de los ferrocarriles; pero, en el estado actual de esta ciencia, los hechos demuestran que la circulación de los locomotoras y vagones ordinarios es posible sobre líneas que presenten curvas descritas con radios mínimos de 200 m<sup>2</sup> en plena vía, de 80 en estaciones e inclinaciones que alcancen 50 milésimas." (Se refiere a vías de ancho normal)

Creemos conveniente añadir antes de dar por terminado lo relativo a las condiciones técnicas del trazado que comparando la anchura de vía adoptada en el proyecto con la normal Española, por medio de la fórmula de Pottenbaucher se pueden determinar los radios de dicha vía normal equivalentes a los de 185 y 200 metros que hemos señalado como mínimos en nuestro proyecto. Estos son respectivamente de 350 y 380 lo cual de nuevo confirma lo ya varias veces dicho respecto a las buenas condiciones de nuestro trazado.

## Capítulo IV

### Movimiento de tierras

Las tres condiciones técnicas a que se sujeta la traza estudiada han producido, como no podía menos de suceder tenida en cuenta la orografía del terreno en la parte montañosa, desmontes y terraplenes de crecida cota que han cubierto volúmenes importantísimos no obstante la marcada dureza que en conjunto ofrecen aquellas laderas lo cual ha permitido proyectar taludes poco tendidos para los primeros.

El volumen total de los desmontes ha resultado de 245.189.743 m<sup>3</sup> cub<sup>3</sup> y de 337.007.014 el de los terraplenes mucho mayor coste que aquel para alojar sin reducido coste los productos de los tres túneles que se proyectan.

Tendremos así:

Volumen del desmonte	245.189.743 m <sup>3</sup> cub <sup>3</sup>
Productos de los túneles o sean	
3357.00 x 20.00 (sección media)	67.140.000 " "
Suma y sigue	312.329.743 " "

Suma anterior	312.329.743 m <sup>3</sup> cub <sup>3</sup>
Más el entumecimiento (o.12 término medio)	37.479.569 " "
Total productos	349.809.312 " "
Terrajleres	339.007.014 " "
Diferencia en más	10.802.298 m <sup>3</sup> cub <sup>3</sup> de

productos de los desmontes que se suponen empleados en la confección de las mamposterías de las obras de fábrica.

Este sobrante de productos excavados dentro de la línea procede casi todo de los desmontes y túneles de la vertiente de Soller donde para evitar terrajleres de gran cota difíciles de sostener sobre aquellas fuertes laderas sin el empleo de muros se ha corrido la traza hacia ellas más de lo que correspondía á una verdadera compensación de desmontes y terrajleres. Así y todo no será difícil reducir aquel sobrante al efectuar el replanteo de la línea, sin modificar las condiciones técnicas.

En la vertiente de Palma la compensación es mejor como puede verse por los siguientes datos.

Volumen del desmonte	96.746.515 m <sup>3</sup> cub <sup>3</sup>
Productos de 1500 m <sup>3</sup> de túnel que probablemente se perforará desde la boca S.	30.000.000 " "
Suma	126.746.515 " "
Más el entumecimiento	15.209.581 " "
Total productos	141.956.096 " "
Terrajleres	141.077.156 " "
Diferencia en más	878.940 m <sup>3</sup> cub <sup>3</sup> empleados en las obras de fábrica.

La clasificación de los productos de los desmontes ha dado el siguiente resultado:

En tierra franca	5414.587 m <sup>3</sup> cub <sup>3</sup>
En tierra dura	49.477.116 " "
En terrenos de tránsito	48.637.858 " "
En roca floja	101.477.901 " "
En roca dura	40.160.328 " "
Total	245.189.790 m <sup>3</sup> cub <sup>3</sup> que á

los precios de 0.16, 0.32, 0.70, 1.05 y 2.10 pesetas respectivamente arrojan un total de 241656.39 pesetas ó sean 1.0054 pesetas por metro cúbico en toda la línea teniendo en cuenta el refino de los taludes.

Para el transporte de los productos á los distintos terrajleres se suponen empleados trames con material Decauville en la longitud y con el número de vagonetas que requiere una buena organización de los trabajos. Dichas vagonetas se suponen de 500 litros de cabida y han de ser arrastradas por hombres ó caballerías según las distancias de transporte. El coste del metro cúbico de terrajleres confeccionado como ha de ser todo el material procedente de excavaciones dentro de la línea ha resultado de 0.4165 p. ts. después de sumarle tres centimos para el arreglo de las tierras y el refino de los taludes.

El precio de aplicación al desmonte será por tanto 1.0054 + 0.4165 ó sean 1.42 pesetas en números redondos y las explotaciones de toda la línea importarán en consecuencia 348.169.50 pesetas.

## Capítulo V

### Túneles

Los señalados en el anteproyecto son dos: el que cruza la divisoria en la llamada Sierra de Alfabi cuya longitud se fijó en 2600 m<sup>2</sup>, y el que se produce al dar la revuelta del zig-zag en las laderas de Don Angelats al que se le señaló 300 m<sup>2</sup>.

En el estudio definitivo ambos túneles han resultado aumentados en 216 m<sup>2</sup> el primero y 101 el segundo por las causas que pasaremos a exponer.

Túnel de Alfabi. — En el reconocimiento que sirvió para fijar las bocas del túnel mayor y determinar su longitud, unificamos la del S. a la altura de 245 a 250 metros sobre el nivel del mar y la del N. a unos 232; la estación de Sóller se suponía emplazada en la cota 70 con lo cual resultaba un desnivel de 162 desde la salida del túnel hasta el extremo de la línea que con la pendiente máxima de 20 milésimas exigía buscar un desarrollo de 3.100 m<sup>2</sup> por aquellas laderas.

Ahora al detallar y puntualizar los trabajos para el estudio definitivo de la traza hemos visto que la altitud máxima a que puede emplazarse la estación de Sóller es de 63 a 64 m<sup>2</sup> y que el desarrollo por aquellas laderas dando la revuelta del zig-zag en terrenos de Don Angelats antes de cruzar la barranca de la "Siixeria" únicos que permiten efectuarlo con el radio de 185 y relativa economía, es solo de unos 6700 m<sup>2</sup>. Esto exigía una pendiente continua de más de 25 milésimas, que consideramos exagerada ya que el resto del trazado puede hacerse a 20 como inclinación máxima. Felizmente habíamos señalado un precio alto al metro lineal de túnel que al ser rectificado tras nuevos estudios e investigaciones había de producir una notable economía en aquella obra, y esta circunstancia nos ha permitido bajar las rasantes del túnel

hasta colocar a la cota 212 la boca de salida con lo cual el desnivel se reduce a unos 149 m<sup>2</sup> y la pendiente a 22 milésimas, poco diferente de la máxima en la vertiente opuesta; pero a expensas de un aumento de gasto que absorbe la mayor parte de las economías que aquella rectificación de precios había de producir en el presupuesto general. De este aumento de gasto que da por resultado suavizar el descenso a Sóller, como del producido por la adopción de radios mínimos de 200 m<sup>2</sup>, tampoco tendrá que arrepentirse la Compañía explotadora del nuevo ferrocarril por la economía que producirá en la explotación.

El túnel ha resultado con la longitud de 2816 m<sup>2</sup> extraordinaria en relación a la de la línea, cuyo presupuesto es de más de la mitad del total de los gastos, exclusión hecha del importe del material fijo y móvil. Es todo él en línea recta cuyo replanteo no será de gran dificultad y cerca de una y otra boca se encuentran proyectados grandes terraplenes donde con exceso recorrido podrán anojarse todos los productos. Este trabajo vendrá facilitado por las rasantes fijadas en el perfil longitudinal: los primeros 1322 m<sup>2</sup> están sobre una rampa de 0.003 que permitirá la salida del agua por gravedad en el probable caso que se encuentren en la perforación y facilitará también la saca de los productos hacia el terraplén contiguo. La segunda rasante que es de 200 m<sup>2</sup> de longitud y de 0.00935 se ha trazado para servir de transición entre la primera y la tercera; esta permite alcanzar la cota 212 en la salida con la inclinación de 0.01871 en 1400 de longitud.

Seguendo el consejo de Ingenieros prácticos en la explotación de ferrocarriles esta última rasante debiera ser algo más mo-

derada para guardar la debida relación con la máxima de 22 que contiene el perfil longitudinal. Creemos, sin embargo, que ninguna dificultad se originará por esta causa en la explotación del proyectado ferrocarril porque ni en el interior del túnel reinará exagerada humedad por producir natural ventilación el desnivel de 24 metros entre sus bocas, ni la fuerza de tracción que necesitará desarrollar la locomotora superará al poder adherente de la misma con el simple empleo de los medios usuales y corrientes en todas las líneas.

La sección del túnel se ha proyectado en forma de herradura con bóveda de tres centros y radios de 3.30, 2.20 y 1.40 desde los arranques, situados a 1.70 por encima del plano de carriles hasta la clave que queda a 4.30 sobre el mismo. Una cuneta lateral recogerá y conducirá al exterior las aguas de filtración y burlederos de 1.00 de profundidad, 1.50 de ancho y dos de altura colocados a la distancia de 100 m<sup>2</sup> uno de otro servirán de refugio a los guardas y gremarios durante el paso de los trenes.

El revestimiento que habrá de practicarse seguramente en una parte de su longitud desconocida ahora, tendrá un espesor de 0.50 m<sup>2</sup> desde los arranques a la clave e irá aumentando en los pies derechos conforme al talud de los mismos. Estos pies se construirán de mampostería ordinaria sentada con mortero hidráulico y con fábrica de ladrillo confeccionada con igual mezcla, la bóveda. Para las bocas se han proyectado fachadas sencillas de robusto aspecto formadas con mampostería careada y sillería caliza compacta a labra gruesa.

Como hemos dicho en otra parte de este escrito al justificar la traza adoptada que el túnel proyectado para salvar la

divisoria se había alargado considerablemente hasta llevarlo a una longitud que debemos considerar como límite práctico y económico, y para aclarar y justificar este concepto será conveniente hacer algunas consideraciones.

En la vertiente de Palma se inicia el túnel por bajo la carretera en el origen de la serie de zig-zags que conducen al Coll, es decir, al pie de aquella ladera y con una cota de desmonte de 16.33 m<sup>2</sup>. Para colocar a más bajo nivel la boca S. del túnel sería preciso iniciarlo ya en los terrenos entrelanos de los alrededores de Alfàbia formando uno a manera de túnel artificial por debajo del torrente de Alfàbia de considerable longitud con relación a lo que bajaría la rasante. Formando la cota de 16.00 como máxima para el desmonte en trincheras, resultaría un aumento de 120 m<sup>2</sup> en la longitud del túnel para un descenso de 10.00 m<sup>2</sup>, de 295.00 m<sup>2</sup> si esta diferencia de nivel se lleva a 20.00 y 495.00 m<sup>2</sup> si se quisiera colocar la boca del túnel a 20.00 m<sup>2</sup> sobre el nivel del mar es decir, 30.00 m<sup>2</sup> más baja que la del proyecto. En cambio la longitud del mismo túnel vendría disminuida tan solo en 40.00, 67.00 y 94.00 si se subiera aquella los mismos 10, 20 y 30 m<sup>2</sup> lo cual demuestra como hemos dicho que tal como se ha proyectado el túnel se inicia este al pie de la sierra en el punto más bajo que lógico y económicamente puede admitirse.

Establecida la boca del túnel en la vertiente de Palma en la forma y las circunstancias descritas, lo cual implica la construcción de un túnel muy largo obligación es del Ingeniero que redacta el proyecto procurar por todos los medios que no se complique y dificulte su construcción con las condiciones de su traza y rasantes. Como se ha dicho ya el túnel

será recto, en lo cual no hay dificultad alguna, y enlazado por amplias curvas con el resto de la línea en una y otra boca, próximos á ellas se han proyectado grandes terraplenos que con espacio recorrido podrán alojar todos los productos de la excavación, el trazado de rasantes dará natural salida á las aguas que puedan encontrarse y facilitará la de los productos hacia el exterior, al mismo tiempo que asegura el encuentro de las galerías de avance si estas se practican dentro del mismo plano vertical, la carretera del Estado se cruza en una y otra vertiente yendo el trazado en túnel y con suficiente altura sobre la rasante para permitir la construcción de las fachadas y revestimiento contiguos sin entorpecer el tránsito público, y por último, la salida á Sóller se hace á la altura precisa para salvar con una obra de fábrica el próximo torrente.

Todas estas condiciones que contribuyen á que el túnel resulte de construcción fácil, por lo menos en lo que es posible proveer, son otras tantas circunstancias que han encerrado dentro de límites muy restringidos la altura á que es posible establecer la boca N. Para una determinada longitud de túnel, para 2200 m<sup>3</sup> por ejemplo, la condición de establecer dos rasantes encontradas próximamente iguales en longitud y la conveniencia práctica de limitarlas á inclinaciones inferiores á las del resto del perfil determinan el desnivel que puede establecerse entre las dos bocas del túnel, desnivel que podrá variar entre 21 y 25 m<sup>3</sup>. Resulta de esto que si se quisiera llegar á la vertiente de Sóller con una cota muy inferior á la de 212 que hemos fijado en el proyecto, la curva á un desnivel de 24.12 m<sup>3</sup> entre los extremos del túnel, conservando las ventajosas condiciones de su trazado de rasantes, no ha-

bría más solución sino alargar proporcionalmente su longitud.

Pero admitiendo esto, á costa de un notable aumento de presupuesto, ¿conseguiríamos suavizar el descenso á Sóller, objeto único de nuestros afanos? No, en modo alguno, y aunque pareciera paradoja añadimos que tanto más se alargue el túnel después de la longitud señalada en el proyecto, tanto más se dificultará el descenso á Sóller que tendría que hacerse entonces con pendiente cada vez más fuerte. En efecto: la orientación del túnel, tal como está proyectado, es próximamente la del trazado al desarrollarse por las laderas que á Sóller conducen, y esta aproximación se acentúa á medida que se alarga aquella obra, por tanto, todo el aumento de longitud que á ella se diera se encontraría de menos en el desarrollo del resto de la línea, y como en este puede emplearse una pendiente más fuerte que en el interior del túnel de ahí que al salir de él nos encontraríamos á un nivel más alto que si se hubiese llegado al mismo punto por medio de un túnel más corto y el resto del trazado á cielo abierto.

En resumen, el túnel proyectado después de numerosos tanteos sobre un plano taquimétrico en escala de  $\frac{1}{2000}$  detalladísimo en las zonas contiguas á las bocas, debe considerarse como de máxima longitud, pues todo alargamiento ó sería de un coste elevadísimo con relación á la ventaja que proporcionara ó sería contraproducente para los efectos del descenso á Sóller.

Túnel de San Angélate. — Para dar la vuelta de 180° del extremo del zig-zag en condiciones de relativa economía y con radio que difiera poco del mínimo de 200 m<sup>3</sup> admitido en el resto del proyecto precisa una forma especial de la ladera que no siempre se encuentra en la zona por donde se ha de desarrollar la traza de una vía férrea. En primer lugar es necesario encontrar un avance

de la ladera de corta anchura para poderla atravesar con un túnel corto y después de esto, a la salida del subterráneo, ha de hallarse una ladera tendida y de suficiente amplitud para permitir el desarrollo de la curva semi-circular o poco menos sin terraplenes de gran longitud y cota, y muros de sostenimiento de elevado coste. Todas estas especiales condiciones, concurren en la ladera de Son Angelats en el avance que ofrece entre Morveals y el barranco de la "Luisperia", aunque no en el grado que fuera de desear especialmente en lo que se refiere al túnel. Este no es, sin embargo, de gran longitud, la vuelta puede hacerse con un radio de 185 m<sup>2</sup> llegándose la traza a la falda de aquella ladera con moderado movimiento de tierras, sin muros de sostenimiento y con obras de fábrica de escaso valor.

Con la altura de rasante que había de tener la traza en el ante-proyecto, consecuencia de la mayor altitud del túnel grande y del mayor desarrollo que creíamos encontrar por aquellas laderas, el túnel de Son Angelats no habría resultado mayor de los 300 m<sup>2</sup> señalados en aquel trabajo; pero en el proyecto definitivo con su limitado desarrollo, del descenso a Sóller, la fijera de sus cotas extremas y la conveniencia de reducir todo lo posible la pendiente para ponerla en armonía con las del resto del trazado, no han dejado margen a nuestros tanteos ni han permitido fraccionamiento de rasantes, resultando de todo ello que la longitud del túnel ha venido impuesta por la fuerza de las circunstancias sin que nos haya sido dado modificarla más allá de límites muy pequeños.

El túnel no obstante su aumento de longitud en 101 m<sup>2</sup> será de gran coste pues todo induce a creer que podrá practicarse en un macizo de roca sin necesidad de revestimiento y a un

precio algo inferior al por nosotros señalado en el ante-proyecto.

Teniendo en cuenta la corta longitud del túnel que nos ocupa, las condiciones del terreno atravesado y la ventilación que seguramente tendrá no hemos vacilado en continuar en su interior la pendiente de 22 milésimas con que se hace el descenso.

Túnel del Ríjol d'en Baña. — La rasante única que presenta el perfil longitudinal desde la salida del túnel grande hasta la entrada a la estación de Sóller ha producido desmontes de cotas superiores a 20.00 m<sup>2</sup> en terrenos duros. Uno de ellos, el comprendido entre los perfiles n<sup>o</sup> 704 a 724, de efectuarse todo él a cielo abierto había de resultar de un coste más elevado que si se practica un túnel en la parte central. Esta razón, juramento económica, es la que nos ha obligado a proyectar aquel túnel de 140 m<sup>2</sup> de longitud y practicado todo él en roca dura que tampoco exigirá revestimiento alguno según todas las probabilidades.

## Capítulo VI

### Obras de fábrica

Son en número de 64 las obras de fábrica incluidas en el perfil longitudinal y en la relación que se acompaña, con más cuatro pasos superiores en otros tantos cruces de carreteras, caminos y acequias. De aquellas 6 son sifones, 18 fogas de varios modelos, 4 alcantarillas, 2 puentes, 2 puentes uno de ellos de tramo metálico y un viaducto de cinco arcos de 8.00 de luz. Descontadas las longitudes de los túneles resulta una obra de fábrica por cada 364.00 o sean 2.74 por kilómetro.

Los tres puentes son oblicuos igualmente que el paso supe-

rior para el cruce de la Carretera de Palma a Sóller en la proximidad de Alfàbia. En el que ha de salvar el llamado torrente de Bárbara en el llano de Palma su marcada oblicuidad (27° 15' sesagesimales) y la escasa altura de rasante han decidido el empleo de un tramo metálico de 10.25 formado por dos vigas sistema Pratt de 1.00 de altura divididas en 11 mallas convenientemente arriostradas. Los carriles corren sobre las cabezas de las vigas por el intermedio de largueros de madera.

Para el cálculo se han supuesto cargas uniformemente repartidas de 6.500 Kg<sup>3</sup> por m. l. para los momentos flectores y de 8000 para los esfuerzos cortantes. Para la determinación de aquellos ó sea para conocer las tensiones de las cabezas se ha empleado la fórmula  $M = \frac{P}{2}(lx - x^2)$ .

Para los esfuerzos cortantes según se trate de las cargas permanentes ó de las accidentales se ha hecho uso de las fórmulas

$$E = \pi \left( \frac{l}{2} - x \right) \quad \text{y} \quad E = \frac{P \cdot x}{2l}$$

Para las distintas tensiones en las cabezas de las vigas se han adoptado dos secciones; para las mallas 3<sup>as</sup>, 4<sup>as</sup>, 5<sup>as</sup>, 6<sup>as</sup>, 7<sup>as</sup>, 8<sup>as</sup> y 9<sup>as</sup> en la cabeza superior y las 4<sup>as</sup>, 5<sup>as</sup>, 6<sup>as</sup>, 7<sup>as</sup> y 8<sup>as</sup> de la inferior está compuesta conforme aparece en la siguiente figura



En las mallas restantes se suprime el palastro superior. Para los montantes igualmente que para las piezas inclinadas se han proyectado mayor número de secciones conforme puede verse en los siguientes cortes:

Montantes.



Piezas inclinadas.



Las vigas se apoyan en los estribos por el intermedio de rótulas de fundición, para asegurar la verticalidad de las reacciones, y deslizaderas formadas estas por cajas de rodillos compuestas de cuatro de estos de ocho centímetros de diámetro.

El peso de la parte metálica del tramo, comprendido todos los arriostramientos y piezas accesorias ha resultado de 5719.08 Kilogramos. La fundición de los aparatos de dilatación y apoyo pesa 400.00 Kg<sup>3</sup>.

El torrente llamado Gros ó de Esjorlas que corre por el llano de Palma lo cruza la línea proyectada aguas abajo del punto de confluencia con el de Buñola con un ángulo de 70° sesagesimales. Esta moderada oblicuidad y las condiciones de la rasante que hemos podido establecer a la altura conveniente para el desagüe de la obra han permitido proyectar una bóveda escarvana con aparejo helicoidal.

Su luz se ha fijado en 15.00 m<sup>2</sup> y su flecha en 1.875 que corresponde a un rebajo de  $\frac{1}{5}$ . El desarrollo del arco de intrados es de 15.58 y de 15.72 el radio.

Para el cálculo de los esfuerzos en la clave, en los arran-

ques y en los estribos se han empleado las conocidas fórmulas de Dejardin, Croisset, Desnoyers, Leveillé y Besquiere así como la comúnmente usada por los Ingenieros Rusos y Alemanes. El espesor en la clave se ha fijado en  $0.70$  y en  $1.12$  el de los arranques de la bóveda; el de los estribos en  $5.50$ .

En ambas márgenes del torrente se proyectan muros de acompañamiento de  $25.00$  m de longitud en los cuales hay practicadas alcantarillas de  $2.00$  luz y  $2.20$  de altura de arranque.

El cruce del torrente de Soller a la salida del túnel mayor y el paso superior de la Carretera del Estado en la proximidad de Alfabia exigen obras de extrema oblicuidad que por exceder de los límites señalados en los tratados de fuentes no pueden construirse conforme a los aparatos comúnmente usados. Pero como disponemos de suficiente altura de rasante no hay necesidad de recurrir a las construcciones metálicas, sino que podrán emplearse bóvedas de fábrica mediante la adopción de los arcos en retirada de construcción sencilla y fácil con las sillerías llamadas de Porrera que nos proponemos emplear en todas las obras.

Por último la barranca del torrente de Son Angulatá que se salva con altura de rasante de  $19.00$  requiere la construcción de un viaducto en curva que hemos proyectado con cinco arcos de  $3.00$  de luz y muros de acompañamiento de  $7$  a  $8$  de longitud en ambas márgenes. Este viaducto evita la ejecución de un terraplén de extraordinario volumen y la ocupación de terrenos de excelentes condiciones cuya expropiación había de resultar muy costosa.

Los espesores de estas tres obras así como los de todas las demás han sido calculados haciendo uso de las fórmulas y los

procedimientos recomendados por los buenos tratados de construcción que no detallaremos por no alargar sobradamente este escrito y por no requerirlo la importancia del asunto.

Tampoco bajaremos al detalle de los diversos tipos de sifones, fageas, alcantarillas y pontones estudiados para servir de guía durante la construcción de la línea. En la imposibilidad de estudiar particularmente cada una de las obras que requieren las acequias, caños, hondonadas y torrentes que ha de salvar la traza, hemos proyectado varios tipos que ligeramente modificados a la vista de los perfiles y demás datos ocurridos durante el curso de los trabajos podrán servir para todos los casos que puedan presentarse.

Lo mismo decimos respecto a los Pasos superiores proyectados para el cruce de algunos caminos vecinales y dar paso hacia el inmediato torrente a las aguas procedentes de la fuente de Alfabia, pues estas obras se ajustan a las formas y disposiciones empleadas en todas las líneas firmas.

El coste total de las obras de fábrica valoradas aplicando un cuadro de precios en cuya confección hemos puesto gran cuidado, asciende a  $147150.16$  pesetas.

## Capítulo VIII

### Estaciones y casillas de guarda

La compañía de los ferrocarriles de Mallorca tiene en su Estación de Palma una magnífica instalación con amplios edificios para oficinas y servicio de pasajeros, numerosas vías muertas y almacenes para el de mercancías, cocheras de todas clases, talleres bien servidos y montados en los cuales no so-

lo se atiende a la conservación de su abundante material móvil si que también renuevan y aumentan este material con la construcción de coches, vagones de todas clases y lo que es más, locomotoras de gran potencia de tracción.

Previsora como debe ser toda Compañía, la de los ferrocarriles de Mallorca adquirió oportunamente una buena superficie de terreno que adicionado a la extensa área que ya poseían le ha permitido ensanchar los talleres y demás servicios quedándole todavía una no escasa superficie no utilizada hoy que podrá serle muy útil mañana para la ampliación de sus negocios ferroviarios.

Conociendo estas envidiables condiciones de la estación de Palma y sabiendo y teniendo presente además que el proyectado ferrocarril de Sóller ha de acrecentar de muy sensible manera el ya importantísimo tráfico que se desarrolla por aquella estación, sin que en modo alguno pueda establecerse la menor competencia en la explotación de las dos líneas que recorren y sirven comarcas bien distintas y definidas; en el deseo de enlazar y hasta cierto punto unificar los servicios de ambas compañías en forma que si producía una importante economía a la Compañía de Sóller proporcionara análogo beneficio a la de los ferrocarriles de Mallorca, estudiamos varias soluciones que tuvimos el honor de exponer a los representantes de ambas entidades por si creían conveniente estudiarlas y discutir las tras de lo cual convenientemente modificadas y mejoradas aquellas se habría llegado quizá a la fórmula práctica a todos beneficiosa.

No habiendo sido posible llegar a ella y establecer el origen de nuestro trabajo dentro del recinto de la Compañía

de ferrocarriles de Mallorca, la comodidad del pasaje y los intereses de la nueva entidad ferroviaria exigen de común que ambas instalaciones estén lo mas cerca posible; y atento a esto, la Compañía de Sóller ha adquirido por compra el almacén y una parte de los terrenos de D. Juan Mir, enclavados en la manzana del Plano de ensanche contigua al camino de Ronda y a la actual estación de la cual queda separada por una calle de 20 m. En dichos terrenos y demás que adquirirán si es necesario se proyecta construir la estación de Palma, con emplazamiento magnífico por lo que a comodidad del pasaje se refiere, solo comparable al de la antigua Compañía.

Los edificios para pasajeros y dependencias del servicio que se proyecta construir en Palma y Sóller serán de igual disposición e importancia sin más diferencias que las impuestas por la forma y condiciones del terreno. El mejor aprovechamiento de este ha exigido una planta de forma alargada conforme aparece en el siguiente croquis que nos evitara toda explicación:



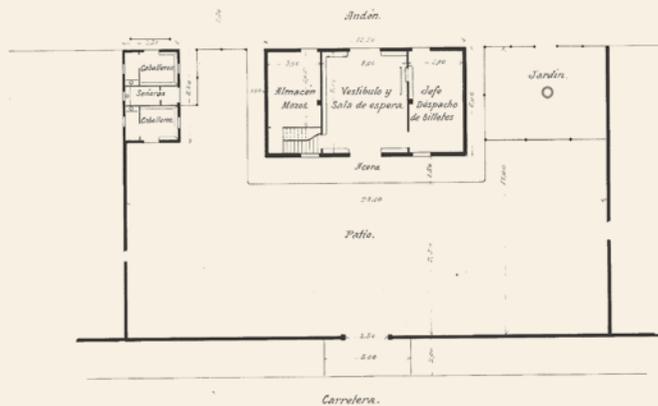
Análogas serán también en ambas estaciones las dependencias e instalaciones propias del servicio de mercancías au-

mentándose la importancia de la estación de Sóller por proyectarse allí la cochera para tres locomotoras dispuesta en forma de abanico, la de coches de todas clases de forma rectangular y con dos vías y el depósito de vagones. En Palma habrá también cocheras — análogas, pero para una locomotora y corto número de coches.

En los alzados de estos edificios hemos procurado harmonizar la economía con el carácter que es conveniente tengan, y las exigencias de sus emplazamientos.

Además de las estaciones correspondientes a las Ciudades cuyo enlace es el objeto primordial del proyecto que nos ocupara se establecerán dos intermedias: las de Son Sardina y Buñola habilitada la primera nada más que para el servicio de pasajeros.

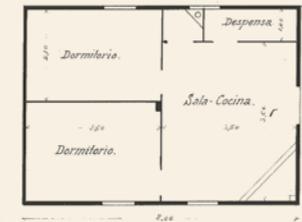
Los edificios serán iguales de alzados sencillos y dispuestas sus plantas conforme a los siguientes croquis:



En el cuadro que sigue pueden verse los datos referentes a las estaciones de la línea proyectada:

Nombre de las estaciones	localidades servidas por las mismas y enlaces	Distancia al origen	Distancia parciales
Palma	Pueblos del llano de Mallorca, Palma, Ter-rocamil de Mauscos y sus diversos ramales Puerto de Palma	0.000	Km 5.150
Buñola	{ Buñola y Orient	Km 14.430	Km 12.254

Para alojamiento de los guardas que tengan a su cargo la vigilancia de los túneles y pasos a nivel se construirán casillas de alzados sencillísimos y económicos cuya planta se representa en el siguiente croquis:



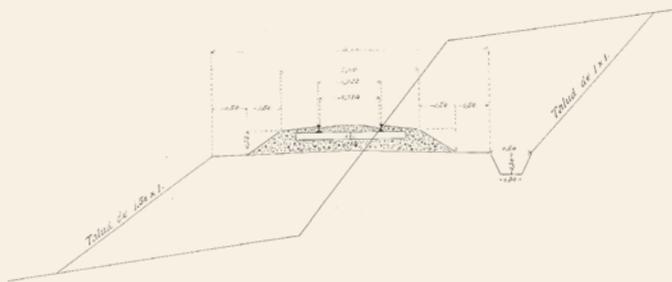
### Capítulo VIII

#### Sistema de vía

Existen en explotación en la isla de Mallorca unos 120 Km<sup>2</sup> de

vía férrea de 0.714 de anchura y sería imperdonable desearlo no asignar la misma al ferrocarril de Sóller. Dicha anchura debe considerarse como la normal en la isla y á ella han de supeditarse cuantas vías férreas se establezcan, aun sin tener relación directa con las líneas en explotación.

Partiendo pues de 0.714 para la vía hemos fijado en 4 m<sup>2</sup> la anchura de la plataforma que estará formada por dos planos ligeramente inclinados al exterior tal como es de ver en la sección que aparece más abajo:



Los carriles serán de perfil Vignole apoyado sobre traviesas de pino crosotado de 1.70 x 0.20 x 0.12 espaciadas á 0.70 de eje á eje expresión de los de junta que lo estarán á 0.50 y las inmediatas á ellas que distarán 0.50. Los carriles tendrán 8.00 de longitud y estarán unidos por bridas de forma curva ajustada al perfil de los carriles de 0.45 de largo y cuatro pernos.

Los carriles se fijarán á las traviesas por medio de escarpas en las alineaciones rectas y por tirafondos en las curvas.

Para determinar la altura que conviene dar á los carriles y deducir de ella mediante las reglas prácticas conocidas las demás

dimensiones y forma hemos hecho uso de la fórmula de Winkler

$h = 67 \sqrt[3]{Pd}$  milímetros en la que P representa la semicarga de un eje motor de la locomotora, d la distancia máxima entre las traviesas ó sean 5000 Kg<sup>s</sup> y 0.70 respectivamente; para estos valores  $h = 101.71$  milímetros y teniendo en cuenta el desgaste hemos fijado para el carril las siguientes dimensiones:

Altura - - - - -	105 m.m.
Ancho de la seta	48 . .
id del gratin	36 . .
Espesor del nervio	11 " "
Sección	2845 m.m. <sup>2</sup>
Peso	22.19 Kg <sup>s</sup>
I (momento de inercia)	0.000003850

Para conocer el trabajo á que está sometido el metal haremos uso de la fórmula  $R = 0.187 \frac{PdH}{I}$  en la que P y d tienen los valores ya indicados, H la distancia de la fibra invariable al punto más alejado e I el momento de inercia de la sección. - Aplicando estos valores tendremos

$$R = 0.187 \times 0.70 \times 5000 \frac{0.053}{0.000003850} = 9.01 \text{ Kilogramos por m. m}^2$$

bastante inferior al límite máximo que se acostumbra formar para el acero y tanto más admisible cuanto la velocidad máxima de los trenes no alcanzará los 40 Km<sup>2</sup> por hora.

Con el fin de contrarrestar en las curvas de los ferrocarriles los efectos de la fuerza centrífuga se da al carril exterior una elevación ó jeralte en relación á la velocidad de los trenes, radios de aquellas y anchura de la vía. Un estudio teórico de la cuestión conduce á la fórmula general

$$h = \frac{Lv^2}{gR}$$

en la que L es el ancho de la vía, v la velocidad de los trenes más rápidos que por ella han de circular expresada

en metros por segundo,  $g$  es el valor de la gravedad en París, ó sean 9.809 y  $R$  es el radio de las curvas.

La práctica demostró ya desde el origen de los ferrocarriles, que es preciso renunciar á las indicaciones de las fórmulas deducidas por la sola consideración de la fuerza centrífuga y esto ha dado por resultado el empleo de numerosas fórmulas empíricas, sencillas las más, en alguna de las cuales ni siquiera se tiene en cuenta la velocidad de los trenes.

De todas ellas la más sencilla es seguramente la usada por muchos Ingenieros franceses en las vías de anchura normal

$$h = \frac{V^2}{R}$$

siendo  $V$  la velocidad en  $\text{Km}^2$  y  $R$  el radio en  $\text{m}^2$

Aplicando esta fórmula y teniendo en cuenta la relación de las dos anchuras de vía, hemos formado la siguiente tabla de jeráltes para las velocidades de 25 y 35  $\text{Km}^2$  aplicables á las curvas de la vertiente de Soler las deducidas para la primera velocidad y á las restantes curvas las que corresponden á la de 35  $\text{Km}^2$

Radios	Velocidades en $\text{Km}^2$ por hora		Radios	Velocidades en $\text{Km}^2$ por hora	
	25	35		25	35
185	85 m.m.	"	500	"	44
200	79	"	600	"	37
240	66	91	700	23	32
245	64	"	750	"	29
280	56	"	800	"	28
300	53	74	850	"	26
320	"	69	1000	"	22
350	"	61	1500	"	15
400	39	55	1800	"	13

El mayor jerálte del cuadro es de 91 m.m., correspondiente á una curva de 240  $\text{m}^2$  recorrida á la velocidad de 35  $\text{Km}^2$  equivalente á 144 metros en la línea francesa y por tanto muy inferior al límite 167 m.m. que fatiga ya excesivamente el carril interior.

Para facilitar el paso de las locomotoras y vagones de todas clases por las curvas, además del jerálte se dá un sobrecancho á la vía dependiente de una multitud de elementos relativos á dicho material móvil. Si para facilitar el estudio de esta cuestión se prescindiese de la mayoría de aquellos elementos queda reducida la cuestión á determinar para una circunferencia dada la flecha del arco correspondiente á una cuerda igual á la mayor separación de las ruedas de los vehiculos. Esta flecha viene dada por la fórmula  $\frac{E^2}{8R}$  siendo  $E$  dicha separación y  $R$  el radio de la curva considerada.

El sobrecancho  $e$  será igual

$$e = \frac{E^2}{8R} - E$$

siendo  $E$  el juego normal entre las

ruedas y la vía en tramo recto, ó sean 15 m.m. según se convino en la conferencia internacional de Berna.

El precio del metro lineal de vía, según el estado actual del mercado es el siguiente:

Valor de un tramo de 8.00  $\text{m}^2$

16.00 $\text{m}^2$ de carril de 22.19 $\text{Kg}^2$ comprendido flechó, descarga	
ó sean 355.04 $\text{Kg}^2$ á 0.225 pesetas	79.88
12 traviesas de pino encosotado á 2.40 pts.	28.80
4 bridas de acero ó sean 12.80 $\text{Kg}^2$ á 0.27 "	3.46
8 tornillos cuyo peso es de 2.70 $\text{Kg}^2$ á 0.54 "	4.36
48 escarpias ó tirafondos según sea en rectas ó en curvas cuyo peso es de 12.00 $\text{Kg}^2$ á 0.50 pesetas	6.00
<b>Total</b>	<b>119.60</b>

### Valor del metro lineal de vía

Por un metro de vía comprendido carriles, traviesas bridas, tornillos y tirafondos	14.95
0.64 m <sup>3</sup> cub <sup>3</sup> de balasto a 1.40 pesetas	0.90
Colocación y asiento de la vía	0.75
Total	16.60

## Capítulo IX

### Material móvil

La explotación del ferrocarril de Sóller podrá hacerse dada su corta longitud por el sistema de harradera el más económico y seguro. Dos máquinas una de servicio y otra de reserva serían suficientes; pero la mejor conservación del material aconseja la adquisición de tres locomotoras las cuales tendrán que recorrer unos de 20.000 km<sup>2</sup> por año en el supuesto de que sean tres los viajes redondos que realicen diariamente. Dichas máquinas serán de las llamadas locomotoras-tender y de una fuerza de tracción, peso ad-horénte y número de caballas necesarios para arrastrar el convoy más pesado que exija el tráfico normal a la velocidad de 30 km<sup>2</sup> por hora sobre rampas de 20 m. m. y curvas de 300 m<sup>2</sup> de radio.

Para fijar las principales dimensiones y demás circunstancias de la locomotora-tender que satisfaga aquellas necesidades hemos de conocer antes que resistencia opone el tren al ser arrastrado sobre las expresadas rampas y curvas a la velocidad prescrita, para lo cual emplearemos por determinar el peso del convoy más pesado que se organice dentro del tráfico normal.

Supondremos el tren constituido por tres coches mixtos montados sobre dos "boggies" de 54 plazas y 9.500 kg<sup>2</sup> de peso y un fur-

gon cuyo peso total sea de 10 toneladas. Tendremos para el peso del tren así formado

$P = 3 \times 9500 + 162 \times 70 + 10000 = 49.840 \text{ Kg}^2$  o sean 50 toneladas en números redondos.

Los trenes mixtos que diariamente se formen alcanzarán difícilmente un peso parecido.

Para hallar la resistencia de los coches y vagones en tramo recto y horizontal emplearemos la fórmula

$r_1 = 1.50 + \frac{1}{1000} v^2$   $r_1 =$  resistencia por tonelada y  $v =$  velocidad.

Sobre rampas supondremos que esta resistencia es igual a un kg<sup>2</sup> por tonelada de peso arrastrado y la que experimenta sobre las curvas se deducirá de la fórmula

$$r_2 = \frac{0.65}{R-55} 1000$$

La resistencia total del tren, no comprendida la locomotora será pues

$$R_1 = \left[ \left( 1.50 + \frac{1}{1000} v^2 \right) + 20.00 + \frac{0.65}{R-55} 1000 \right] 50.00 = 1252.50 \text{ Kg}^2$$

La de la locomotora que supondremos con un peso en orden de marcha de 30 toneladas, considerada como vehículo y como máquina viene dada por la fórmula

$$R_2 = \left[ 4\sqrt{5} + \frac{2}{1000} v^2 + 20.00 + 2 \frac{0.65}{R-55} 1000 \right] 30.00 = 1020.60 \text{ Kg}^2$$

La resistencia total será por tanto

$$R = R_1 + R_2 = 1252.50 + 1020.60 = 2273.10 \text{ Kg}^2$$

La velocidad en metros por segundo equivalente a la de 30 km<sup>2</sup> por hora es de 8.33, por consiguiente el trabajo que necesita desarrollar la locomotora al arrastrar un tren de 50 toneladas en las circunstancias descritas será

$$F = 8.33 \times 2273.10 = 18934.92 \text{ Kilogrametros o sean } 252 \text{ caballos de vapor.}$$

Sin fijar ahora con exactitud cuales han de ser las condiciones de las locomotoras que constituyan el tipo más adecuado a las de la línea y su tráfico nos limitaremos a expresar las dimensiones y disposición de sus órganos más importantes.

Tipo: locomotora-tender de tres ejes acoplados y otro libre en la parte posterior

Timbre de la caldera	12 at <sup>2</sup>
Diámetro de los cilindros	330 m.m.
Carrera del pistón	510 " "
Diámetro de las ruedas motoras en la superficie de rodadura	1060 " "
Diámetro de las ruedas libres	610 " "
Superficie de la jarilla	1.42 m <sup>2</sup>
id del hogar	7.10 "
id de los tubos	87.00 "
id total	94.10 "
Base rígida total (máxima)	3500 m.m.
Longitud de la locomotora	8000 " "
Ancho id id	2500 " "
Altura id id	3500 " "
Capacidad de los depósitos de agua	4000 Hg <sup>3</sup>
id id id de carbón	1000 "
Peso de la locomotora vacía	22.00 toneladas
id en orden de marcha	30.00 id
Peso adherente	22.50 id

La ecuación de la locomotora que nos da la fuerza de tracción es la siguiente

$F = \pi \times \frac{B \cdot d^2 \cdot L}{D}$  y substituyendo en ella los valores sacados de la relación anterior y dando al coeficiente  $\pi$  el valor 0.57 que

corresponde a un grado de admisión de tres o cuatro décimas se tendrá:

$$F = 0.57 \frac{12 \times 33^2 \times 51}{106} = 3584 \text{ Kilogramos.}$$

Admitiendo para la fuerza adherente el coeficiente  $\frac{1}{6}$  que corresponde a un camil húmedo y grasiento tendremos para ella

$$F' = \frac{1}{6} 22500 \text{ Hg}^2 = 3750 \text{ Hg}^2 \text{ superior como debe ser a la de tracción.}$$

Para conservar la potencia dinámica de la locomotora descrita en sus líneas generales, haremos uso de la fórmula siguiente, que está fundada en experiencias practicadas en los ferrocarriles del Medio-día de Francia y concuerda, además, con los datos deducidos por los Ingenieros del Este Francés y los resultados obtenidos en los ferrocarriles alemanes:

$T = n S_E$  en la que  $n$  es un coeficiente que varia según la velocidad de la locomotora y  $S_E$  representa la superficie de calefacción ficticia que es igual a la del hogar  $S'$  más  $\frac{1}{3}$  de la de los tubos  $S''$ .

Para velocidades de 30 Km<sup>2</sup> por hora, según las citadas experiencias, el coeficiente  $n$  no puede suponerse mayor de 7, por consiguiente, para nuestra locomotora tendremos:

$T = 7 (S' + \frac{1}{3} S'') = 7 (7.10 + \frac{87}{3}) = 252.70$  caballos de vapor ó sean 18952.50 Kilogrametros.

Por último admitiendo que la velocidad máxima que puede desarrollar una locomotora es la que corresponde a tres golpes de pistón por segundo con lo cual no sufre perturbación los organismos, tendremos que la locomotora propuesta podrá marchar a la velocidad

$$\pi \times 1.06 \times 3 \times 3600 = 35.960 \text{ Km}^2 \text{ por hora}$$

Vemos pues como expuesto que la locomotora estudiada

satisface cumplidamente las necesidades de la línea: tiene un exceso de fuerza de tracción que garantiza para mucho tiempo la necesaria e indispensable para el servicio que ha de prestar; tiene una fuerza adherente superior a la de tracción; su superficie de calefacción es suficiente para proporcionarle una fuerza dinámica de 253 caballos y, por último, sin perturbaciones en los organismos puede alcanzar la velocidad de 35 Km<sup>h</sup> por hora que como máxima se señalará a los trenes.

Para completar lo relativo a la locomotora faltanos versar sobre las rampas de 22 m. m. y curvas de 185 y 200 metros de radio podrá desarrollar la velocidad de 25 Km<sup>h</sup> por hora que en aquella vertiente fijaremos también como máxima.

Empleando las fórmulas ya conocidas tendremos para las 22 m. m. de rampa y 185 m. de radio en las curvas:

$$R_1 = \left[ \left( 4.50 + \frac{1}{1000} \cdot 25^2 \right) + 22.00 + \frac{0.65}{185 - 35} \cdot 1000 \right] 50.00 = 1456.00 \text{ Kg}^5$$

$$R_2 = \left[ \left( 4.50 + \frac{1}{1000} \cdot 25^2 \right) + 22.00 + \frac{0.65}{185 - 35} \cdot 1000 \right] 30.00 = 1226.00 \text{ Kg}^5$$

$$R = R_1 + R_2 = 1456.00 + 1226.00 = 2682.00 \text{ Kg}^5$$

Para el esfuerzo de tracción de 2682.00 Kg<sup>5</sup> la velocidad será  $\frac{18952}{2682} = 7.07$  metros por segundo ó sean 25.452 kilómetros por hora.

Una locomotora que tenga las dimensiones y circunstancias anteriormente relacionados es evidente que con la carga máxima de 50 toneladas podrá recorrer los 18.500 primeros es decir el espacio comprendido desde el origen hasta el centro del túnel, a la velocidad comercial ó efectiva de 28 Km<sup>h</sup> por hora, para lo cual no tendrá que desarrollar, ni con mucho, su máxima potencia, insistiendo en este recorrido 40 minutos. En el descenso

a Sóller empleará el tren 25 minutos escasos con la moderada velocidad de 30 Km<sup>h</sup> por hora que nadie se atreverá a calificar de peligrosa. Resulta pues demostrado lo dicho en el Capítulo III esto es, que el viaje de Palma a Sóller, y mas fácilmente el invierno, podrá y deberá hacerse en poco más de una hora: en 65 minutos.

Los coches serán de unos 12.00 de longitud por 2.50 de ancho y 3.00 de altura, de pasillo central y y plataformas en ambos extremos sostenidos por dos "boggies" ó carretones de cuatro ruedas. Su capacidad variará según las clases entre 48 y 54 plazas.

Locomotoras y coches irán provistos de potentes frenos Westinghouse u otro similar.

Por último los vagones serán del tipo corriente y de las clases empleadas en la línea de los ferrocarriles de Mallorca.

## Capítulo X

### Presupuestos de establecimiento, explotación y conservación

La ley de ferrocarriles secundarios de Julio de 1904 en su artículo 17 que trata de los documentos constitutivos del proyecto que ha de acompañar a la solicitud de concesión, exige tan solo por lo que se refiere al presupuesto una apreciación abrida del coste del establecimiento de la línea. Pero estudiado nuestro proyecto con todo detalle sobre un plano topográfico en escala de  $\frac{1}{2000}$  con numerosas cotas y curvas de nivel de metro en metro del cual han podido sacarse los perfiles longitudinal y transversales con detalle y suficiente exactitud, la cubicación de las explanaciones de que se ha tratado en el Capítulo IV más que de un avance de la misma debe considerarse como la real y efec-

tiva que exigirá la ejecución del proyecto, pues las pequeñas diferencias que se encuentren al cubicar aquellas obras conforme a los perfiles del replanteo serán de escasa importancia y no influirán seguramente de una manera sensible en el importe de esta parte del presupuesto como nos ha ocurrido siempre en la construcción de cuantos troncos de carretera hemos estudiado siguiendo igual criterio y procedimiento. Con todo cuidado se ha hecho también la clasificación de los desmontes después de reconocer definitivamente los terrenos, resultando de todo ello que la partida que figura en el artículo 2.º del presupuesto ofrece todas las garantías de exactitud.

Lo mismo puede decirse del artículo 3.º que se refiere a las obras de fábrica: el número de modelos estudiados con detalle y de igual modo cubicados y valorados conforme a un cuadro de precios depurado y garantido por largos años de aplicación, permitirá construir todas las obras que exija el trazado sin modificaciones en dichos modelos que hagan variar sus presupuestos respectivos fuera de límites muy restringidos. La profundidad de cimentación que hemos señalado a cada uno de los modelos estudiados, la longitud de los muros de acompañamiento de algunos de los puentes y viaductos y otras circunstancias que en ellos concurren permiten abrigar la esperanza de conseguir alguna economía en la ejecución de las obras de fábrica.

No hay para que decir si los precios que han servido para valorar los túneles del proyecto han sido objeto de detallado y detenido estudio, tratándose como se trata de obras cuyo presupuesto es de poco menos de la mitad del de todas las del ferrocarril. Aquellos precios se han adoptado en la valoración de los túneles tras largas y prolijas investigaciones después de compul-

sar numerosos datos relativos al coste de los túneles construidos que más analogía tienen con el proyectado y luego de conocer la opinión de varios constructores prácticos en la apertura de túneles que habían estudiado las condiciones de la sierra y estratificaciones atravesadas y no ignoraban los elementos con que podrían contar en la localidad.

Los edificios para pasajeros, las cocheras, muelles y demás construcciones que constituyen las cuatro estaciones proyectadas se han estudiado también con detalle conforme puede colegirse por las plantas cuyos diseños se han intercalado en el capítulo correspondiente de esta Memoria, no habiendo hecho lo mismo con los aljados para no retrasar la terminación de este trabajo.

Con mayor exactitud todavía han podido conocerse los importes de los demás artículos resultando de todo lo relacionado que el presupuesto incluido en el Documento n.º 3 ofrece iguales garantías de exactitud que si estuviese redactado el proyecto conforme a lo expresado en el artículo 6 y 27 respectivamente de los Reglamentos para la ejecución de la ley general de Obras públicas y de ferrocarriles secundarios de Julio de 1904.

El importe de dicho presupuesto es de 3.195.776.30 pesetas de las cuales 340.000 corresponden al material móvil y 180.892.93 al 6% por gastos imprevistos, dirección y administración.

El coste kilométrico segregadas estas dos partidas, es de 100205.41 y de 119736.84 pesetas si se tienen en cuenta todos los gastos.

Para conocer con la aproximación posible el presupuesto de conservación y explotación del ferrocarril proyectado nos tenemos que servir de datos prácticos correspondientes a otras líneas de condiciones análogas cuya explotación pueda ser com-

parable por su sistema y demás circunstancias a la que proyectamos implantar en el ferrocarril Palma-Sóller.

En escasa longitud y los seis trenes que se organizarán al día permitirán la explotación de la verdadera en la que no puede haber encuentros ni alcances de trenes y cuyos gastos se reducen notablemente lo mismo si se atiende al número de vehículos de todas clases que el servicio necesita que si se tiene en cuenta el personal de todas clases empleado en la explotación.

Dadas estas favorables condiciones hemos fijado las partidas que a continuación figuran procurando la mayor economía posible compatible con una buena administración, con la comodidad del pasaje y una excelente conservación de la vía y material móvil.

#### Administración general y contabilidad

he hemos señalado al personal que a continuación se expresa con los sueldos que se anotan.

Director	5000 pesetas
Secretario	3000 "
Cajero tenedor de libros	2500 "
Dos escribientes	2500 "
Impresos y gastos generales	1500 "
<b>Total</b>	<b>14500 "</b>

#### Movimiento y tráfico

Un jefe	3000 pesetas
Dos jefes de estación	3650 "
id id id	2000 "
id factores	2000 "
<b>Suma y sigue</b>	<b>10650 "</b>

Suma anterior	10650 pesetas
Dos expendedores de billetes	2000 "
Diez mozos	7300 "
Dos conductores de tren	2500 "
Material e impresos	2000 "
<b>Total</b>	<b>24450 "</b>

#### Material y tracción

Tres maquinistas a 2250 pesetas	6750.00 pts
id fogoneros a 1250 "	3750.00 "
Combustible para las locomotoras (6.28 Hg <sup>3</sup> por Km. 6 trenes diarios de 27 Km <sup>2</sup> ) $6.28 \times 6 \times 27 \times 365 \times 35 =$	12996.77 "
Leña y pajas	100.00 "
Lubricación de las locomotoras a razón de 0.03 Km	1774.00 "
id de coches y vagones	1182.00 "
Preparación del material	10000.00 "
Varios	200.00 "
<b>Total</b>	<b>36752.77 "</b>

#### Vía y obras

Personal de oficina	2500.00 pts
id de vigilancia	2735.00 "
id de conservación	9855.00 "
Material de conservación	5000.00 "
<b>Total</b>	<b>20090.00 "</b>

#### Resumen

Administración general y contabilidad	14500.00 pts
Movimiento y tráfico	24450.00 "
Material y tracción	36752.00 "
Vía y obras	20090.00 "
<b>Total</b>	<b>95790.00 "</b>

ó sean 3588 pesetas por kilómetro.

Para poder determinar el consumo de carbón por kilómetro hemos deducido la longitud virtual de nuestro trazado correspondiente á la dirección Sóller-Palma que es mayor que la inversa. Dicha longitud virtual ha resultado de  $50.172$  en el supuesto de considerar como horizontales los tramos en pendiente que sucesivamente se encuentran desde el centro del túnel á Palma; á la expresada longitud corresponde un coeficiente virtual de 1.87.

En el supuesto admitido comunmente de ser de  $3.36 \text{ Kg}^3$  el consumo kilométrico de carbón de una locomotora en vía de  $1.00$  y en tramo recto y horizontal tendremos para nuestro trazado en el sentido expresado un consumo de  $1.87 \times 3.36 = 6.28 \text{ Kg}^3$  que figura en los gastos de Material y tracción.

## Capítulo XI

### Tarifas

El interés y la amortización del capital invertido en el establecimiento de la línea y su material móvil nos dará la cantidad que por concepto de peaje ha de entrar en la formación de las tarifas, y el presupuesto de explotación y conservación nos permitirá conocer el gasto de transporte. Pero para deducir una y otra partida es necesario conocer el tráfico así de viajeros como de mercancías que se desarrollará por la futura línea férrea.

Este conocimiento, que para la mayoría de las líneas proyectadas y construidas constituye una gran dificultad por resultar fallidas muchas veces las hipótesis y los procedimientos aconsejados por distinguidos Ingenieros que se han dedicado con ahínco á estos estudios é investigaciones, ha sido sumamen-

te fácil para la línea férrea Palma-Sóller porque en la constitución de la Sociedad que la ha de construir y explotar se ha seguido una marcha y un criterio muy distintos de los que han adoptado la mayoría de las Compañías ferroviarias: Obtenido un ante-proyecto y un avance de presupuesto que llenaban en sus líneas generales, principales condiciones técnicas aquel y este por su cuantía, las aspiraciones de los que se habían impuesto el trabajo de encauzar los deseos y entusiasmos de Sóller á favor de una línea férrea que le uniera á Palma, no se abrió la suscripción de las 7000 acciones de 500 pesetas que habia de constituir el capital Social hasta conocer el resultado de la estadística de movimiento así de viajeros como de mercancías que en el fletato de consumos de Sóller, establecido en la Carretera directa á Palma y á 2500 metros de aquella ciudad, se estaba practicando entonces y debia durar un año.

Esta estadística que ofrece todas las garantías de exactitud entre otras razones porque fue intervenida por los que habian demostrado menos fe y entusiasmo por el ferrocarril, cuya explotación consideraban habia de resultar ruinosa, ha arrojado un total de 43056 pasajeros que han recorrido toda la línea Palma á Sóller y viceversa, 3961 pasajeros que viajaron entre Sóller y Buñola y una carga total de 8.490.85 toneladas de mercancías que recorrieron tambien toda la línea.

Otras estadísticas <sup>hechas</sup> en Buñola y San Cerdina han permitido conocer con suficiente aproximación el tráfico que desde uno á otro punto se desarrolla.

Para fijar nosotros el número de viajeros kilométricos que juntamente con los presupuestos anteriormente señalados nos ha de permitir calcular las tarifas máximas remuneradoras,

con las hipótesis hechas, del capital y trabajo empleado en la construcción y explotación de la línea, hemos supuesto: 1.º Que el movimiento de pasajeros entre Sóller y Palma aumentará notablemente con el establecimiento del ferrocarril como ha sucedido en todas las líneas y con más razón es de esperar ocurra tratándose de dos Ciudades unidas por carreteras de largos recorridos y fuertes rampas que alargan la duración del viaje hasta tres ó cuatro horas según los vehículos que se empleen.

Este aumento que ha duplicado el número de viajeros en los pueblos servidos por la actual línea de ferrocarriles de Mallorca no obstante ser todavía muchos los que viajan en diligencias, á lo largo de la carretera de Palma á Trua especialmente, lo suponemos menor en la línea proyectada fijándolo en 75000 pasajeros el número total de los que la recorrerán de un extremo á otro y en uno y otro sentido.

2.º Tenidas en cuenta las condiciones del pueblo de Buñola hemos supuesto que el aumento de viajeros entre dicho pueblo y los extremos de la línea será próximamente de la mitad del número que arrojaron las estadísticas antes citadas con lo cual el número de los que viajarán entre Palma y Buñola y entre este pueblo y Sóller será, una vez en explotación la línea, de 15000 y 6000 respectivamente.

3.º Respecto al movimiento de viajeros entre Son Sardina y la Capital, aunque la estadística arroja un total de 25000 al año atendiendo á la poca distancia recorrida que hacen poco sensibles las ventajas de las modernas líneas y teniendo en cuenta que los trenes serán en número relativamente reducido y el movimiento de viajeros se hace á todas horas del día por medio de vehículos que parten de Palma y Son Sardina

en cuanto aquellos son en suficiente número, lejos de suponer aumento y que todo el efecto el viaje en ferrocarril hemos admitido, al contrario, que de aquel número tan solo 10000 viajarán por nuestra línea continuando los restantes, como ahora, por la Carretera.

4.º Por lo que á las mercancías se refiere no hemos admitido aumento alguno pues si algunas de ellas, como los materiales de construcción tienen crecimiento más ó menos importante en cambio otras, en corto número seguramente, continuarán transportadas por la Carretera en la forma que se hace actualmente.

Para el cálculo del peaje y transporte correspondientes á dichas mercancías hemos admitido la hipótesis de ser equivalente una tonelada de ellas, por término medio, á tres pasajeros con lo cual contamos ya con suficientes datos para calcular las tarifas generales y máximas aplicables en la explotación de la línea férrea Palma-Sóller.

Con los datos anteriormente relacionados y las hipótesis expuestas se ha formado el siguiente cuadro que da el número total de Viajeros-Kilométricos anuales en la línea proyectada.

Puntos de procedencia y destino	Nº de viajeros	Kilometros recorridos	Viajeros Kilométricos
Palma á Sóller y viceversa	75000	27	2075000
De Sóller á Buñola y id	6000	12	72000
De Buñola á Palma id	15000	15	225000
De Son Sardina á Palma id	10000	6	60000
Merchancías entre Palma y Sóller y viceversa.			
3.500 toneladas equivalentes á	25500	27	688500
id id Sóller y Buñola 1.750 ton <sup>as</sup> equivalentes	5250	12	63000
id id Buñola y Palma - 3000 tonel <sup>as</sup> id	9000	15	135000
	Total		3,318,500

El interés y la amortización del capital invertido en la construcción de la línea y en la adquisición del material móvil y demás importa anualmente la cantidad de 202398.93 pesetas cuya cantidad dividida por el número total de viajeros-kilométricos ó sea por 3.318.500 nos dará el precio del peaje correspondiente á un viajero kilométrico, ó sean 0.06099 pesetas.

Dividiendo por igual número el importe total de los gastos de Administración y explotación tendremos  $\frac{95790}{3318500} = 0.029$  pesetas ó sea el valor del transporte para igual unidad.

La suma de estos dos valores nos da la tarifa correspondiente á un kilómetro de recorrido y á un pasajero de clase intermedia. Proporcionalmente á este precio se han fijado, después de un detenido estudio de las diversas clases de mercancías que se transportarán por el futuro ferrocarril, los demás que figurarán en la tarifa que se acompaña en el Documento n.º 3.

Con esto damos por concluido nuestro trabajo poniendo término á esta Memoria á la que hemos dado más desarrollo del que exige la ley de ferrocarriles secundarios en su artículo 17. Fácil ha sido ello é igual ó mayor extensión se podía haber dado á todo lo relativo á planos de obras de fábrica, estaciones, cocheras, muelles y demás así como á la ubicación y valoración de las mismas, pues redactado nuestro proyecto para replantearlo y construirlo tan luego como la Superioridad se digna otorgar la concesión, ha sido objeto de detenido estudio así en conjunto como en detalle á fin de reducir á su mínimo la parte aleatoria del presupuesto y suprimir ó abreviar trabajos ulteriores. No lo hemos hecho sin embargo para acortar el ya largo periodo de estudios y llegar cuanto antes á la Real orden de Concesión que no dudamos será dic-

tada por la Superioridad después de examinar con benevolencia nuestro modesto trabajo.

Palma 30 Junio 1906

El Director facultativo

**PROYECTO DE FERROCARRIL SECUNDARIO  
DE PALMA A SÓLLER POR SON SARDINA Y BUÑOLA**

Ingeniero D. Pedro Garau

TRANSCRIPCIÓN

**PROYECTO**  
**DE**  
**FERROCARRIL SECUNDARIO**  
**DE**  
**PALMA A SÓLLER**  
por  
Son Sardina y Buñola.

Documento número 1.

Memoria

## Memoria Descriptiva

### Capítulo 1º

#### Objeto é importancia de la obra

La idea de unir por medio una línea férrea la Ciudad Sóller con la capital de la isla no es de ahora: surgió poco despues de abrirse al público la de Palma á Inca y ha sido acariciada desde entonces por cuantos en aquel fertil y hermoso valle y en aquella industriosa Ciudad aman el progreso y aprecian en su justo valor las ventajas de una via perfeccionada.que acorta las distancias, proporciona comodidad al viajero y, como consecuencia, aumenta y estrecha las relaciones de toda clase entre pueblos y comarcas separados por obstaculos naturales que entorpecen y hacen fatigosa la comunicación. Y no hay que decir cuan lenta y molesta es la de Sóller con Palma no obstante estar unidas ambas Ciudades por dos carreteras bien conservadas, lo mismo si se hace el viaje por el Coll cruzando la Sierra de Alfabia que si falseando la Cordillera principal de la isla, se salva la divisoria por el amplio collado de Valldemosa: los numerosos zig-zags de la primera y las fuertes y continuadas pendientes y contrapendientes de la segunda aumentan la duración del viaje y lo hacen costoso. No obstante esto, el pueblo de Sóller es el que más viaja de la isla y son unas buena prueba de ello el número de diligencias que hacen el servicio ordinario y los muchos vehículos particulares y de alquiler que continuamente se encuentran por aquellas carreteras.

Siendo esto un hecho evidente se comprenderá si los deseos de poseer una via ferrea para comunicarse con Palma y con el centro de la isla han ido jermiando y tomando cuerpo entre todos los buenos Sollerenses y si estos anhelos se habrán manifestado en repetidas ocasiones cuando por uno ú otro motivo ha resurgido con una fuerza la idea; y se adivinará, además, cuan dispuestos estaban aquellos á secundar toda iniciativa seria poniendo de su parte el elemento preciso, el único que se necesita para que ella fructifique: el capital.

Desgraciadamente para Sóller, los tanteos hechos para establecer las bases de una linea férrea que la enlazara con Palma no dieron por resultado un trabajo de condiciones capaces a inspirar confianza, ni mucho menos entusiasmo, ya por llevar consigo trazados costísimos y de una técnica dudosa, ya por obligar a grandes recorridos que si hacían el viaje más cómodo no lo acortaban en la medida que tienen derecho a desear. Y, sobre todo, porque unas y otras soluciones exigían la inversión de un capital fuera de relación con el entusiasmo y los recursos de Sóller no obstante ser estos mayores de lo que era lógico suponer, como brillantemente y con sorpresa de no pocos han demostrado después.

De todos los tantetos y estudios preliminares, uno también fué seguido de estudio definitivo y tomó forma prácticamente con el Proyecto de ferrocarril económico de Palma a Sóller redactado por Salvador Medina en Mayo de 1893, cuya concesión solicitaba Jerónimo Estades. En dicho proyecto se fija el origen de la línea junto al camino de Ronda en la proximidad de la carretera de Sóller; para la traza por Son Sardina y Establiments, se remonta por el valle de Esporlas hasta los alrededores de la Granja, cruza la Cordillera por el punto llamado "La Mola", donde alcanza la cota 387 sobre el nivel del mar, por medio de un túnel de 1310 metros y una vez en la vertiente N. faldeando las laderas y

las estribaciones secundarias de la cordillera desciende á Sóller y continuan hasta un puerto con un recorrido total de 47710.47 metros. Se establecen varias estaciones intermedias para servir directamente a Son Sardina, Establiments, Esporles, Valldemossa y Deyá é indirectamente ó sea á distancia Puigpunyent, Buñola y Estellenchs.

La cota 387 del centro del túnel principal se alcanza en una y otra vertiente por medio de continuadas rampas de fuerte inclinación muchas de ellas ligeramente inferiores á 30 milésimas, límite superior que se había propuesto admitir el autor del proyecto. Lo escabroso del terreno exigió también el empleo de numerosas curvas, abundando las de 125 metros de radio, que es el mínimo adoptado en toda la línea.

El proyecto, que está cuidadosamente estudiado hasta en los detalles y redactado con verdadero lujo, fué presentado á la Superioridad para los trámites legales que establecía la Ley de Ferrocarriles entonces en vigor, ignorando nosotros las causas que impidieron llegar á la concesión.

Lo elevado del Capital cuyo desembolso exigía la realización de la línea proyectada (5248000.00 pesetas), el largo recorrido que había de seguir la locomotora para penetrar hasta el fondo del valle de Sóller, lo escabroso de aquellas laderas faldeadas á gran altura sobre el nivel del mar, sus fuertes pendientes y sus numerosas y cerradas curvas fueron parte á amortiguar los entusiasmos que por el deseado ferrocarril se sentía en la comarca de Sóller, que es sin disputa la más rica de las que habían de ser beneficiadas por la línea proyectada, la que había de proporcionarles los mayores rendimientos y la única capaz de afrontar buena parte del capital necesario; y, como consecuencia de todo, vino un periodo de calma durante el cual fueron pocos los que conservando viva su fé y entusiasmo persistían en la creencia de ser posible económicamente establecer una línea ferrea entre Palma y Sóller.

Contribuyo indudablemente á este estado de la opinión la creencia general de que cualquier línea que se intentara atravesando la sierra inmediata, bien fuera por el collado de l'Ofre, bien se procurará por el Coll de Sóller, había de resultar punto menos que irrealizable técnicamente y con toda evidencia imposible bajo el punto de vista económico por las excesivas longitudes de los túneles á los que señalaban de 5 y 4 Kilómetros, aun colocando las bocas de la vertiente de Sóller á 500 y 400 metros en numeros redondos sobre el nivel del mar. Esto exigía recorridos de 24 ó 25 kilómetros desde Sóller hasta la salida á la vertiente opuesta, todos ellos faldeando rápidas laderas, salvando profundos barrancos. En suma trazados erizados de dificultades, peligrosos y de un coste fuera de todo límite admisible.

¿Se practicaron por aquellas laderas y colados los reconocimientos y tanteos descritos unos en la Memoria de aquel proyecto y explicados con detalle otros por quien conoce los trabajos de otros facultativos, reconocimientos y tanteos que motivaron aquella creencia errónea? Sinceramente, declaramos que no es posible creer en la existencia de tales trabajos, debiendo atribuirse al origen de aquellos datos á noticias adquiridas en la localidad al consultar respecto á altitudes y distancias gentes poco conocedoras de ella y desprovistas de todo conocimiento técnico. Lo cierto es que aquella creencia existía y que por efecto de ella la idea del ferrocarril estuvo en Sóller como aletargada durante algunos años hasta que la hizo reavivar y acrecer la publicación de la Ley de ferrocarriles secundarios de Julio de 1904.

Se multiplicaron entonces las reuniones, se hizo propaganda por los pueblos antes citados, se pusieron al frente del movimiento la corporación Municipal y personas de reconocida influencia política y social, se encauzaron las corrientes de entusiasmo, tomó forma práctica la idea con la intervención del Ingeniero que suscribe que propuso una nueva solución y unificados los deseos y concentrados á favor de ella los entusiasmos, se constituyo la Sociedad de "Ferrocarril Palma - Sóller" con capital de 3.500.000.00 pesetas cuyas acciones de 500 pesetas se cubrieron en poco tiempo. De las 7000 acciones, 577 fueron suscritas en Palma, 143 en Buñola, 167 en Fornalutx, 99 en varios pueblos de la isla y el resto ó sean 6014 acciones en Sóller.

¿Tendrá precedentes el caso de un pueblo de poco más de 8000 habitantes que para mejorar su comunicación con la capital de la provincia aporta un capital de 3.000.000 de pesetas? Creemos que nó, lo consideramos un caso insólito y tal manifestación de fé y entusiasmo por su ferrocarril demuestra mejor que pudiera hacerlo una relación de hechos y de datos estadísticos la grandísima importancia que para Sóller tiene el ferrocarril que lo una directamente á Palma.

El objeto de la obra proyectada y que motiva este escrito es pues unir Palma a Sóller por medio de una vía férrea la más corta posible dentro de las limitaciones que las pendientes máximas y los radios mínimos prefijados imponen y sin salirse del presupuesto que al constituirse la Sociedad se señaló.

Además de las ciudades enlazadas saldrá muy beneficiado con la ejecución de la línea cuya concesión se solicita el pueblo de Buñola. Tiene esta 2303 habitantes y está situado á unos 15 kilómetros de la capital al pié de la sierra de Alfabia y á 230 metros sobre el nivel del mar. Es pueblo rico por su suelo, por sus yacimiento ó depósitos de minerales, posee varias fábricas de cemento y mantiene un tráfico considerable con la capital.

Constituirá una magnífica estación veraniega y un centro de escursiones importantísimo que sin genero alguno de dudas han de proporcionar numeroso pasaje al nuevo ferrocarril.

La topografía del terreno en la zona por donde tenía que desarrollarse la traza ha permitido, también sin rodeo ni aumento sensible en el presupuesto, proyectar una modesta estación en la proximidad del caserío de Son Sardina situado a cinco kilómetros de Palma. El número de pasajeros que anualmente transportan los vehículos empleados hoy en el servicio público asciende según estadísticas á 25000 y es muy considerable además el número de coches particulares que con igual objeto circula por aquel tramo de carretera, pero del total del pasaje es lógico creer que una pequeña parte efectuará el viaje en el ferrocarril, pues su corto recorrido entre dicho caserío y Palma hace poco sensibles las ventajas de las modernas líneas.

Con lo expuesto creemos que la Superioridad podrá formarse cuenta exacta del objeto y de la utilidad é importancia del ferrocarril cuyo estudio motiva estas líneas y cuya concesión se solicita, debiendo añadir, para hacernos eco de la pública opinión que la línea proyectada tendrá otra ventaja susceptible de agrandarse con el tiempo y en la medida que no es facil por ahora señalar, si se llega á establecer una línea de vapores rápidos entre los puertos de Sóller y Barcelona. Separados estos puertos por un canal de 96 millas su travesía podría efectuarse en poco más de seis horas con vapores de

los considerados hoy como de mediano andar; y si éstos tenían combinados sus llegadas y salidas con un tren especial, es indudable que el viaje entre Palma y Barcelona podría realizarse comodamente en menos de ocho horas. La gallarda prueba de amor al país, de desprendimiento y de entusiasmo por el progreso que ha dado Sóller al cubrir rápidamente la suscripción de las 7000 acciones de su ferrocarril ¿tendrá su segunda parte el día que tras un estudio serio y formal de problema le inviten á interesar un capital mucho más reducido para la adquisición de un vapor rápido de tonelaje y de condiciones adecuadas á las de su puesto? Conocedores de las fuerzas vitales del país, de los recursos con que cuenta y de la pulcritud, celo, desinterés con que se administran y dirigen las diversas sociedades navieras, industriales y de crédito en Sóller establecidas, no dudamos nosotros que el caso llegará más o menos tarde y que entonces se repetirá con igual espontaneidad el hermoso espectáculo que Sóller dió hace pocos meses con admiración de toda la isla.

## Capítulo IIº

### Trazados que podrían intentarse

Dada la situación de las dos Ciudades á enlazar, Palma en la parte Sur de la isla en el fondo de la bahía del mismo nombre y Sóller en la vertiente Norte de la cordillera que la separa del resto de Mallorca, dentro de un amplio y feraz valle que tan sólo con el mar tiene fácil comunicación, el trazado de toda línea férrea que se intente tiene que cruzar aquellas altas montañas por uno de los puntos bajos que ofrecen. explotando para su desarrollo los valles secundarios que desde él y por una y otra vertiente se originan.

La cordillera se entiende desde Cabo Formentó hasta la Dragonera con variada amplitud de base y numerosos valles secundarios que conducen á otros tantos desfiladeros ó Colls; pero la zona objeto de estudio queda notablemente limitada por la orografía de aquellas montañas que obliga á trazados costosos al querer alejar de la línea recta que une á Sóller con Palma en busca de un punto bajo de la divisoria o de laderas próximas y de fuerte inclinación que permita perforar el macizo con un túnel de corta longitud.

Otra circunstancia que dificulta el estudio de la línea y limita al mismo tiempo la zona que este ha de abarcar es el gran desnivel entre el pie de la cordillera en la vertiente Sur y la altitud media de la ciudad de Sóller. Puede considerarse esta como de 35 metros sobre el nivel del mar y la falda aquella se une al llano á alturas superiores á 200 metros.

El mejor punto para cruce de la cordillera será pues aquel que permita iniciar el túnel á nivel más bajo con longitud económicamente admisible para esta obra, y que unidas á estas circunstancias concorra la de proporcionar un descenso fácil á Sóller con la pendiente máxima previamente fijada y un coste moderado.

Son tan considerables las altitudes de la cordillera en la parte que circunda el valle de Sóller, tan imponentes los acantilados de sus laderas, tan profundos sus barrancos, y presenta en suma tal cúmulo de dificultades cualquier solución

que se intente distinta de la por nosotros propuesta en el primer reconocimiento, y es por el contrario tan superior esta á cuantas se han tanteado y creemos posible tantear que estamos seguros daría con ella y por ella se decidiría todo facultativo que en serio estudiara el problema. Por esto hemos dicho en el 1er Capítulo que no era posible creer en los reconocimientos y estudios previos que se describen en la Memoria del proyecto estudiado en 1893 ni en los que según cuentan en la localidad practicó años antes otro facultativo pues de haberse realizado entonces aquellos trabajos el ferrocarril de Sóller sería ya una cosa anticuada y el Ingeniero que suscribe no habría tenido la satisfacción de dar con la solución práctica del problema despues de las breves operaciones de campo practicadas en Noviembre de 1904. Entonces tras un detallado reconocimiento de la Sierra de Alfabia, sacamos el convencimiento de que en toda la extensión de la cordillera que por las circunstancias expuestas anteriormente era dado tantear no se encontraba otro punto de más ventajosas condiciones para emplazar la boca Sur del túnel que frente á Alfabia internandose todo lo posible dentro del barranco que en aquella vertiente corresponde á la depresión de la divisoria conocida por el Coll de Sóller, por donde cruza la carretera del Estado. Y siendo esta depresión la de menor cota en muchos kilómetros de divisoria y correspondiendo á ella, (como no podía menos de suceder por las leyes geométricas á que obedecieron las formaciones orográficas) dos profundos valles secundarios proximamente normales al principal, era lógico buscar en la dirección de ellos la que habia de proporcionar una perforación de la sierra con menos longitud de túnel que en cualquier otra, para una altitud determinada de sus bocas. Así resulto, en efecto, y el trabajo taquimétrico que practicamos nos dió para una altitud de 250 metros en la boca S. y unos 235 en la N. un túnel de 2600 metros en números redondos, muy inferior al que hallamos en otros cruces que intentamos uno de ellos en la dirección más conveniente para enlazar en Santa Maria con el ferrocarril central de Mallorca.

Desde Palma, cualquiera fuese el origen de la linea era fácil llegar a la boca S. del túnel emplazada frente á la casa del predio Alfabia, con un trazado relativamente económico que permitiera servir á cortisima distancia el pueblo de Buñola, pero desde la boca N. situada como se ha dicho en unos 235 metros sobre el nivel del mar ¿Cómo bajar á Sóller cuyas primeras casas, las mas altas, estan emplazadas entre 60 y 65 metros encima de igual nivel siendo menor de tres kilometros la distancia que los separa? ¿Como descender aquellos 170 metros con la pendiente máxima de 20 milésimas que nos habíamos fijado teniendo la ladera izquierda del torrente que á Soller conduce un desarrollo de 2500 metros.excasos? Un reconocimiento de esta misma ladera aguas abajo de Soller por Monreals y Son Angelats nos hizo conocer la posibilidad de trazar en ella un amplio zig-zags con radios no inferiores al límite de 150 metros que tambien nos habíamos fijado, zig-zags que permitiría emplazar la estación de Sóller en los alrededores del Convento junto á la Carretera de Palma en la parte más elevada del casco de la población.

Teníamos ya las líneas generales de un trazado que juzgábamos superior á cuantos hasta entonces se habían propuesto segun el cual se desarrollaba la línea siempre por la izquierda de la carretera de Palma á Sóller desde su origen en la proximidad de Can Mianos hasta cerca de kilómetro 14 de la misma carretera que allí cruzaba para aproximarse á Buñola é ir ganando lentamente por medio de un rodeo el nivel de 245 á 250 metros que alcanza el terreno frente á Alfabia, en un recorrido total de 16.50 kilómetros; se cruzaba la sierra con un túnel de 2600 metros y una vez en la ladera opuesta se descendía a Sóller con un recorrido de unos ocho kilómetros de los cuales cinco formaban un zig-zag por las laderas Monreals y Son Angelats.

La longitud de la línea resultaba ser de 27.00 kilómetros, las pendientes máximas de 20 m.m y de 150 metros los radios mínimos de las curvas, y al dar cuenta al Ayuntamiento de Sóller del resultado de nuestro trabajo nos declarabamos partidarios decididos de la traza descrita á la que señalabamos un presupuesto aproximado de 3.150.0000 pesetas.

Cuando después de constituida la Sociedad Ferrocarril Palma-Sóller recibimos el encargo de proceder al estudio definitivo de la línea conforme á las bases establecidas en el anteproyecto, se practicaron nuevos y más detallados reconocimientos y tanteos y estos trabajos nos confirmaron en nuestra primera opinión, hasta el punto de no considerar posible introducir más variación que la impuesta por el cambio de origen ó emplazamiento de la Estación de Palma. Salvo esta modificación que afecta tan solo á la parte facil del trazado ó sea desde el origen hasta que se inicie la subida hacia Buñola y tiene por principal objeto evitar cruces de la Carretera de Sóller y de varios torrentes afluentes al principal de la cuena, todo el resto del trazado propuesto en el estudio que nos ocupa se desarrolla por las zonas previamente elegidas y termina en la proximidad del Convento junto á la carretera de Palma á la altura de las primeras casas de Sóller.

Tenemos con este dos trazados bien definidos que pueden ser objeto de un estudio comparativo y aunque la sociedad "Ferrocarril Palma á Sóller" se constituyó para la construcción de la línea directa que cruza la sierra por Alfabia y no otra de las que pudieran proponerse por estar convencidos de que es la única que satisface cumplidamente las necesidades de Sóller con la inversión de un capital que producirá buen interés, nos creemos sin embargo en el caso de ocuparnos de las varias trazas posibles para poner en evidencia ante la Superioridad las ventajas de la por nosotros propuesta y aceptada en principio por la comisión organizadora y por la sociedad que legalmente se constituyó despues.

Los trazados que pueden estudiarse claro esta que son muchos, como muchos y muy variadas son las condiciones técnicas que los regulan; pero para nuestro caso bastará considerar tres soluciones: la del proyecto redactado en 1893 cuya característica es reducir el cruce de la cordillera por la parte que circunda el valle de Sóller por la errónea creencia de que exigiria ese cruce un túnel de longitud desmedida cuyo presupuesto haria la obra irrealizable, aun colocando las bocas á altitudes difíciles de alcanzar. De ahí el gran rodeo que se dá á la traza para salvar la divisoria á 387 metros sobre el mar con un túnel corto, las exageradas pendientes á que esto obliga, las numerosas curvas y contracurvas y túneles y costosas obras de fábrica que lo escarpado de las laderas exige.

La segunda solución es la por nosotros propuesta cuya principal condición es la de proporcionar la línea más corta entre Palma y Sóller para una determinada pendiente. Cruza la divisoria por medio de un túnel de gran longitud, (la máxima que corresponde al punto escogido para el cruce dentro de la lógica y de las buenas reglas de construcción) y con un amplio zig-zag, cuya revuela se dá con un radio de 185, y pendiente constante de 22 milésimas desciende á la Estación de Sóller que se proyecta construir en la proximidad del Convento.

Una tercera traza podría intentarse salvando la divisoria por el collado de l'Ofre con un túnel que quizá no fuera de mayor longitud del proyectado para cruzar la sierra de Alfabia, y una vez en la vertiente de Palma enlazar con la línea de Inca en una de las Estaciones intermedias. Pero esta solución que reuniria, muy acrecentadas, todas las dificultades de la

segunda, exigiría colocar muy elevada la boca N. de su túnel para poder alcanzar en la salida la altura del valle de Orient. Aun forzando las pendientes hasta 30 milésimas tendría esta tercera traza un desarrollo excesivo, no inferior á 50 kilómetros si el enlace con la línea férrea actual se hiciera en Santa Maria, muy costoso y sin mas tráfico que procedente de Sóller, pues poco ó nada habría que esperar de la insignificante aldea de Orient.

Ni es directa la traza resultante de esta solución, ni económica; no evita con su rodeo un túnel caro ni acrecienta su tráfico con el exceso de recorrido. Es pues y á todas luces inferior á las dos anteriores y prescindiremos de ella para la comparación que nos proponíamos.

Pero ¿es posible establecer una verdadera comparación entre los otros dos proyectos cuyas condiciones técnicas son tan distintas como distintas son las necesidades que uno y otro vienen á satisfacer? ¿Es necesaria además esta comparación para hacer resaltar las ventajas de la línea directa por lo que á la comunicación de Sóller con Palma se refiere?

En nuestro concepto una sencilla relación de las condiciones técnicas y económicas de ambas líneas, no obviando que es Sóller la que va á construir el ferrocarril con el objetivo principal de acortar notablemente la duración del viaje, será suficiente para hacer resaltar la superioridad de la línea que hemos proyectado.

Las características de uno y otro trazado aparecen en el siguiente cuadro:

<b>Condiciones técnicas y económicas</b>	<b>Trazado por Buñola y Valldemossa</b>	<b>Trazado director por el Coll de Sóller</b>
Longitud de la línea	43.500 ms	26.650 ms
Pendientes máximas	30 mm	22 mm
Radios mínimos	125 ms	200 ms y uno solo de 185 ms
Altura sobre el mar al cruzar la divisoria	387 ms	240 ms
Duración del viaje para análogos gastos de explotación	dos horas y media	Poco más de una hora
Importe de los respectivos presupuestos (pesetas)	5.000.000	3.195.776,30

¿Es necesario aducir nuevos datos para hacer más evidentes las ventajas del ferrocarril directo? Creemos que no y abrigamos la esperanza de haber demostrado que si Sóller ha de ponerse en íntima relación con la Capital de la isla con una vía férrea práctica y de resultados positivos no puede ser sino con una línea corta y de moderada pendiente que pueda ser recorrida en una hora ó poco más: un ferrocarril de estas condiciones absorberá todo el tráfico, así de viajeros como de mercancías sin necesidad de recurrir á tarifas reducidas y escasamente remuneradoras.

### Capítulo III

#### Descripción del trazado elegido

La fácil comunicación y enlace en las vías de la Compañía de ferrocarriles de Mallorca y la comunidad del viajero nos aconsejaron emplazar la nueva estación cerca del casco antiguo de la Ciudad y junto a las instalaciones de aquella en solares que al efecto se han adquirido ya. La salida del recinto destinado a futuro ensanche de Palma se hará siguiendo el eje de una proyectada calle de 20 metros en la forma que lo hace la línea construida. Para cuando la expresada calle este terminada la Compañía del Ferrocarril de Sóller se compromete a cercar su vía, ocupando la anchura de 4.00 metros en la forma que acuerde el Ayuntamiento de Palma para las vías ferreas que estén en iguales condiciones.

Una vez fuera de la zona que ha de ser ensanche de esta Ciudad las condiciones del terreno hasta Son Sardina permitirían salvar con una alineación recta todo aquel espacio; pero las numerosas cosas esparcidas en aquel trayecto, especialmente en la proximidad del emplazamiento escogido para la Estación de aquel suburbio nos han hecho quebrar dicha alineación para hacer el menor daño posible a las varias pequeñas fincas que es preciso atravesar. El trazado, sin embargo se separa muy poco de la línea recta como puede verse en el plano.

El caserío de Son Sardina lo constituyen una multitud de casas de las cuales un corto número están agrupadas formando calles más o menos definidas. De ellas hay tres que siguen paralelamente una dirección normal a la carretera de Palma a Sóller con marcada tendencia a urbanizarse. Frente al grupo de estas tres calles, al otro lado de la Carretera y en comunicación directa con ella se ha proyectado la que ha de ser Estación de Son Sardina.

Saliendo de ésta sigue la traza en línea recta hasta el enlace con la alineación que cruza el torrente Gross ó de Esporlas aguas abajo del punto de confluencia con el de Buñola cuya margen izquierda sigue la línea proyectada por medio de dos alineaciones rectas de considerable longitud al final de las cuales se inicia ya la subida rápida hacia la estación de Buñola, plegada la traza a aquellas laderas por medio de varias alineaciones rectas y curvas.

Emplazado aquel pueblo en la margen izquierda del torrente en un punto estrecho del valle donde no es posible llevar la traza sino con radios muy reducidos, hemos situado su Estación a unos 350 metros de las primeras casas en terrenos de Son Garcías y en comunicación directa y fácil con el camino vecinal de excelentes condiciones que desde la Carretera de Palma a Sóller conduce a Buñola y se proponga siguiendo el curso del torrente hacia Orient. Saliendo de Buñola continuaría la traza plegada siempre y en la medida posible a las inflexiones del terreno hasta cruzar las carreteras de Palma a Sóller en la proximidad de Alfabia donde la trinchera que conduce a la boca S. del túnel permite ya un paso superior.

La divisoria se salva con una alineación recta de 3019.12 metros de longitud de los cuales 2816.00 son en túnel, enlazada a las contiguas por medio de curvas de 300 y 700 metros de radio y ya en la vertiente opuesta, el trazado que es todo él descendente y con inclinación uniforme se pliega cuanto permiten los límites que nos hemos impuestos para

las longitudes de las rectas que unen curvas y contracurvas y los radios de estas, á la forma de las laderas, dá la revuelta del zig-zags con un radio de 185 metros que es el menor y único de toda la línea y desarrollandose de nuevo y en igual forma por las mismas laderas llega al sitio previamente escogido para emplazar la estación de término, junto á la Carretera varias veces citada, á la entrada de Sóller.

En las bases propuestas en el anteproyecto á las cuales había de sujetarse el estudio definitivo de la traza, se establecía que los radios mínimos fueran de 150 metros y de 20 milésimas los mayores pendientes del perfil, cuyos límites, si bien constituyen otros tantos obstáculos habían de dar por resultado al aplicarse un trazado de excelentes condiciones técnicas, tratandose, como se trata, de un ferrocarril de los llamados secundarios con via de 0.194 m, desarrollada buena parte de su longitud por laderas escarpadas y surcadas por profundos barrancos, en las cuales precisa buscar desarrollo para suavizar en la medida posible las rampas de una y otra vertiente.

Otra condición técnica que dificulta y encarece el establecimiento de la traza es la longitud mínima de las rectas que unen curvas de sentido contrario, y aun cuando son muchos los ferrocarriles que podríamos citar, especialmente de los Estados Unidos, en los cuales la longitud de aquellos tramos se ha reducido enormemente hasta llevarla á la de los mayores vehículos que por aquellas vías circulan, con lo cual á costa de un mayor esfuerzo de tracción se economizan muchos gastos de la infraestructura, nosotros fijamos como límite inferior de aquellos tramos rectos la longitud de 75.00 metros que difícilmente alcanzará la del mayor tren que se organice en la futura explotación de la línea. El tramo de menor longitud ha resultado desde 77.56.

De las tres condiciones límites que se han reseñado, la de los radios, la de las pendientes y la que se refiere á la longitudes de los tramos rectos intercalados entre curvas de sentido contrario la segunda ó sea la inclinación máxima de 20 milésimas para las rasantes no ha sido posible cumplirla por no haber proporcionado aquellas laderas el desarrollo necesario. Solo á costa de una mayor longitud en los dos túneles previstos, uno de los cuales, el de la divisoria, se ha llevado al límite práctico y económico como veremos despues, ha sido posible llevar á 22 milésimas la pendiente uniforme del descenso á Sóller. Pero téngase en cuenta que los radios límites han pasado de 150 á 200 metros y que este aumento es equivalente en punto á la resistencia que las curvas oponen al paso de los trenes á poco más de una milésima de inclinación, con lo cual puede decirse que las rampas máximas son superiores en una milésima á las prefijadas en las bases del proyecto.

De habernos sugetado al radio de 150 metros y haberlo prodigado á lo largo de la traza, especialmente en los tramos difíciles y de gran remoción, á la vez que se habría conseguido algún mayor desarrollo y por ende más suave inclinación se habrían reducido notablemente los ahora voluminosos desmontes y terraplenes, con proporcionada economía en el coste de la infraestructura.

No lo hicimos así no obstante el natural deseo de conseguir alguna economía en la traza, ya que ésta por las condiciones inherentes al terreno y las características de sus puntos obligados ha de resultar forzosamente de un coste elevado por predominar sobre aquel deseo el de obtener una línea de facil y económica explotación cuyo recorrido pueda

hacerse en breve tiempo, alejadas todas las causas de peligro. El dinero que se gaste en las explotaciones y demás obras para pasar del radio de 150 metros es otro muy inferior que pudimos fijarnos, siguiendo el criterio que ha prevalecido en otras líneas análogas, á 200 que es el mínimo adoptado (excepción hecha del correspondiente a la revuelta del zig-zags) la considera el autor del proyecto colocado á un crecido interés y tiene la firme persuasión de que la Compañía Ferrocarril Palma-Sóller no se arrepentirá nunca de la inversión que ha dado á aquella parte de su Capital Social.

Que la traza proyectada con sus radios mínimos de 200 metros, estos en corto número, su pendiente máxima de 22 milésimas y tramos rectos mayores de 75 metros intercalados entre curvas de distinto surtido puede calificarse de lujosa en sus condiciones técnicas y en grado que difícilmente alcanzará otra entre las llamadas líneas de montaña, es cosa de todo punto evidente; y supondría vana presunción en el Ingeniero que suscribe querer convencer de ello á la Superioridad que tan perfectamente conocer las reglas á que ha de sujetarse la construcción de una línea férrea y las circunstancias que concurren en los ferrocarriles construídos así en España como en el Extranjero. Sin embargo, creemos muy conveniente citar algunas líneas que se sujetaron á condiciones técnicas muy inferiores á pesar de lo cual se explotan sin dificultad ni peligro de ninguna clase con velocidades superiores á las que necesitará desarrollar el Ferrocarril de Palma-Sóller para hacer el recorrido en poco más de una hora, en 65 minutos por ejemplo. Con ello se desvanecerán los rumores que con maligna intención se han propagado según los cuales aquel recorrido durará más de hora y media si ha de hacerse con velocidad no peligrosa adecuada á las condiciones de la línea. No eran conocidas estas condiciones por los autores de la noticia ni aun conociéndolas podían sacar de ellas consecuencias garantidas por conocimientos técnicos que no poseen seguramente; no ha tenido eso el rumor ni ha influido en la buena marcha de la Sociedad, pero en bien de la misma es conveniente se desvanezcan por completo los terrores y á este fin incluiremos en el siguiente cuadro varias líneas, algunas de mucha importancia bajo todos conceptos, recorridas por trenes rápidos, que se han construído en condiciones técnicas muy inferiores á las de nuestra traza para que puedan llegar estos datos á noticia de todos durante el periodo de información pública á que deberá sujetarse este proyecto.

<b>Líneas de ancho normal</b>	<b>Pendientes en milésimas</b>	<b>Radios en metros</b>
Argel á Oran	30	200
Paris, Lyon Mediterráneo	30	200
Belmez á Cordoba	30	200
Viena á Trieste (Paso de Semmering)	25	190
Haironville á Triancour	30	50
Le Mans á Grand-Lucé	30	50
Beaunne - Arnay le Duc	40	40
Laigné á Villeneuve Le Compte	41	75

Otras muchas líneas podrían citarse entre las más conocidas como Birmingham á Glancester con pendientes de 27 mm; Turín a Genes inclinación de 35 mm en 20 kms de longitud; la ascensión al túnel de Mont-Denis que se hace con rampas de 30 mm, Bayona á Tolosa que tiene pendientes de 32 etc, etc.

Por último y para contribuir al mismo fin transcribiremos el siguiente párrafo de un tratado clásico de ferrocarriles que ya no era moderno en 1884; Sería hoy temerario marcar límites á los progresos que debe realizar todavía la industria de los ferrocarriles; pero, en el estado actual de esta ciencia, los hechos demuestran que la circulación de las locomotoras y vagones ordinarios es posible sobre líneas que presenten curvas descritas con radios mínimos de 200 ms en plena vía, de 80 en estaciones é inclinaciones que alcancen 50 milésimas (Se refiere a vías de anchura normal).

Creemos conveniente añadir antes de dar por terminado lo relativo á las condiciones técnicas del trazado que comparando la anchura de vía adoptada en el proyecto con la normal Española, por medio de la fórmula de Rottenbacher se pueden determinar los radios de dicha vía normal equivalentes á los de 185 y 200 metros que hemos señalado como mínimos en nuestro proyecto. Estos son respectivamente de 350 y 380 lo cual de nuevo confirma lo ya varias veces dicho respecto á las lujosas condiciones de nuestro trazado.

## Capítulo IV

### Movimiento de tierras

Las tres condiciones técnicas á que se sujeta la traza estudiada han producido, como no podía menos suceder tenida en cuenta la orografía del terreno en la parte montañosa, desmontes y terraplenes de crecida cota que han cubicado volúmenes importantísimos no obstante la marcada dureza que en conjunto ofrecen aquellas laderas lo cual ha permitido proyectar taludes poco tendidos para los primeros.

El volúmen total de los desmontes ha resultado de 245.189.743 ms cubs y de 339,007.014 el de los terraplenes mucho mayor este que aquel para alojar sin reducido coste los productos de los tres túneles que se proyectan.

Tendremos así:

Volumen del desmonte	245.189.743 ms cubs
Productos de los túneles ó sean 3357.00 x 20.00 (sección media)	<u>67.140000</u> ms cubs
Suma y sigue	312.329.743 ms cubs
 Suma anterior	 312.329.743 ms cubs
Más el enterneamiento (0.12 termino medio)	<u>37.479.569</u> ms cubs
Total productos	349.809.312 ms cubs
Terraplenes	<u>339.007.014</u> ms cubs

Diferencia en más 10.802.198 ms cubs de productos de los desmontes que se suponen empleados en la confección de las mamposterías de las obras de fábrica.

Este sobrante de productos excavado dentro de la línea procede casi todo de los desmontes y túneles de la vertiente de Sóller donde para evitar terraplenes de gran cota difíciles de sostener sobre aquellas fuertes laderas sin el empleo de muros se ha corrido la traza hacia ellas más de lo que correspondía á una verdadera compensación de desmontes y terraplenes. Así y todo no será difícil reducir aquel sobrante al efectuar el replanteo de la línea, sin modificar las condiciones técnicas.

En la vertiente de Palma la compensación es mejor como puede verse por los siguientes datos.

Volumen del desmonte	96.746.5 15 ms cubs
Productos de 1500 ms de túnel que probablemente se perforará desde la boca S	<u>30.000.000</u> ms cubs
Suma	126.746.515 ms cubs
Más el entumecimiento	<u>15.209.581</u> ms cubs
Total productos	141.956.096 ms cubs
Terraplenes	<u>141.077.156</u> ms cubs
Diferencia en más	878.940 ms cubs

empleados en las obras de fábrica.

La clasificación de los productos de los desmontes ha dado el siguiente resultado:

En tierra franca	5.414.587 ms cubs
En tierra dura	49.477.116 ms cubs
En terreno de tránsito	48.639.858 ms cubs
En roca floja	<u>101.497.901</u> ms cubs
En roca dura	40.160.328 ms cubs
Total	245.189.790 ms cubs

que a los precios de 0.16, 0.32, 0.70, 1.05 y 2.10 pesetas respectivamente arrojan un total de 241656.39 pesetas ó sean 1.0054 pesetas por metro cúbico en toda la línea teniendo en cuenta el relleno de los taludes.

Para el transporte de los productos á los distintos terraplenes se suponen empleados trenes con material Decanville en la longitud y con el número de vagonetas que requiere una buena organización de los trabajos. Dichas vagonetas se suponen de 500 litros de cabida y han de ser arrastradas por hombres o caballerías según las distancias de transporte. El coste del metro cúbico de terraplén confeccionado como ha de ser todo él con productos procedentes de excavaciones dentro de la línea ha resultado de 0.4165.pts después de sumarle tres céntimos para el arreglo de las tierras y el refino de los taludes.

El precio de aplicación al desmonte será por tanto 1.0054 - 0.4165 o sean 1.42 pesetas en números redondos y las explanaciones de toda la línea importarán en consecuencia 348.169.50 pesetas.

## Capítulo V

### Túneles

Los señalados en el anteproyecto son dos: el que cruza la divisoria en la llamada Sierra de Alfabia cuya longitud se fijó en 2600 m3, y el que se produce al dar la revuelta del zig-zag en las laderas de Son Angelats al que le señaló 300 m3.

En el estudio definitivo ambos túneles han resultado aumentados en 216m3 el primero y 101 el segundo por las causas que pasaremos á exponer.

Túnel de Alfabia. - En el reconocimiento que sirvió para fijar las bocas del túnel mayor y determinar su longitud suponíamos la del S á la altura de 245 á 250 metros sobre el nivel del mar y la del N. á unos 232; la estación de Sóller se suponía emplazada en la cota 70 con lo cual resultaba un desnivel de 162 desde la salida del túnel hasta el extremo de la línea que con la pendiente máxima de 20 milésimas exigía buscar un desarrollo de 8.100 ms por aquellas laderas. Ahora al detallar y puntualizar los trabajos para el estudio definitivo de la traza hemos visto que la altitud máxima á que pueda emplazarse la estación de Sóller es de 63 á 64 ms y que el desarrollo por aquellas laderas dando la revuelta del zig-zag en terrenos de Son Angelats antes de cruzar la barrancada de la "Guisperia" unicos que permiten efectuarlo con el radio de 185 y relativa economia, es solo de unos 6700 m3. Esto exigiría una pendiente continua de más de 25 milésimas, que consideramos exagerada ya que el resto del trazado puede hacerse á 20 como inclinación máxima. Felizmente habíamos señalado un precio alto al metro lineal de túnel que al ser rectificado tras nuevos estudios é investigaciones habían de producir una notable economia en aquella obra, y esta circunstancia nos ha permitido bajar las rasantes del túnel hasta colocar á la cota 212 la boca de salida con lo cual el desnivel se reduce á unos 149 ms y la pendiente á 22 milésimas, poco diferente de la máxima en la vertiente opuesta; pero á expensas de un aumento de gasto que absorbe la mayor parte de las economías que aquella rectificación de precio habia de producir en el presupuesto general. De este aumento de gasto que dá por resultado suavizar el descenso á Sóller, como del producido por la adopción de radios mínimos de 200 ms. tampoco tendrá que arrepentirse la compañía explotadora del nuevo ferrocarril por la economía que producirá la explotación.

El túnel ha resultado con la longitud de 2816 ms extraordinaria en relación á la de la línea, cuyo presupuesto es de más de la mitad del total de los gastos, exclusión hecha del importe del material fijo y móvil. Es todo él en línea recta cuyo replanteo no será de gran dificultad y cerca de una y otra boca se encuentran proyectados grandes terraplenes donde con escaso recorrido podrán arrojarse todos los productos. Este trabajo vendrá facilitado por las rasantes fijadas en el perfil longitudinal: los primeros 1322 ms están sobre una rampa de 0.003 n que permitirá la salida del agua por gravedad en el probable caso que se encuentren en la perforación y facilitará también la saca de productos hacia el terraplén contiguo. La segunda rasante que es de 200 ms de longitud y de 0.00935 m se ha trazado para servir de transición entre la primera y la tercera; esta permite alcanzar la cota 212 en la salida con la inclinación de 0.01871 m en 1400 de longitud.

Siguiendo el consejo de Ingenieros prácticos en la explotación de ferrocarriles esta última rasante debiera ser algo

más moderada para guardar la debida relación con la máxima de 22 que contiene el perfil longitudinal. Creemos, sin embargo, que ninguna dificultad se originará por esta causa en la explotación del proyectado ferrocarril porque ni en el interior del túnel reinará exagerada humedad por producir natural ventilación el desnivel de 24 metros entre sus bocas, ni la fuerza de tracción que necesitará desarrollar la locomotora superará al poder adherente de la misma con el simple empleo de los medios usuales y corrientes en todas las líneas.

La sección del túnel se ha proyectado en forma de herradura con bóveda de tres centros y medios de 3.80, 2.20 y 1.40 desde los arranques, situados á 1.70 por encima del plano de carriles hasta la clave que queda á 4.30 sobre el mismo. Una cuneta lateral recogerá y conducirá al exterior las aguas de filtración y burladeros de 1.00 de profundidad, 1.50 de ancho y dos de altura colocados á la distancia de 100 ms uno de otro servirán de refugio á los guardas y operarios durante el paso de los trenes.

El revestimiento que habrá de practicarse seguramente en una parte de su longitud desconocida ahora, tendrá un espesor de 0.50 ms desde los arranques á la clave é irá aumentando en los pies derechos conforme al talud de los mismos. Estos pies se construirán de mampostería ordinaria sentada con mortero hidráulico y con fábrica de ladrillo confeccionada con igual mezcla, la bóveda. Para las bocas se han proyectado fachadas sencillas de robusto aspecto formadas con mampostería cercada y sillería caliza compacta á la grosera.

Hemos dicho en otra parte de este escrito al justificar la traza adoptada que el túnel proyectado para salvar la divisoria se había alargado considerablemente hasta llevarlo á una longitud que debemos considerar como límite práctico y económico, y para aclarar y justificar este concepto será conveniente hacer algunas consideraciones.

En la vertiente de Palma se inicia el túnel por bajo la carretera en el origen de la serie de zig-zags que conducen al Coll, es decir, al pie de aquella ladera y con una cota de desmontes de 16.38 ms. Para colocar á más bajo nivel la boca S. del túnel sería preciso iniciarlo ya en los terrenos entrelanos de los alrededores de Alfabia formando uno á manera de túnel artificial por debajo del torrente de Alfabia de considerable longitud con relación á lo que bajaría la rasante. Tomando la cota de 16.00 m como máxima para el desmonte en trinchera, resultaría un aumento de 120 ms en la longitud del túnel para un descenso de 10.000 ms, de 295.00 ms si esta diferencia de nivel se lleva á 20.00 y 495 ms si se quisiera colocar la boca del túnel a 206.00 ms sobre el nivel del mar es decir, 30.00 ms mas baja que la del proyecto. En cambio la longitud del mismo túnel vendría disminuída tan solo en 40.00 m, 67.00 m y 94.00 m si se subiera aquella los mismos 10, 20 y 30 ms lo cual demuestra como hemos dicho que tal como se ha proyectado el túnel se inicia este al pié de la sierra en el puerto más bajo que logica y economicamente puede admitirse.

Establecida la boca del túnel en la vertiente de Palma en la forma y las circunstancias descritas, lo cual implica la construcción de un túnel muy largo obligación es del Ingeniero que redacta el proyecto procurar por todos los medios que no se complique y dificulte su construcción con las condiciones de en traza y rasantes. Como se ha dicho yá el túnel será recto, en lo cual no hay dificultad alguna, y enlazado por amplias curvas con el resto de la linea en una y otra boca, proximos á ellas se han proyectado grandes terraplenes que con escaso recorrido podrán alojar todos los productos de la

excavación el trazado de rasantes dará natural salida á las aguas que puedan encontrarse y facilitará la de los productos hacia el exterior, la carretera del Estado se cruza en una y otra vertiente yendo el trazado en túnel y con suficiente altura sobre la rasante para permitir la construcción de las fachadas y revestimiento contiguo sin entorpecer el tránsito público, y por último, la salida á Sóller se hace á la altura precisa para salvar con una obra de fábrica el próximo torrente.

Todas estas condiciones que contribuyen á que el túnel resulte de construcción fácil por lo menos en lo que es posible proveer, son otras tantas circunstancias que han encerrado dentro de los límites muy restringidos la altura á que es posible establecer la boca N. Para una determinada longitud de túnel para 2800 ms por ejemplo, la condición de establecer dos rasantes encontradas proximamente iguales en longitud y la conveniencia práctica de limitarlas á inclinaciones inferiores á las del resto del perfil determinan el desnivel que puede establecerse entre las dos bocas del túnel, desnivel que podrá variar entre 21 y 25 ms. Resulta de esto que si se quisiera llegar á la vertiente de Sóller con una cota muy inferior á la de 212 que hemos fijado en el proyecto, la cual dá un desnivel de 24.12 ms entre los extremos del túnel conservando las ventajosas condiciones de su trazado de rasantes, no habria más solución sino alargar proporcionalmente su longitud.

Pero admitiendo esto, á costa de un notable aumento de presupuesto, ¿conseguiríamos suavizar el descenso á Sóller, objeto único de nuestros planes?. No, en modo alguno, y aunque parezca paradoja añadimos que tanto más se alargue el túnel despues de la longitud señalada en el proyecto, tanto más de dificultará el descenso a Sóller que tendria que hacerse entonces con pendiente cada vez más fuerte. En efecto: la orientación del túnel, tal como está proyectado, es proximamente la del trazado al desarrollarse por las laderas que á Sóller conducen, y esta aproximación se acentúa á medida que se alarga aquella obra, por tanto, todo el aumento de longitud que á ella se diera se encontraria de menos en el desarrollo del resto de la línea, y como en este puede emplearse una pendiente más fuerte que en el interior del túnel de ahí que al salir de él nos encontraríamos á un nivel más alto que sí se hubiese llegado al mismo punto por medio de un túnel más corto y el resto del trazado á cielo abierto.

En resumen, el túnel proyectado despues de numerosos tanteos sobre un plano taquimetrico en escala 1/2000 detalladísimo en las zonas contiguas á las bocas, debe considerarse como de máxima longitud, pues todo alargamiento ó seria de un coste elevadísimo con relación á la ventaja que proporcionara ó seria contraproducente para los efectos del descenso á Sóller.

Túnel de Son Angelats.- Para dar la revuelta de 180° del extremo del zig-zag en condiciones de relativa economia y con radio que difiera poco del mínimo de 200 ms admitido en el resto del proyecto precisa una forma especial de la ladera que no siempre se encuentra en la zona por donde se ha de desarrollar la traza de una via férrea. En primer lugar es necesario encontrar un avance de la ladera de corta anchura para poderla atravesar con un túnel y después de esto, á la salida del subterráneo, ha de hallarse una ladera tendida y de suficiente amplitud para permitir el desarrollo de la curva semicircular ó poco menos sin terraplenes de gran longitud y cota, y muros de sostenimiento de elevado coste. Todas estas especiales condiciones, concurren en la ladera de SOn Angelats en el avance que ofrece entre Monreals y el barranco de la "Quisperia", aunque no en el grado que fuera de desear especialmente en lo que se refiere al túnel. Este no es, sin

embargo, de gran longitud, la revuelta puede hacerse con un radio de 185 ms plegándose la traza á la falda de aquella ladera con moderado movimiento de tierras, sin muros de sostenimiento y con obras de fábrica de escaso valor.

Con la altura de rasante que había de tener la traza en el anteproyecto, consecuencia de la mayor altitud del túnel grande y del mayor desarrollo que creíamos encontrar por aquellas laderas, el túnel de Son Angelats no habria resultado mayor de los 300 ms señalados en aquel trabajo; pero en el proyecto definitivo con su limitado desarrollo, del descenso á Sóller, la fijeza de sus cotas extremas y la conveniencia de reducir todo lo posible la pendiente para ponerla en harmonia con las del resto del trazado, no han dejado margen á nuestros tanteos ni han permitido fraccionamiento de rasantes, resultado de todo ello que la longitud del túnel ha venido impuesta por la fuerza de las circunstancias sin que nos haya sido dado modificarla más allá de límites muy pequeños.

El túnel no obstante su aumento de longitud en 101 ms no será de gran coste pues todo induce á creer que podrá practicarse en un macizo de roca sin necesidad de revestimiento y á un precio algo inferior al por nosotros señalado en el ante-proyecto.

Teniendo en cuenta la corta longitud del túnel que nos ocupa, las condiciones del terreno atravesado y la ventilación que seguramente tendrá no hemos vacilado en continuar en su interior la pendiente de 22 milésimas con que se hace el descenso.

Túnel del Pujo D'en Baña.- La rasante única que presenta el perfil longitudinal desde la salida del túnel grande hasta la entrada á la estación de Sóller ha producido desmontes de cotas superiores á 20.00 ms en terrenos duros. Uno de ellos, el comprendido entre los perfiles.nº 704 á 724, de efectuarse todo él á cielo abierto habia de resultar de un coste más elevado que si se practica un túnel en la parte central. Esta razón, puramente económica, es la que nos ha obligado á proyectar aquel túnel de 140 ms de longitud y practicado todo él en roca dura que tampoco exigirá revestimiento alguno según todas las probabilidades.

## Capítulo VI

### Obras de fábrica

Son en número de 64 las obras de fábrica incluidas en el perfil longitudinal y en la relación que se acompaña, con más cuatro pasos superiores en otros tantos cruces de Carreteras, caminos y acequias. De aquellas 6 son sifones, 48 tageas de varios modelos, 4 alcantarillas, 2 pontones, 3 puentes uno de ellos de tramo metálico y un viaducto de cinco arcos de 8.00 m de luz. Descontadas las longitudes de los túneles resulta una obra de fábrica por cada 364.00 ms ó sean 2.74 por kilómetro.

Los tres puentes son oblicuos igualmente que el paso superior para el cruce de la Carretera de Palma á Soller en la proximidad de Alfabia. En el que ha de salvar el llamado torrente den Bárbara en el llano de Palma su marcada oblicuidad

(27° 15 ' sexagesimales) y la escasa altura de rasante han decidido el empleo de un tramo metálico de 10.25 m formado por dos vigas sistema Bratt de 1.00 de altura divididas en 11 mallas convenientemente arriostradas. Los carriles corren sobre las cabezas de las vigas por el intermedio de largueros de madera.

Para el cálculo se han supuesto cargas uniformemente repartidas de 6.300 Kgs por m.l. para los momentos flectores y de 8000 para los esfuerzos cortantes. Para la determinación de aquellos ó sea para conocer las tensiones de las cabezas se ha empleado la fórmula  $M = P / 2 (lx - \infty^2)$ .

Para los esfuerzos cortantes segun se trate de las cargas permanentes ó de los accidentales se ha hecho uso de las fórmulas  $E = \pi (\frac{1}{2} l - \infty)$ . y  $E = P \infty^2 / 2 l$ .

Para las distintas tensiones en las cabezas de las vigas se ha adoptado dos secciones: para las mallas 3ª, 4ª, 5ª, 6ª, 7ª, 8ª y 9ª en la cabeza superior y las 4ª, 5ª, 6ª, 7ª y 8ª de la inferior esta compuesta conforme aparece en la siguiente figura.

Imagen 1

En las mallas restantes se suprime el palastro superior. Para los montantes igualmente que para las piezas inclinadas se han proyectado mayor número de secciones conforme puede verse en los siguientes cortes:

#### **Montantes**

Imagen 2

#### **Piezas inclinadas**

Imagen 3

Las vigas se apoyan en los estribos por el intermedio de rótulas de fundición, para asegurar la verticalidad de las reacciones, y deslizaderas formadas estas por cajas de rodillos compuestas de cuatro de estos de ocho centímetros de diámetro.

El peso de la parte metálica del tramo, comprendidos todos los arriostramientos y piezas accesorias ha resultado de 5719.08 Kilógramos. La fundición de los aparatos de dilatación y apoyo pesa 400.00 kgs.

El torrente llamado Gross ó de Esporlas que corre por el llano de Palma lo cruza la línea proyectada agua abajo del punto de confluencia con el de Buñola con un ángulo de 70° sexagesimales. Esta moderada oblicuidad y las condiciones de la rasante que hemos podido establecer á la altura conveniente para el desagüe de la obra han permitido proyectar una bóveda escarzana con aparejo helicoidal.

Su luz se ha fijado en 15.00 m y su flecha en 1.875 m que corresponde á un rebajo de 1/8. El desarrollo del arco de entrados es de 15.58 m y de 15.93 m el radio.

Para el cálculo de los espesores en la clave, en los arranques y en los estribos se han empleado las conocidas fórmulas de Dejardin, Croizette, Desroyero, Heveillee y Lesquillier así como la comunmente usada por los Ingenieros Rusos y Alemanes. El espesor en la clave se ha fijado en 0.90 m y en 1.12 m el de los arranques de la bóveda, el de los estribos en 5.50 m.

En ambas márgenes del torrente se proyectan muros de acompañamiento de 25.00 m de longitud en los cuales hay practicadas alcantarillas de 2.00 m luz y 2.20 m de altura de arranques.

El cruce del torrente de Sóller á la salida del túnel mayor y el paso superior de la Carretera del Estado en la proximidad de Alfabia exigen obras de extremada oblicuidad que por exceder de los límites señalados en los tratados de puentes no pueden construirse conforme á los aparejos comunmente usados. Pero como disponemos de suficiente altura de rasante no hay necesidad de recurrir á las construcciones metálicas, sino que podrán emplearse bóvedas de fábrica mediante la adopción de los arcos en retirada de construcción sencilla y facil con las sillerías llamadas de Porreras que nos proponemos emplear en todas las obras.

Por último la barrancada del torrente de Son Angelats que se salva con altura de rasante de 19.00 m requiere la construcción de un viaducto en curva que hemos proyectado con cinco arcos de 8.00 m de luz y muros de acompañamiento de 7 á 8 de longitud en ambas márgenes. Este viaducto evita la ejecución de un terraplén de extraordinario volumen y la ocupación de terrenos de excelentes condiciones cuya expropiación había de resultar muy costosa.

Los espesores de estas tres obras así como los de todas las demás han sido calculados haciendo uso de las fórmulas y los procedimientos recomendados por los buenos tratados de construcción que no detallaremos por no alargar sobradamente este escrito y por no requerirlo la importancia del asunto.

Tampoco bajaremos al detalle de los diversos tipos de sifones, tageas, alcantarillas y pontones estudiados para servir de guía durante la construcción de la línea. En la imposibilidad de estudiar particularmente cada una de las obras que requieren las acequias, caños, hondonadas y torrentes que ha de salvar la traza, hemos proyectado varios tipos que ligeramene modificados á la vista de los perfiles y demás datos ocurridos durante el curso de los trabajos podrán servir para todos los casos que puedan presentarse.

Lo mismo decimos respecto á los Pasos superiores proyectados para el cruce de algunos caminos vecinales y dar paso hacia el inmediato torrente á las aguas procedentes de la fuente de Alfabia, pues estas obras se ajustan á las formas y disposiciones empleadas en todas las líneas férreas.

El coste total de las obras de fábrica valoradas aplicando un cuadro de precios en cuya confección hemos puesto gran cuidado, asciende á 147150.16 pesetas.

## Capítulo VII

### Estaciones y casillas de guarda

La compañía de los ferrocarriles de Mallorca tiene en su Estación de Palma una magnífica instalación con amplios edificios para oficinas y servicio de pasajeros, numerosas vías muelles y almacenes para el de mercancías, cocheras de todas clases, talleres bien surtidos y montados en los cuales no solo se atiende á la conservación de su abundante material móvil si que también renuevan y aumentan este material con la construcción de coches, vagones de todas clases y lo que es más, locomotoras de gran potencia de tracción.

Previsora como debe ser toda Compañía, la de los ferrocarriles de Mallorca adquirió oportunamente una buena superficie de terreno que adicionado á la estensa área que ya poseían le ha permitido ensanchar los talleres y demás servicios quedándole todavía una no excasa superficie no utilizada hoy que podrá serle muy útil mañana para la ampliación de sus negocios ferroviarios.

Conociendo estas envidiables condiciones de la estación de Palma y sabiendo y teniendo presente además que el proyectado ferrocarril de Sóller ha de acrecentar de muy sensible manera el ya importantísimo tráfico que se desarrolla por aquella estación, sin que en modo alguno pueda establecerse la menor competencia en la explotación de las dos líneas que recorren y sirven comarcas bien distintas y definidas, en el deseo de enlazar y hasta cierto punto unificar los servicios de ambas compañías en forma que si producía una importante economía á la compañía de Sóller proporcionara análogo beneficio á la de los ferrocarriles de Mallorca, estudiamos varias soluciones que tuvimos el honor de exponer á los representantes de ambas entidades por si creían conveniente estudiarlas y discutir las tras de lo cual convenientemente modificadas y mejoradas aquellas se habría llegado quizá á la fórmula práctica á todos beneficiosa.

No habiendo sido posible llegar á ella y establecer el origen de nuestro trazado dentro del recinto de la Compañía de ferrocarriles de Mallorca, la comodidad del peaje y los intereses de la nueva entidad ferroviaria exigen de comun que ambas instalaciones esten lo mas cerca posible, y atento á esto la Compañía de Sóller ha adquirido por compra el almacén y una parte de los terrenos de Juan Mir, enclavados en la manzana del Plano de ensanche contigua al camino de Ronda y á la actual estación de la cual queda separada por una calle de 20 ms. En dichos terrenos y demás que adquirirán si es necesario se proyecta construir la estación de Palma, con emplazamiento magnífico por lo que á comodidad del pasaje se refiere, solo comparable al de la antigua compañía.

Los edificios para pasajeros y dependencias del servicio que se proyecta construir en Palma y Sóller serán de igual disposición e importancia sin más diferencias que las impuestas por la forma y condiciones del terreno. El mejor aprovechamiento de este ha exigido una planta de forma alargada conforme aparece en el siguiente croquis que nos evitará toda explicación:

### Planta baja

Imagen 4

### Planta piso

Imagen 5

Análogas serán también en ambas estaciones las dependencias é instalaciones propias del servicio de mercancías aunmentándose la importancia de la estación de Sóller por proyectarse allí la cochera para tres locomotoras dispuesta en forma de abanico, la de coches de todas clases de forma rectangular y con dos vías y el depósito de vagones. En Palma habrá también cocheras análogas, pero para una locomotora y corto número de coches.

En los alzados de estos edificios hemos procurado harmonizar la economía con el caracter que es conveniente tengan y las exigencias de sus emplazamientos.

Además de las estaciones correspondientes á las Ciudades cuyo enlace es el objeto primordial del proyecto que nos ocupan se establecerán dos intermedias: las de Son Sardina y Buñola habilitada la primera nada más que para el servicio de pasajeros.

Los edificios serán iguales de alzados sencillos y dispuestas sus plantas conforme á los siguientes croquis:

#### Andén

Imagen 6

#### Carretera

En el cuadro que sigue pueden verse los datos referentes á las estaciones de la línea proyectada:

Nombre de las estaciones	Localidades servidas por las mismas y enlaces	Distancia al origen	Distancias parciales
Palma	Pueblos del llano de Mallorca, Palma, Ferrocarril de Manacor y sus diversos ramales Puerto de Palma	00000	
Son Sardina	Son Sardina y demás caseríos establecidos en sus alrededores	5.160 km	5.160 km 9.270 km
Buñola	Buñola y Orient	14.430 km	
Sóller	Sóller, Fornalutx, Biniraix, Puerto de Sóller	26.694 km	

Para alojamiento de los guardas que tengan á su cargo la vigilancia de los túneles y pasos á nivel se construirán casillas de alzados sencillísimos y económicos cuya planta se representa en el siguiente croquis:

Imagen 7

## Capítulo VIII

### Sistema de vía

Existen en explotación en la isla de Mallorca unos 120 kms de via férrea de 0.914 m de anchura y sería imperdonable desacierto no asignar a la misma al ferrocarril de Sóller. Dicha anchura debe considerarse como la normal en la isla y á ella han de supeditarse cuantas vias férreas se establezcan, aun sin tener relación directa con las líneas en explotación. Partiendo pues de 0.914 m para la vía hemos fijado en 4 ms la anchura de la plataforma que estará formada por dos planos ligeramente inclinados al exterior tal como es de ver en la sección que aparece más abajo:

Imagen 8

Los carriles serán de perfil Vignole apoyado sobre traviesas de pino creosotado de 1.70 ms x 0.20 ms x 0.12 ms espaciados á 0.70 ms de eje á eje excepción de las de junta que lo estarán á 0.50 ms y las inmediatas á ellas que distanciarán 0.60 ms . Los carriles tendrán 8.00 m de longitud y estarán unidos por bridas de forma curva ajustada al perfil de los carriles de 0.45 ms de largo y cuatro pernos. Los carriles se fijarán a las traviesas por medio de escarpías en las alineaciones rectas y por tirafondos en las curvas.

Para determinar la altura que conviene dar á los carriles y deducir de ella mediante las reglas prácticas conocidas las demás dimensiones y forma hemos hecho uso de la fórmula Winkler.  $h = 67 \sqrt{3}$  pd milímetros en la que P representa la semicarga de un eje motor de la locomotor, de la distancia máxima entre las traviesas ó sean 5000 kgs y 0.70 m respectivamente; para estos valores  $h=101.71$  milímetros y teniendo en cuenta el desgaste hemos fijado para el carril las siguientes dimensiones:

Altura	105 mm
Ancho de la seta	48 mm
id del patin	86 mm
Espesor del nervio	11 mm
Sección	2.845 mm <sup>2</sup>
Peso	22.19 Kgs
I (momento de inercia)	0.000.003850

Para conocer el trabajo á que está sometido el metal haremos uso de la fórmula  $R = 0.187 PdH/I$  en la que P y d tienen los valores ya indicados, H la distancia de la fibra invariable al punto más alejado é I el momento de inercia de la sección.- Aplicando estos valores tendremos:

$R = 0.187 \times 0.70 \times 5000 \times 0.053 / 0.000003850 = 9.01$  kilogramos por m.m2 bastante inferior al límite máximo que se acostumbra tomar para el acero y tanto más admisible cuanto la velocidad máxima de los trenes no alcanzará los 40 kms por hora.

Con el fin de contrarrestar en las curvas de los ferrocarriles los efectos de la fuerza centrífuga se dá al carril exterior una elevación ó perallta en relación á la velocidad de los trenes, radios de aquellas y anchura de la vía. Un estudio teórico de la cuestión conduce á la fórmula general  $h = Lv^2 / gR$  en la que L es el ancho de la vía, v la velocidad de los trenes más rápidos que por ella han de circular expresada en metros por segundo, g es el valor de la gravedad en París, o sea en 9.809 y R es el radio de las curvas.

La práctica demostró ya desde el origen de los ferrocarriles que es preciso renunciar á las indicaciones de las fórmulas deducidas por la sola consideración de la fuerza centrífuga y esto ha dado por resultado el empleo de numerosas fórmulas empíricas sencillas las más en alguna de las cuales ni siquiera se tiene en cuenta la velocidad de los trenes.

De todas ellas la más sencilla es seguramente la usada por muchos Ingenieros franceses en las vías de anchura normal  $h = v/R$  siendo V la velocidad en Kms y R el radio en ms. Aplicando esta fórmula y teniendo en cuenta la relación de las dos anchuras de vía, hemos formado la siguiente tabla de peraltes para las velocidades de 25 y 35 kms aplicables á las curvas de la vertiente de Sóller las deducidas para la primera velocidad y á las restantes curvas las que corresponden á la de 35 kms.

Radios	Velocidades en Kms por hora		Radios	Velocidades por Kms por hora	
	25	35		25	35
185	85 mm	"	500	"	44
200	79	"	600	"	37
240	66	91	700	23	32
245	64	"	750	"	29
280	56	"	800	"	28
300	53	74	850	"	26
320	"	69	1000	"	22
360	"	61	1500	"	15
400	39	55	1800	"	13

El mayor peralte del cuadro es de 91 mm, correspondiente á una curva de 240 ms recorrida á la velocidad de 35 ms equivalente á 144 metros en la línea francesa y por tanto muy inferior al límite 167 mm que fatiga ya excesivamente el carril interior.

Para facilitar el paso de las locomotoras y vagones de todas clases por las curvas, además del peralte se dá un sobreebanco á la vía dependiente de una multitud de elementos relativos á dicho material movil. Si para facilitar el estudio de esta cuestión se prescindie de la mayoría de aquellos elementos queda reducida la cuestión a determinar para una circunferencia dada la flecha del arco correspondiente á una cuerda igual á la mayor separación de las ruedas de los vehículos. Esta flecha viene dada por la fórmula  $E^2/8R$  siendo E dicha separación y R el radio de la curva considerada.

El sobreebanco e será igual

$e = E^2/8R - E$  siendo E el juego normal entre las pestañas y la vía en tramo recto, ó sean 15 mm según se convino en la conferencia internacional de Berna.

El precio del metro lineal de via, segun el estado actual del mercado es el siguiente:

#### Valor de un tramo de 8.00 ms

16.00 ms de carril de 22.19 kg comprendido fletes de descarga	
ó sean 355.04 Kgs á 0.225 pesetas	79.88
12 traviesas de pino creosotado á 2.40 pts.	18.80
4 bridas de acero ó sean 12.80 kgs á 0.27	3.46
8 tornillos cuyo peso es de 2.70 kgs á 0.54	1.46
48 escarpías ó tirafondos según sea en rectas ó en curvas	
cuyo peso es de 12.00 kgs á 0.50 pesetas	6.00
	Total 119.60

#### Valor del metro lineal de via

Por un metro de via comprendido carriles, traviesas, bridas, tornillos y tirafondos	14.95
0.64 ms cubs de balasto á 1.40 pesetas	0.90
Colocación y acierto de la via	0.75
	Total 16.60

## Capítulo IX

### Material móvil

La explotación del ferrocarril de Sóller podrá hacerse dada su corta longitud por el sistema de lanzadera el más económico y seguro. Dos máquinas una de servicio y otra de reserva serían suficientes, pero la mejor conservación del material aconseja la adquisición de tres locomotoras las cuales tendrán que recorrer menos de 20.000 kms por año en el supuesto de que sean tres los viajes redondos que realicen diariamente. Dichas máquinas serán de las llamadas locomotoras tender y de una fuerza de tracción, pero adherente y número de caballas necesarios para arrastrar el convoy más pesado que exija el tráfico normal á la velocidad de 30 kms por hora sobre rampas de 20 mm y curvas de 300 ms de radio.

Para fijar las principales dimensiones y demás circunstancias de la locomotora tender que satisfaga aquellas necesidades hemos de conocer antes que resistencia opone el tren al ser arrastrado sobre las expresadas rampas y curvas á la velocidad prescrita, para lo cual empezaremos por determinar el peso del convoy más pesado que se organice dentro del tráfico normal.

Supondremos el tren constituido por tres coches mixtos montados sobre dos "boggies" de 54 plazas y 9.500 kgs de peso y un furgon cuyo peso total sea de 10 toneladas. Tendremos para el peso del tren así formado.

$$P = 3 \times 9500 + 162 \times 70 + 10000 = 49.840 \text{ kgs } \text{ ó sean } 50 \text{ toneladas en números redondos.}$$

Los trenes mixtos que diariamente se formen alcanzarán difícilmente un peso parecido.

Para hallar la resistencia de los coches y vagones en tramo recto y horizontal emplearemos la fórmula

$$r_1 = 1.50 + (1/1000) v^2. \text{ r.} = \text{resistencia por tonelada y } v = \text{velocidad}$$

Sobre rampas supondremos que esta resistencia es igual á un Kgs por tonelada de peso arrastrado y la que experimenta sobre las curvas se deducirá de la fórmula

$$r_3 = (0.65/R - 55) 1000$$

La resistencia total del tren, no comprendida la locomotora será pues

$$R_1 = [ ( 1.50 + (1/1000) v^2 ) + 20.00 + (0.65/R-55) 1000 ] 50.00 = 1252.50 \text{ kgs}$$

La de la locomotora que supondremos con un peso en orden de marcha de 30 toneladas, considerada como vehículo y como máquina viene dada por la fórmula

$$R_2 = [ 4 \sqrt{3} + (2 / 1000) v^2 + 20.00 + 2 (0.65/R-55) 1000 ] 30.00 = 1020.60 \text{ Kgs}$$

La resistencia total será por tanto

$$R = R_1 + R_2 = 1252.50 + 1020.60 = 2273.10 \text{ kgs}$$

La velocidad en metros por segundo equivalente á la de 30 kms por hora es de 8.33 por consiguiente el trabajo que necesita desarrollar la locomotora al arrastrar un tren de 50 toneladas en las circunstancias descritas será

$$F = 8.33 \times 2273.10 = 18934.92 \text{ Kilográmetros ó sean } 252 \text{ caballos de vapor.}$$

Sin fijar ahora con exactitud cuales han de ser las condiciones de las locomotoras que constituyan el tipo más adecuado á las de la línea y sin trafico nos limitaremos á expresar las dimensiones y disposicion de sus órganos más importantes.

#### **Tipo: locomotora-tender de tres ejes acoplados y otro libre**

Timbre de la caldera	12 ats
Diámetro de los cilindros	330 m.m
Carrera del pistón	510 m.m
Diámetro de las ruedas motoras en la superficie de rodadura	1.060 m.m
Superficie de la parrilla	1.42 m <sup>2</sup>
id del hogar	7.10 "
id de los tubos	87.00 "
id total	94.10 "

Base rígida total (máxima)	3.500 m.m
Longitud de la locomotora	8.000 " "
Ancho id id	2.500 " "
Capacidad de los depósitos de agua	4.000 kgs
id id id de carbón	1.000 kgs

Peso de la locomotora vacía	22.00 toneladas	
id. en orden de marcha	30.00 id	Aproximadamente
Peso adherente	22.50 id	

La ecuación de la locomotora que nos da la fuerza de tracción es la siguiente:

$F = \text{Infinito } \frac{Bd^2 L}{D}$  y sustituyendo en ellos los valores sacados de la relación anterior y dando el coeficiente y el valor 0.57 que corresponde á un grado de admisión de tres ó cuatro décimas se tendrá:

$$F = 0.57 \cdot 12 \times 33^2 \times 51 / 106 = 3584 \text{ kilogramos}$$

Admitiendo para la fuerza adherente el coeficiente  $1/6$  que corresponde á un carril humedo y grasiento tendremos para ella

$$F = 1/6 \times 22500 \text{ kgs} = 3750 \text{ kgs superior como debe ser á la tracción.}$$

Para conocer la potencia dinámica de la locomotora descrita en sus líneas generales, haremos uso de la fórmula siguiente que está fundada en experiencias practicadas en los ferrocarriles del Medio-día de Francia y concuerda además con los datos deducidos por los Ingenieros del Este Francés y los resultados obtenidos en los ferrocarriles alemanes:

$T = n St$  en la que  $n$  es un coeficiente que varía según la velocidad de la locomotora y  $St$  representa la superficie de calefacción ficticia que es igual a la del hogar  $S'$  más  $1/3$  de la de los tubos  $S''$ .

Para velocidades de 30 kms por hora, según las citadas experiencias, el coeficiente  $n$  no puede suponerse mayor de 7, por consiguiente, para nuestra locomotora tendremos:

$$T = 7 (S' / 1/3 S'') = 7 (7.10 / 87/3) = 252.70 \text{ caballos de vapor } \text{ ó sean } 18952.50 \text{ Kilográmetros}$$

Por último admitiendo que la velocidad máxima que puede desarrollar una locomotora es la que corresponde a tres golpes de pistón por segundo con lo cual no sufren perturbación los organismos, tendremos que la locomotora propuesta podrá marchar a la velocidad.

$$r \times 1.06 \times 3 \times 36.00 = 35.960 \text{ Kms por hora}$$

Vemos pues con lo expuesto que la locomotora estudiada satisface cumplidamente las necesidades de la línea: tiene un exceso de fuerza de tracción que garantiza para mucho tiempo la necesaria e indispensable para el servicio que ha de prestar; tiene una fuerza adherente superior a la de tracción; su superficie de calefacción es suficiente para proporcionarle una fuerza dinámica de 253 caballos y, por último, sin perturbaciones en los organismos puede alcanzar la velocidad de 35 km<sup>2</sup> por hora que como máxima se señalará en los trenes.

Para complementar lo relativo a la locomotora fátalos ver si sobre las rampas de 22 mm<sup>2</sup> y curvas de 185 y 200 metros de radio podrá desarrollar la velocidad de 25 kms por hora que en aquella vertiente fijaremos también como máxima.

Empleando las fórmulas ya conocidas tendremos para las 22 m.m. de rampa y 185 ms de radio en las curvas:

$$R1 = \{(1.50 / 1/1000 25) + 22.00 + 2 0.65 / 185 - 55 * 1000\} 50.00 = 1456.00 \text{ Kgs}$$

$$R2 = \{(4 \sqrt{3} / 2/1000 25) + 22.00 + 2 0.65 / 185 - 55 * 1000\} 30.00 = 1226.00 \text{ Kgs}$$

$$R = R1 / R2 = 1456.00 / 1226.00 = 2682 \text{ Kgs}$$

Para el esfuerzo de tracción de 2682.00 Kgs la velocidad será

$$18952 / 2682 = 7.07 \text{ metros por segundo } \text{ ó sean } 25.452 \text{ kilometros por hora}$$

Una locomotora que tenga las condiciones y las circunstancias anteriormente relacionadas es evidente que con la carga máxima de 50 toneladas podrá recorrer los 18,500 km primeros es decir el espacio comprendido desde el origen hasta el centro del túnel, á la velocidad comercial ó efectiva de 28 kms por hora, para lo cual no tendrá que desarrollar, ni con mucho, su máxima potencia, invirtiendo en este recorrido 40 minutos. En el descenso á Sóller empleará el tren 25 minutos escasos con la moderada velocidad de 20 kms por hora que nadie se atreverá á calificar de peligrosa. Resulta pues desmostrado lo dicho en el Capítulo III esto es, que el viaje de Palma á Sóller, y más fácilmente el inverso, podrá y deberá hacerse en poco más de una hora: en 65 minutos.

Los coches serán de unos 12.00 m de longitud por 2.50 m de ancho y 3.00 m de altura, de pasillo central y plataformas en ambos extremos sostenidos por dos "boggies" ó carretones de cuatro ruedas. Su capacidad variará según las clases entre 48 y 54 plazas.

Locomotoras y coches irán provistos de potentes frenos Westinghouse ú otro similar.

Por último los vagones serán del tipo corriente y de las clases empleadas en la línea de los ferrocarriles de Mallorca.

## Capítulo X

### Presupuestos de establecimiento, explotación y conservación

La ley de ferrocarriles secundarios de Julio de 1904 en su artículo 17 que trata de los documentos constitutivos del proyecto que ha de acompañar á la solicitud de concesión, exige tan solo por lo que se refiere al presupuesto una apreciación alzada del coste del establecimiento de la línea. Pero estudiado nuestro proyecto con todo detalle sobre un plano taquimétrico en escala de 1/2000 con numerosas cotas y curvas de nivel de metro en metro del cual han podido sacarse los perfiles longitudinal y transversales con detalle y suficiente exactitud, la cubicación de las explanaciones de que se ha tratado en el Capítulo IV más que de un avance de la misma debe considerarse como la real y efectiva que exigirá la ejecución del proyecto, pues las pequeñas diferencias que se encuentren al cubicar aquellas obras conforme á los perfiles del replanteo serán de escasa importancia y no influirán seguramente de una manera sensible en el importe de esta parte del presupuesto como nos ha ocurrido siempre en la construcción de cuantos trozos de carretera hemos estudiado siguiendo igual criterio y procedimiento. Con todo cuidado se ha hecho tambien la clasificación de los desmontes despues de reconocer detenidamente los terrenos, resultando de todo elloqye la partida que figura en el artículo 2º del presupuesto ofrece todas las garantías de exactitud.

Lo mismo puede decirse del artículo 3º que se refiere á las Obras de fábrica: el número de modelos estudiados con detalle y de igual modo cubicados y valorados conforme á un cuadro de precios depurado y garantido por largos años de aplicación, permitirá construir todas las obras que exija el trazado sin modificaciones en dichos modelos que hagan variar

sus presupuestos respectivos fuera de límites muy restringidos. La profundidad de cimentación que hemos señalado a cada uno de los modelos estudiados, la longitud de los muros de acompañamiento de algunos de los puentes y viaductos y otras circunstancias que en ellos concurren permiten abrigar la esperanza de conseguir alguna economía en la ejecución de las obras de fábrica.

No hay para que decir si los precios que han servido para valorar los túneles del proyecto han sido objeto de detallado y detenido estudio, tratándose como se trata de obras cuyo presupuesto es de poco menos de la mitad del de todas las del ferrocarril. Aquellos precios se han adoptado en la valoración de los túneles tras largas y prolijas investigaciones después de compulsar numerosos datos relativos al coste de los túneles construidos que más analogía tienen con el proyectado y luego de conocer la opinión de varios constructores prácticos en la apertura de túneles que habían estudiado las condiciones de la sierra y estribaciones atravesadas y no ignoraban los elementos con que podrían contar en la localidad.

Los edificios para pasajeros, las cocheras, muelles y demás construcciones que constituyan las cuatro estaciones proyectadas se han estudiado también con detalle conforme puede corregirse por las plantas cuyos diseños se han intercalado en el capítulo correspondiente de esta Memoria, no habiendo hecho lo mismo con los alzados para no retrasar la terminación de este trabajo.

Con mayor exactitud todavía han podido conocerse los importes de los demás Artículos resultando de todo lo relacionado que el presupuesto incluido en el Documento n.º 3 ofrece iguales garantías de exactitud que si estuviese redactado el proyecto conforme a lo expresado en el artículo 6 y 27 respectivamente de los Reglamentos para la ejecución de la Ley general de Obras públicas y de ferrocarriles secundarios de Julio de 1904.

El importe de dicho presupuesto es de 3.195.776.30 pesetas de las cuales 340.000 corresponden al material móvil y 180.892.98 al 6% por gastos imprevistos, dirección y administración.

El coste Kilométrico segregadas estas dos partidas, es de 100205.41 y de 119736.84 si se tienen en cuenta todos los gastos.

Para conocer con la aproximación posible el presupuesto de conservación y explotación del ferrocarril proyectado nos tenemos que servir de datos prácticos correspondientes a otras líneas de condiciones análogas cuya explotación pueda ser comparable por su sistema y demás circunstancias a la que proyectamos implantar en el ferrocarril Palma-Sóller.

Su escasa longitud y los seis trenes que se organizarán al día permiten la explotación de lanzadera en la que no puede haber encuentros ni alcances de trenes y cuyos gastos se reducen notablemente lo mismo si se atiende al número de vehículos de todas clases que el servicio necesita que si se tiene en cuenta el personal de todas clases empleado en la explotación.

Dadas estas favorables condiciones hemos fijado las partidas que a continuación figuran procurando la mayor economía posible compatible con una buena administración, con la comodidad del pasaje y una excelente conservación de la vía y material móvil.

### Administración general y contabilidad

Le hemos señalado al personal que á continuación se expresa con los sueldos que se anotan.

Director	5.000 pesetas
Secretario	3.000 "
Cajero tenedor de libros	2.500 "
Dos escribientes	2.500 "
Impresos y gastos generados	<u>1.500</u> "
<u>Total</u>	<u>14.500</u> "

### Movimiento y tráfico

Un Jefe	3.000 pesetas
Dos Jefes de Estación	3.650 "
id id id	2.000 "
id factores	<u>2.000</u> "
Suma y sigue	10.650 "
Suma anterior	10.650 "
Dos expendedores de billetes	2.000 "
Diez mozos	7.300 "
Dos conductores de tren	2.500 "
Material é impresos	<u>2.000</u> "
<u>Total</u>	<u>24.450</u> "

### Material y tracción

Tres maquinistas á 2250 pesetas	6.750.00 pts
id fogoneros á 1250 "	3.750.00 "
Combustible para las locomotoras 16.28 Kg3 por km 6 trenes diarios de 27 Km3) $6.28 \times 6 \times 27 \times 365 \times 35 =$	12.996.77 "
Leña y faginas	1.000 "
Lubrificación de las locomotoras á razón de 0.03 Km	1774.00 "
id de coches y vagones	1182.00 "
Reparación del material	10000.00 "
Varios	<u>200.00</u> "
<u>Total</u>	<u>36752.77</u> "

**Via y Obras**

Personal de oficina	2.500.00 pts
id de vigilancia	2.735.00 "
id de conservación	9.855.00 "
Material de conservación	<u>5.000.00 "</u>
	<u>Total 20.090.00 "</u>

**Resumen**

Administración general y contabilidad	14500.00 pts
Movimiento y tráfico	24450.00 "
Material y tracción	36752.00 "
Via y obras	<u>20090.00 "</u>
	<u>Total 95.790.00 "</u>

ó sean 3588 pesetas por kilómetro.

Para poder determinar el consumo de carbón por kilómetro hemos deducido la longitud virtual de nuestro trazado correspondiente á la dirección Sóller-Palma que es mayor que la inversa. Dicha longitud virtual ha resultado de 50.172 Kms en el supuesto de considerar como horizontales los tramos en pendiente que sucesivamente se encuentran desde el centro del túnel á Palma; á la expresada longitud corresponde un coeficiente virtual de 1.87.

En el supuesto admitido comunmente de ser de 3.36 Kgs el consumo Kilométrico de carbón de una locomotora en via de 1.00 m y en tramo recto y horizontal tendremos para nuestro trazado en el sentido expresado un consumo de  $1.87 \times 3.36 = 6.28$  Kgs que figura en los gastos de Material y tracción.

**Capítulo XI**

## Tarifas

El interés y la amortización del capital invertido en el establecimiento de la línea y su material movil nos dará la cantidad que por concepto de peaje ha de entrar en la formación de las tarifas, y el presupuesto de explotación y conservación nos permitirá conocer el gasto de transporte. Pero para deducir una y otra partida es necesario tráfico así de viajeros como de mercancías que se desarrollará por la futura línea férrea.

Este conocimiento, que para la mayoría de las líneas proyectadas y construidas constituye una gran dificultad por

resultar fallidas muchas veces las hipótesis y los procedimientos aconsejados por distinguidos Ingenieros que se han dedicado con ahínco á estos estudios e investigaciones, ha sido sumamente fácil para la línea férrea Palma-Sóller porque en la constitución de la Sociedad que la ha de construir y explotar se ha seguido una marcha y un criterio muy distintos de los que han adoptado la mayoría de las Compañías ferroviarias: Obtenido un ante-proyecto y un avance de presupuesto que llenaban en sus líneas generales, principales condiciones técnicas aquel y este por su cuantía, las aspiraciones de los que se habían impuesto el trabajo de encauzar los deseos y entusiasmos de Sóller á favor de una línea férrea que le uniera á Palma, no se abrió la suscripción de las 7000 acciones de 500 pesetas que había de constituir el capital Social hasta conocer el resultado de la estadística de movimiento así de viajeros como de mercancías que en el fiato de consumos de Sóller, establecido en la Carretera directa á Palma y á 2500 metros de aquella ciudad, se estaba practicando entonces y debía durar un año.

Esta estadística que ofrece todas las garantías de exactitud entre otras razones porque fué intervenida por los que habían demostrado menos fé y entusiasmo por el ferrocarril, cuya explotación consideraban había de resultar ruinoso, ha arrojado un total de 43056 pasajeros que han recorrido toda la línea Palma á Sóller y viceversa, 3.961 pasajeros que viajaron entre Sóller y Buñola y una carga total de 8.490.85 toneladas de mercancías que recorrieron también toda la línea.

Otras estadísticas (hechas) en Buñola y Son Sardina han permitido conocer con suficiente aproximación el tráfico que desde uno á otro punto se desarrolla.

Para fijar nosotros el número de viajeros kilométricos que juntamente con los presupuestos anteriormente señalados nos ha de permitir calcular las tarifas máximas remuneradas, con las hipótesis hechas, del capital y trabajo empleado en la construcción y explotación de la línea, hemos supuesto: 1º Que el movimiento de pasajeros entre Sóller y Palma aumentará notablemente con el establecimiento del ferrocarril como ha sucedido en todas las líneas y con más razón es de esperar ocurra tratándose de dos Ciudades unidas por carreteras de largos recorridos y fuertes rampas que alargan la duración del viaje hasta tres ó cuatro horas según los vehiculos que se empleen.

Este aumento que ha duplicado el número de viajeros en los pueblos servidos por la actual línea de ferrocarriles de Mallorca no obstante ser todavía muchos los que viajan en diligencias, á lo largo de la carretera de Palma á Inca especialmente, lo supondremos menor en la línea proyectada fijándolo en 75000 pasajeros el número total de los que la recorrerán de un extremo á otro y en uno y otro sentido.

2º Tenidas en cuenta las condiciones del pueblo de Buñola hemos supuesto que el aumento de viajeros entre dicho pueblo y los extremos de la línea será próximamente de la mitad del número que arrojaron las estadísticas antes citadas con lo cual el número de los que viajarán entre Palma y Buñola y entre este pueblo y Sóller será, una vez en explotación la línea, de 15000 y 6000 respetivamente.

3º Respecto al movimiento de viajeros entre Son Sardina y la Capital, aunque la estadística arroja un total de 25000

al año atendiendo á la poca distancia recorrida que hace poco sensibles las ventajas de las modernas líneas y teniendo en cuenta que los trenes serán en número relativamente reducido y el movimiento de viajeros se hace á todas horas del día por medio de vehiculos que parten de Palma y Son Sardina en cuanto aquellos son en suficiente número, lejos de suponer aumento y que todo él efectúe el viaje en ferrocarril hemos admitido, al contrario que de aquel número tan solo 10000 viajarán por nuestra línea continuando los restantes, como ahora, por la Carretera.

4º Por lo que á las mercancías se refiere no hemos admitido aumento alguno pues si algunas de ellas, como los materiales de construcción tienen crecimiento más ó menos importante en cambio otras, en corto número seguramente, continuarán transportadas por la carretera en la forma que se hace actualmente.

Para el cálculo del peaje y transporte correspondientes á dichas mercancías hemos admitido la hipótesis de ser equivalente una tonelada de ellas, por término medio, á tres pasajeros con lo cual contamos ya con suficientes datos para calcular las tarifas generales y máximas aplicables en la explotación de la línea férrea Palma-Sóller.

Con los datos anteriormente relacionados y las hipótesis expuestas se ha formado el siguiente cuadro que dá el número total de Viajeros - Kilométricos anuales en la línea proyectada.

<b>Puntos de procedencia y destino</b>	<b>Nº de viajeros</b>	<b>Kilómetros recorridos</b>	<b>Viajeros kilométricos</b>
Palma á Sóller y viceversa	75.000	27	2.075.000
De Sóller á Buñola y id	6.000	12	72.000
De Buñola á Palma id	15.000	15	225.000
De Son Sardina á Palma id	10.000	6	60.000
Mercancías entre Palma y Sóller y viceversa			
8.500 toneladas equivalentes á	25.500	27	688.500
id id Sóller y Buñola 1.759 tone s equivalentes	5250	12	63.000
id id Buñola y Palma - 3000 tonela s id	9000	15	<u>135.000</u>
		<u>Total</u>	<u>3.318.500</u>

El interés y la amortización del capital invertido en la construcción de la línea y en la adquisición del material móvil y demás importa anualmente la cantidad de 202398.93 pesetas cuya cantidad dividida por el número total de viajeros Kilométricos ó sea por 3.318.500 nos dará el precio del peaje correspondiente á un viajero kilométrico, ó sean 0.06099 pesetas.

Dividiendo por igual número el importe total de los gastos de Administración y explotación tendremos  $95790 / 3318500 = 0.029$  pesetas ó sea el valor del transporte para igual unidad.

La suma de estos dos valores nos dá la tarifa correspondiente á un kilómetro de recorrido y á un pasajero de clase intermedia. Proporcionalmente á este precio se han fijado, después de un detenido estudio de las diversas clases de

mercancías que se transportarán por el futuro ferrocarril, los demás que figurarán en la tarifa que se acompaña en el Documento nº 3.

Con esto damos por concluído nuestro trabajo poniendo término á esta Memoria á la que hemos dado más desarrollo del que exige la Ley de ferrocarriles secundarios en su artículo 17. Facil ha sido ello é igual ó mayor extensión se podía haber dado á todo lo relativo á planos de obras de fábrica, estaciones, cocheras, muelles, y demás asi como á la cubicación y valoración de las mismas pues redactado nuestro proyecto para replantearlo y construirlo tan luego como la Superioridad se digne otorgar la concesión, ha sido objeto de detenido estudio asi en conjunto como en detalle á fin de reducir á su minimo la parte aleatoria del presupuesto y suprimir ó abreviar trabajos interiores. No lo hemos hecho sin embargo para acortar el ya largo periodo de estudios y llegar cuanto antes á la Real orden de Concesion que no dudamos será dictada por la Superioridad despues de examinar con benevolencia nuestro modesto trabajo.

Palma 30 de Junio de 1906  
El Director facultativo



