





Edició i coordinació
**Col·legi d'Enginyers de Camins,
Canals i Ports**

Degà

Juan Antonio Esteban Rodríguez

Vicedegà

Antonio Luengo Linares

Vocals

Antonio de Pablo Escolà

Antonio Ginard López

Sara Lobato Rubio

Luis Matarín Ayala

Juan Antonio Salvador Iriarte

Secretari

José Alejandro Asensi López

ISBN: 978-84-09-28087-2

Dipòsit legal: PM 00367-2021

© de la present edició: Col·legi d'Enginyers
de Camins, Canals i Ports

© dels textos: Els autors

Administració

Francisca Borrás Campins

Francesca Mir Roca

Coordinador

Lluís Felipe Lorenzo García, membre 21.066
del Col·legi de Periodistes de Catalunya

Texts

Junta Rectora de la Demarcació de Balears
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

Fotografies

Crèdits al peu de les imatges

**Correccions de texts, de la pàgina 1 a la pàgina 70,
ambdues incloses, a excepció de l'article "El llegat
de Pedro Garau Cañellas en els ports de Balears"**

Judit Vega Avelaira i Lluís Felipe Lorenzo García

Disseny gràfic i maquetació

iDP - Gianluca Domenici

Impressió

Gráficas Pitiusas (Impresiones Pitiusas S.L.)

Col·laboradors

Autoritat Portuària de Balears

Garau Ingenieros

Edita

Demarcació a Les Illes Balears de Col·legi
d'Enginyers de Camins, Canals i Ports

Agraïments

Recollits en l'article de la Introducció



D'esquerra a dreta, Antonio Luengo Linares (Vicedegà), Juan Salvador Iriarte (Vocal), Juan Antonio Esteban Rodríguez (Degà), José Alejandro Asensi López (Secretari), Sara Lobato Rubio (Vocal), Antonio Ginard López (Vocal), Luis Matarín Ayala (Vocal), Antonio de Pablo Escolà (Vocal). Fotògraf: Alberto Vera Atienza.



Fotografia portada
Acte de inauguració en la boca del túnel principal
del Ferrocarril de Sóller, fotografia cedida per
l'arxiu de Ferrocarril de Sóller S.A.

Planta baja

Descobrint Sr. Pedro Garau y Cañellas

Enginyer de Camins, Canals i Ports

Inclou còpia digital del *Projecte de Ferrocarril Secundari de Palma a Sóller per Son Sardina i Bunyola. Document 1. Memòria*



Cocina. &



ÍNDIX

INTRODUCCIÓ.....	8
Des de la prudència: Un Enginyer de Camins, Canals i Ports fill de la família premiada a l'Exposició Universal de París del 1889	
PEDRO GARAU Y CAÑELLAS, EL REFERENT DE LA SENSIBILITAT PER LA BELLESA, TRADICIÓ I EL PAISATGE EN L'ENGINYERIA CIVIL BALEAR.....	11
Juan Antonio Esteban. Degà de la Demarcació de Les Illes Balears del Col·legi d'Enginyers de Camins, Canals i Ports (ECCP)	
EL TREN DE SÓLLER.....	15
Miquel Àngel Llauger. ECCP i Exdegà de la Demarcació de Les Illes Balears del Col·legi d'Enginyers de Camins, Canals i Ports (1992-2000)	
EL LLEGAT DE PEDRO GARAU Y CAÑELLAS EN ELS PORTS DE BALEARS.....	19
Antonio Ginard López. Enginyer de Camins, Canals i Ports	
L'ENGINYER, LA PRACTICITAT I EL SERVEI A LA SOCIETAT, ANÀLISI DES DE LES PITIÛSES.....	61
Sara Lobato Rubio. Enginyera de Camins, Canals i Ports, vocal-delegada a Eivissa i Formentera de la Junta Rectora	
SOBRE LA CLASSIFICACIÓ DE LA BELLESA.....	64
Luis Matarín Ayala. Enginyer de Camins, Canals i Ports, vocal de la Junta Rectora	
ENTREVISTA A MIGUEL PAYERAS.....	67
Enginyer de Camins, Canals i Ports, investigador de les biografies dels primers ECCP de Balears	
DIÀLEGS SOBRE PEDRO GARAU Y CAÑELLAS.....	71
ECCP Carlos Garau y ECCP Pedro Portau Salas (besnét i rebesnét) i les periodistes Iris Luque (Última Hora) i Lourdes Durán (Diario de Mallorca)	
MEMÒRIA I PROJECTE DEL FERROCARRIL DE SÓLLER.....	75
TRANSCRIPCIÓ DEL PROJECTE DEL FERROCARRIL DE PALMA A SÓLLER.....	108

INTRODUCCIÓ

Des de la prudència: Un Enginyer de Camins, Canals i Ports fill de la família premiada a l'Exposició Universal de París del 1889

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

El text anterior es troba en pidgin mediterrani, conegut com a llengua sabir, extret de "Le bourgeois gentilhomme", Acte IV, sc. 5, de Jean-Baptiste Poquelin, Molière. Una traducció al català del missatge escrit en aquest crioll seria "Si saps, respons. Si no saps, calla calla. Jo som mufti. Tu qui eres? No entens. Calla calla". Mitjançant la publicació d'aquestes paraules, la demarcació en Les Illes Balears del Col·legi d'Enginyers de Camins, Canals, i Ports desitja posar en valor la importància de saber administrar la humilitat, la prudència, i el silenci quan el subjecte és incapaç de garantir la ciència certa mitjançant les seves paraules. Trencar el silenci per emetre afirmacions, com en aquesta ocasió fem per tractar sobre la vida de l'Enginyer de Camins, Canals, i Ports Sr. Pedro Garau y Cañellas, és, sempre, una gosadia. Per això, el títol del llibre inclou l'acció de descobrir, sense arribar a afirmar rotundament que més d'un segle després de la de-

funció del cèlebre projectista del ferrocarril de Sóller, hem descobert qui va ser, veritablement, Sr. Pedro Garau y Cañellas.

Sent rigorosos, fins ens és summament difícil saber qui són les persones que avui dia viuen i fan feina a Les Illes Balears, fins i tot les que conformem la Demarcació del Col·legi d'Enginyers de Camins, Canals, i Ports, per la qual cosa "Descobrint Sr. Pedro Garau y Cañellas" es el més que podem aspirar. Amb tot això volem transmetre al lector la importància que té el rigor en una professió com la nostra, i que, a falta de proves definitives, evitam tirar-nos a la piscina en qualsevol projecte.

D'altra banda, per a denominar a l'Enginyer hem recorregut al nom amb el que era conegut en l'època, segons consta en l'esquela mostrada a aquesta Demarcació per l'Enginyer de Camins, Canals, i Ports, Sr. Miguel Payeras i Lliteres. Dit això, volem posar en valor l'herència galorromànica que ens han deixat les famílies que han habitat el territori de Les Illes Balears, i, que també s'ha manifestat mitjançant l'ús de la llengua catalana. Aquesta herència va afavorir, en el seu moment, l'intercanvi científic i cultural entre Les Illes Balears, la francofonia, i Itàlia, i això mateix es respira en l'obra del Ferrocarril de Palma a Sóller, projectada pel Sr. Pedro Garau y Cañellas, i des de la Demarcació del Col·legi d'Enginyers de Camins, Canals, i Ports ens sentim orgullosos d'aquest intercanvi cultural. Sens cap dubte, el Sr. Pedro Garau va compartir el "savoir faire" de la seva família, que segons revela la històriadora i doctora de la Universitat

dels Illes Balears, Donya Apol·lònia Nadal i Mut, va obtenir la medalla d'or en l'Exposició Universal de París de 1889. La distinció va caure en mans de l'empresa de calçat Vídua de Garau i Fills, dirigida per la Sra. Aina Cañellas i Terrasa, les instal·lacions de la qual, segons les fonts de la investigadora, es trobaven al carrer del Ramon Llull, a escassos metres de l'edifici que avui alberga la seu del Col·legi d'Enginyers de Camins, Canals i Ports a Palma, situat al carrer de Sant Francesc.

La Sra. Aina Cañellas va haver de posar-se al capdavant de l'empresa del seu difunt espòs, pare del Sr. Pedro Garau y Cañellas, que, segons algunes fonts, va tenir una fàbrica de pells en el barri mariner palmès del Molinar. En general, la indústria del calçat i pelletera balear va saber fusionar les tècniques àrabs sabateres amb els dissenys que demanaven les famílies adinerades d'Espanya i d'Europa occidental. Aquest "savoir faire" s'albira en el Ferrocarril de Palma a Sóller, que com la obra maestra de l'Exposició Universal de París de 1889, la torre de Gustave Eiffel, i el tradicional calçat balear, es tracta d'un producte industrial, però amb un estil que permet reconèixer-ho com a obra d'art de l'enginyeria, aspecte que afavoreix que la seva explotació hagi estat rendible durant més d'un segle, com la de poques línies de ferrocarril a Espanya.

Finalment, des de la Demarcació en Les Illes Balears del Col·legi d'Enginyers de Camins, Canals, i Ports, volem agrair al Sr. Carlos Garau Fullana, i als anteriorment esmentats, la Sra. Apol·lònia Nadal i Mut, i el Sr. Miguel Payeras i Lli-

teres, així com als diaris *Última Hora* i *Diario de Mallorca* que hagin aportat llum sobre el Sr. Pedro Garau y Cañellas.

No se'ns oblidia destacar la feina de recerca del Consell de Mallorca y del vocal de la Junta Rectora de la Demarcació a Les Illes Balears del Col·legi d'Enginyers de Camins, Canals, i Ports, Antonio de Pablo Escolà, en el qual analitzaren si l'homenatjat havia realitzat aportacions significatives en la planificació de la carretera entre Palma i Sóller. El resultat apunta que hi pareix que si hi va haver cap contribució, no fou arxivada o ni tan sols documentada, el que no impedeix que conegués el terreny que travessaria el ferrocarril, com bon enginyer natural del Ponent de Mallorca, que, entre altres municipis hi inclou Palma i Bunyola. I un agraïment, no menys important, al Rei d'Espanya, D. Felip VI, per transmetre'ns, mitjançant carta de la Casa Reial, "els seus millors desitjos" davant la publicació d'aquesta obra i els actes en record del Sr. Pedro Garau y Cañellas.



PEDRO GARAU Y CAÑELLAS, EL REFERENT DE LA SENSIBILITAT PER LA BELLESA, TRADICIÓ I EL PAISATGE EN L'ENGINYERIA CIVIL BALEAR

Juan Antonio Esteban Rodríguez. Degà de la Demarcació de Les Illes Balears del Col·legi d'Enginyers de Camins, Canals i Ports (ECCP)

Amb aquesta obra que teniu entre les vostres mans retem homenatge al Sr. Pedro Garau y Cañellas, mort el 31 d'abril del 1919, fa exactament 102 anys. Es tracta de part de les accions que per part de la Demarcació de Les Illes Balears del Col·legi de Enginyers de Camins, Canals i Ports estam duim a terme per commemorar els centenaris de les defuncions d'enginyers que han desenvolupat la seva carrera professional en l'Arxipèlag, gràcies a la qual entre finals del segle XIX i principis del segle XX varen transformar el territori, la societat, i l'economia de Les Illes Balears, fent-los més habitables, millors connectats al món, i més pròspers. Amb anterioritat a aquesta obra i la commemoració del centenari del Sr. Pedro Garau y Cañellas hem recordat, i encara ara recordam, la figura de Sr. Eusebi Estada, mort el 1917. Va ser el primer centenari homenatge a qui va ser, segurament, l'enginyer de camins, canals i ports més trascendental de Les Illes Balears entre finals del segle XIX i princi-

pis del XX. En aquest sentit, hem d'agrair a l'associació mallorquina Amics del Ferrocarril (Amics del Ferrocarril) que confiessin en la Junta Rectora de la Demarcació de la qual som degà per recuperar la memòria de tal il·lustre enginyer en el centenari de la seva defunció. En aquell moment, en la Junta Rectora, reparàrem que quan ens aproximam a concloure el primer quart del segle XXI tenen lloc diversos centenaris d'enginyers de camins, canals i ports que marcaren una època i varen transformar Les Illes Balears, afavorint un desenvolupament sociològic i econòmic que han convertit l'Arxipèlag en destinació turística de referència a nivell mundial. I si Eusebi Estada era recordat per ser l'impulsor del ferrocarril que es va estendre pel centre, Llevant i Sud de Mallorca, així com per resoldre greus problemes socio-sanitaris i urbanístics de Palma, entre altres accions, sabem que el Sr. Pedro Garau y Cañellas era recordat per dirigir les obres del Ferrocarril de Sóller. Consultada l'he-

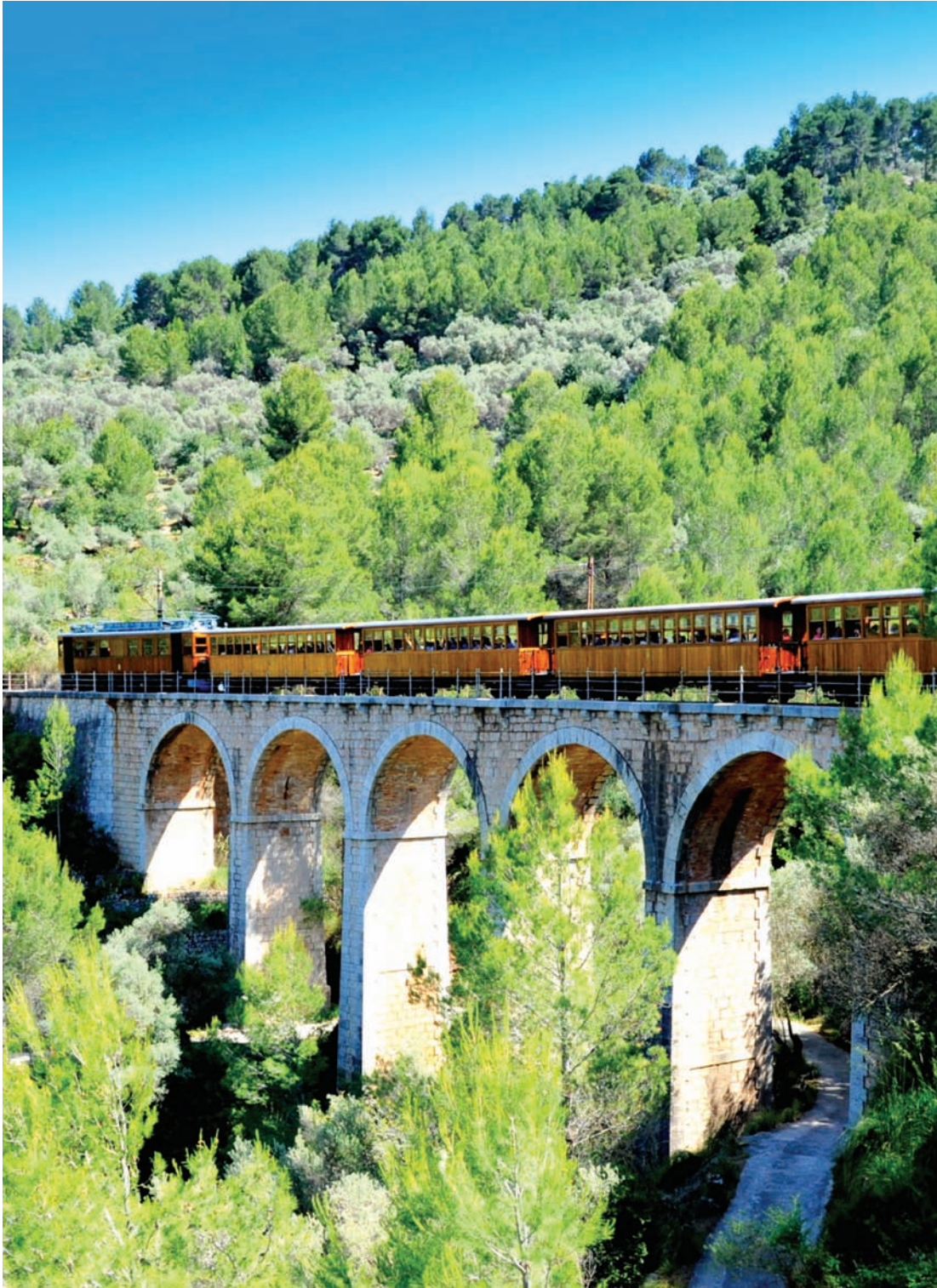
Perspectiva del viaducte "Cinc ponts" del Ferrocarril de Sóller.

12 | Bellesa, tradició i el paisatge

meroteca, ens vàrem percatar que ambdós excel·lents enginyers de camins, canals i ports varen morir amb dos anys de diferència i que les seves intervencions en la xarxa ferroviària, així com les solucions urbanístiques que varen proposar per a la ciutat de Palma, ens brindaven l'ocasió de retre homenatge a dues figures d'enginyeria civil, a vegades contraposades, a vegades coincidents. Per posar un exemple, en el que concerneix a les seves intervenciones a ferrocarrils, les d'Eusebi Estada varen ser més funcionals i de gran magnitud i repercussió per a tota Mallorca, mentre que la del Sr. Pere Garau, a més de ser funcional, avui és considerada una joia del patrimoni de Les Illes Balears admirada per visitants del món sencer, perfectament integrada en el paisatge, que va transformar la història de Sóller i Fornalutx. També crida l'atenció com la intervenció d'Eusebi Estada va comptar amb un important suport institucional, atès que es tractava d'una mega actuació per a integrar Palma amb pràcticament la resta de Mallorca, mentre que la del ferrocarril de Sóller és, principalment, fruit de la iniciativa privada, que es va proposar superar les barreres naturals per al seu creixement humanístic, cultural i econòmic, i de l'enginy necessari perquè el projecte, complementant-lo amb la xarxa del tramvia a Port de Sóller, obtingués parcialment finançament estatal. En conclusió, es tracta de dos enginyers, que donada la proximitat dels seus centenaris, la importància del seu llegat, i la diversitat d'algunes de les seves propostes i intervencions, no podíam ignorar. En el cas que ens ocupa, atès que el Sr. Pedro Garau va dirigir les obres del Ferrocarril de Sóller, per part de la Junta Rectora hem decidit universalitzar n la mesura que sigui possible el seu llegat. Un plantejament que, no obstant això, no va encaixar amb les opinions de l'Administració i l'opinió pública, o potser millor dita publicada, de l'època, quan va plantejar conservar les muralles de Palma i avançar en les solucions urbanístiques i socio sanitàries que precisava la ciutat mantenint aquest llegat secular. Esperem que aquesta obra serveixi per a redescobrir el Sr. Pedro Garau, que a més de les seves excel·lents intervencions, va sobreviure en el temps mitjançant la seva pròpia escola: la saga familiar que a vegades es va mantenir fidel a l'enginyeria de camins, canals i ports, i en unes altres es va acostar més a l'arquitectura, sens dubte fruit d'aquesta passió per l'estil, la personalitat i la bellesa que el Sr. Pedro Garau y Cañellas manifestava en les seves intervencions. Salvant les distàncies, el Sr. Pedro Garau y Cañellas va ser el Santiago Calatrava mallorquí de l'època, o Santiago Calatrava és el Pedro Garau valencià del nostre canvi de segle. En qualsevol cas, la lliçó de Garau que mai no ha de morir és que funcionalitat i art al servei de la humanitat i amb el màxim respecte per la Naturalesa són compatibles i desitjables per aconseguir l'excel·lència.

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





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

EL TREN DE SÓLLER

Miquel Àngel Llauger. ECCP i Exdegà de la Demarcació de Les Illes Balears del Col·legi d'Enginyers de Camins, Canals i Ports (1992-2000)

La idea de construir una línia fèrria entre Palma i Sóller es va anar desenvolupant des dels primers passos del ferrocarril a Mallorca.

Segons compte Pere Brunet, el 1882 Pere d' Alcàntara Peña va suggerir a través de *L'Ignorància*, una mica en clau d'humor, quatre possibles alternatives de traçat: per Alaró, per Lloseta, per Esporles i Deià, i finalment, travessant la Serra de Alfàbia partint de Santa Maria. El primer intent seriós va ser el projecte que arrencava de Son Sardina i passava per Establiments, Esporles, Valldemossa i Deià. Un projecte que va ser abandonat després de presentar-se a causa de l'alt cost de les obres. Poc temps després, la possibilitat d'obtenir beneficis a partir d'un programa estatal d'ajudes als ferrocarrils econòmics va fer reprendre la iniciativa.

L'enginyer Pedro Garau y Cañellas va rebre l'encàrrec d'estudiar la millor solució, comparant totes les possibilitats que fins llavors s'havien plantejat i es va decan-

tar clarament a favor de la idea de creuar la serra mitjançant un túnel per sota del Coll de Sóller. El projecte va ser presentat en un opuscle signat pel seu autor amb el títol "Notes per a l'estudi d'un ferrocarril directe entre Palma i Sóller", publicat el 1904. La proposta va tenir bon acolliment, el 1905 es va constituir la Companyia del Ferrocarril de Palma a Sóller i a l'any següent, en el qual es va obtenir la corresponent autorització administrativa, Garau va acabar la formació definitiva del projecte. Les obres de construcció varen començar el mes de juny del 1907 i varen acabar a l'abril del 1912, després de superar els grans obstacles que oferia l'accidentada orografia de la zona.

L'obra més complicada i més destacada va ser la realització del túnel de Alfàbia de 2.850 metres de llarg, que comunicava la vall de Sóller amb el pla de Bunyola i Palma, la perforació del qual va durar tres anys. Es degueren perforar dotze túnels més d'entre 33 i 530 metres de longitud i es varen construir un gran

nombre de pontons i ponts, sent el més destacat el viaducte de Monreals de 52 metres de longitud, que consta de cinc arcs de 8 metres de llum.

Són dignes d'un esment especial les estacions de Palma, de gran bellesa i estil modernista, i la de Sóller realitzada aprofitant una antiga casa senyorial. L'allargament de la línia ferroviària fins al Port de Sóller era una aspiració que venia de temps en rere i responia, en bona part, a la creença que la seva instal·lació podria ajudar a l'establiment d'una comunicació marítima amb Barcelona, més curta que la que tenia el port de Palma com a punt d'origen i de destinació. La seva realització va rebre un fort impuls amb l'aplicació dels beneficis que la Llei de Ferrocarrils secundaris de 1908 atorgava a les línies de recorregut superior als 30 quilòmetres. Aquest límit se superava sumant els 4,8 quilòmetres entre Sóller i el Port en els 27,2 del tram Palma - Sóller. Es va optar per un servei de tramvies elèctrics que es varen inaugurar el mes d'octubre del 1913.

Quan es va inaugurar el servei de la línia de Palma a Sóller el sistema de tracció estava confiat a locomotores de vapor que bé aviat varen sofrir problemes de desgast i fatiga mecànica a causa de les arracades dels trams centrals. A més, el fum de la combustió causava greus molèsties als viatgers, especialment a l'interior dels túnels. Per això, bé aviat es va pensar en la conveniència d'implantar tracció elèctrica. Els primers estudis varen ser a càrrec de Pere Garau i després de la seva mort els va

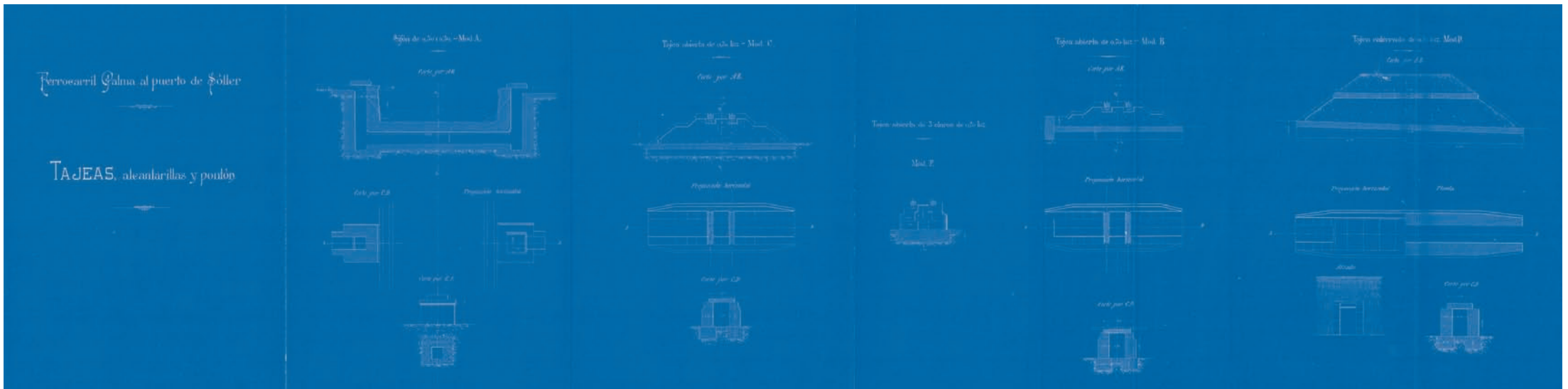
continuar Joan Frontera Estelrich. Una llei del 1924 va oferir la possibilitat d'acollir-se a auxilis econòmics estatals per a operacions de millora i l'entrada en servei del nou material elèctric es va poder produir el 1929.

ALTRES ACTUACIONS EN EL CAMP DE LES OBRES PÚBLIQUES

En la biografia de l'enginyer Pere Garau (1870 - 1919) el projecte i la construcció del ferrocarril de Palma a Sóller ocupen un lloc destacat, però la seva activitat professional abraça altres actuacions ben interessants en el món de les obres públiques. En el camp de les carreteres, va dur a terme tasques importants com el projecte, signat el 15 d'agost del 1895, del pont sobre el torrent de Son Marget, o de Llubí, en la carretera d'Inca a Santa Margalida, amb tres elegants arcs rebaixats de 16 metres de llum.

En la carretera de Sóller es va encarregar de la direcció d'obres del tram primer, a la sortida de Palma, des de la Porta Pintada fins al torrent Gros al costat de la Torre den'Huch, i també la direcció de treballs de construcció de la secció de Sóller al Port de Sóller, segons projectes elaborats per Eusebi Estada en els anys 1885 el primer, i 1888 el segon.

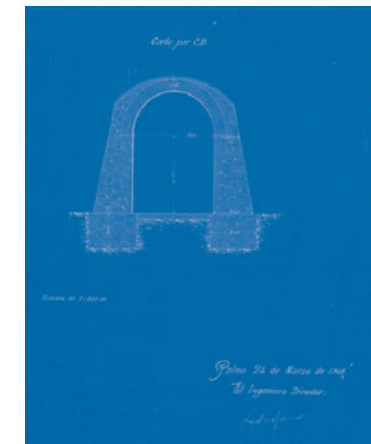
Entre 1912 i 1919 va ser enginyer director de la Junta del Port de Palma elaborant, el 1913, un "Projecte general d'exemple, defensa, millora de serveis i neteja



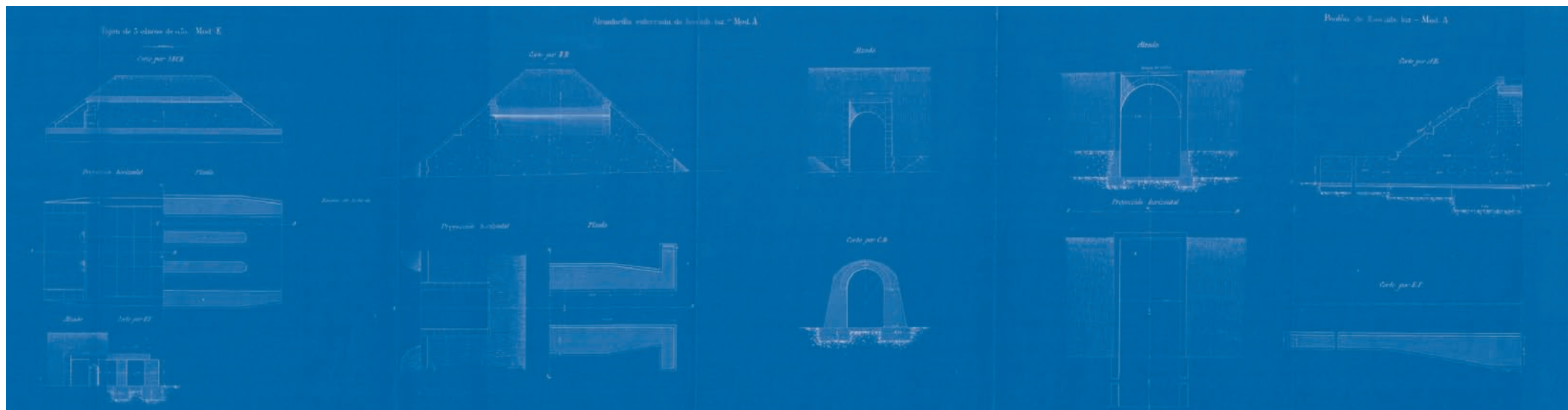
del port de Palma” en el qual, per primera vegada, es preveia un contradic que fent un angle recte tancava el port a l’altura del dic, deixant una bocana que donava accés a unes dàrsenes totalment tranquil·les. També per primera vegada es projectava una calçada guanyant terrenys a la mar des de la desembocadura de la Riera fins al lloc conegut com a “S’Aigua Dolça”, precedent llunyà del futur passeig marítim. Aquest projecte no es va arribar a aprovar però va apuntar cap a una futura realització, la del passeig marítim, que va estar més de 40 anys a dur-se a terme. L’arquitecte Gaspar Bennàzar en el seu Pla de Reforma, signat el 31 d’agost de 1916, va incorporar la idea d’aquest tram de calçada guanyant terrenys a la mar, però encara que el Pla va ser aprovat per l’Ajuntament i pel Govern central, en la pràctica no va arribar a ser aplicat. Durant el seu mandat Garau va elaborar diversos projectes d’eixample del Moll Vell, d’enllumenat del port i zones de servei, d’instal·lació de dipòsits, de grues elèctriques i pavellons per als serveis, dragatge i eliminació de roques submarines, així com un “avant-projecte d’eixample i millora del port” seguint el dictat d’un Reial decret del 19 de juny del 1916.

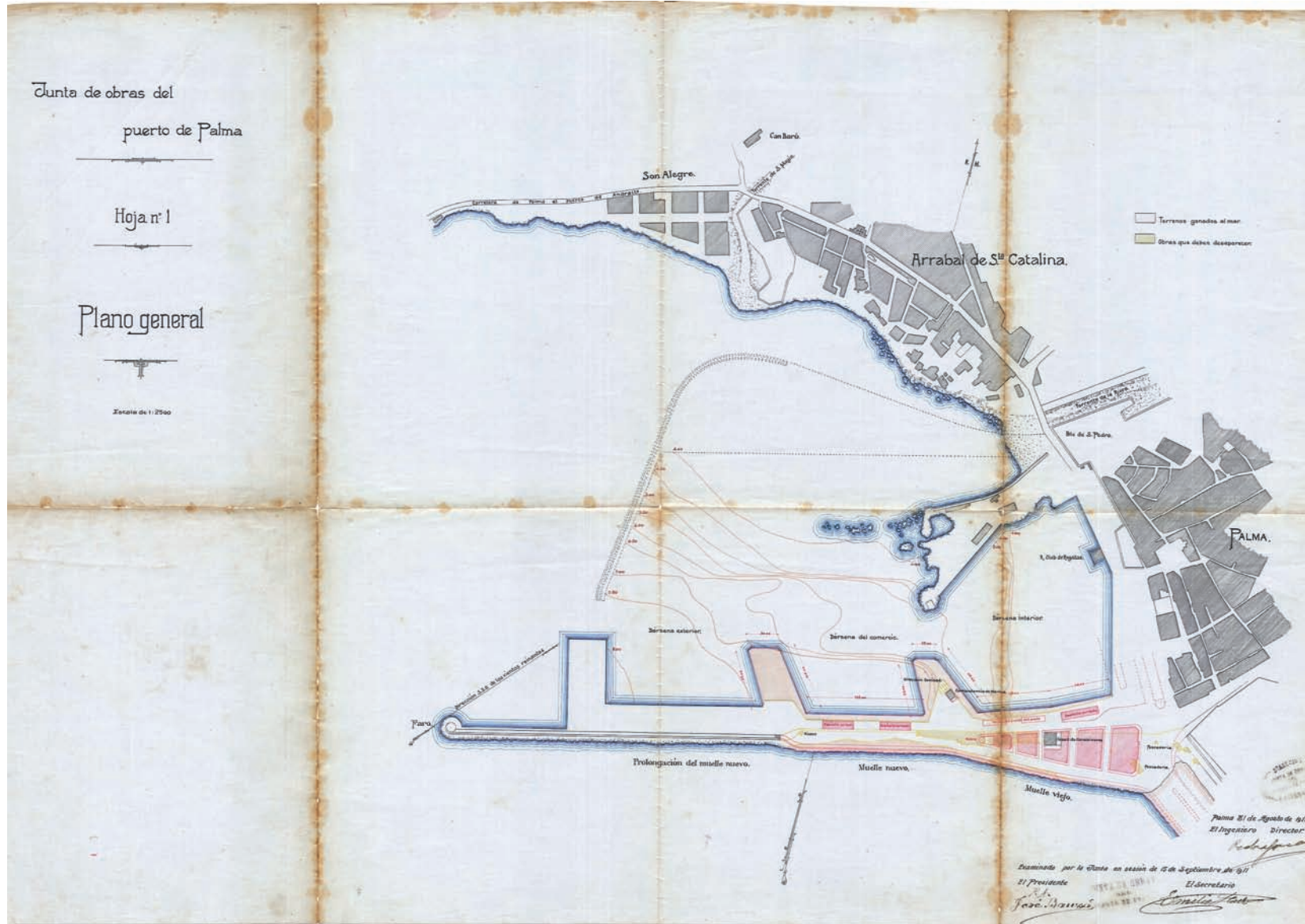
En els programes d’abalissament de les costes de Balears Garau va intervenir en la millora de la senyalització de l’illa d’Eivissa assumint les obres de construcció del far de Coves Blanques, a Sant Antoni de Portmany, d’acord amb el projecte

elaborat anteriorment per Eusebi Estada, i formant els projectes de nova construcció del far de “En Pou”, signat en 1897 i finalitzades les obres en 1902, i del de Tagomago aprovat a l’octubre de 1906. Seguint en bona part estudis anteriors d’Estada i Calvet, va elaborar un complet projecte de proveïment d’aigües potables de Palma, que va servir de base per a totes les obres definitives que es varen executar fins als anys cinquanta de la passada centúria.



Detalls del projecte del ferrocarril.





Vista general del projecte *Ensanche del Muelle Viejo*, distribució de les zones de serveis i urbanització de terrenys sobrants, redactat per Pedro Garau l'any 1911.

EL LLEGAT DE PEDRO GARAU Y CAÑELLAS EN ELS PORTS DE BALEARS

Antonio Ginard López. Enginyer de Camins, Canals i Ports

Pedro Garau Cañellas⁽¹⁾ va ser un enginyer de camins, canals i ports destacable que va desenvolupar la seva activitat professional a les Balears a finals del segle XIX i principis del segle XX. Va exercir la seva professió pràcticament en tots els àmbits possibles dins les obres públiques de l'època. La seva actuació és coneguda en l'àmbit del ferrocarril —on la seva obra més important va ser el projecte i la construcció del ferrocarril de Palma a Sóller—. També va exercir en l'àmbit dels ponts, les carreteres, el proveïment d'aigua i, fins i tot, en l'àmbit dels senyals marítims. L'activitat professional de Pedro Garau Cañellas en l'àmbit dels ports es va centrar principalment en els ports de Palma i d'Eivissa, on va tenir un paper molt important per al seu desenvolupament. El 14 de juny de 1912 es va produir el nomenament de Pedro Garau Cañellas com a director del port de Palma, o de la Junta d'Obres del port de Palma de Mallorca, que era com es denominava en aquell temps la institució que governava el port de Palma.⁽²⁾ Pedro Garau va di-

rigir la Junta d'Obres del port fins que va morir el 28 d'abril de 1919.

L'enginyer Emili Pou Bonet va ser el primer director de la Junta d'Obres del port de Palma des de la creació d'aquesta institució, el 19 de setembre de 1872. Ho va ser fins el 30 de març de 1874, any en què va ser nomenat director l'enginyer Juan Malberti Ruiz, que va ser el pre-

⁽¹⁾En aquest article s'opta per citar el nom propi de Pedro Garau Cañellas en castellà ja que és d'aquesta manera com apareix en els projectes que va redactar i en tots els documents oficials que s'han pogut consultar.

⁽²⁾La denominació de l'organisme portuari no va ser constant, sinó que va experimentar diversos canvis: Junta d'Obres del port de Palma de Mallorca, de 1872 a 1928; Junta d'Obres i Serveis del port de Palma de Mallorca, de 1928 a 1968; Junta del port de Palma de Mallorca, de 1968 a 1988; Junta dels ports de l'estat de Balears, de 1988 a 1993 (pel reial decret, de 23/12/1988, es van integrar tots els ports gestionats per l'Estat a les Balears); Autoritat Portuària de Balears, des de 1993 fins a l'actualitat.

decessor de Pedro Garau Cañellas. Després de la mort de Pedro Garau, va ser nomenat com a director de la Junta d'Obres del port de Palma l'enginyer Juan Frontera Estelrich, l'1 de maig de 1919.

Els serveis d'Obres Públiques a les Balears es van instituir per part de l'estat espanyol l'any 1847, i des d'aquesta data tots els projectes per l'execució de ports a les Balears van tenir una dependència directa a la Prefectura d'Obres Públiques a les Balears. En el cas del port de Palma, aquesta situació va perdurar fins el 1872, que va ser quan es va formar la Junta d'Obres del port de Palma esmentada anteriorment, i va mantenir-se així a la resta de ports de les Balears fins l'any 1929, quan es van instituir el Grup de ports de Mallorca i les Comissions Administratives de ports de Maó i d'Eivissa.

Els projectes de Pedro Garau per al port de Palma es van redactar des de la institució de la Junta d'Obres del port i en destaquen, principalment, les actuacions a la zona del Moll Vell i els projectes plantejats per a la ampliació global del port de Palma.

A la zona del Moll Vell, Garau va redactar l'any 1911 el projecte *Ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes*, un escrit que va suposar una gran ampliació de la zona del Moll Vell del port de Palma i que responia a la demanda dels nous bucs que començaven a obrar en el port de Palma en aquella època. A causa de les dificultats en l'execució, es van necessitar tres projectes reformats que Garau va redactar els anys 1916, 1917 i 1918: el projecte *Instalación de depósitos, grúas eléctricas de 3.000 kg y pabellones para servicios secundarios* de l'any 1913, que també va necessitar un projecte reformat l'any 1918, i les *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* de l'any 1912.

Pedro Garau va realitzar dues feines molt interessants per a l'ampliació global del port de Palma: d'una banda, l'*Anteproyecto ensanche y mejora del puerto*, que la reial ordre, de 19/06/1916, va manar a estudiar i que Garau va finalitzar el 1917; d'altra banda, el projecte *General de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto y surgideros auxiliares*, redactat l'any 1913 i que, tot i que no s'arribés a executar, va projectar per primera vegada un contradic a l'altura de la barriada de Santa Catalina, i va deixar quatre dàrsenes noves amb aigües arrecerades. Va anticipar el que seria el futur passeig Marítim de Palma i va preveure un nou traçat de ferrocarril per a la connexió entre el port i la ciutat.

Els altres projectes que va redactar Pedro Garau per al port de Palma són l'embarcador a s'Aigua Dolça i dos projectes de dragatge del port els anys 1914 i 1916.

Per al port d'Eivissa, Pedro Garau va treballar directament des de la institució del Servei d'Obres Públiques, i es destaca la seva feina en l'ampliació d'aquest port, en la qual va

contribuir tant com a redactor dels projectes com a director facultatiu en l'execució de les obres.

Són de Garau els projectes *Reformado del Muelle de la Consigna, contramuelle y Muelle Interior*, de 1897; *Liquidación del dique de abrigo y cerramiento de los freos de la Ilsa Llana y Botafoc*, de 1902 i el projecte *Muelle de la Consigna, contramuelle, Muelle Interior y obras de terminación del dique de abrigo*, de 1904, així com també un projecte reformat d'aquest últim que data de l'any 1906.

Els altres treballs que va realitzar Garau en els ports de Balears van ser el projecte per a la *Construcción de un varadero cubierto en el puerto de Cala Rajada* l'any 1910 i el projecte de dragatge del port d'Andratx el 1901.

TREBALLS DE PEDRO GARAU PER A L'AMPLIACIÓ DEL PORT DE PALMA

Pedro Garau va posicionar-se en el càrrec d'enginyer director de la Junta d'Obres del Port de Palma el 14 de juny de 1912, i en aquell moment es va replantejar la idoneïtat de l'ampliació del port de Palma, que estava aprovada de moment i que es basava en el projecte que va redactar l'enginyer il·lustre Emili Pou Bonet el març de 1870 i que es va aprovar l'any 1871.

Les obres principals del projecte de Pou ja s'havien executat a principis del segle XX, segons manifesta el pla de Palma que va elaborar Benito Pons.

Quan Pedro Garau replanteja el projecte d'ampliació global del port de Palma, ja havien transcorregut 41 anys des que es va aprovar el projecte d'Emili Pou, i era un fet indiscutible que el trànsit comercial del port de Palma havia canviat radicalment, tant pel que fa a la quantitat de mercaderies, com pel que fa a la tipologia de les mercaderies, així com també el tipus de bucs. De fet, la navegació a vela, que era gairebé exclusiva durant el període de gestació del projecte de Pou, havia disminuït considerablement, deixant pas a la navegació de vapor, que s'acabaria imposant finalment. Cada vegada més, els vapors de correu marítim eren els predominants, i necessitaven una ubicació nova en el port que oferís comoditat al passatger i permetés efectuar ràpidament les operacions de càrrega i descàrrega de mercaderies. Pedro Garau creia que aquesta nova ubicació havia de ser tan a prop com fos possible del casc urbà, per així oferir una estació marítima al passatger, una realitat similar que ja oferien, en aquell temps, les estacions ferroviàries. En veure l'augment del creixement del trànsit, Garau va concloure que la línia de molls que va projectar Pou seria insuficient en una època no gaire llunyana. Garau també va argumentar que el projecte de Pou no oferia la calma necessària a les aigües de la dàrsena nova a causa de les seves dimensions excessives (que abans eren útils per la navegació a vela), i va afirmar que els vents de

l'OSO i l'ENE produirien una gran agitació en transitar línies d'aigua tan extenses. El primer projecte que Pedro Garau va redactar per a l'ampliació del port de Palma es va escriure l'1 de febrer de 1913 amb el títol *Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares*, i va comptar amb un pressupost d'1.915.528 ptes.⁽³⁾

Posteriorment, el 18 d'abril de 1917, redactaria el segon treball important per a l'ampliació del port de Palma, *Anteproyecto ensanche y mejora del puerto*, que la reial ordre, de 19 de juny de 1916, va manar a estudiar i que es va valorar amb un pressupost de 17.531.983 ptes.

Són molts els aspectes interessants del *Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares* que va redactar Pedro Garau. Per primera vegada, es preveia un contradic que, formant un angle recte, tancava el port a l'altura de la barriada de Santa Catalina, deixant així una bocana que donava

⁽³⁾Ptes. és la forma abreujada de *pesetes*, que era la unitat monetària utilitzada en l'època que va viure Pedro Garau. La correspondència de la pesseta amb l'euro (que és la unitat monetària a Espanya l'any 2020) és la següent: 1 pesseta equival a 0,006 euros, o altrament dit, 1 euro equival a 166,386 pessetes.

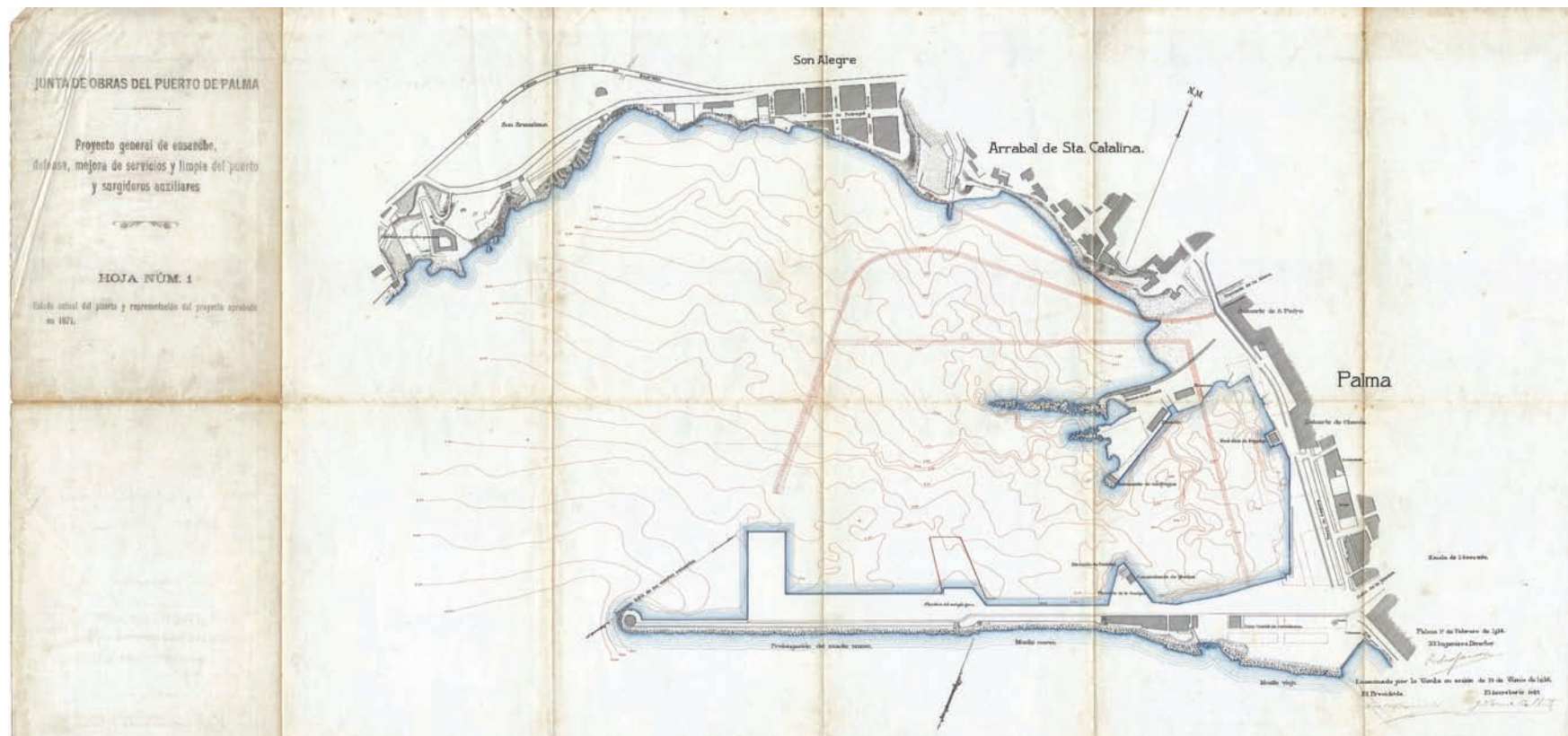


Fig. 1. Estat del port de Palma el 1913 tenint en compte les obres d'ampliació projectades per Emili Pou.

22 | Ports de Balears

accés a quatre dàrsenes amb aigües abrigades (la dàrsena interior, la dàrsena del comerç, la dàrsena de la indústria i la dàrsena exterior). És molt interessant veure com Garau, en aquest projecte, anticipa la creació del que serà el futur passeig Marítim de Palma, i com projecta un nou traçat de ferrocarril per la connexió del port i la ciutat. També són dignes d'esment els treballs que projecta Garau per la millora de les dàrsenes de Portopí i des Portitxol.

La dàrsena interior que projecta Garau és la que se situa a l'est del port, dins la zona més arcerada i més propera a la ciutat, i es destina a vapors de correu marítim que podran tenir una eslora màxima de fins a 100 m i que uneixen Palma amb Barcelona i València, transportant, així, nombrosos passatgers i mercaderies. En el punt situat més cap a llevant es projecta un espigó sobre el qual es construirà una estació marítima perquè els passatgers tinguin més comoditat.

La dàrsena del comerç és la que es troba situada al centre del port, i es preveu que atraquin a les seves branques curtes els vapors de portament més gran que arriben al port.

D'altra banda, la dàrsena de la indústria, que es troba situada al nord, està formada pel Contramoll Mollet i el Moll de la Costa, que amb la línia exterior forma una llera amb el torrent de sa Riera. En aquesta dàrsena s'allotgen les indústries marítimes de la pesca i de reparació i construcció de bucs, tant per a la indústria pesquera com per a la navegació de cabotatge. Per a la indústria pesquera es projecta una línia de molls baixos amb escars amplis al fons de la dàrsena, en els quals s'ubicaria un mercat de peix. La zona que projecta Garau per a la indústria pesquera coincideix amb la que s'ha mantingut en el port de Palma fins a principis del segle XXI, i coincideix amb la ubicació actual de la Llotja del peix i la Confraria de Pescadors de Sant Pere.

Per a la reparació d'embarcacions, Garau preveu una superfície àmplia amb una capacitat suficient per allotjar-hi grades de reparació d'embarcacions i escars amplis. La banda interior de la dàrsena de la indústria estaria habilitada per a l'atracada de vaixells carboners.

El desviament del torrent de sa Riera que projecta Pedro Garau soluciona els problemes

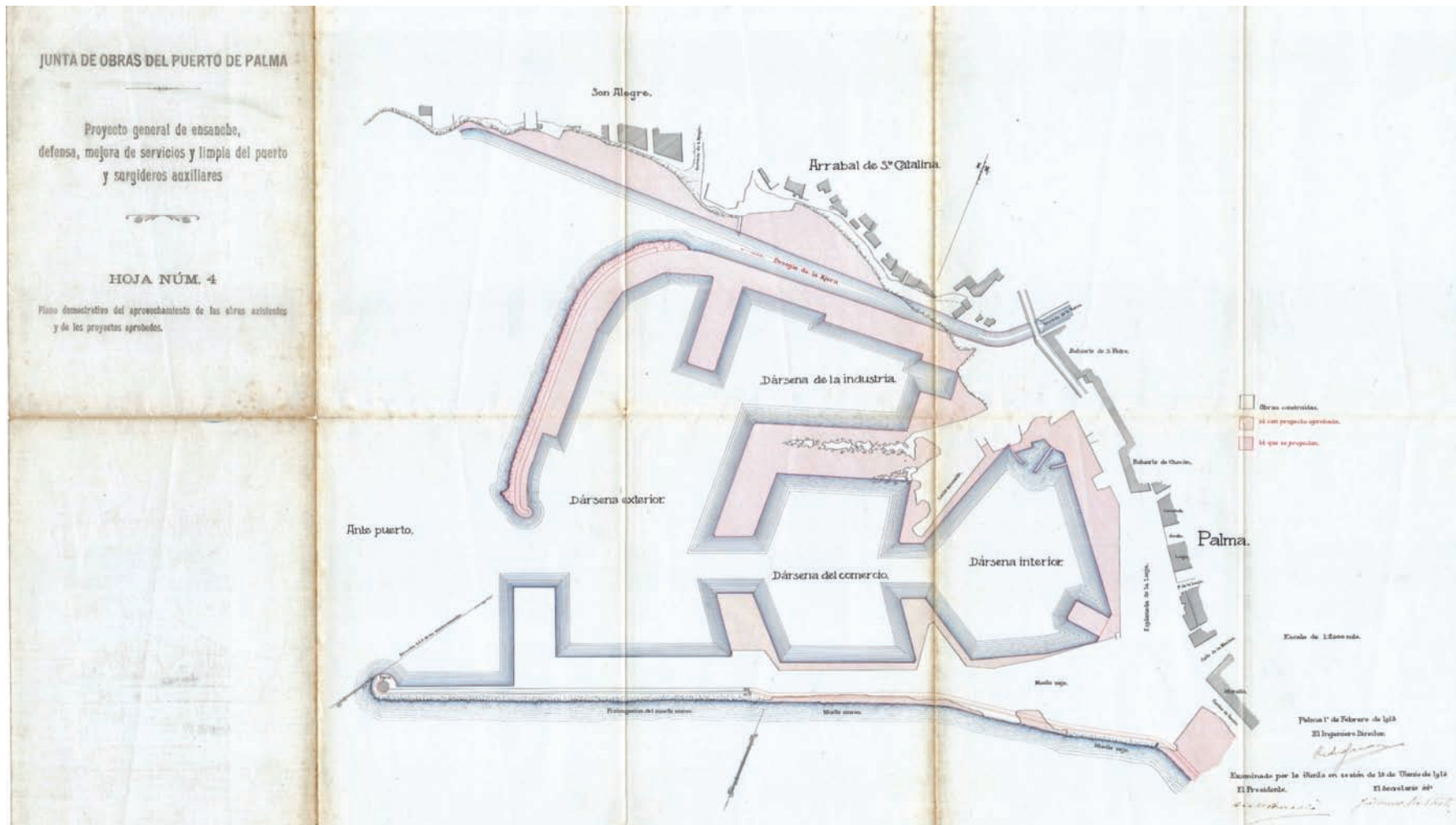


Fig. 2. Vista general del *Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares*, redactat per Pedro Garau Cañellas l'any 1913.

d'aterrament causats pels sediments que provenen de la riera mateixa i que queden acumulats a l'interior del port. Aquest problema segueix sense tenir solució fins i tot ara, en el segle XXI.

L'última dàrsena que projecta Garau en aquesta zona és la dàrsena exterior. Es tracta de la dàrsena de dimensions més grans i està destinada als bucs amb un portament i un calat més grans, sigui quin sigui el seu destí i les seves mercaderies, deixant de

Fig. 3. Vista de les quatre dàrsenes principals del *Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares*, redactat per Pedro Garau Cañellas l'any 1913.



banda els vaixells carboners i els bucs d'adobs químics, que tenen un lloc reservat a les dàrsenes del comerç i de la indústria.

Al contradic podrien atracar els bucs que es troben en observació (quarantena), els que portin mercaderies perilloses (explosius, petroli, etc.) i els que s'han de refugiar en el port de Palma després d'una arribada forçosa i han d'esperar que el temps millori per continuar la ruta.

En aquesta dàrsena exterior, flanquejada pel dic i el contradic, es deixa una obertura de bocana de 100 m, potser suficient pels bucs que hi operaven durant la primera meitat del segle XX, però hauria estat insuficient fins i tot pels bucs que van operar-hi a finals del segle XX.

Pedro Garau va ser el primer que va projectar una calçada, guanyant així terreny al mar des de la desembocadura de sa Riera fins al lloc conegut com s'Aigua Dolça. Aquesta calçada seria el precedent del passeig Marítim del port de Palma que es construiria posteriorment a partir d'un projecte que va redactar l'enginyer Gabriel Roca. Tot i que el projecte de Garau no es va arribar a aprovar, sí que va servir d'inspiració per una realització futura, que va tardar més de 40 anys en portar-se a terme. Cal comentar que l'arquitecte Gaspar Bennàsser, en el seu Pla de Reforma firmat el 31 d'agost de 1916, va incorporar la idea d'aquest tram de calçada que

guanyava terreny al mar, però tot i que el Pla va ser aprovat per l'Ajuntament i el govern central, mai va arribar a ser aplicat a la pràctica.

És important destacar la visió que Pedro Garau va tenir sobre el futur passeig Marítim de Palma en el *Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares*. Pedro Garau va anomenar el passeig Marítim com a *via de la Costa* i, esmentant Garau mateix, seria una via que transcorreria "al llarg del mur de la nova canalització de sa Riera també projectada, per la banda de la costa, servint així d'enllaç amb la barriada de Santa Catalina, que adquirirà un gran increment i importància, especialment a la zona contigua al mar, es projecta una via de 18 metres d'amplada que es distribueix en dues voreres de 3 metres i una carretera de 12 metres. Aquesta via es prolonga cap a la barriada de So n'Alegre, des d'on, amb menys amplada i convertint-se en una autèntica carretera, podrà ser prolongada per l'Ajuntament o l'Estat fins a enllaçar-la amb la de Palma a Andratx... Aquesta via escurçaria notablement la distància entre Palma i el llogaret del Terreno, i oferiria a la vegada l'inqüestionable avantatge d'un esplèndid passeig de costa magníficament orientat, ideal, i que serviria de base a futurs xalets i hotels per a una excel·lent estació hivernal".

Pedro Garau va tenir en compte la protecció que s'havia d'efectuar sobre la cala de Portopí, que en aquell temps es considerava un punt d'ancoratge auxiliar del port de

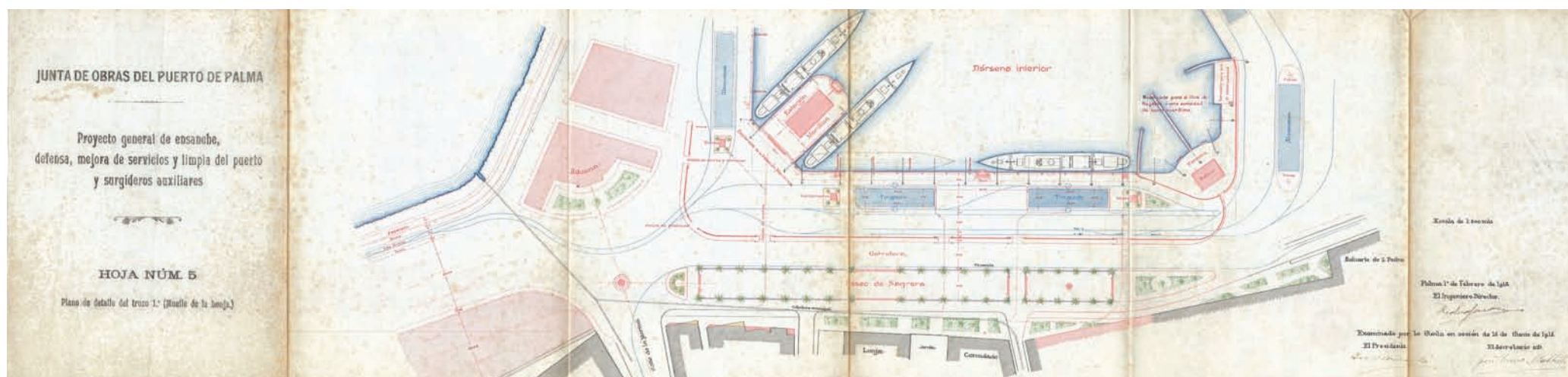
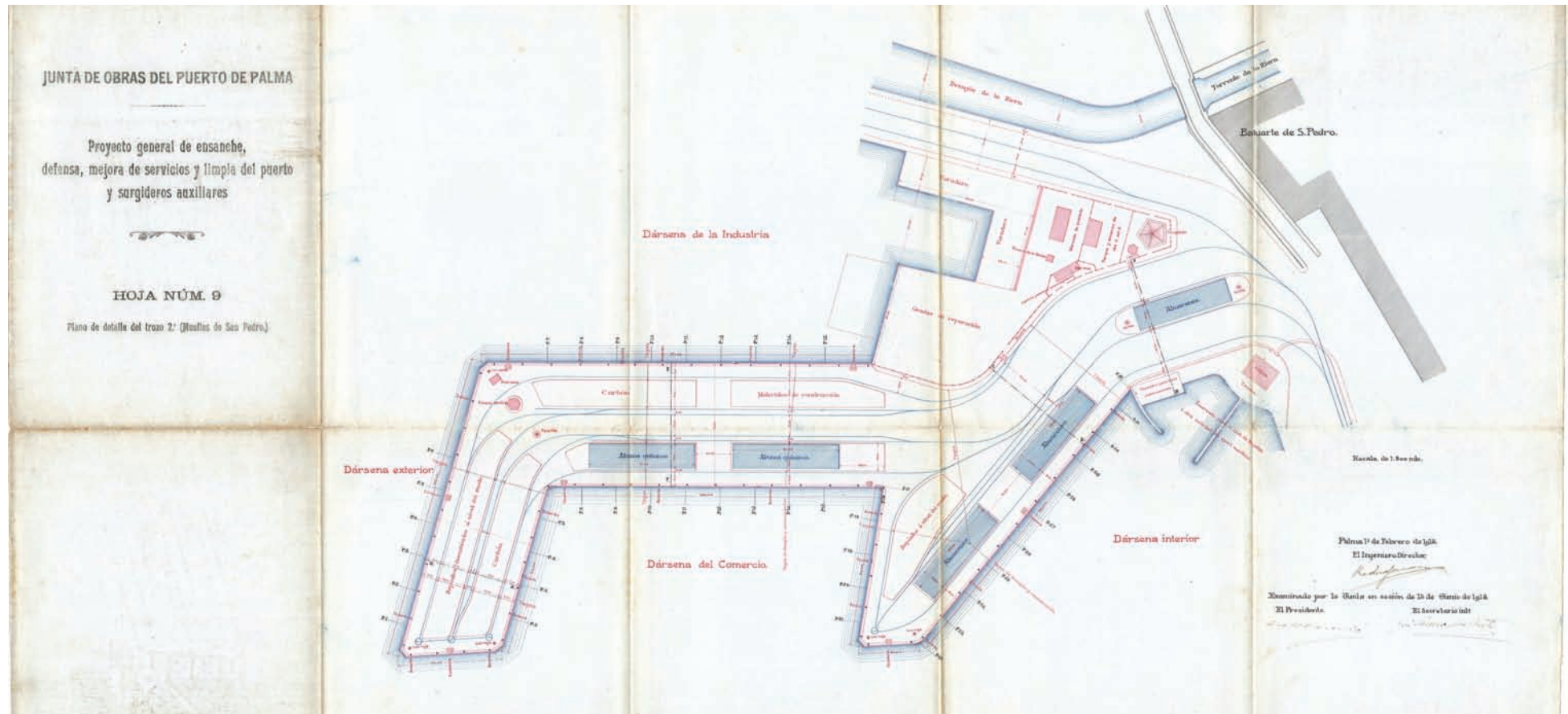


Fig. 4. Dársena interior del *Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares*, redactat per Pedro Garau Cañellas l'any 1913.

Fig. 5. Dàrsenes del comerç i de la indústria del *Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares*, redactat per Pedro Garau Cañellas l'any 1913.



Palma i servia per alleugerir les barques de pesca i de cabotatge de petita eslora quan el port de Palma no comptava amb amarradors disponibles. Garau va projectar un dic curt per fer que les aigües quedessin totalment arrecerades i que, al mateix temps, s'hi pogués operar. El dic fa 145 m de longitud i arrenca a la punta del far en direcció NNE, deixant així una bocana de 100 m de pas.

Garau també va projectar una millora del Portitxol mitjançant un nou dic d'abric, un contradic i uns molls nous destinats a embarcacions de pesca. El nou dic d'abric té una

longitud de 250 m i parteix de la petita península anomenada *sa Roqueta* en direcció OSO, i deixa una bocana de 100 m de longitud. Per altra banda, es projecta un contradic de 55 m de longitud. Els molls nous es plantegen pràcticament a tota la dàrsena, deixant de banda la zona de desembocadura del torrent de na Bàrbara.

A la sisena part del *Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares*, Pedro Garau projecta un traçat nou de ferrocarril per la connexió entre el port i la ciutat. D'aquesta manera, Garau planteja una alternativa a l'única

companyia de ferrocarril que operava a Palma, tal com s'observa en el seu projecte manuscrit (transcripció literal), "els inconvenients del traçat que segueix el tramvia exclusiu per a mercaderies, que enllaça els molls i les zones del port de Palma amb l'estació del ferrocarril de Manacor, i la necessitat d'un traçat exterior construït per la Junta d'Obres del port que, deixant de ser propietat particular d'una determinada companyia ferroviària, pogués ser utilitzat mitjançant el pagament d'un adequat peatge per totes les empreses de transport establides i que s'estableixin en el futur". En aquest projecte Garau descobreix l'enllaç entre les vies fèrries del port i les dels

ferrocarrils que tenen origen a Palma. El traçat de les noves vies fèrries transcorria en paral·lel al dic de protecció de la costa, partint des del port i arribant a l'altura del Baluard del Príncep i la fàbrica de gas. A partir d'allà, aniria perpendicularment a la costa i entraria a l'eixample de la ciutat de Palma creuant les carreteres d'Inca i de Manacor i arribaria a l'estació ferroviària principal.

Les previsions del trànsit marítim que Pedro Garau va tenir en compte a la redacció del *Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares*, tot i que van saber superar les propostes que va realitzar Emili Pou l'any 1871,

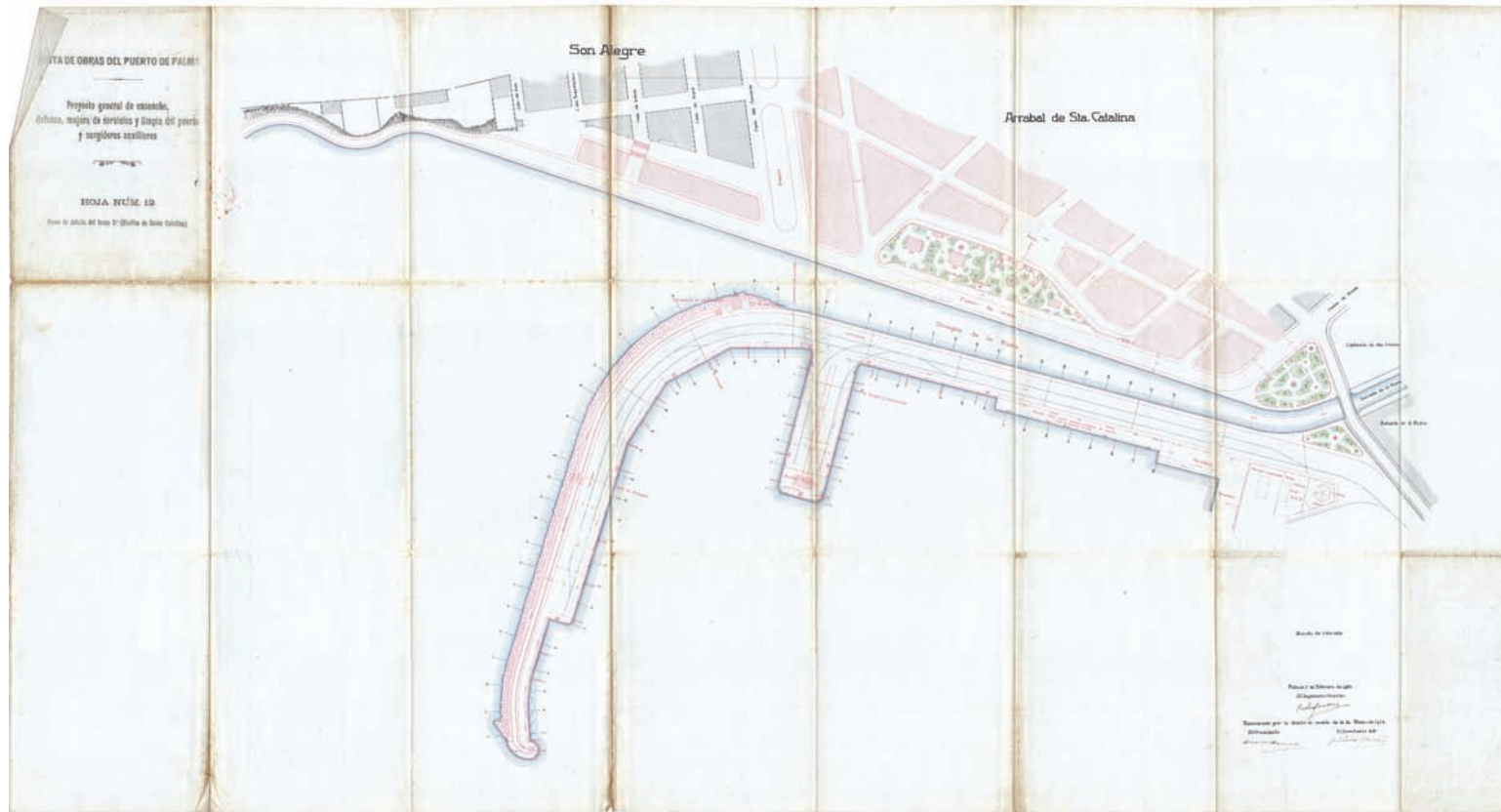


Fig. 6. Terrenys guanyats al mar per la generació del nou passeig Marítim i modificació de la desembocadura de sa Riera del *Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares*, redactat per Pedro Garau Cañellas l'any 1913.

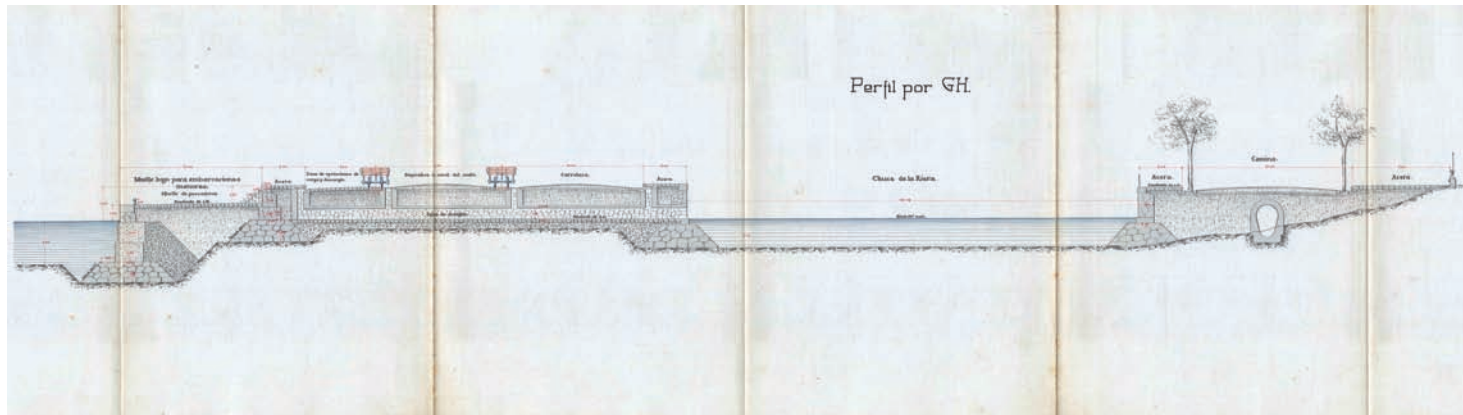


Fig. 7. Secció del passeig Marítim i de la modificació de la desembocadura de sa Riera del Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares, redactat per Pedro Garau Cañellas l'any 1913.

no van ser encertades. Garau argumentava que "la nostra condició insular, la situació geogràfica de l'illa, la seva extensió, les seves indústries i la seva riquesa agrícola, les travessies dels nostres vapors de correu marítim per molt que s'augmentin i s'ampliïn són un conjunt de dades que permeten entreveure un tipus de bucs que ni poden aconseguir dimensions excessives ni aquestes dimensions poden ser molt més grans

que les dels últims vapors adquirits per la companyia Isleña Marítima... El progressiu augment en tonatge dels nostres vapors de correu marítim té un límit que potser ja s'ha assolit amb les modernes construccions que no convé superar. A més, no sent el port de Palma un punt d'escala de grans línies de vapors i no desenvolupant-se en ell més trànsit comercial que el de l'illa, no és possible somiar amb modificacions essen-

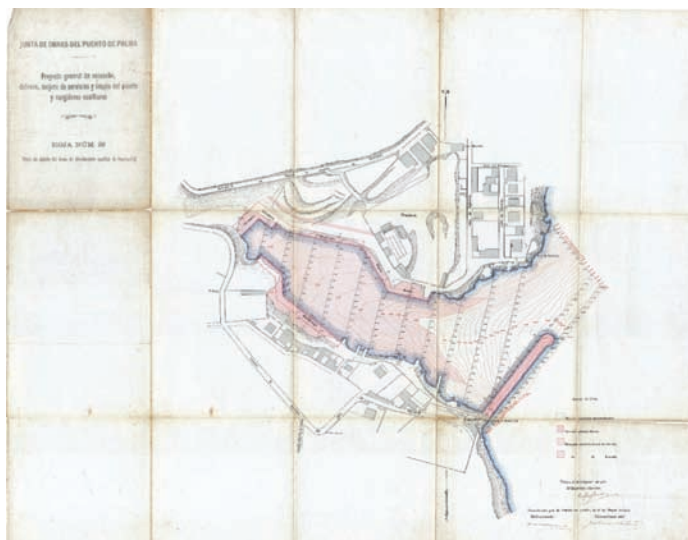


Fig. 8. Millora de la dàrsena de Portopí en el Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares, redactat per Pedro Garau Cañellas l'any 1913.

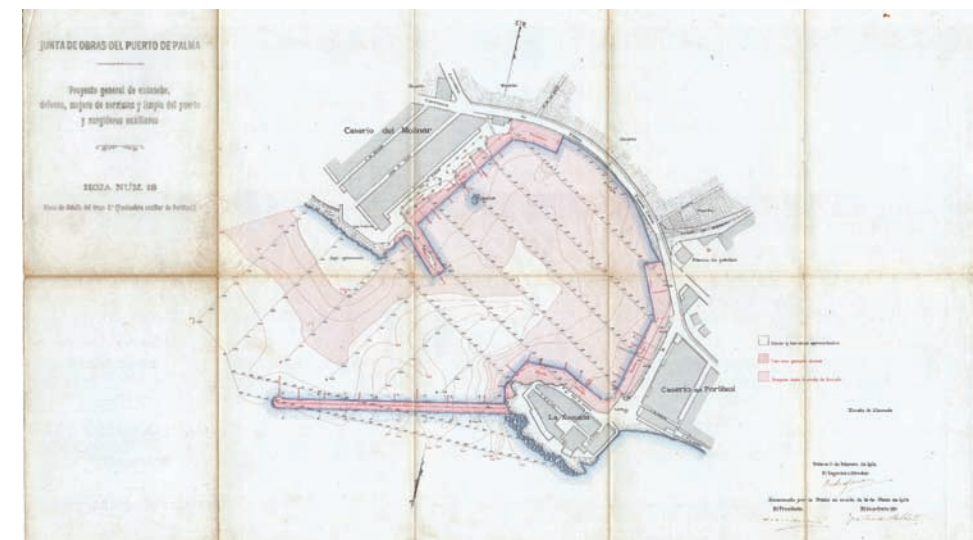
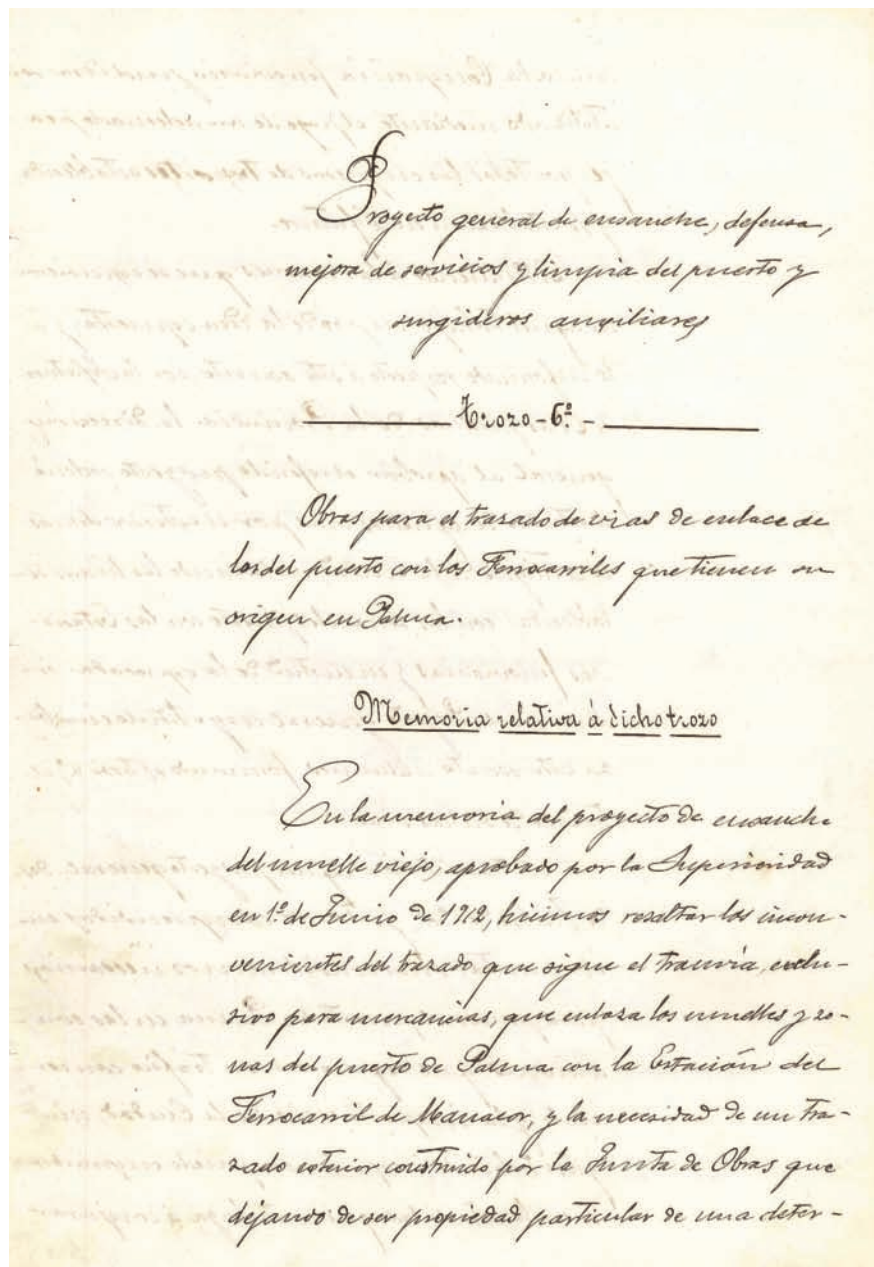


Fig. 9. Millora de la dàrsena del Portixol en el Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares, redactat per Pedro Garau Cañellas l'any 1913.



cials en la nostra manera de ser ni en causes imprevistes que modifiquin radicalment i extraordinària les condicions del trànsit en el nostre port, fins a posar-lo fora de qual-
sevol límit calculat i en comparació amb els nostres veïns del continent".
Segons el projecte de Pedro Garau de 1913 per a la ampliació del port de Palma, la
solució proposada es basava en un rendiment de 270 tones de mercaderia per m.l. de
moll i any (índex àmpliament superat avui dia a causa de l'augment de la capacitat de
càrrega dels bucs actuals pel que fa als de principis del segle XX), cosa que implicava
que Garau havia previst que el trànsit de mercaderies futur del port de Palma duplicaria
el trànsit que hi havia el 1913. Així es dedueix, doncs, de la comparació de les xifres
de 687.150 tones de capacitat estimades per a la nova infraestructura portuària respecte
a les 316.055 tones que eren necessàries pel proveïment de l'economia de l'illa de Ma-
llorca l'any 1913.

Fig. 10. Sisena part del Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpieza del puerto de Palma y surgideros auxiliares, redactat per Pedro Garau l'any 1913.

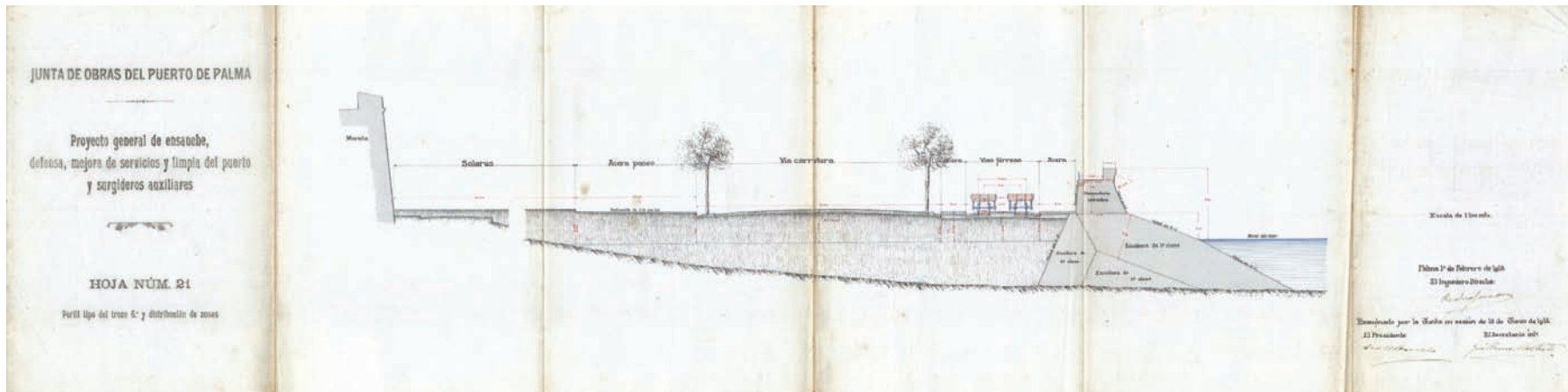


Fig. 11. Secció en què apareix la línia ferroviària i el dic de protecció de la costa en el *Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares*, redactat per Pedro Garau l'any 1913.

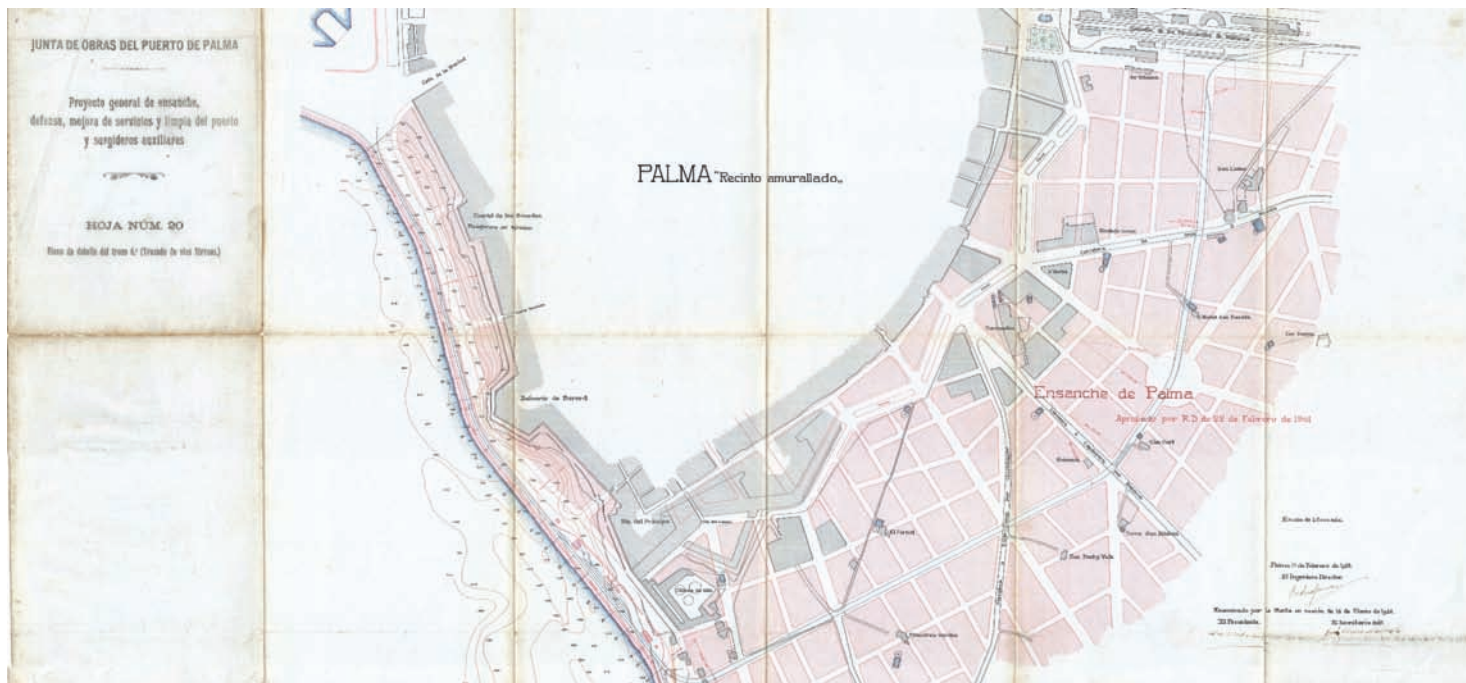


Fig. 12. Nou traçat de ferrocarril entre el port i l'estació ferroviària principal de Palma en el *Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares*, redactat per Pedro Garau l'any 1913.

El pas dels anys va posar de manifest que la capacitat de càrrega i manipulació de mercaderies que va preveure Pedro Garau per al futur port de Palma en el seu *Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares* va resultar ser insuficient. Com a ordre de magnitud, és procedent assenyalar que la mercaderia general que s'ha mogut a Palma l'any 2019 ha superat els 8,5 milions de tones, més de 12 vegades la que Pedro Garau considerava com la màxima possible.

Queda clar, doncs, que Pedro Garau va fallar amb les seves previsions. Potser va ser perquè a principis del segle XX era imprevisible conèixer l'augment de la població que tindria l'illa de Mallorca a la segona meitat del segle XX, motivada, principalment, pel creixement del turisme i pel fenomen de la immigració. L'augment de població, tant resident com turista, va fer que durant la segona meitat del segle XX es demandés que el port de Palma disposés d'una capacitat molt més gran que la que va preveure Pedro Garau.

Malgrat la gran quantitat d'esforços que va realitzar Pedro Garau per l'aprovació del seu projecte d'ampliació del port de Palma, el *Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares* no va arribar a ser aprovat.

El segon gran treball que va realitzar Pedro Garau per a una possible ampliació del port de Palma va ser l'anomenat *Anteproyecto de ensanche y mejora del Puerto*, que va portar a terme l'any 1917.

La Direcció General d'Obres Públiques va disposar a la reial ordre, de 19 de juny de 1916, entre altres coses relatives a obres i projectes del port de Palma, que s'estudiés un avantprojecte d'eixamplament i millora, d'acord amb les indicacions del dictamen del Consell d'Obres Públiques. Per això, Pedro Garau, acomplint la disposició superior, va redactar l'*Anteproyecto de ensanche y mejora del puerto de Palma* el dia 18 d'abril de 1917, cosa que havia de servir de causa a estudis més detallats i minuciosos en el futur.

En el dictamen del Consell d'Obres Públiques, que es va transcriure a l'esmentada reial ordre, de 19 de juny de 1916, s'indicaven dues solucions per aconseguir l'eixamplament i la millora del port de Palma: la primera consistia essencialment al perllongament del dic actual, i la segona, més ambiciosa, es basava en la construcció d'un dic exempt, a l'est del dic actual.

Si s'analitza la primera opció que desenvolupa Pedro Garau, s'aprecia que agafa com a base el perllongament del dic que existia l'any 1917. Aquest dic és el perllongament de l'anomenat *Moll Nou*, que a la vegada va ser l'eix de les obres primitives del port. La longitud total del camí de ronda del dic seria de 1.150 m.

La segona opció que desenvolupa Pedro Garau es tracta de l'eixamplament i la millora del port mitjançant un dic aïllat a l'est de l'existent l'any 1917. El dic exempt constava d'un tram recte de 1.100 m i un altre corb de 450 m, seguint una circumferència de

1.000 m de radi. La separació entre els dos dics era de 650 m, cosa que permetia construir-hi contramolls llargs. Entre aquests contramolls i el dic exempt es deixava l'amplada suficient per una correcta maniobra dels bucs de gran eslora, i es generava, així, l'anomenada *dàrsena exterior*, a la qual es donava tota la amplitud possible. La dàrsena nova tenia una línia de molls compresa entre la branca curta, que era el límit de la zona arrecerada el 1917, i la branca nova similar que es projectava a l'extrem sud de la bocana d'entrada. A la dàrsena exterior es creava una nova línia àmplia de molls amb un total de 990 m de longitud. El calat previst de la zona portuària nova era de 8,50 m a la part mínima, cosa que garantia l'entrada de qualsevol buc de l'època en el nou port de Palma. La bocana d'entrada es projectava amb 80 m d'amplada i donava pas a les dàrsenes restants que estaven enclavades dins la gran dàrsena exterior.

La Junta d'Obres del port de Palma de Mallorca va decidir que l'opció més adequada per al futur port de Palma era la segona opció, ja que la primera, tot i que podia satisfer les necessitats del port en aquell temps, no era susceptible d'eixamplaments o ampliacions ulteriors si fossin necessàries en un futur.

En canvi, la Junta d'Obres del port de Palma sí que va considerar adequada la segona opció, ja que era compatible amb desenvolupaments ulteriors del port.

Posteriorment, el 7 de setembre de 1917, la Junta d'Obres del port de Palma va elevar a la Prefectura d'Obres Públiques l'avantprojecte perquè decidís què era més encertat fer. Finalment, la successió dels anys va deixar constància que no es va arribar a executar cap de les dues opcions per a l'ampliació del port de Palma que s'inclouen a l'avantprojecte de Pedro Garau.

Després dels dos projectes que va redactar Pedro Garau (*Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares* i *Anteproyecto de ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes*), que no van arribar a ser aprovats per poder realitzar l'ampliació del port de Palma, es van produir altres intents d'ampliació del port. L'arquitecte Gaspar Bennàsser, en el Pla de Reforma de Palma de 1917, va desenvolupar una planificació ambiciosa davant la catedral, i es va mantenir sensiblement dins la resta del projecte d'Emili Pou de 1871 amb el dragatge del Contramoll Mollet. Tant aquesta idea com la que exposa l'enginyer Juan Frontera l'any 1931 d'ampliar el port amb un dic exempt a llevant o allargar simplement el dic de llevant, no es van realitzar, encara que aquest últim projecte s'aprovés. La mateixa sort van tenir les propostes de l'enginyer Antonio Parietti amb un dic a Natzaret i d'Antonio Ferragut amb l'ampliació dels molls a l'estran.

Per tant, des de la defunció de Pedro Garau, van prosseguir dècades d'aprofitament de la nova zona arrecerada del Moll Vell com a zona on es desenvoluparia principalment l'activitat portuària. No obstant això, la utilització massiva del Moll Vell canviaria

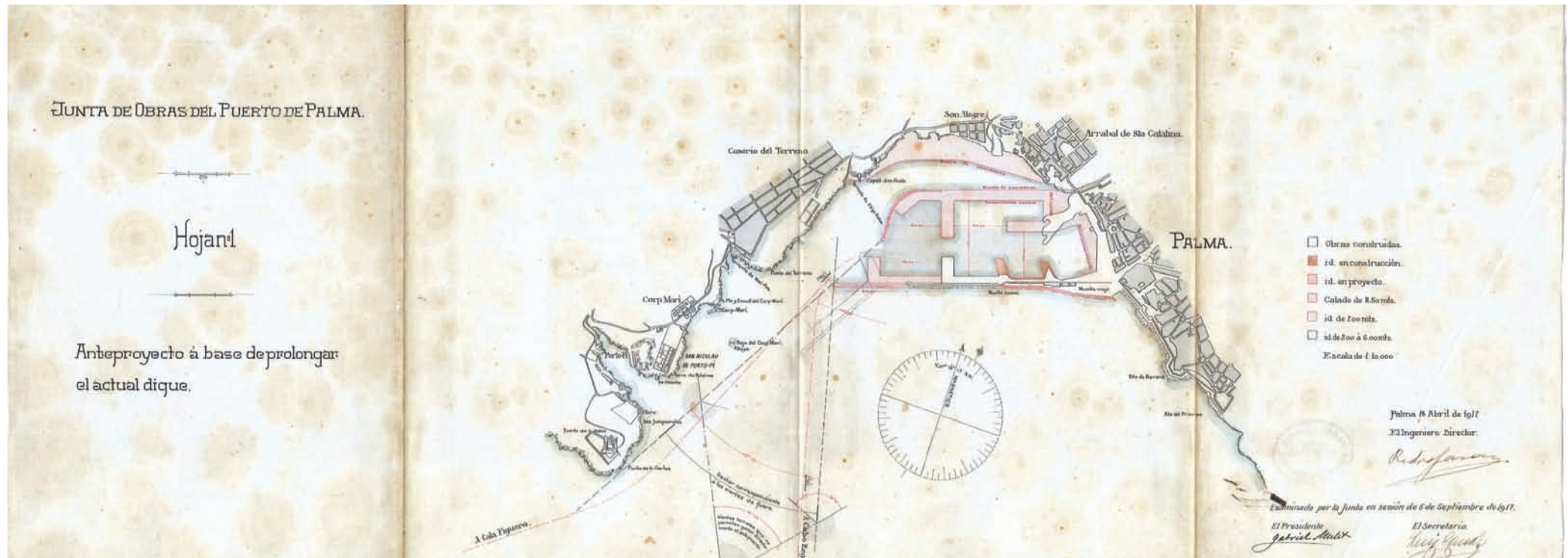


Fig. 13. Primera alternativa de l'anomenat Anteproyecto de ensanche y mejora del puerto de Palma, redactat per Pedro Garau l'any 1917.

l'any 1940 amb la construcció del dic de l'Oest, projectat i impulsat per l'enginyer Gabriel Roca i acabat, de fet, el 1962. Va ser llavors quan es va produir el gran salt en el creixement del port de Palma, amb la creació d'una dàrsena nova i espaiosa a Portopí, a recer del dic nou, i on anys més tard es construïren els desenvolupaments portuaris en els molls actuals de Ponent i de Paraires.

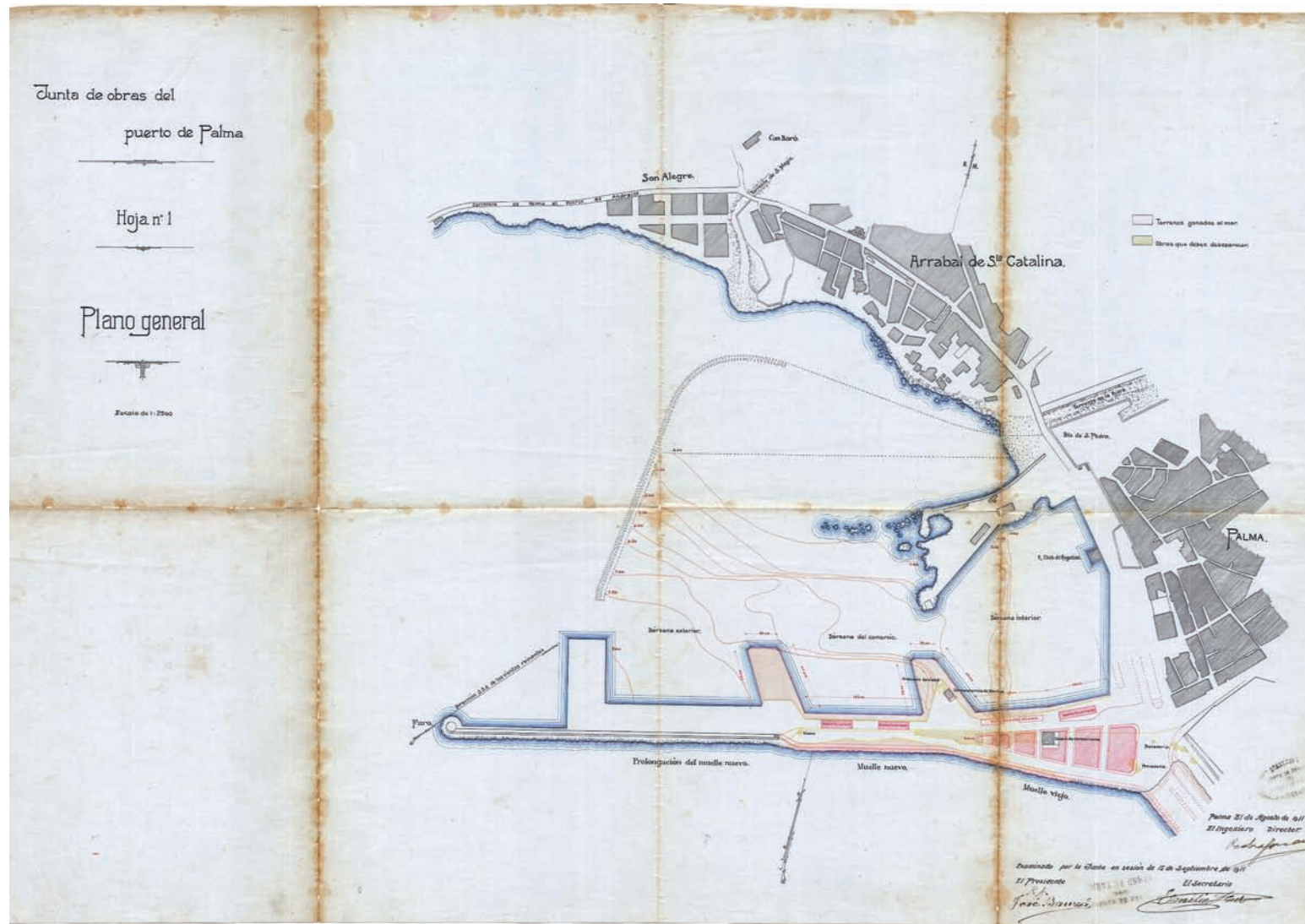


Fig. 16. Vista general del projecte *Ensanche del Muelle Viejo*, distribució de les zones de servicis i urbanizació de terrenes sobrants, redactat per Pedro Garau l'any 1911.

cada del segle XIX es va allargar el dic i es va construir l'anomenat *Moll Nou*, arribant així a l'anomenat actualment *espigó exterior*. Posteriorment, a les últimes dècades d'aquest segle es va allargar el dic fins arribar, pràcticament, a la longitud actual, i es va construir el moll denominat *Prolongació del Moll Nou*.

La feina que Pedro Garau va realitzar per a l'ampliació i la millora de la zona portuària del Moll Vell es pot qualificar de notable, i molts dels treballs que va dur a terme durant la seva etapa a la Junta d'Obres del port de Palma van ser dedicats precisament al desenvolupament i la millora del Moll Vell. Cal destacar els projectes que va redactar Garau: *Ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes* i el projecte *Instalación de depósitos, grúas eléctricas de 3.000 kg y pabellones para servicios secundarios*, així com també la redacció dels plecs de les bases del concurs *Instalación del alumbrado de los muelles por medio del gas a presión y lámparas Graetzin en el puerto de Palma*.

El primer projecte firmat per Pedro Garau com a enginyer director de la Direcció Facultativa de la Junta d'Obres del port de Palma va ser el 31 d'agost de 1911, un any abans que fos nomenat director de la Junta d'Obres del port de Palma. Aquest projecte va rebre el títol *Ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes*, tenia un pressupost d'1.509.107 ptes. i va consistir a l'ampliació del Moll Vell, que era la zona portuària en què es realitzaven la gran majoria d'operacions portuàries en aquella època.

El projecte *Ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos*

sobrantes té en compte una ampliació des del carrer de la Marina fins a enllaçar amb altres obres contigües al dic d'abric, que havien finalitzat recentment.

L'ampliació del Moll Vell considerada en aquest projecte es va obtenir a partir d'una escullera exterior que guanyava terreny al mar i enllaçava amb les esculleres existents. Per la part interior es van construir els molls mitjançant una línia de murs verticals que ocupaven una petita faixa de la zona d'aigües arrecerades.

És important remarcar el disseny de les esplanades o superfícies interiors que té en compte aquest projecte, que ubica les vies de ferrocarril, les vies de carretera, els edificis, els dipòsits de mercaderies i les zones per a càrrega i descàrrega de mercaderies. Les obres corresponents al projecte *Ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes* van començar el 10 de desembre de 1915. L'inici d'aquestes obres es va materialitzar mitjançant la firma de l'acta de comprovació de replantejament. En aquell moment Pedro Garau ja va firmar l'acta com a director de la Junta d'Obres del port de Palma.

Les obres d'ampliació del Moll Vell no van estar exemptes de dificultats. El 13 de maig de 1913 es va produir la rescissió del contracte de projecte primitiu adjudicat a Àngel Arpón de Mendívil i es van haver de realitzar tres projectes reformats del projecte primitiu *Ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes*, a causa de les nombroses vicissituds que van sorgir amb el transcurs de l'execució de les obres.

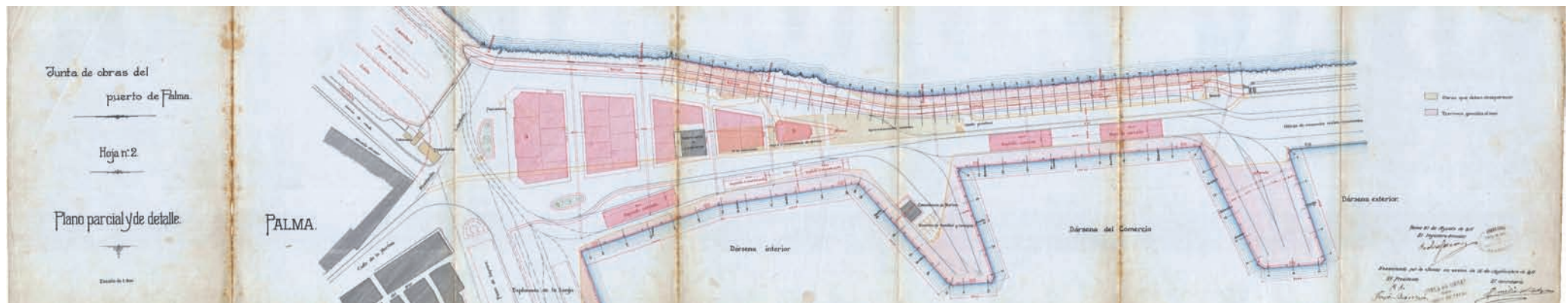


Fig. 17. Vista de l'ampliació del Moll Vell segons el projecte *Ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes*, redactat per Pedro Garau l'any 1911.

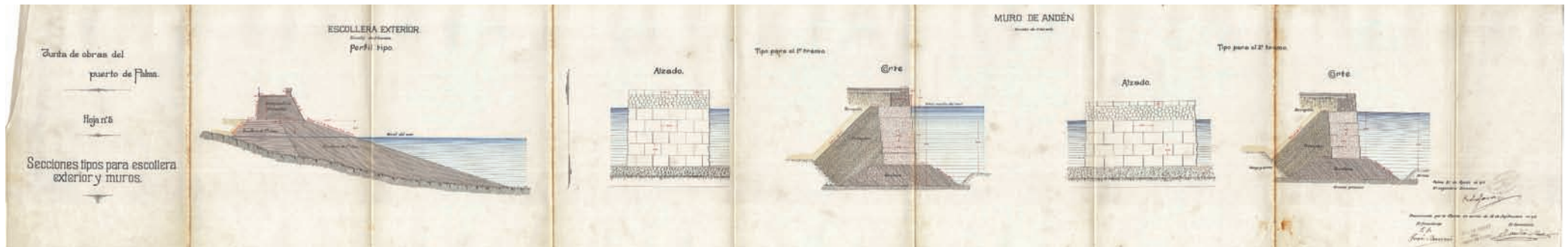


Fig. 18. Detall dels molls nous que apareixen en el projecte *Ensanche del Muelle Viejo*, *distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes*, redactat per Pedro Garau l'any 1911.

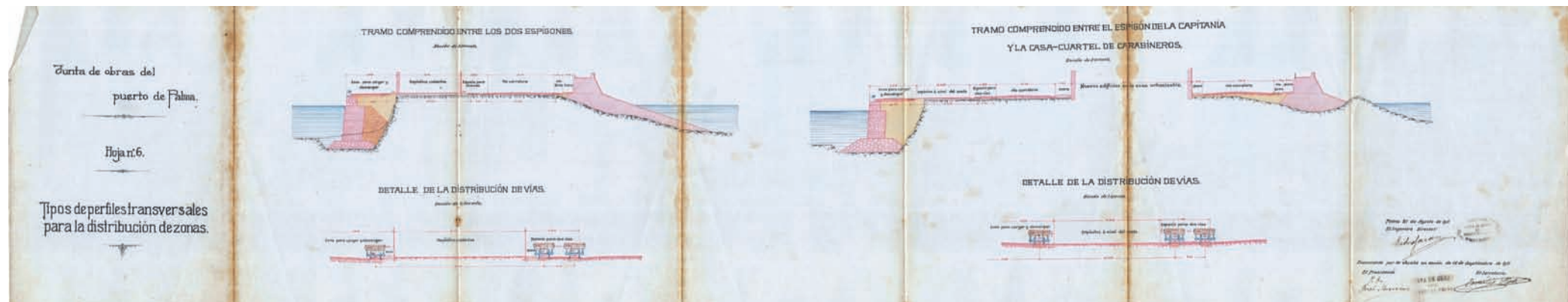


Fig. 19. Perfils transversals de les diferents zones que apareixen en el projecte *Ensanche del Muelle Viejo*, *distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes*, redactat per Pedro Garau.

El primer projecte reformat el va ordenar la Direcció General d'Obres Públiques mitjançant la reial ordre, de 19 de juny de 1916, amb la finalitat de segregat del projecte primitiu tota la part d'obra que segons el dictamen del Consell d'Obres Públiques era improcedent d'execució a causa de la dificultat de proporcionar calat al peu dels seus molls, els quals no tindrien, per aquest motiu, l'estabilitat necessària. Aquesta línia de molls era la compresa entre els perfils 60 i 81 de l'anomenada *dársena interior*. El primer projecte reformat data del 29 d'agost de 1916.

El segon projecte reformat del projecte d'eixamplament del Moll Vell data del 30 de novembre de 1917, i va venir motivat per la reial ordre, de 20 de setembre de 1917. Aquesta ordre es va dictar com a resultat del primer projecte reformat, que es va redactar l'agost de 1916, i no esmentava detalladament quina era la part del projecte primitiu que s'havia de segregat ni les modificacions que s'havien d'introduir en aquell treball per posar-lo en consonància amb el Servei Central de Ports i Fars. Pedro Garau va tenir en compte totes les prescripcions d'un document i de l'altre a l'hora de redactar el nou projecte reformat.

Finalment, el 29 de juliol de 1918 es va aprovar per reial ordre el projecte reformat per a les obres d'eixamplament del Moll Vell.

No obstant això, al cap de pocs dies, després de diverses vicissituds entre la Direcció Facultativa i el contractista, el 8 d'agost de 1918 es va acordar la rescissió del contracte amb el contractista.

A la reial ordre que va acordar aquesta rescissió del contracte, es va disposar també que, un cop s'hagués obtingut la conformitat del contractista, s'havien de formular els projectes parcials d'acabament de les obres més urgents, començant per l'espigó exterior o número u, que era el més avançat. Per això, el 19 de novembre de 1918, un cop obtinguda la conformitat del contractista sobre les obres executades que s'havien d'abonar, Pedro Garau va començar a redactar el tercer i últim projecte reformat, que data del 2 de desembre de 1918 i té en compte l'acabament de l'espigó exterior que no s'havia efectuat després de la rescissió del contracte d'obres. Un altre projecte que va redactar Pedro Garau i que va contribuir a la millora del Moll Vell va ser el projecte *Instalación de depósitos, grúas eléctricas de 3.000 kg y pabellones para servicios secundarios*, un projecte que va firmar Garau el 30 de setembre de 1913 i va tenir un pressupost de 412.981 ptes.

Un cop acabades les obres d'eixamplament del dic d'abric i les de la branca curta del nord, d'acord amb el projecte que es va aprovar el 22 de setembre de 1905,

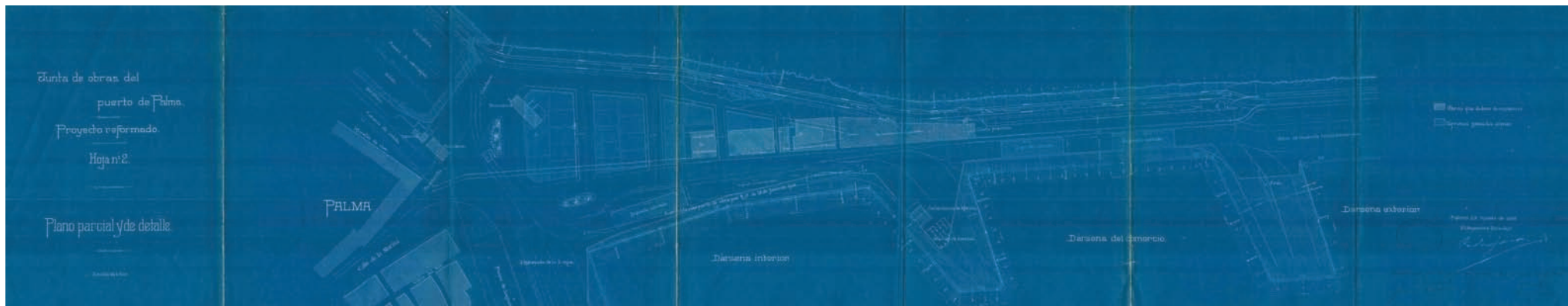


Fig. 20. Planta general del primer projecte reformat del projecte *Ensanche del Muelle Viejo*, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes, redactat per Pedro Garau l'any 1916.

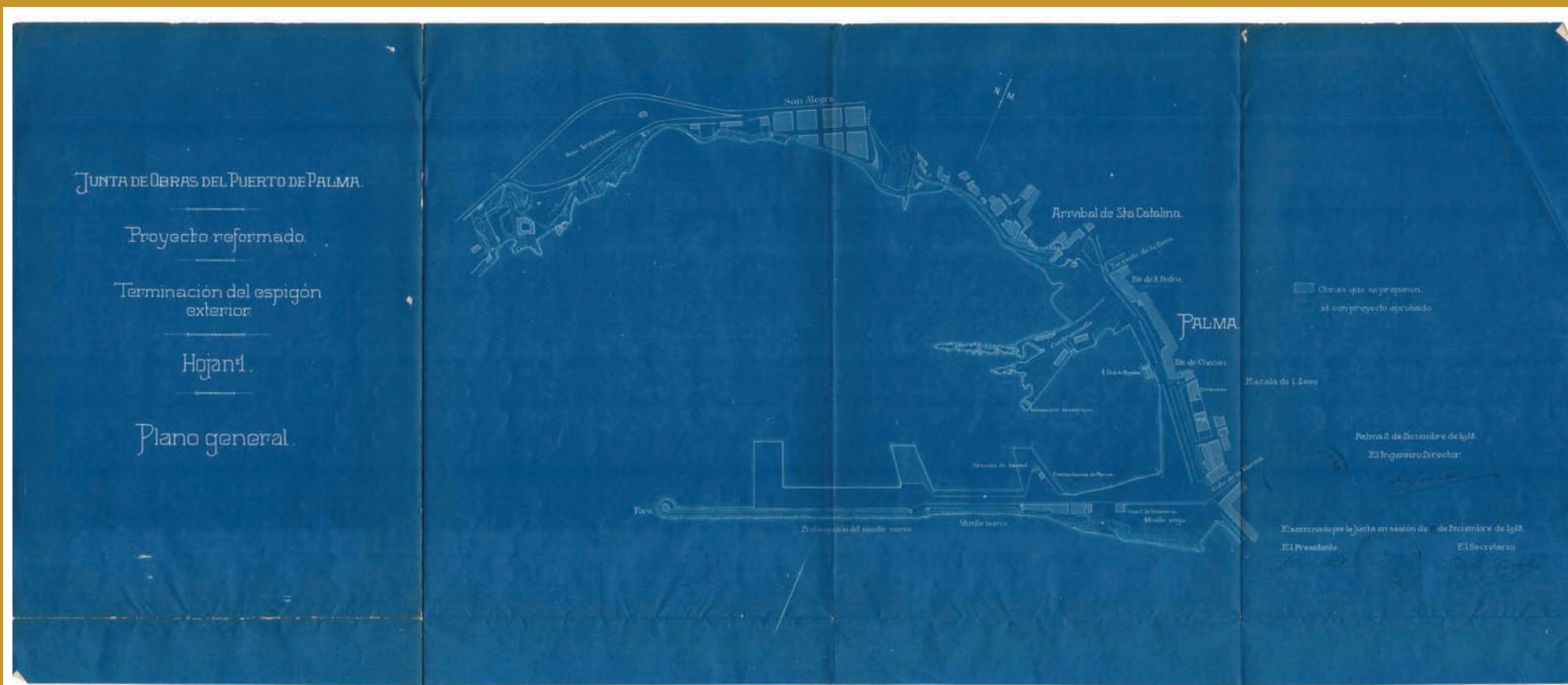


Fig. 21. Planta general de tercer projecte reformat del projecte *Ensanche del Muelle Viejo*, distribució de les zones de serveis i urbanització de terrenes sobrants, redactat per Pedro Carau l'any 1918.



aquella part del port era l'única que tenia un caràcter definitiu, obeint així el seu traçament a un pla del conjunt que havia de satisfer les necessitats del trànsit marítim, comptant també amb un marge suficient per un possible increment notable d'aquest trànsit en els anys següents.

En el Moll Vell es va instal·lar enllumenat a través de gas a pressió amb un resultat excel·lent, s'hi va construir un quiosc amb vàters i serveis higiènics i es va arreglar el paviment de les esplanades per a la mercaderia. Prèviament a l'execució d'aquest projecte, en el Moll Vell la mercaderia no disposava de cap aixopluc ni protecció contra les inclemències del temps ni contra els furt. Les mercaderies s'espargien a diverses zones i es creaven discussions de manera freqüent entre consignataris i carregadors. Moltes vegades necessitava intervenir-hi la Direcció Facultativa del port per posar-hi pau. Era necessari proporcionar un recer a unes mercaderies, un dipòsit tancat a unes altres i una garantia de vigilància fàcil i segura.

Garau va projectar dos dipòsits o magatzems de 75 m de longitud i 12,50 m d'amplada, i cada un comptava, d'una banda, amb una grua semipòrtic elèctrica amb una potència màxima de 3.000 kg i, de l'altra, amb dos quioscos o pavellons nous per a serveis auxiliars.

Els 75 m de longitud dels dipòsits es dividien en set trams iguals: els tres trams centrals es van projectar oberts, a tall de magatzems, i els quatre restants van formar dos cossos tancats amb portes amples a les parts del davant i a les façanes laterals, de manera que es comunicaven, a més, amb la resta de la construcció. D'aquesta manera, Garau va aconseguir un aprofitament de totes les zones disponibles, i va proporcionar el recer adequat segons l'índole de cada mercaderia mitjançant la dotació de protecció màxima per a les mercaderies delicades i costoses i la dotació d'una vigilància fàcil per a la resta de mercaderies.

És interessant el raonament que fa Garau en el projecte *Instalación de depósitos, grúas eléctricas de 3.000 kg y pabellones para servicios secundarios* per justificar per què es va establir una amplada de 12,50 m per als dipòsits o magatzems. El raonament que fa és que "els 12,50 m d'amplada es fixen tenint en compte les següents raons: les dues vies fèrries que han de proporcionar un servei als dipòsits es troben a 15,80 m de distància si es compta des de les vores interiors dels carrils. Els vagons tenen una amplada de 2,20 m. Si d'aquesta amplada en restem l'amplada de la via, que és de 0,914 m, obtenim 1,286 m, que és el que surt d'aquells vehicles. Quedarà, doncs, $15,80 - 1,286 = 14,514$ m, i com que es precisa deixar entre això i la façana dels magatzems l'espai necessari per circular, es fixa 1 m, i queda, així, un espai total de 12,50 m".

La ubicació dels dipòsits es va realitzar arran de les vies fèrries construïdes segons

el projecte *Ensanche de la prolongación del Muelle Nuevo y Muelle de la Rama Corta*, aprovat el setembre de 1905 i que va redactar l'enginyer Juan Malberti Ruiz, que va ser el predecessor de Pedro Garau com a enginyer director del port. És molt interessant apreciar l'entrellaçament de les vies fèrries i la distribució d'espais que s'estudien en el projecte de Garau, on es justifica perfectament la ubicació dels dipòsits i els pavellons en funció de la logística que s'utilitzava en aquella època per al moviment de la mercaderia.

Els dos dipòsits estaven projectats amb una estructura metàl·lica i estaven separats per una via-esplanada àmplia de 50 m que serveix com a dipòsit descobert de mercaderies, així com també per donar pas a tot tipus de vehicles que carreguin o descarreguin directament en els costats dels bucs. Els dos dipòsits deixen a tots dos costats, que es troben oposats al pas central, espais lliures amb l'amplitud suficient per poder instal·lar-hi quioscos que proporcionin serveis secundaris però que tenen una utilitat molt gran, com la cambra per als carrabiners, la cambra per als zeladors o els guàrdies dels molls, els excusats i lavabos, la cambra per al telèfon i la bàscula, la rebosteria i la cantina-estanc.

És oportú indicar que, durant la tramitació del projecte *Instalación de depósitos, grúas eléctricas de 3.000 kg y pabellones para servicios secundarios*, van sorgir una sèrie de contratemps que van obligar a realitzar un projecte reformat amb un pressupost nou de 416.860 ptes. i que va firmar Pedro Garau el 20 de juny de 1918.

El projecte reformat es va redactar en virtut de l'autorització de la Direcció General d'Obres Públiques del 21 de maig de 1918, i tenia com a objectiu solucionar els errors materials que s'observaven a les cubicacions i els pressupostos parcials dels dos grups d'edificacions que comprenia aquest projecte, i es va obtenir, així, un pressupost addicional de 3.878 ptes.

Els errors del projecte es van detallar a l'ofici del 15 d'abril, i els va redactar l'enginyer en cap de la província. En aquest ofici es va indicar que "el contractista només podia executar els pavellons a causa de les dificultats que estava tenint per trobar materials, que eren derivades de l'estat anormal produït per les guerres. L'enginyer en cap observa que a les partides de la fonamentació dels dipòsits no es van incloure les excavacions ni els massissos farcits dels envans de tancament, i també s'hi observa un error en la cubicació dels sòcols dels pavellons".

La tercera actuació més important de les que va realitzar Pedro Garau per a l'ampliació i la millora del Moll Vell va ser la redacció de les *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 va redactar aquestes bases per aconseguir que fos una empresa externa la que realitzés la instal·lació i el subministrament de l'enllumenat dels molls més utilitzats

del port de Palma. Aquestes bases les va aprovar la comissió executiva de la Junta d'Obres del port de Palma el 12 de setembre de 1912.

Un cop es van haver executat les obres i els serveis contractats mitjançant aquest concurs, es va aconseguir que les activitats de càrrega i descàrrega de mercaderies i passatgers en el Moll Vell tinguessin més productivitat, ja que aquestes activitats es podien realitzar durant un horari amb falta de llum solar. A més a més, es va aconseguir també més seguretat davant possibles furtis i robatoris que eren propiciats per la falta d'il·luminació dels molls i les esplanades del Moll Vell.

Les tasques de Pedro Garau no es van limitar a la convocatòria del concurs, sinó que també va realitzar tasques de control i pagament a l'empresa que s'encarregava del subministrament de gas i del funcionament dels llums. D'això en són una prova les firmes que va realitzar Garau en els comptes de despeses durant els anys 1912 i 1913 per a la instal·lació de l'enllumenat a través de gas a pressió i encenedors Auer.

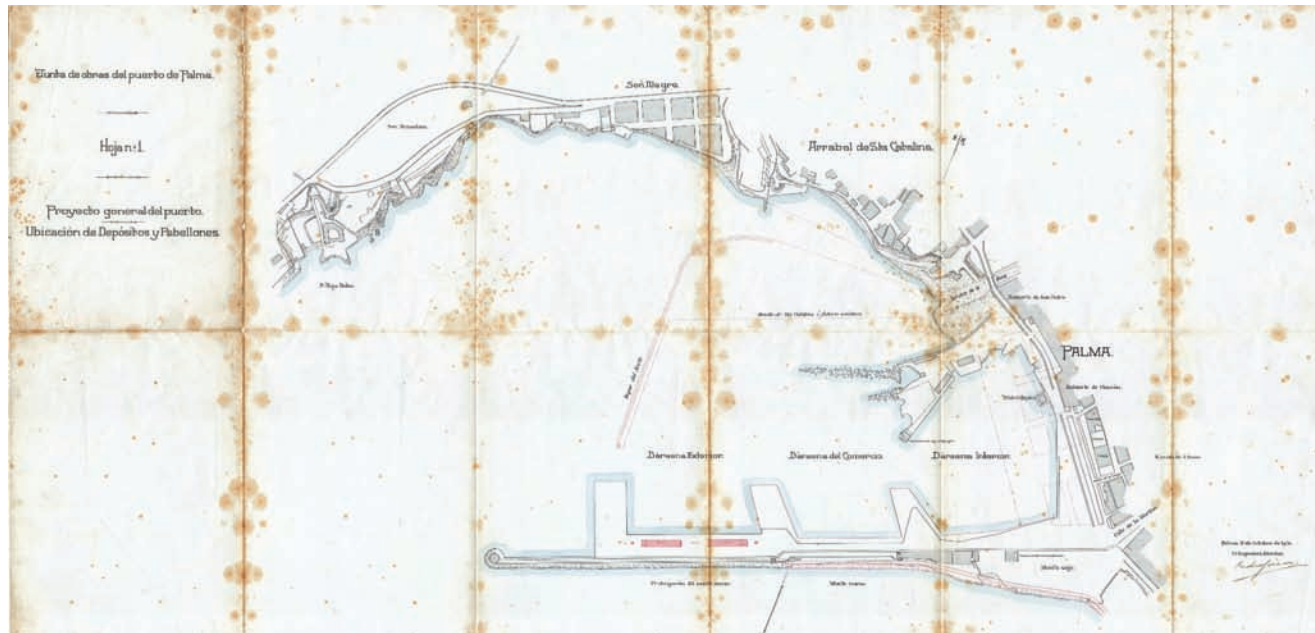


Fig. 22. Ubicació de dipòsits i pavellons del projecte *Instalación de depósitos, grúas eléctricas de 3.000 kj y pabellones para servicios secundarios*, redactat per Pedro Garau l'any 1913.

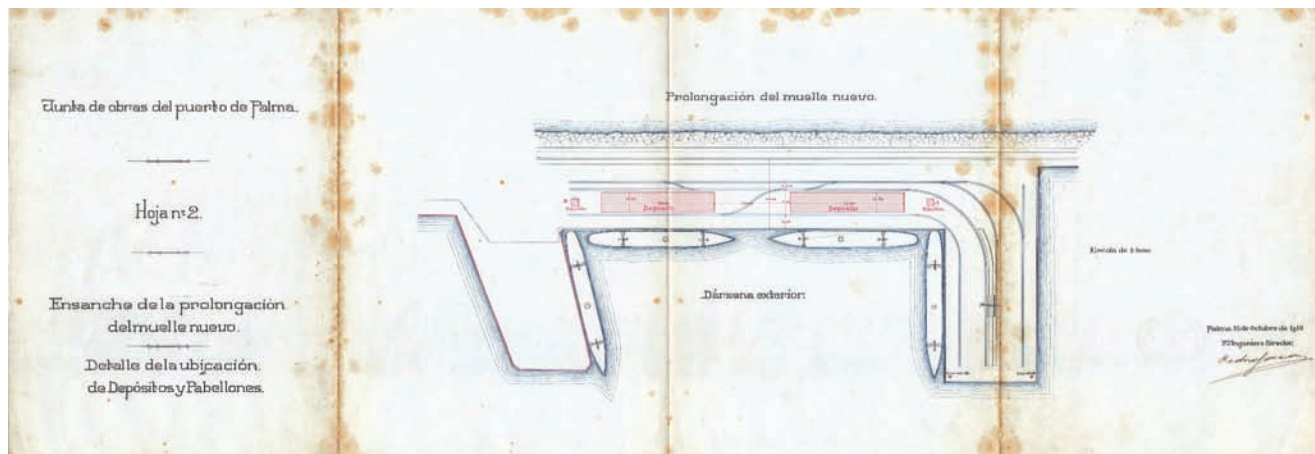


Fig. 23. Detall de la ubicació de dipòsits i pavellons del projecte *Instalación de depósitos, grúas eléctricas de 3.000 kj y pabellones para servicios secundarios*, redactat per Pedro Garau l'any 1913.

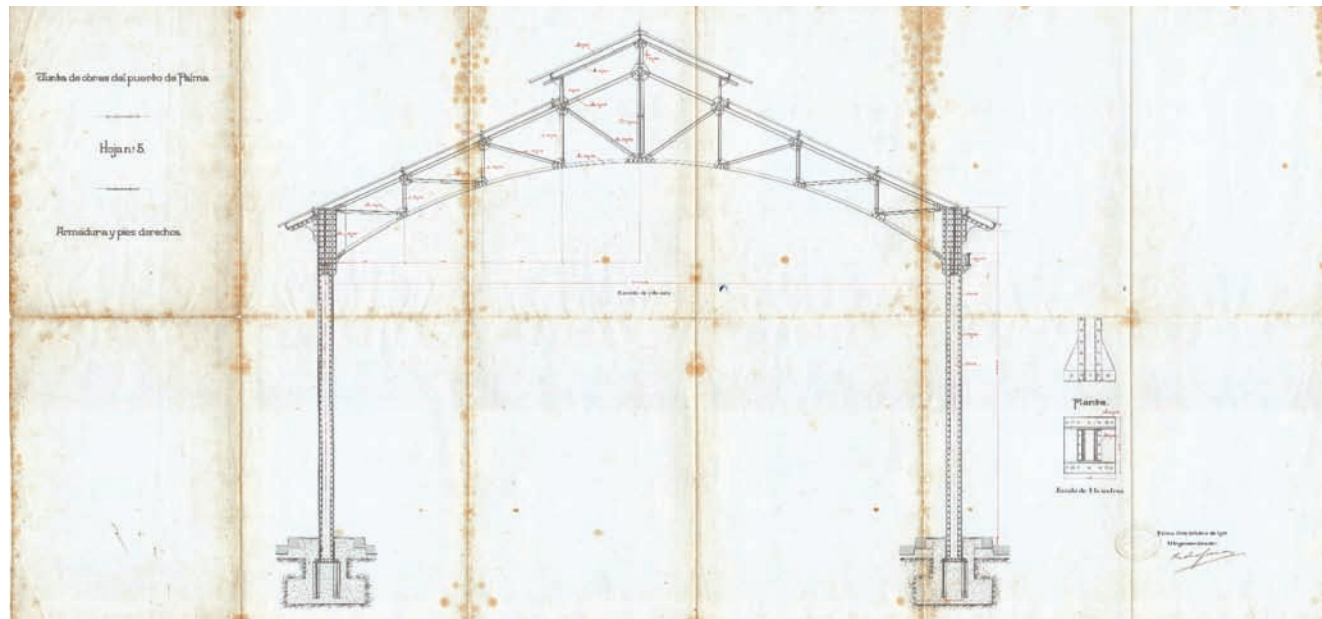


Fig. 24. Detall dels pavellons per als serveis secundaris del projecte *Instalación de depósitos, grúas eléctricas de 3.000 kg y pabellones para servicios secundarios*, redactat per Pedro Garau l'any 1913.

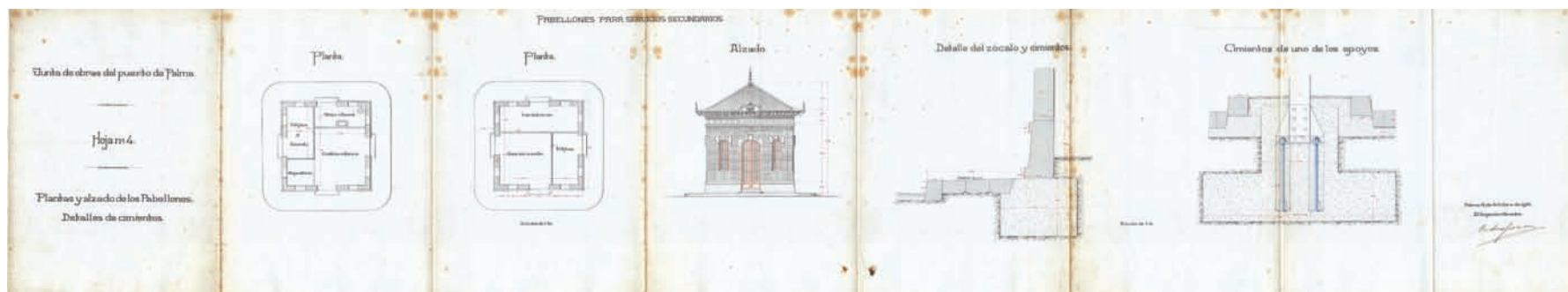


Fig. 25. Detall dels pavellons per a serveis secundaris del projecte *Instalación de depósitos, grúas eléctricas de 3.000 kg y pabellones para servicios secundarios*, redactat per Pedro Garau l'any 1913.

PROJECTE D'EMBARCADOR EN EL PORT DE PALMA AL COSTAT DEL TORRENT DE S'AIGUA DOLÇA

La vinculació de l'enginyer Pedro Garau amb el port de Palma és anterior al seu nomenament com a director de la Junta d'Obres del port. D'això n'és una mostra la redacció, firmada el dia 31 d'octubre de 1910, del projecte de *Reconstrucción de un muelle embarcadero junto al torrente de s'Aigua Dolça*.

Aquest projecte s'havia de tramitar mitjançant la concessió oportuna i tenia com a objectiu afavorir el desenvolupament d'una indústria de productes químics que el peticionari José Zaforteza Musoles, enginyer industrial, va decidir establir a Palma. El senyor Zaforteza era propietari d'uns terrenys entre el segon i el tercer quilòmetre de la carretera de Palma-Andratx, i el propòsit del projecte era construir un embarcador que servís per a una fàbrica de productes químics a partir del silicat de sodi, ja que disposava d'una patent de fabricació per això. L'esperança dels beneficis es basava en l'exportació, ja que el mercat de les illes era reduït.

José Zaforteza Musoles va ser un personatge molt important en el desenvolupament industrial i energètic de Mallorca. Era enginyer industrial de professió i va participar a Palma en la creació del cotxe Loryc. L'any 1934 va fundar el Servei Municipal d'Aigua i Clavegueram (SMAYA, per les sigles en castellà) de Palma, va crear i va ser professor de l'Escola de Mestratge Industrial d'Inca i de Palma, i va ser director a les centrals elèctriques d'Alcúdia i Inca. També destaca per haver escrit l'estudi que es titula *El abastecimiento de agua en Palma* (1945).

La concessió sol·licitada es basava en la reconstrucció d'un moll en mal estat a l'altura de s'Aigua Dolça. Pedro Garau hi projectava un embarcador a 2 m sobre el nivell del mar. L'embarcador tenia una forma de trapezi d'entre 15 m i 5 m a les bases del trapezi i tenia una longitud de 30 m.

PROJECTES DE DRAGATGE DEL PORT DE PALMA

El projecte general d'ampliació del port de Palma denominat *Proyecto general de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto de Palma y surgideros auxiliares*, que va redactar Pedro Garau Cañellas l'any 1913, va reemplaçar el projecte de l'enginyer Emili Pou Bonet, que havia estat aprovat anteriorment el 1871. En aquest projecte s'inclouia un

dragatge de totes les dàrsenes i ancoratges auxiliars del port de Palma. La difícil tramitació del projecte de reforma general del port va fer pensar a Garau que faria falta molt de temps fins que es pogués dur a terme alguna part d'aquest projecte general. Com que era urgent millorar les condicions dels ancoratges perquè els bucs poguessin realitzar les maniobres de manera còmoda, la Junta d'Obres del port va acordar el 10

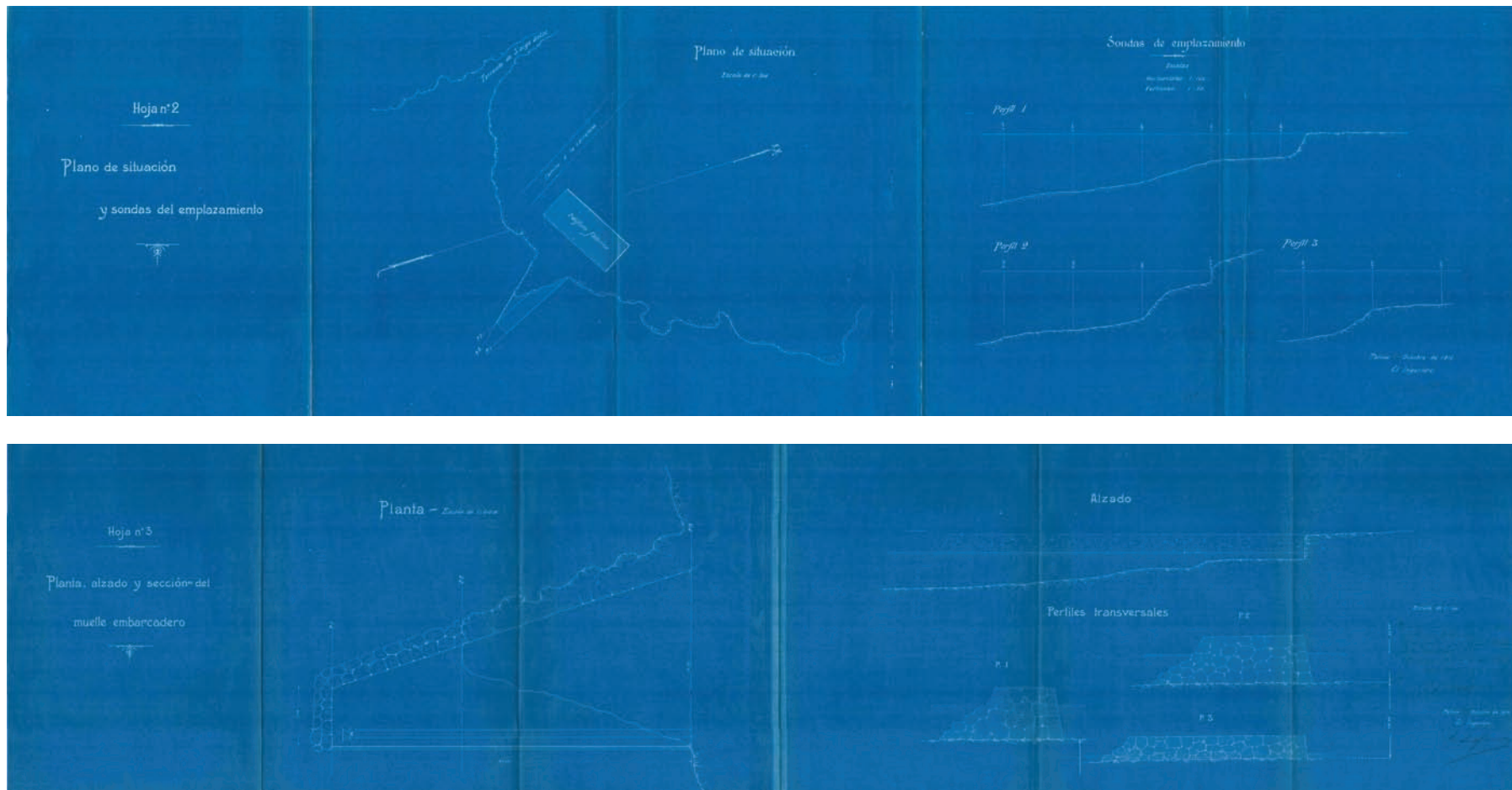


Fig. 27. Emplaçament, planta i detalls de l'embarcador a s'Aigua Dolça que va projectar Pedro Garau el 1910.

de juliol de 1914 que Garau redactés un projecte de dragatge. Per això, el 23 de febrer de 1915, Pedro Garau va redactar el projecte de *Dragado del puerto de Palma*, que disposava d'un pressupost de 594.558 ptes.

La zona que s'havia de dragar estava definida per una línia paral·lela a 250 m de distància en el moll de nova construcció, a l'eixamplament del dic d'abric, i es prolonga després en forma de corba cap a l'avantport fins a arribar a la profunditat de 8,50 m. A la zona interior del port es prolongava una línia recta que definia la zona del dragatge fins la topada amb l'antiga construcció del Contramoll i, a la resta de zona arrecerada, és a dir, l'anomenada *dàrsena interior*, s'estén el dragatge per dotar d'un calat suficient la millor part del port.

Seguint amb les tasques de dragatge del port de Palma, és necessari indicar que Pedro

Garau també va redactar, el 20 de novembre de 1916, el projecte de *Dragado y desmonte de rocas submarinas*, que tenia un pressupost de 649.299 ptes. Aquest projecte es va redactar en virtut de la reial ordre que van disposar els superiors i comanava literalment "estudiar el dragatge parcial que integri el que sigui necessari per facilitar les maniobres que utilitzin els dos espigons i el tros de moll intermedi", és a dir, la línia d'atracada de l'anomenat *Moll Nou* i les aigües interiors dels dos espigons que incloïa el projecte que s'estava construint en aquell moment. L'abocador dels materials dragats s'ubicaria a la badia de Palma, a 4,50 km o 2,43 milles marines en línia recta des del far situat al morro del dic d'abric.

Aquest projecte es va elevar a la Direcció General d'Obres Públiques perquè s'aprovés el 6 de desembre de 1916.

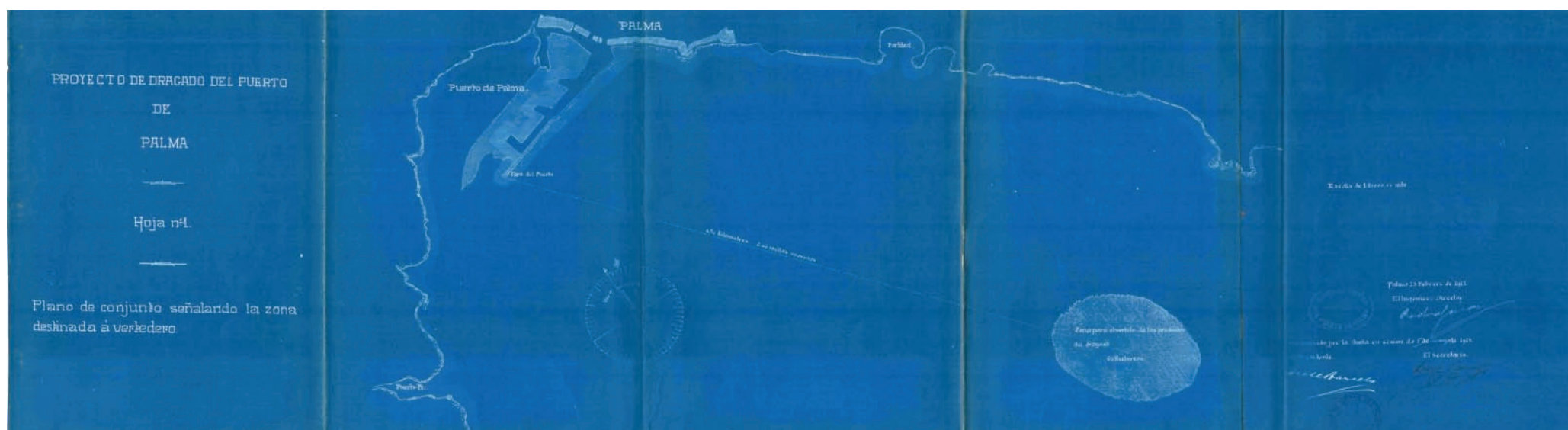


Fig. 28. Planta de conjunt del projecte de *Dragado del puerto de Palma*, redactat per Pedro Garau l'any 1915.

LA CONTRIBUCIÓ DE PEDRO GARAU EN EL DESENVOLUPAMENT DEL PORT D'EIVISSA

El port d'Eivissa, a finals del segle XIX, no disposava d'unes instal·lacions adequades per oferir el servei als bucs que pretenien arribar a l'illa. No tenia el recer necessari davant els temporals i tampoc no disposava de molls adequats per als bucs de l'època. Emili Pou Bonet va ser l'enginyer que va impulsar inicialment el desenvolupament del port d'Eivissa, i l'any 1880 va redactar el *Proyecto general de mejora del puerto de Ibiza*. Aquest projecte es va aprovar finalment el 25 de novembre de 1882 i suposaria ser el projecte que marcaria les noves infraestructures portuàries amb les quals operaria el port d'Eivissa en el segle XX.

D'altra banda, Pedro Garau va ser una figura important en el perfeccionament dels projectes inicials de Pou, i va contribuir notablement a l'execució de les obres per millorar el port d'Eivissa.

Els plans de Pou per al port d'Eivissa eren molt ambiciosos, ja que tenia la intenció de situar el port d'Eivissa a les principals rutes de comerç mundial, tal com es descriu, literalment, a les conclusions de l'anomenat *Proyecto general de mejora del puerto de Ibiza*, que es va redactar l'any 1880: "La posició del port d'Eivissa és privilegiada, perquè la de l'illa és al Mediterrani i la del port a l'illa, està comprès entre dues extenses badies que es comuniquen pel seu fons. Necessita de manera urgent un dic i una petita zona de

dragatge, després alguns molls interiors. Cap d'aquestes obres no pot ser un obstacle per a les altres més importants que s'han indicat, com a probables necessitats futures, sinó que les primeres són purament i exclusiva una part ineludible de les segones. El port d'Eivissa té ja vida pròpia, i l'avenir li somriu. Com si no bastés el moviment produït en el Mediterrani per l'obertura de l'istme de Suez, probablement en el breu termini de sis anys la de Panamà, establint una artèria marítima de primer ordre entre les dues Amèriques, augmentarà a gran escala aquell moviment. Una immensa extensió de costa a l'hemisferi àrtic, compresa a més de 130° de longitud oriental de Cadis al Japó, l'imperi groc de la Xina, el mar Roig i el Mediterrani, està vivament interessada en una obra tan grandiosa, i no esmento els altres països que no afecten directament aquest mar. No sembla necessari afegir que si augmenta d'aquesta manera la navegació, ha de créixer a la mateixa escala la importància de les Balears essencialment marítimes, tan anhelades a Europa per la privilegiada situació que ocupen, particularment l'illa d'Eivissa, la més meridional de l'arxipèlag. En moviment, aquest trànsit, aquest vast corrent comercial, s'ha d'establir, i siguin quines siguin les parts que ens corresponguin dels sis milions de tones que afluiran anualment a Panamà, el port que ens ocupa no deixarà de veure augmentada la seva afluença, ni d'oferir una estació privilegiada a la navegació que fos, perquè s'espera que Espanya, la nació marítima per excel·lència, no voldrà veure en la inacció pròpia de l'indiferentisme el moviment febril de les altres

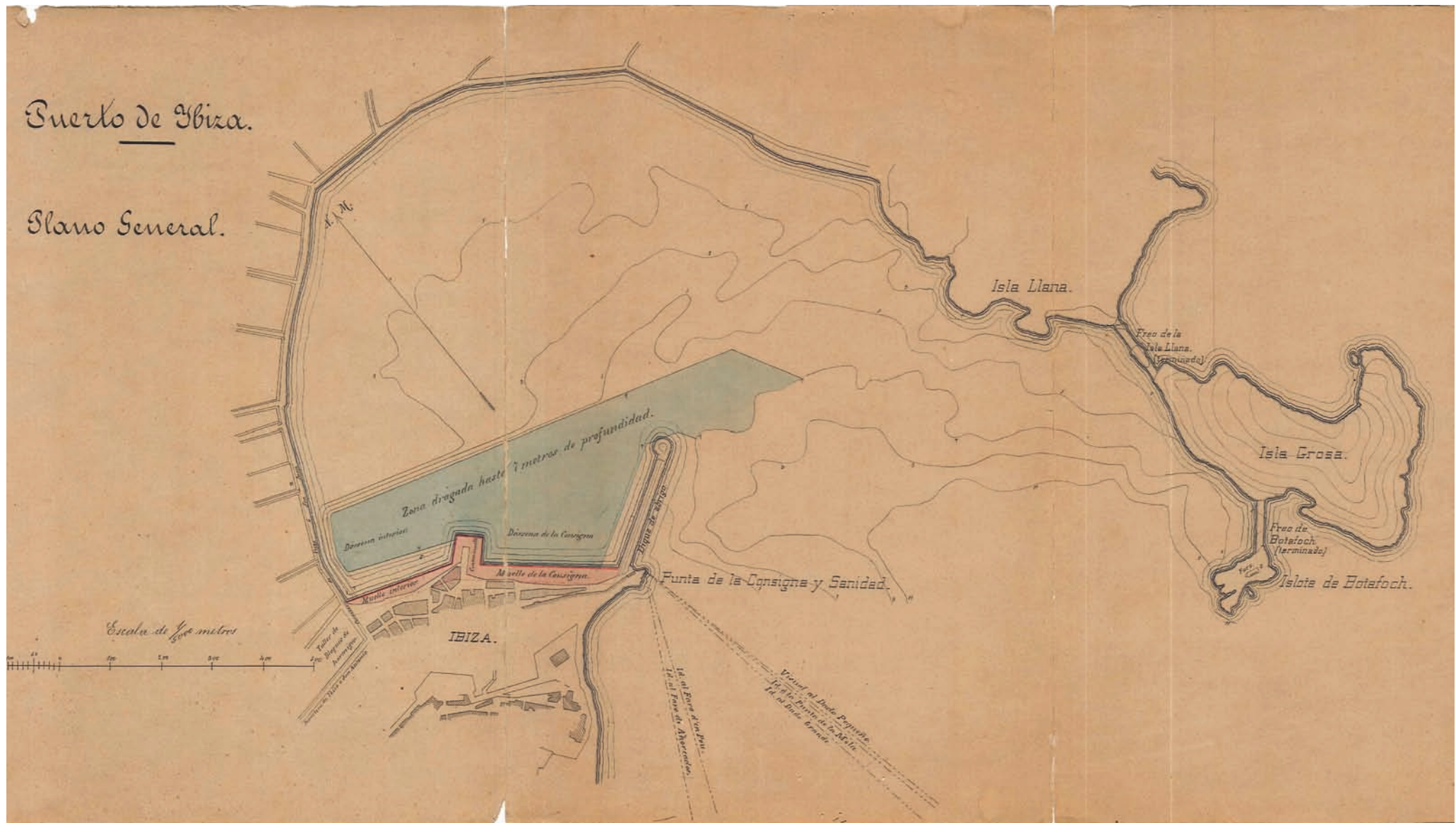


Fig. 30. Planta de conjunt del Proyecto reformado del Muelle Consigna, contramuelle y Muelle Interior, redactat per Pedro Garau l'any 1897.

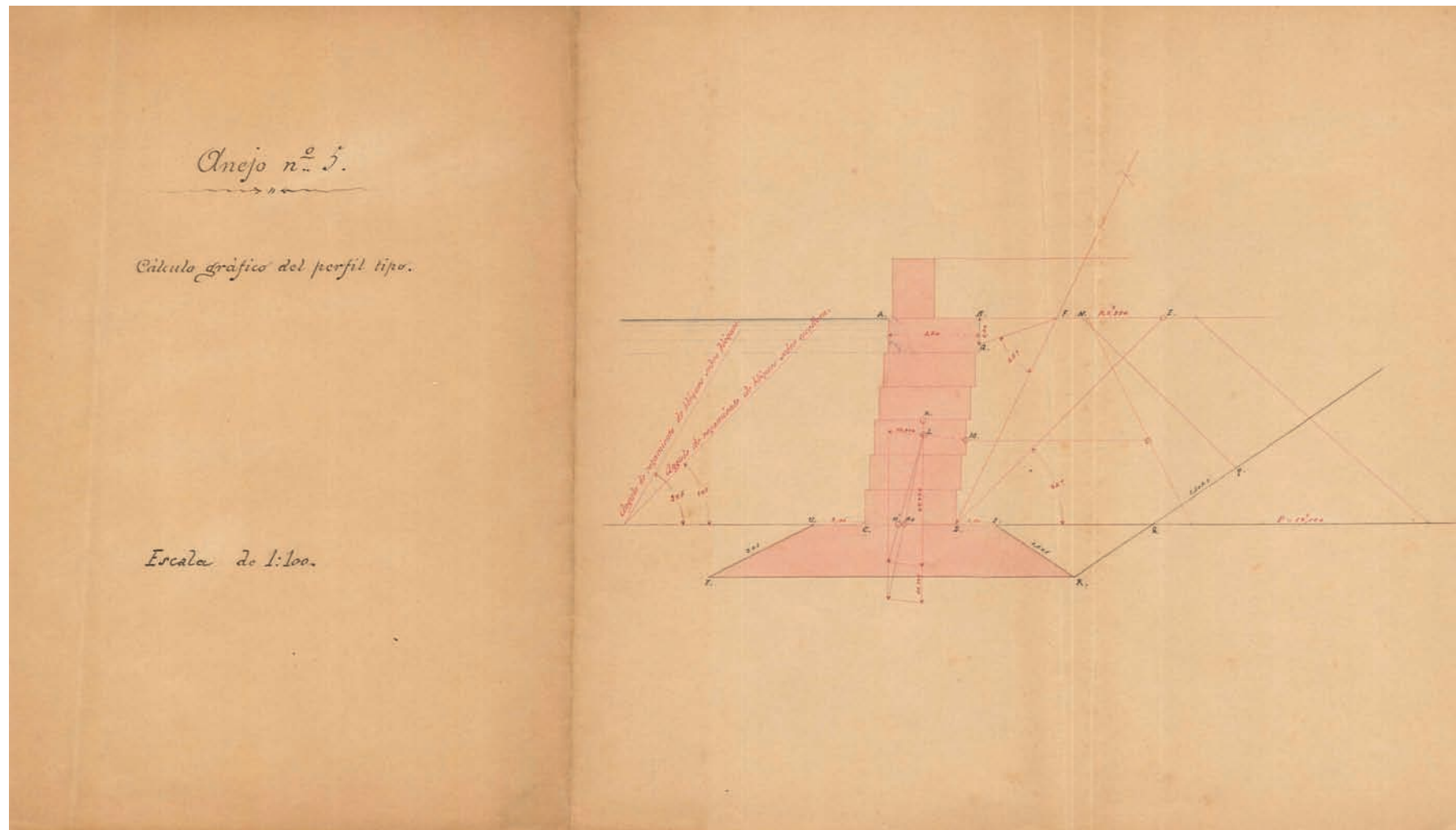


Fig. 31. Detalls del càlcul del *Proyecto reformado del Muelle Consigna, Contramuelle y Muelle Interior*, redactat per Pedro Garau l'any 1897.

potències, i fomentarà la seva marina i no deixarà en l'oblit un dels ports que millors serveis pot oferir.”

En aquest projecte, Emili Pou va realitzar un estudi important sobre l'onatge, els corrents, les marees i el transport de sediments en el port per, finalment, projectar les set obres principals que suposaran l'ampliació general del port d'Eivissa. Té en compte la creació d'un dic que ara es coneix com *es Mur*, del nou Moll de la Consigna, del Contramoll (avui conegut com *es Martell*) i del Moll Interior. També hi inclou el tancament del freu de s'Illa Plana, el tancament del freu des Botafoc i el dragatge general del port. Aquest projecte general tenia un pressupost total d'11.792.270 ptes., i en ell es reflecteixen la majoria de les grans obres que es van realitzar en el segle XX en el port d'Eivissa. Posteriorment, en el segle XXI, es portarien a terme obres importants com la

construcció del dic des Botafoc, que ja s'havia anunciat en els projectes de Pou, les esplanades i els molls comercials a la zona des Botafoc, que l'any 2013 van suposar el traspàs de la zona d'operacions de càrrega i descàrrega de mercaderies des de la zona dels Molls Interior i de la Consigna cap a la zona des Botafoc, així com també la transformació posterior de la zona de sa Marina (molls Interior i de la Consigna), que ha servit per potenciar l'ús de la nàutica esportiva i, al mateix temps, ha servit per dotar aquesta zona portuària d'un ús de port-ciutat més d'acord amb el seu entorn.

La idea de l'ampliació del port d'Eivissa sorgia del projecte inicial d'Emili Pou, però finalment va haver-hi tres enginyers més que van contribuir a complir l'ampliació del port a principis del segle XX i, com hem comentat, aquesta ampliació continuaria sense gairebé cap modificació fins a principis del segle XXI. Aquests tres enginyers van ser

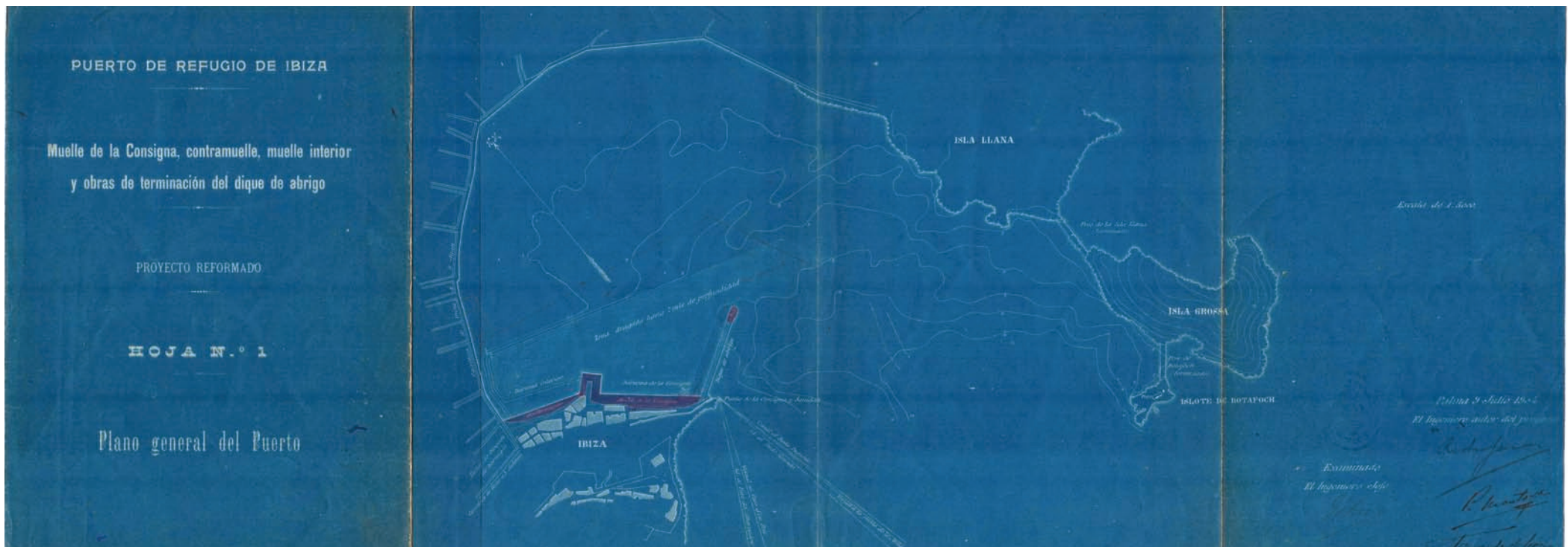


Fig. 32. Pla general del port d'Eivissa segons el projecte *Reformado del Muelle de la Consigna, contramuelle, Muelle Interior y obras de terminación del dique de abrigo*, redactat per Pedro Garau l'any 1904.

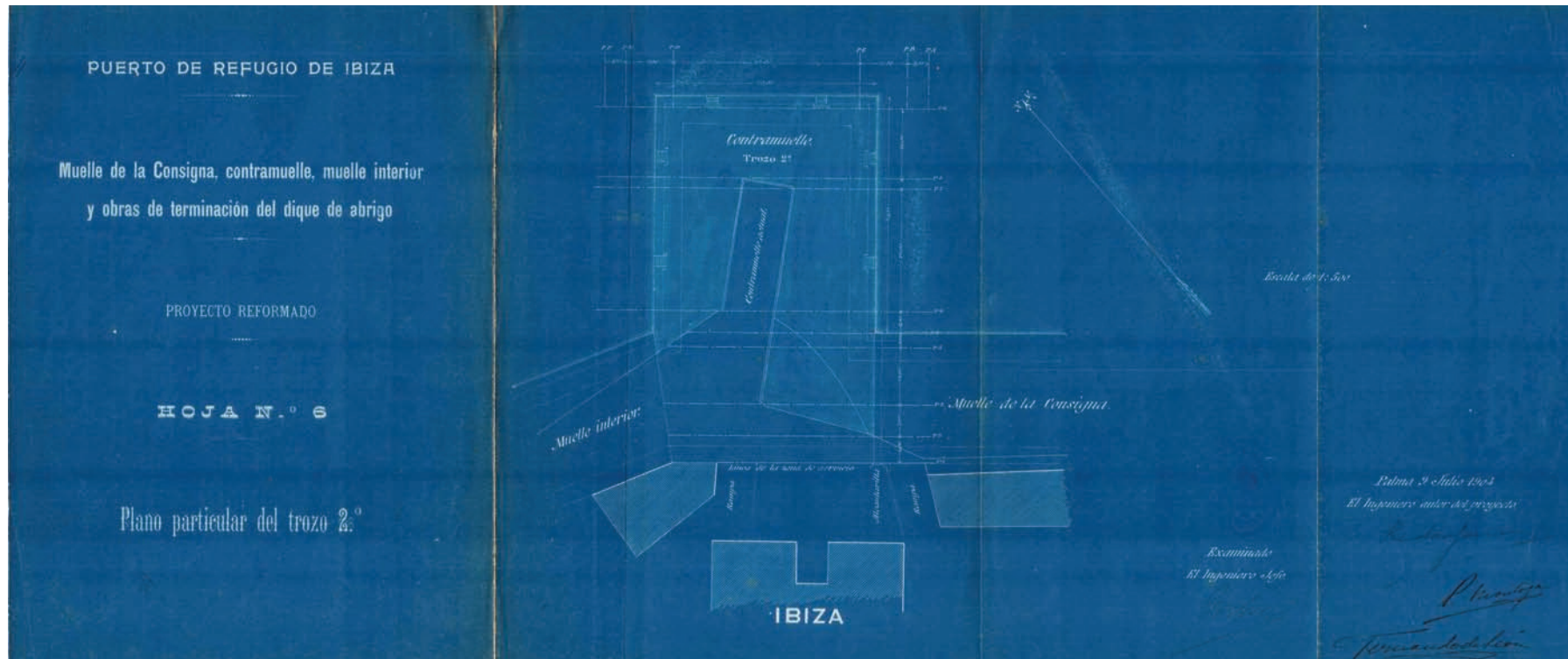


Fig. 33. Pla del Contramoll en el projecte *Reformato* del Muelle de la Consigna, Contramuelle, Muelle Interior y obras de terminación del dique de abrigo, redactat per Pedro Garau l'any 1904.

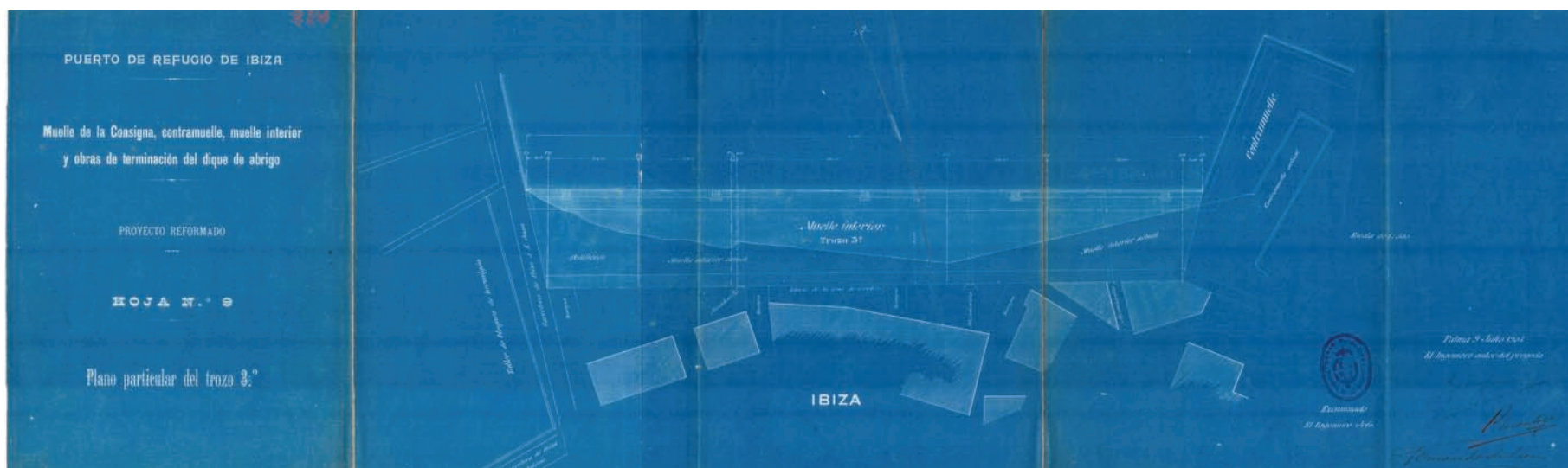


Fig. 34. Pla del Moll Interior del projecte Reformat del Muelle de la Consigna, Contramuelle, Muelle Interior y obras de terminación del dique de abrigo, redactat per Pedro Garau l'any 1904.

Bernat Calvet Girona, Pedro Garau Cañellas i Juan Frontera Estelrich. L'ampliació del port d'Eivissa tenia les motivacions següents, tal com es reflecteix literalment en el projecte d'Emili Pou.

Sobre el nou dic a la Consigna, "per impedir que la marejada del sud-est i similars vinguin a estavellar-se contra les andanes i el Moll de la Consigna es necessita i basta l'establiment d'un dic de 270 m de longitud que arrenqui de la consigna i la direcció de la qual sigui normal, a una de les línies compreses dins l'angle de la marejada que té el seu vèrtex a la consigna mateixa... Pel que fa a la seva longitud, crec que l'assignada és suficient, perquè així s'arriba a creuar la paral·lela traçada per la punta des Botafoc a la bisectriu de l'angle ja esmentat. Si el port d'Eivissa tingués més importància com a port de refugi en el futur, es podria perllongar el dic, o més ben dit, se'n podria construir un altre en la mateixa direcció, deixant una boca de 80 m i allargant-lo fins a creuar amb la recta que, partint de la punta des Botafoc, és paral·lela al costat oest de l'angle de la marejada".

Sobre l'estat dels molls, "en el port d'Eivissa les construccions s'han estès fins molt a la vora del mar, i fa pocs anys que fins i tot la comunicació de l'andana de la Consigna amb el moll es troba interceptada per edificacions particulars. Aquesta andana i totes les existents són baixes, estretes, ruïnoses i no hi poden atracar embarcacions a part

de les petites o els bucs de portament mitjà, casos completament descarregats. A la de la Consigna, ni això es pot verificar per falta de calat. Es necessita, doncs, crear un espai a terra i crear també una convenient línia de càrrega i descàrrega".

Sobre el Moll Interior, "el Moll Interior és l'andana compresa entre el contramoll i el camí d'Eivissa a Sant Joan. És l'únic espai que avui s'aprofita en el port. Té els mateixos defectes que l'andana de la Consigna, és a dir, és estreta, molt baixa, en el sentit que la seva elevació sobre el nivell mitjà del mar varia entre 25 cm i 70 cm, són dolentíssims els materials que la formen i, a causa del calat de 5 m que en aquell port s'ha produït amb la draga, es troba en el l'estat de ruïna més deplorable, cosa que fa que els bucs que hi amarrin estiguin constantment compromesos. És, doncs, evident que l'únic mitjà per arreglar-ho és la construcció de la nova andana o Moll Interior, l'aresta de la qual es veu marcada en el pla. La seva forma i la seva alçària seran les mateixes que hem assignat al Moll de la Consigna i el Contramoll...".

Sobre el tancament del freu de s'Illa Plana, "el petit freu o pas comprès entre el que va ser s'Illa Plana, avui petita península, i s'Illa Grossa fa comunicar el port d'Eivissa amb la badia de Talamanca, i malgrat la seva escassa profunditat i la seva amplitud total, que no passa de 130 m, s'ha pensat de tancar-lo, per evitar els prejudicis que genera a l'ancoratge amb les sorres i els mars que en permeten la introducció".

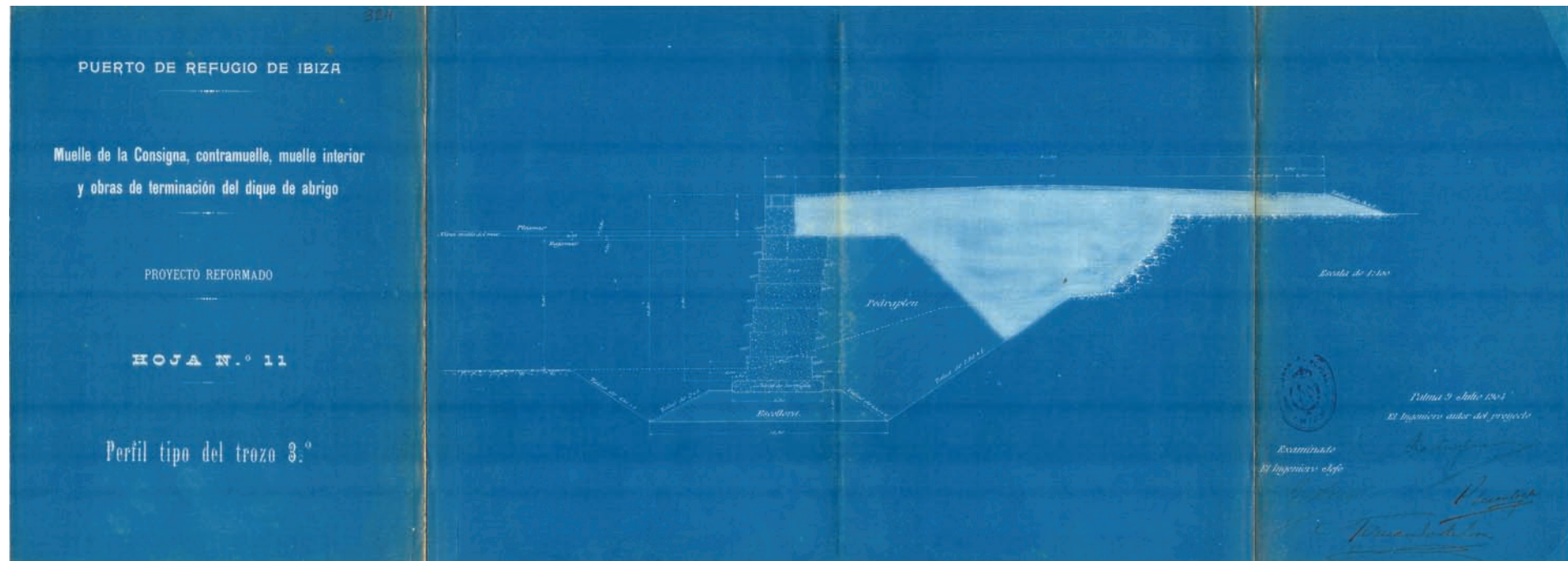


Fig. 35. Secció dels molls en el projecte *Reformado* del Muelle de la Consigna, Contramuelle, Muelle Interior y obras de terminación del dique de abrigo, redactat per Pedro Carau l'any 1904.

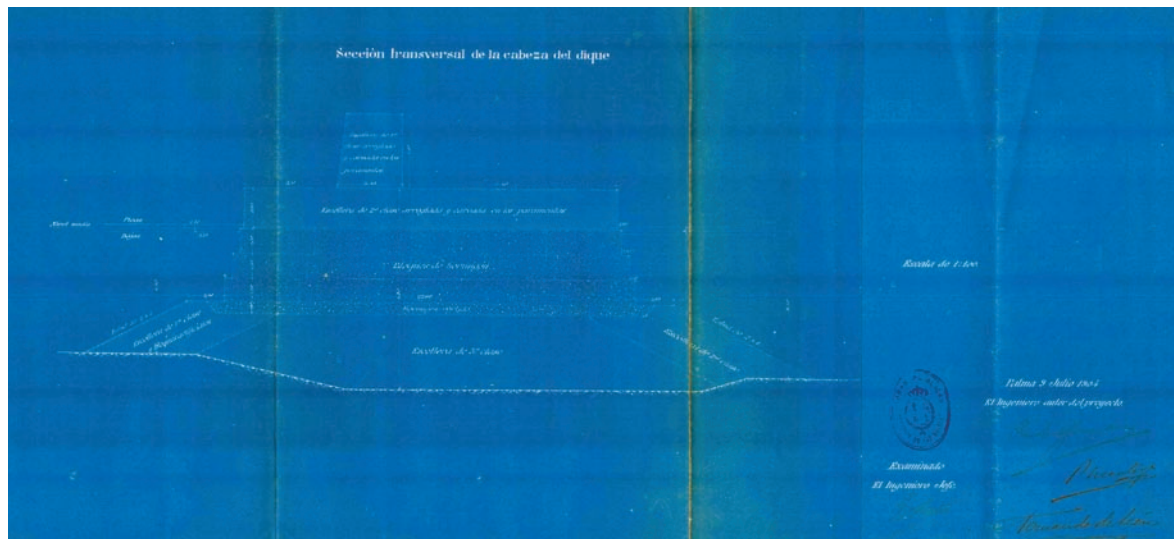
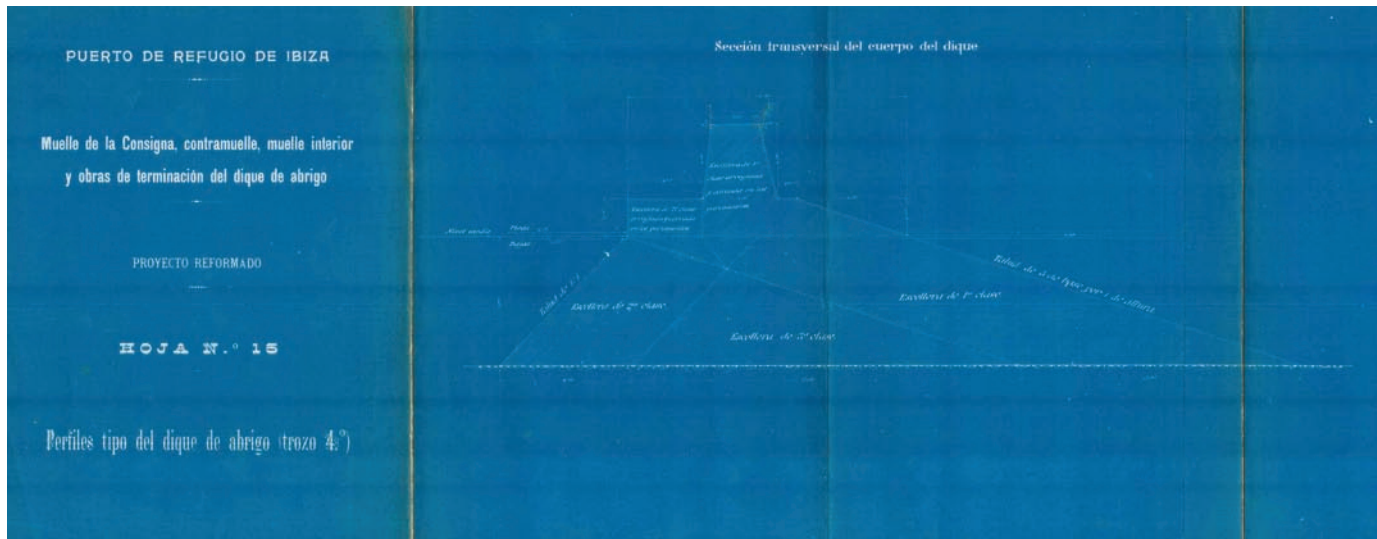


Fig. 36. Secció del dic d'abric en el projecte *Reformado del Muelle de la Consigna, Contramuelle, Muelle Interior y obras de terminación del dique de abrigo*, redactat per Pedro Garau l'any 1904.

Sobre el tancament del freu des Botafoc, "pel que fa al tancament del freu que separa l'illot des Botafoc de l'esmentada Illa Grossa, com que no només es poden introduir a través d'ell algunes sorres, sinó que també perquè la marejada, a causa de la profunditat de més de cinc metres que el canal ofereix, entra violentament a través d'ell, es

creua amb la que es deriva a l'extremitat occidental des Botafoc i agita el millor recer que avui té Eivissa contra tots els temporals del primer quadrant. El creixement tant d'aquest freu com del de s'Illa Plana proporcionarà l'avantatge, tot i que secundari, de fer comunicar Eivissa amb el far de Botafoc, que deixarà d'estar aïllat i es podrà,

doncs, suprimir el servei de llanxa i reduir el personal de torrers de l'establiment". Les obres que va projectar Pou el 1880 i que es van aprovar el 25 de novembre de 1882 es van dividir en set projectes independents: el dic de tancament del freu de s'Illa Plana, el dic de tancament del freu des Botafoç, el dic d'abric de la Consigna, el projecte general de dragatge, el Moll de la Consigna, el Contramoll i el Moll Interior. Els tres primers projectes van formar part d'una sola contracta, i l'any 1895 es van finalitzar les tasques dels dos primers projectes, és a dir, el del dic de tancament del freu de s'Illa Plana i el del dic de tancament del freu des Botafoç. El tercer projecte (el del dic d'abric) va presentar dificultats que es van manifestar en els fonaments. Per això, aquests projectes els va modificar l'any 1892 Bernat Calvet mitjançant el projecte denominat *Reformado de dique de abrigo y cerramiento de los freos de la Isla Llana y Botafoç*, que es va enviar als superiors el 20 de maig de 1892 i que es va tornar per introduir-hi diverses reformes el 9 de març de 1893, les quals es van solucionar el 2 de juliol de 1894. Finalment, aquestes obres es van executar, i Pedro Garau va intervenir-hi el 1902 amb la redacció del projecte de *Liquidación dique de abrigo y cerramiento de los freos de la Isla Llana y Botafoç*, que va marcar el punt final de les obres d'aquests tres primers projectes. El quart projecte, el *Proyecto general de dragado del puerto de Ibiza*, es va executar l'any 1895 sense gaires contratemps, ja que es trobava acabat i amb la seva liquidació aprovada. Els cinquè, sisè i setè projectes (Moll de la Consigna, Contramoll i Moll Interior) corresponien a una mateixa contracta. El 28 de febrer de 1888 es van adjudicar les obres del projecte *Muelle de la Consigna, contramuelle y Muelle Interior del puerto de Ibiza*, i es van iniciar mitjançant la firma de l'acta de replantejament el 28 d'abril de 1888. No obstant això, es va haver de reformar el projecte a causa de problemes en els fonaments. Precisament, la participació de Pedro Garau en el port d'Eivissa es va iniciar l'any 1897, quan encara no era director de la Junta d'Obres del port de Palma i va redactar el projecte *Reformado del Muelle de la Consigna, contramuelle y Muelle Interior*. Com s'ha comentat anteriorment, el projecte original l'havia redactat Emili Pou el 1880 i havia estat reformat l'any 1895 per Bernat Calvet. El projecte de Garau denominat *Proyecto reformado del Muelle Consigna, Contramuelle y Muelle Interior* es va redactar el 25 d'agost de 1897 i va resoldre les qüestions que es van indicar el 15 de gener de 1895 segons el dictamen de la quarta secció de la Junta Consultiva de Camins, Canals i Ports que data del 29 de desembre de 1894. La feina principal de Garau va ser millorar el projecte en els aspectes següents, segons consta de manera literal en aquest projecte:

"1r Augmentar l'amplada superior del prisma d'escullera de tal manera que va sorgir com a mínim una berma de dos metres a l'exterior i un i mig a l'interior, i substituint el formigó

abocat per a l'enrasament de l'escullera amb una tongada de sacs de formigó hidràulic.

2n Augmentar les hipòtesis que servien de base als càlculs d'estabilitat, ja que semblen en general exagerats en el projecte inicial.

3r Substituir els ancoratges i les argolles previstos en el projecte inicial per bol·lards.

4t Com que queda petita la zona de servei, la reforma proposada ha de proporcionar un augment d'aquesta zona de servei mitjançant l'avanç dels molls.

5è El nou projecte reformat s'ha de redactar d'acord amb el formulari vigent.

6è Que s'ha de tornar a l'enginyer en cap i als superiors per la nova aprovació segons el que s'ha indicat.

Un cop complides aquestes prescripcions s'ha redactat el projecte reformat que tenim l'honor de sotmetre a la consideració superior...".

Aquest projecte va presentar dificultats per executar les obres corresponents ja que es va licitar fins a sis vegades i, després de quedar desertes les sis subhastes consecutives de les obres de les andanes del port d'Eivissa, la Prefectura va ser autoritzada el 24 de maig de 1904 per refondre en un els projectes de les obres que faltaven per executar a les andanes i al dic de d'abric del port, així com també per realitzar la revisió dels preus dels respectius pressupostos.

Finalment, el 5 d'agost de 1904 es va remetre als superiors el projecte *Reformado del Muelle de la Consigna, Contramuelle, Muelle Interior y obras de terminación del dique de abrigo*, redactat per Pedro Garau el 9 de juliol de 1904 amb un pressupost d'1.041.641 ptes.

Aquest projecte el va aprovar el Consell d'Obres Públiques el 14 d'octubre de 1905, amb dues prescripcions per corregir en el pressupost i en el plec de condicions. Posteriorment, Pedro Garau va introduir-hi les modificacions indicades i es va aprovar el projecte reformat per la reial ordre, d'1 de març de 1905, amb un pressupost de contracta d'1.042.030 ptes.

El 5 d'agost de 1905 es van subhastar les obres un altre cop i van tornar a quedar desertes. El 17 de gener de 1906 els superiors van ordenar introduir les modificacions oportunes en els preus, i amb l'ajuda de Juan Frontera (que era l'enginyer que s'encarregava dels serveis d'Eivissa i qui va redactar el nou pressupost), Pedro Garau va firmar el 24 de febrer de 1906 el nou *Reformado del proyecto del Muelle de la Consigna, Contramuelle, muelle Interior y terminación del dique de abrigo*. Aquest projecte reformat incloïa la revisió de tots els preus unitaris, de manera que va sorgir un pressupost final amb un 15 % d'augment respecte a l'últim projecte que havia quedat desert a la subhasta. Aquest nou projecte reformat va ser aprovat pels superiors el 23 de maig de 1906, amb un import d'execució per contracta d'1.168.901 ptes.

Les obres es van tornar a subhastar i el 24 de setembre de 1906 es van adjudicar a l'únic postor, Pelayo Montoya Aranda, per 1.168.901 ptes., és a dir, sense cap baixa.

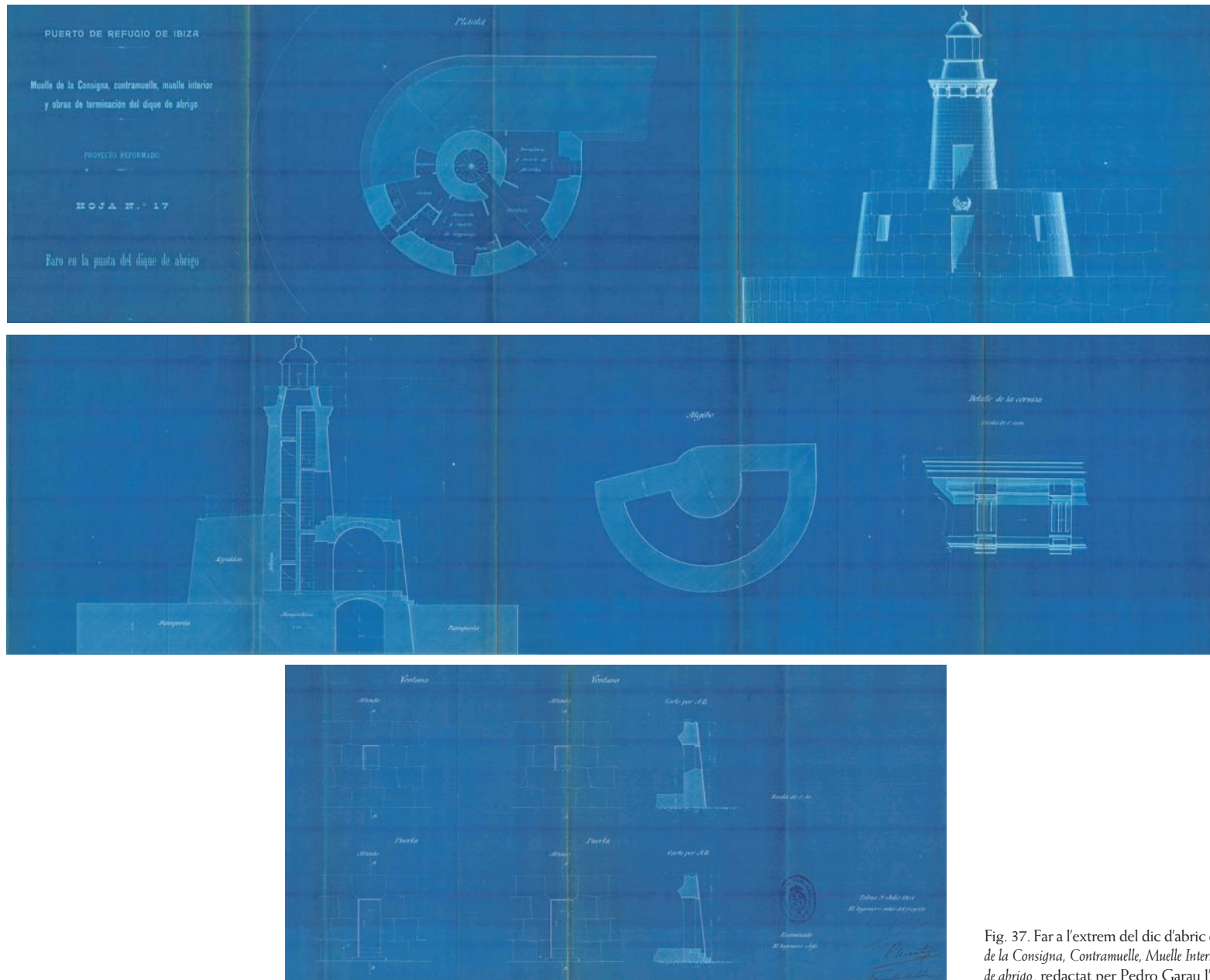


Fig. 37. Far a l'extrem del dic d'abric del projecte *Reformado del muelle de la Consigna, Contramuelle, Muelle Interior y obras de terminación del dique de abrigo*, redactat per Pedro Garau l'any 1904.

Les obres es van iniciar el 24 de desembre de 1906 i l'acta de replantejament es va firmar el 23 de novembre de 1906. El termini d'execució era de cinc anys.

Abans que s'acabés el termini, el contractista va sol·licitar una pròrroga de tres mesos, que va ser concedida per la reial ordre, de 8 de març de 1912.

Després de finalitzar aquestes obres tan dificultoses, la recepció provisional d'aquestes obres es va verificar el 24 de maig de 1912, motiu pel qual el Moll de la Consigna, el Contramoll i el Moll Interior del port d'Eivissa es van acabar finalment i es va procedir a la seva utilització. Dos anys més tard, el 16 de juliol de 1914, es va redactar l'acta de recepció definitiva, que va aprovar la Direcció General d'Obres Públiques el 22 de desembre de 1914.

Finalment, el 10 de desembre de 1918 es va redactar el projecte de liquidació de les obres per part de l'enginyer Juan Frontera Estelrich i es va donar per finalitzat l'expedient administratiu.

Bibliografia

- CALVET GIRONA, B. (1893). Projecte. *Derribo de las casas expropiadas para la construcción de los andenes en el puerto de Ibiza*. Arxiu històric de l'Autoritat Portuària de Balears, ref. 322-G.
- CALVET GIRONA, B. (1895). Projecte. *Liquidación de las obras del Muelle de la Consigna, contramuelle y Muelle Interior del puerto de Ibiza*. Arxiu històric de l'Autoritat Portuària de Balears, ref. 320-G.
- FRONTERA ESTELRICH, J. (1917). Projecte. *Liquidación de las obras del Muelle de la Consigna, contramuelle, Muelle Interior y obras de terminación del dique de abrigo*. Arxiu històric de l'Autoritat Portuària de Balears, ref. 333-G.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1897). Projecte. *Reformado del Muelle de la Consigna, contramuelle y Muelle Interior del puerto de Ibiza*. Arxiu històric de l'Autoritat Portuària de Balears, ref. 323-G.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1899). Projecte. *Reformado del Muelle de la Consigna, contramuelle y Muelle Interior*. Memòria addicional. Arxiu històric de l'Autoritat Portuària de Balears, ref. 323-G.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1904). Projecte. *Muelle de la Consigna, contramuelle, Muelle Interior y obras de terminación del dique de abrigo*. Arxiu històric de l'Autoritat Portuària de Balears, ref. 324-G.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1906). Projecte. *Reformado del Muelle de la Consigna, contramuelle, Muelle Interior y obras de terminación del dique de abrigo*. Arxiu històric de l'Autoritat Portuària de Balears, ref. 325-G.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1910). Projecte. *Reconstrucción del Muelle embarcadero junto al torrente de s'Aigua Dolça del puerto de Palma*. Arxiu històric de l'Autoritat Portuària de Balears, ref. 042.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1911). Projecte. *Ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes*. Arxiu històric de l'Autoritat Portuària de Balears, ref. 041.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1912). Plec de bases. *Bases para el concurso relativo al alumbrado de los muelles por medio de gas a presión y lámpara Graetzin*. Arxiu històric de l'Autoritat Portuària de Balears, ref. 042b.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1913). Projecte. *General de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto y surgideros auxiliares*. Arxiu històric de l'Autoritat Portuària de Balears, ref. 043.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1913). Projecte. *Instalación de depósitos, grúas eléctricas de 3.000 kg y pabellones para servicios secundarios*. Arxiu històric de l'Autoritat Portuària de Balears, ref. 054.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1914). Projecte. *General de ensanche, defensa, mejora de servicios y limpia del puerto y surgideros auxiliares, trozo sexto (enlace ferrocarril)*. Arxiu històric de l'Autoritat Portuària de Balears, ref. 047.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1915). Projecte. *Dragado del puerto de Palma*. Arxiu històric de l'Autoritat Portuària de Balears, ref. 048.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1916). Projecte. *Dragado y desmonte de rocas submarinas del puerto de Palma*. Arxiu històric de l'Autoritat Portuària de Balears, ref. 052.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1916). Projecte. *Proyecto reformado del ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes*. Arxiu històric de l'Autoritat Portuària de Balears, ref. 050.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1917). Projecte. *Anteproyecto ensanche y mejora del puerto mandado estudiar por RD del 19-6-1916*. Arxiu històric de l'Autoritat Portuària de Balears, ref. 053.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1917). Projecte. *Segundo proyecto reformado del ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes*. Arxiu històric de l'Autoritat Portuària de Balears, ref. 054.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1918). Projecte. *Proyecto reformado de la instalación de depósitos, grúas eléctricas de 3.000 kg y pabellones para servicios secundarios*. Arxiu històric de l'Autoritat Portuària de Balears, ref. 055.
- GARAU CAÑELLAS, P. (1918). Projecte. *Tercer proyecto reformado del ensanche del Muelle Viejo, distribución de las zonas de servicios y urbanización de terrenos sobrantes - Terminación del espigón exterior*. Arxiu històric de l'Autoritat Portuària de Balears, ref. 054.
- LLAUGER LLULL, M. A. *La biografía del ingeniero Pere Garau (1870 - 1919)*.
- POU BONET, E. (1880). Projecte. *Proyecto general de mejora del puerto de Ibiza*. Arxiu històric de l'Autoritat Portuària de Balears, ref. 315-G.
- SOLER GAYÁ, R. (2004). *Crónica de los puertos de Baleares*. Palma, Illes Balears. Edicions Documenta Balear.



Imatges del Far de Tagomago, elaborat pel Sr. Pedro Garau y Cañellas, cedida per Autoritat Portuària de Balears (www.farsdebalears.com).

L'ENGINYER, LA PRACTICITAT I EL SERVEI A LA SOCIETAT, ANÀLISI DES DE LES PITIÜSES

Sara Lobato Rubio. Enginyera de Camins, Canals i Ports, vocal-delegada a Eivissa i Formentera de la Junta Rectora

Rebre la invitació per escriure sobre la figura de Pedro Garau y Cañellas, en relació amb les seves intervencions a les illes d'Eivissa i Formentera, va ser una notícia imprevista a l'hora que interessant. És veritat que, després de l'homenatge en el centenari de la seva defunció a l'enginyer de camins, canals i ports (ECCP) Eusebi Estada i Sureda (1843-1917), autor del projecte del Far de Ses Coves Blanques a Sant Antoni de Portmany, ha quedat demostrat que la tasca, a les illes veïnes, dels ECCP mallorquins va ser i continua sent una aportació que se sent i és present. En el cas de les Pitiüses, hem de destacar també la gran feina del palmesà Emili Pou i Bonet (1830-1888), fill il·lustre de Vila.

Gràcies a aquestes intervencions des del camp de l'enginyeria, Eivissa i Formentera s'integren perfectament en el conjunt històric del patrimoni balear comú, un fet que, per la nostra configuració territorial insular no resulta ser precisament una tasca

fàcil. Sense cap dubte, Eivissa i Formentera tenen avui una fama internacional que, per què no, es deu, en part també, a les aportacions dels ECCP precursors de les seves primeres carreteres, de les infraestructures portuàries, de la modernització i seguretat del trànsit marítim, etc... Tots ells, elements al servei dels ciutadans, i el que representa un repte extra, al servei de la quantitat de turistes que es reben any rere any en aquestes illes. Aquesta relació interinsular va ser prosseguida des d'Eivissa amb la feina de l'enginyer de camins canals i ports Eivissenc, Bernat Calvet i Girona (1864-1941), redactor del Projecte d'Eixample de Palma, i que va arribar a ser alcalde de la capital mallorquina.

Centrant-nos en Pedro Garau y Cañellas (1860-1919), cal destacar en les Pitiüses tres intervencions principals: el disseny i projecció del Far de Tagomago (inauguració 1914); el redisseny del Faro de l'illot de'n Pou a Formentera (1897), i la direcció de



l'obra del Far de Ses Coves Blanques (inauguració 1897), a Sant Antoni de Portmany, que va ser projectat per Eusebi Estada.

Començant per aquest últim, Estada i Garau varen deixar evidència a Eivissa que, més enllà de les diferències que es van plasmar en el debat urbanístic de la ciutat de Palma, entorn a la idoneïtat o no de conservar les muralles, formaven un tàndem altament professional i avantguardista per a l'època, actuant en més d'una ocasió de manera conjunta en diversos projectes també a l'illa de Mallorca.

El Far de Ses Coves Blanques és un clar exemple de la practicitat intrínseca del caràcter de la majoria dels enginyers de camins, canals i ports. Més enllà de la terna bàsica de qualsevol infraestructura pública (seguretat, rendibilitat econòmica i funcionalitat) aquesta construcció és la mostra del que és l'essència d'un enginyer de camins, canals i ports: la resolució de problemes i la prestació de donar un servei real a la societat. En primer lloc, en el cas del Far de Ses Coves Blanques, fet que més tard es repeteix al Far de Tagomago, s'introdueix una nova qualitat en el disseny i posterior construcció de la infraestructura que resol un recurrent problema que se succeïa en les famílies dels torrers de fars, posteriorment tècnics mecànics de senyals marítims. La necessitat de disposar de dos faroners i les seves respectives famílies en cada instal·lació, de manera coetània, en llocs aïllats on es vivia en espais compartits i de petites dimensions, feia de

la convivència i desavinences entre famílies un dels majors inconvenients per al bon desenvolupament de les feines d'aquests operaris. Aquesta situació no va passar per alt ni per a Eusebi Estada ni per a Pedro Garau, que varen adoptar el disseny de dues unitats residencials físicament separades en els seus projectes de fars, millorant notablement la convivència entre les famílies dels faroners i, en conseqüència, el funcionament dels fars.

En el cas del **Far de Tagomago**, es tracta de l'obra de Garau que major funcionalitat ha conservat fins a l'actualitat. 105 anys de servei, i és tot un senyal de benvinguda per al trànsit que rep Eivissa des de Mallorca diàriament, i de senyalització als pescadors illencs que disposen de les seves casetes de pescadors en la Cala de Sant Vicent. De la mateixa manera, és un atractiu illot per a contemplar pels centenars de turistes que solquen les aigües eivissenques a la recerca de les millors vistes. Es tracta d'un far la construcció del qual ve precedida per l'elecció d'una mala ubicació d'un far anterior, el far de Punta Grossa (projectat per Emili Pou i inaugurat en 1870), que quan es va inaugurar el 1914 ja comptava amb una òptica catadiòptrica de 25 centímetres de distància focal i una llum Chance de 35 mil·límetres que permetia una aparença de 2+1 centellejos cada 20 segons (Font: Fars de Balears). Ens podem imaginar la bellesa de la costa de Cala Sant Vicent en les nits estrellades mentre el far fixava un dels límits d'Eivissa, i, sobretot, la tranquil·litat dels navegants quan sentien que era més probable veure novament als seus familiars i amics després d'aquella travessia. El **Faro de'n Pou** (Inaugurat el 1864) va ser una altra obra en la qual Garau va fer-hi feina juntament amb un altre dels seus il·lustres companys, un dels més estimats a Pitiüses, Emili Pou i Bonet. Segons informació d'Autoritat Portuària d'Illles Balears, ho va projectar Emili Pou per considerar insuficient el far dels Penjats, per a abalisar el Freu Gros entre Eivissa i Formentera. El Far de l'illot precedent havia donat problemes de llum, entre altres coses, per la seva poca altura que ho feia vulnerable davant les ones de la mar.

Aviat es varen començar a patir els inconvenients derivats de la seva excessiva proximitat a la mar, igual que en el cas del Far dels Penjats, entrant les ones en els propis habitatges dels torrers, i patint l'edifici una ràpida deterioració. De la mateixa forma que el nostre company feia, i com no pot ser d'una altra manera en un enginyer de camins, Pedro Garau el 1897 va proposar l'eliminació de l'edifici per construir uns habitatges nous en un punt una mica més allunyat i situat a major altura, construint, a més, una galeria subterrània per enllaçar la torre amb el nou edifici, ja que, segons la informació de l'autoritat portuària, durant els forts temporals, les ones passaven per sobre de l'illot, per la qual cosa, amb

aquest passadís, els torrers podien acudir a la torre sense córrer cap perill. D'aquesta manera, Garau va aportar seguretat als treballadors que varen dedicar la seva vida a fer possible que el trànsit amb Formentera no correués riscos. Va ser el segon far a automatitzar-se, l'any 1935, després del de Penjats. El Far de'n Pou és avui dia una icona a la vista per a tots els vaixells que fondegen en la zona nord de l'illot de s'Espalmador de Formentera.

En definitiva, Pedro Garau ha contribuït de manera directa al patrimoni cultural de les illes petites, les Pitiüses, deixant als ciutadans i ciutadanes d'Eivissa i Formentera un llegat admirable, però, sobretot, ens ha permès i ens continua permetent tenir una vida més segura i oferir tranquil·litat als nostres navegants, arribats de tot el món. Garau, com l'enginyeria civil en general, ens fa la vida més fàcil.



SOBRE LA CLASIFICACIÓ DE LA BELLESA

Luis Matarín Ayala. Enginyer de Camins, Canals i Ports, vocal de la Junta Rectora

La mandra intel·lectual, fins i tot en allò quotidià, al costat de la nostra incapacitat per a abastar la complexitat són els inspiradors del mètode consistent a observar-los comportaments o decisions de tercers per a adequar-los als nostres models. Aquesta simplificació ens condueix a l'aparició de suposades incongruències que atribuïm a les contradiccions de les persones o, fins i tot, de la ideologia on emmarquem a l'autor de l'així jutjat sense temeritat.

Necessitam classificar i, si pot ser, només en dues categories. Pensar requereix temps i apel·lar a la seva falta es converteix en excusa. La immediatesa en el judici necessita esquemes previs amb els quals puguem comparar: en segons decidim la idoneïtat d'un candidat per a un lloc o assegurem la inclinació política de qui gairebé no coneixem.

Classificació, dualitat, simplificació, prejudicis. Estada liberal i Garau conservador: aquesta és la visió comunament acceptada. Eusebi Estada va demostrar la inutilitat estratègica de les murades de Palma i va mobilitzar l'opinió pública fins a obtenir la seva demolició. Pere Garau va projectar un eixample per a la ciutat i es va mostrar partidari de la conservació. És una contradicció que *l'esquerra* en el s. XIX fos partidària de demolir i en l'actualitat de conservar, mentre que els posicionaments de la *dreta* pareixen haver variat en sentit contrari?, hi ha hagut una assumpció de plantejaments del contrari explicada per l'esdevenir dels corrents de pensament fins al punt que, en qualque moment, s'hagin creuat en l'espai i en el temps? I, especialment, podem inferir la ideologia de

qui es decanta per la demolició en lloc de la conservació? i si fixéssim la variable del temps?

Així, idò, per analitzar la possible contradicció entre l'aposta per demolir o no les murades i les ideologies dels qui així ho formulen hauríem de conèixer les seves raons o els criteris que més hagin influït en la decisió, més enllà del sentit final de la proposta. Podem arribar a idèntiques conclusions des de plantejaments polítics diferents segons el criteri que més hagués pesat. La decisió, per tant, en l'un o l'altre sentit no pertany a cap ideologia. Conservar, per se, no és un valor, sinó una decisió i, per tant, cap doctrina hagués d'apropiar-se d'ella. Així, conservam per mantenir uns privilegis a uns o a uns altres o per impedir una actuació que ens acosti a una globalització que identifiquem com a capitalista. La decisió de no conservar podria prendre's per a resoldre problemes quotidians dels ciutadans, per raons especulatives o per a esborrar les petjades del passat decidides per mandatari de l'un o l'altre signe. Idèntiques reflexions podríem plantejar no sols davant verbs com protegir, incentivar o prohibir, sinó davant posicions que afavoreixin un determinat mitjà de transport o una preferència quant al sistema de proveïment d'aigua potable, sobre la decisió de condicionar un camí, realitzar un tallafocs o dotar de major importància a un port.

En una societat que proposa la simplificació i la celeritat com a virtuts ens trobem amb una general absència de raonaments deductius, de manera que les proposicions les armam partint de la conclusió. El nostre desig de pertinença a un

determinat sector i la, falsament per tot el que s'ha exposat, identificació de la solució amb una determinada adscripció ideològica solen determinar la posició de qui, suposadament, reflexiona.

L'ofici d'enginyer ens situa com a actors en molts processos de presa de decisions. Referent a l'obra pública, a més, és comuna que la ponderació d'uns certs aspectes es determini per un lícit criteri polític. En cada decisió hauríem de reflexionar si així ha succeït o bé si el resultat s'ha adoptat per la identificació a priori amb una línia ideològica determinada. Podria succeir que la valoració de tots els criteris, fins i tot amb la seva ponderació ideològica corresponent, hagués llançat un resultat diferent.

Encara que no tots els criteris vénen carregats de política.

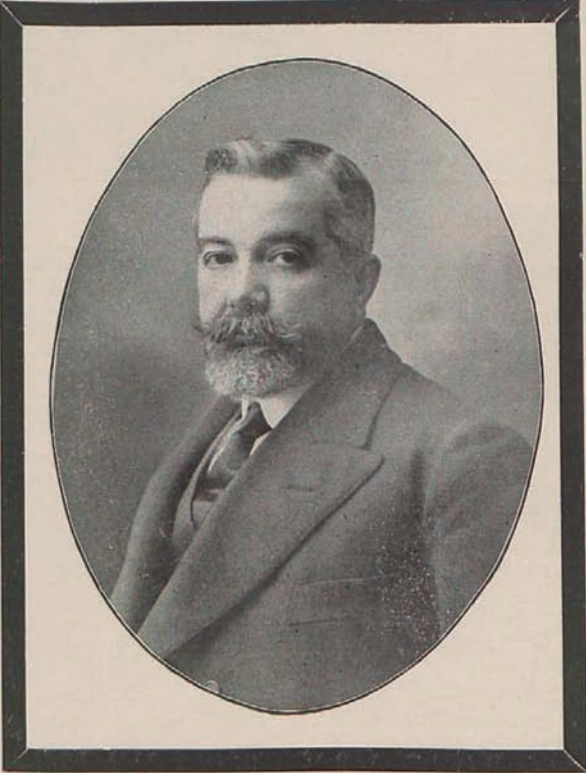
La funcionalitat, l'estètica, el compromís amb les possibilitats econòmiques i l'optimització estructural són algunes de les qualitats que hem de cercar als nostres projectes com així ens varen ensenyar a les nostres escoles d'enginyers de camins. Són conceptes no sempre fàcils de traslladar a una matriu de decisió si bé se m'antullen els més nobles entre l'univers de criteris. En definitiva, la cerca de la bellesa com a sinònim del merament estètic en un sentit ampli com a resultat de la combinació de les qualitats anteriors transcendent l'immediat i l'actual.

El disseny de les estacions de ferrocarril de Palma i de Sóller o l'acurada cura en els seus dibuixos mostren la sensibilitat que Pere Garau tenia cap a l'estètica, l'art i l'arquitectura. Per tot això no ens pot estranyar que, una vegada resolts els requisits d'higiene, guany d'espai i qüestions circulatòries no plantegés la demolició de les murades: ja no seria necessari. Podem especular sobre si les considerava o no belles, en qualsevol cas la seva decisió no semblaria ser fruit de la identificació amb una determinada línia de pensament, sinó la conclusió derivada en anteposar funcionalitat i sensibilitat cap al patrimoni. Va ser, idò, una solució bella.

Finalment voldria exposar la meva convicció sobre la *bondat* de l'aposta per solucions belles, més enllà de la bellesa de les solucions. Això requereix l'acceptació de riscos i la superació d'incerteses. La subjectivitat de allò bell i l'evolució del concepte de bellesa amb el temps ens suggeririen l'abandó de la seva cerca, com més si el resultat de la nostra decisió es plasma en actuacions que perduraran en el temps. Renunciar a la bellesa és renunciar a una part de la nostra felicitat, com a resultat d'una pèrdua de l'excel·lència. En qualsevol cas, la resposta és en Rousseau; *"Llevau dels cors l'amor pel bell, i haureu llevat tot l'encant a la vida"*.

<p>Redacción y Administración Mesquida 6, Entlo. Derecha</p> <p>HORAS DE DESPACHO Mañana, de 11 a 1 Tarde, de 4 a 6</p> <p>No se devuelven los originales ni se sostiene correspondencia sobre los mismos.</p>	<h1>BALEARES</h1> <p>REVISTA DECENAL ILUSTRADA</p> <p>DIRECTOR-PROPIETARIO ENRIQUE VIVES VERGER</p>	<p>Precios de Suscripción EN ESPAÑA</p> <p>Un mes. 0'80 Ptas Trimestre 2'40 . Semestre 4'50 . Un año. 9'00 .</p> <p>EXTRANJERO</p> <p>Un año 15'00 Ptas.</p> <p>Número suelto 30 Cts. Número atrasado 0'40</p> <p>PAGOS ADELANTADOS</p>
--	---	---

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

Enginyer de Camins, Canals i Ports (ECCP), investigador de les biografies dels primers ECCP de Balears

Per què decideix un dia entrar en el món de la recerca històrica?

Per tres raons: curiositat, discrepància i oportunitat.

La primera, és una actitud personal. Als meus més de seixanta anys, visc en un entorn excitant d'aprenentatge continu on es pot saber i contrastar gairebé qualsevol afirmació o camp pel qual un senti especial interès.

La segona és una apreciació subjectiva: quan alguna cosa que consider òbvia, no ha estat realitzada ni pel cos, ni pel col·legi, ni per l'escola; vaig pensar, jo sí que puc i desitj contribuir a la memòria dels quals em van precedir.

La tercera, és una oportunitat, molt major del que jo mai vaig imaginar, d'aprenentatge i perfeccionament personal continu.

Com definiria el lloc dels primers enginyers balears?

Els nostres primers enginyers de camins són, en primer lloc, bons estudiants.

Dels nou primers dos són número u de la seva promoció: el menorquí Francisco Prieto i Caules (promoció del 1865 i número 239 de la llista general) i l'eivissenc Bernardo Calvet i Girona (promoció de 1888, número 510 de la llista general).

En segon lloc, són uns professionals de l'enginyeria molt complets, sent aquesta una característica clarament identificativa de l'enginyeria civil espanyola. La nostra educació està orientada a la resolució de problemes concrets des d'una formació generalista multidisciplinària. En un entorn insular aquesta capacitació generalista té els seus avantatges. Finalment, en espanyol, enginyer té relació amb enginy; en llengua anglesa té a veure amb màquina (engine).

Parlem de Pedro Garau y Cañellas, tal com se'l va denominar en la seva època. Com era la seva família i la vida intramurs a Palma?

El que coneixem per la seva partida de baptisme és que els seus avis paterns eren de Palma, els materns d'Esporles i la seva parròquia palmesana en néixer va ser Santa Eulàlia. Pels seus descendents sabem que la família Garau tenia vincles amb la indústria del calçat. Com a industrials i comerciants no eren ni humils ni potentats, per la qual cosa l'esforç familiar per a l'educació madrilenya del seu fill va ser, sens dubte, molt important.

Quines dades sabem de la seva formació a Madrid?

De les diferents ubicacions que va tenir l'escola del cos, Pedro Garau va cursar tots els seus estudis en la situada al carrer del Turco, la mateixa en la qual el 27 de desembre del 1870 es va atemptar contra el President del Consell de Ministres de Espanya, general Juan Prim y Prats qui moriria tres dies després. Actualment és el carrer Marqués de Cubas.

Sabem que la seva promoció va constar d'onze individus. No va coincidir a l'escola cap altre estudiant balear que li precedís. No obstant això, sí que va ser alumne de cursos superiors quan el nostre pròxim enginyer de camins balear, primer dels nascuts a Eivissa, cursava la seva carrera: Bernardo Calvet i Girona.

Algunes dades sobre el Madrid de l'època:

Pedro Garau arriba a Madrid que té ja més de 400.000 habitants; quan finalitza els seus estudis, la seva població, en creixement, s'acosta al mig milió. En la seva estada

madrilenyà l'enllumenat públic era de gas. La ciutat tenia des del 1871 tramvies, molt localitzats, de tracció animal. El primer elèctric és de 1898.

El 1885, any de finalització de la carrera de Pedro Garau, el Cos de Telègrafs, després de experiències tècniques prèvies a Barcelona, estableix a Madrid el primer servei telefònic d'abonats. El seu primer mes (gener) el servei tenia 49 abonats; catorze mesos després, 486. L'any 1909 es posen en servei a Madrid els primers taxis a motor.

Així, idò, el nostre protagonista realitza els seus estudis sense electricitat, sense xarxa de transport urbà i sense comunicacions diferents al correu o al telègraf; amb transport marítim a les illes i ferroviari en la península.

Finalitzada la carrera, és destinat a Girona. Què sabem de la seva etapa professional i personal allí?

El mateix any de finalització de la seva carrera, 1885, és destinat al setembre a la POP (prefectura d'obres públiques) de Girona. Des d'aquesta ciutat farà feina a les províncies de Lleida (en comissió) i Girona, majoritàriament en carreteres. És, a nivell personal, Girona la ciutat en la qual coneix a la seva futura esposa, Amanda Tornabells y Ametller, amb la qual al maig de 1887 contraurà matrimoni a Barcelona. La premsa local gironina es fa ressò de la notícia. D'aquesta unió, resultarà la major saga balear d'enginyers de camins: després de Pedro Garau, el segon enginyer de la mateixa serà el seu fill Pedro Garau i Tornabells (promoció del 1913), al qual li seguirà el nebot de l'anterior, Carlos Garau Sagristá (promoció del 1960). A aquest li segueix, en quarta generació, Carlos Garau Fullana (promoció del 1991-BCN), fundador del major estudi balear d'enginyeria civil en l'actualitat: Garau Ingenieros.

Les seves actuacions com a enginyer en la seva etapa catalana inclouen:

A Lleida:

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

A Girona:

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

(iii) Pont metàl·lic de tres trams sobre el riu Fluvià en la carretera d'Olot a Sant Esteve d'en Bas.

(iv) Viaducte de set arcs en Castellfollit (18m de llum en el tram central, 14m en els laterals i 27,65 d'altura màxima), fora de servei des de 1940.

Quan torna a Palma i quin era l'estat de la ciutat i de l'illa?

Pedro Garau arriba a Palma al març de 1892, després dels acompliments públics previs esmentats a Girona (1885-1889) i Lleida (en comissió, 1889-1892).

L'any 1898, es traslladat a Terol, sent la seva estada breu en tornar el mateix any

de nou a Balears. Estarà integrat en la POP (Prefectura d'Obres Públiques) de Balears fins al 1906; és a dir un total de 14 anys.

En aquest període, Pedro Garau, realitza actuacions a:

(i) Carreteres: trams de Palma a Sóller, Santa Margalida a Inca, Santa Margarita a Muro, Sant Llorenç des Cardessar a Son Servera, a Mallorca, Maó a Ciutadella a Menorca i Eivissa a Sant Josep a Eivissa.

(ii) Ports: dragatge del Port d'Andratx i dic d'abric del port d'Eivissa.

Conservació i millora dels ports d'Andratx, Sóller, Pollença i Alcúdia a l'illa de Mallorca; Eivissa i Sant Antoni en la d'Eivissa i Maó, Ciutadella i Fornells a l'illa de Menorca.

(iii) Senyals marítims: rehabilitació del far de l'illa donin Pou, en els voltants de Formentera; nova torre en el Port d'Andratx i far de Coves Blanques en el Port de Sant Antoni a l'illa d'Eivissa.

El 1905 sol·licita autorització per a donar principi als estudis previs del projecte de ferrocarril de Sóller, encara integrat en la plantilla de la POP de Balears.

Totes aquestes dades són resum dels quals consten en la instància de sol·licitud que, de puny i lletra, presenta a la superiotat per aspirar a cobrir la plaça d'Enginyer Director de la Junta d'Obres del Port de Palma, amb data 23 de gener de 1911.

Hi havia interessos econòmics a derrocar les murades i alliberar sòl perquè fos urbanitzable?

En general, necessitats i oportunitats no solen tenir una convivència harmònica.

L'urbanisme no és una excepció. La satisfacció de necessitats generals de la població pot no generar les mateixes oportunitats per a tothom. Seria ingenu pensar que, una vegada conegut l'enderrocament de les murades, preconitzat pels higienistes de l'època, i la localització del futur eixample, els individus i institucions amb recursos s'aprofitessin d'això.

Després dels seus debats amb l'Ajuntament, és destinat a Terol. Per què i durant quant temps? Quina és la seva tasca a Terol?

No fa falta ser molt sagaç per a afirmar que a conseqüència del conflicte topogràfic municipal que esclata en 1897, el nostre protagonista requereix distància, temps, o les dos coses. Veure resenya adjunta al respecte en la ROP, firmada per l'enginyer adscrit a la POP de Girona, la mateixa a la qual va pertànyer el nostre protagonista abans de la seva arribada a Balears, Rafael Coderch (promoció del 1880, número 451 de la llista general). A aquest trasllat a Terol també pot haver contribuït les tensions amb el seu superior Eusebio Estada, qui precisament havia aprovat, per un

període limitat, la dedicació d'un dels seus enginyers de prefectura, a l'encàrrec municipal de l'aixecament topogràfic.

Després de dotze mesos d'intensa feina i despeses, l'any de lliurament sol·licita deu mesos de pròrroga, per a la incomoditat de ciutadans i persones i entitats afectades.

A més és 1897 l'any en què el concurs del pla d'eixample de Palma és guanyat per l'enginyer de camins eivissenc de trenta-tres anys Bernardo Calvet i Girona, amb el seu pla de conjunt "*Felix qui potuit rerum cognoscere causas*". Calvet arribaria el 1906 a ser per un breu període batle de Palma.

A Terol Pedro Garau és manco de sis mesos. Sense espera la generació de vacants, sol·licita el mateix any del 1898 el seu retorn a la POP de Balears, al capdavant de la qual es troba el competent Eusebi Estada i Sureda (promoció del 1868, tercer enginyer de camins balear i número 339 de la llista general), primer dels originaris d'aquestes illes que aconsegueix arribar a l'edat de jubilació.

ALTRES ACTUACIONS A BALEARS

Al gener del 1906, Pedro Garau sol·licita exercir el seu dret a convertir-se en membre supernumerari del cos, a fi d'atendre l'encàrrec del ferrocarril de Sóller, deixant, per tant d'estar adscrit a la POP de Balears.

El 1911 presenta instància a la superioritat del cos per a ocupar la plaça vacant per jubilació de Director de la Junta d'Obres del Port de Palma Juan Malberti i Rigo (promoció del 1870 i número 339 de la llista general). Aquest serà, fins al seu finament a Palma als 59 anys el dimarts 29 d'abril de 1917, el seu darrer acompliment.

El 1913 el nostre protagonista finalitza el seu estudi per a la xarxa de tramvies de Palma amb subministrament d'energia elèctrica. la primera línia és la de Porto Pí a Palma, amb bifurcació en els voltants de la Plaça de la Reina.

El 1920, més de tres anys després de la seva defunció l'ajuntament de Palma activarà una contribució menys coneguda al conjunt d'infraestructures insulars: el seu projecte de proveïment d'aigües potables a la ciutat de Palma la memòria de la qual du data del 3 de maig del 1915.

Quines conclusions podem extreure de la seva obra mestra, el Ferrocarril de Sóller?

El ferrocarril de Sóller va ser un anhel de la comunitat més aïllada, dinàmica, emprendora i europea de les Illes Balears.

La vila aïllada de Sóller mai no va renunciar a les seves aspiracions de protagonisme i contribució a la resta de l'illa. Va pagar un preu important a través de l'emigració que lluny d'abocar la vila a la insignificància o marginalitat, la va enfortir, a través de l'ambició col·lectiva. Pedro Garau rep un encàrrec tècnic d'una iniciativa social i empresarial. Aquest en-

càrrec és molt ben gestionat a nivell de riscos que, d'haver-se materialitzat, haguessin tingut conseqüències financeres i socials devastadores per a totes les parts involucrades.

A més, degut a la seva singularitat, amb el temps el ferrocarril ha esdevingut, sens dubte, en un dels nostres més clars atributs territorials insulars. Aquest aspecte, era impossible de preveure quan Pedro Garau accepta l'encàrrec. Un altre aspecte a ressaltar és la cura arquitectònica posada en totes les estacions del ferrocarril. La de Palma, amb trets modernistes i la de Sóller molt respectuosa amb les formes de l'edifici en el seu ús anterior. El ferrocarril va ser inaugurat el 16 d'abril del 1912, sent electrificat l'any 1929. És en l'actualitat és l'únic ferrocarril de propietat privada d'Espanya. A la seva perduració ha contribuït un factor no contemplat en la seva concepció: la demanda no resident, en altres paraules, el turisme.

L'Ajuntament de Palma va decidir batejar la plaça de l'eixample a Son Coc amb el seu nom. Creu que és el lloc més indicat per a algú que va defensar el manteniment de les murades? Cercaria un lloc pròxim a la casa familiar o a l'estació de tren de Sóller, que paradoxalment es troba al carrer d'Eusebi Estada?

Per a mí allò important és la memòria. El seu nom és avui referència per a un dels nostres barris més dinàmics i també d'un dels nostres mercats més populars. El ferrocarril de Sóller, sens dubte, és una de les seves realitzacions més icòniques però la seva contribució a la societat balear excedeix al projecte de ferrocarril.

Finalment, com valora l'aportació dels ECCP balears nascuts a altres indrets, principalment a la península ibèrica, a la resolució dels grans reptes amb els quals s'ha trobat Balears des del segle passat?

El primer enginyer de camins a ser destinat a Balears va ser, el 1846, el madrileny Antonio López i Montalvo (promoció del 1839, primera de l'escola del cos i número 12 de la llista general). D'altra banda, el nostre primer enginyer balear va ser Emilio Pou i Bonet (promoció del 1854 i número 128 de la llista general). Des de mitjants del segle XIX, molts han estat els enginyers de tot Espanya que han contribuït a la concepció, estudi, projecte, construcció i gestió de les nostres infraestructures. Uns varen estar aquí sols destinats; uns altres varen quedar per sempre en les nostres illes.

Sense la seva tasca, no es pot entendre la nostra realitat actual en temes tan amplis i rellevants com les infraestructures de transport terrestre, marítim i aeri; infraestructures hidràuliques i sanitàries; infraestructures energètiques, ordenació del territori o gestió i ordenació del litoral. D'altra banda, en haver estat l'increment poblacional insular realment espectacular de llavors ençà, centenars de professionals de l'enginyeria civil continuaran sent necessaris per a la resolució dels nostres reptes futurs.

Biografia

Miguel Payeras Lliteras, nascut a Palma el 17 d'agost del 1958, enginyer de camins, canals i ports per la ETSICCiP (Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports) de la UPB (Universitat Politècnica de Barcelona, actual UPC Universitat Politècnica de Catalunya), promoció del 1980, any en què també es va col·legiar. Des del 1986 vinculat a la gestió empresarial, sia com a directiu, sia com a emprenedor. El seu exercici professional ha estat en el sector privat. Ha viscut i fet feina a Europa, Amèrica i Àsia.

Quin és l'objectiu del seu treball de recerca?

Crear un repositori sobre tots els enginyers de camins que varen finalitzar a l'escola especial d'enginyers de camins, canals i ports dependent del ministeri d'obres públiques/ministeri de foment de l'estat.

La primera promoció d'enginyers és la del 1839. La darrera la del 1964 (pla 47). (i) En celebrar-se el 1899 el primer centenari de la creació del cos (inicialment Inspecció General de Camins i Canals), la Revista d'Obras Públicas (degana de la premsa espanyola actual) va publicar un número extraordinari en el qual va tenir l'encert d'incloure una llista amb les promocions i integrants de tots els enginyers de camins, des de la primera promoció de l'escola del cos (Cos Nacional d'Enginyers de Camins, Canals i Ports), fins a la del 1898.

De llavors ençà, per a la meua sorpresa, la llista mai no s'ha publicat. Podria ser que cap institució ho hagi considerat rellevant. Elaborar i participar una armadura escalable és precisament el que m'he proposat fer.

(ii) Aquest objectiu, fàcil d'enunciar, resulta una mica més difícil d'executar. Suposa una lluita inesperada contra l'entropia documental generada pel pas del temps, la deixadesa de les institucions i la falta d'estima per la verificació de fonts.

(iii) La llista inclou uns 3.600 enginyers i du anys estabilitzada. Inclou, a més

dels noms, lloc i data de naixement, data d'ingrés en el cos i data i lloc de defunció, en els casos en què ha estat possible conèixer-les.

(iv) Per preferències personals i a conseqüència de la defunció prematura el 16 de juny del 1991, d'un jove company, Antonio Juan Vidal, no he escatimat temps en la recollida de dades de tots aquells enginyers que varen finir dins dels primers cinc anys d'acabar els seus estudis. Els que jo denomin "els enginyers que no varen poder ser". Cap d'ells va realitzar projecte o infraestructura de referència, no tenen plaques o carrers que duguin els seus noms. Molts ja no tenen ni làpida. Gairebé cap d'ells va poder fundar una família. En definitiva, no varen existir.

És aquest punt el que major motivació l'ha donat per a estructurar no sols la seva breu existència sinó la de la resta d'enginyers?

Assenyalar, finalment, que el meu treball de recollida, assimilació i ordenació d'informació es va iniciar vivint a Àsia, lluny de biblioteques i arxius físics, només amb repositoris digitals. De llavors ençà, no he deixat de sorprendre'm dels beneficis de la societat digital per a membres actius que, desgràciadament, som la minoria.

I Pedro Garau?

Pedro Garau y Cañellas, en denominació vuitcentista, va ser el vuitè enginyer de camins nascut a Les Illes Balears, sortit de l'escola del cos.

Va ser el número 490 de la llista general acumulada d'enginyers de camins.

El nostre protagonista neix a Palma a les dues de la madrugada del dijous 29 de març del 1860, regnant Isabel II; es va graduar el 1885, any en què mor Alfons XII.

Va ingressar en el cos el mateix any en què va finalitzar els seus estudis, 1885. Aquesta circumstància ja només es repetiria en una nova ocasió (Bernardo Calvet); els següents varen estar en expectació d'ingrés anys; alguns fins a deu.

Va morir a Palma l'any 1919, abans de jubilar-se, sent Enginyer Director de la Junta d'Obres del Port de Palma.

DIÀLEGS SOBRE PEDRO GARAU Y CAÑELLAS

ECCP Carlos Garau Fullana i ECCP Pedro Portau Salas (besnét i rebesnét) i la periodista Iris Luque (Última Hora)

Article d'Última Hora sobre el llegat de Pedro Garau publicat el 17 de juny del 2019 per Iris Luque, amb una imatge en la qual apareixen Pedro Garau a una pintura, el seu fill a una fotografia, i els seus nét, besnét, i rebesnét amb vida.

Iris Luque | PALMA

Pere Garau fue un ingeniero de caminos, canales y puertos que vivió a finales el 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.

Caríño

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 caríño».

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 carino, 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.



DIÀLEGS SOBRE PEDRO GARAU Y CAÑELLAS

ECCP Carlos Garau Fullana i ECCP Pedro Portau Salas (besnét i rebesnét) i la periodista Lourdes Durán (Diario de Mallorca)

Article publicat per Diario de Mallorca sobre el llegat de Pedro Garau publicat l'1 de desembre del 2019 elaborat per Lourdes Durán. En la imatge hi apareixen un retrat de Pedro Garau, i el seu besnét, Carles Garau, i el seu rebesnét, Pedro Portau, amb vida, a més de la memòria del ferrocarril de Palma a Sóller.

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 en 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", apuntan.

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, pesa a no haberse llevado a cabo, fue el precedente 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 pensarían 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 ampliar y la población de manda mercancía 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 pececillos de plata y al intentar cogérselos 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 MASQUET



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 Liauger 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 prestó 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.

↓

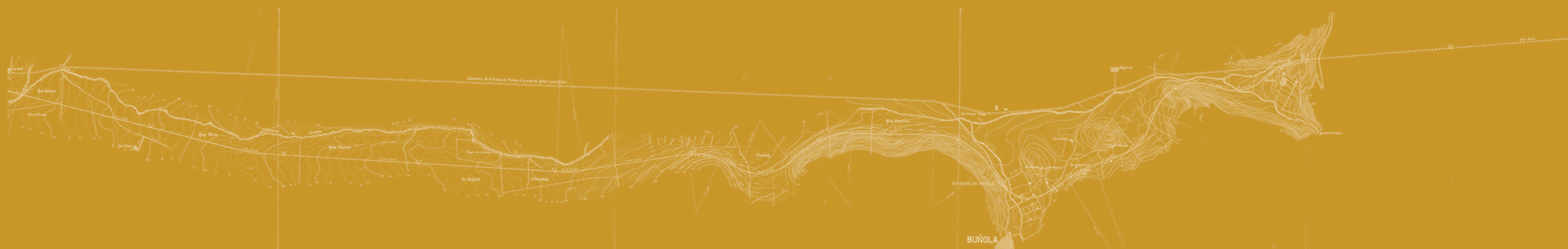
Garaizabal podría esculpir una obra para el Eje de Nuredunna

► 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 derruida 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 a la derecha, la Iglesia de san Antonio de Padua derruida.





PROJECTE DE FERROCARRIL SECUNDARI DE PALMA A SÓLLER PER SON SARDINA I BUNYOLA

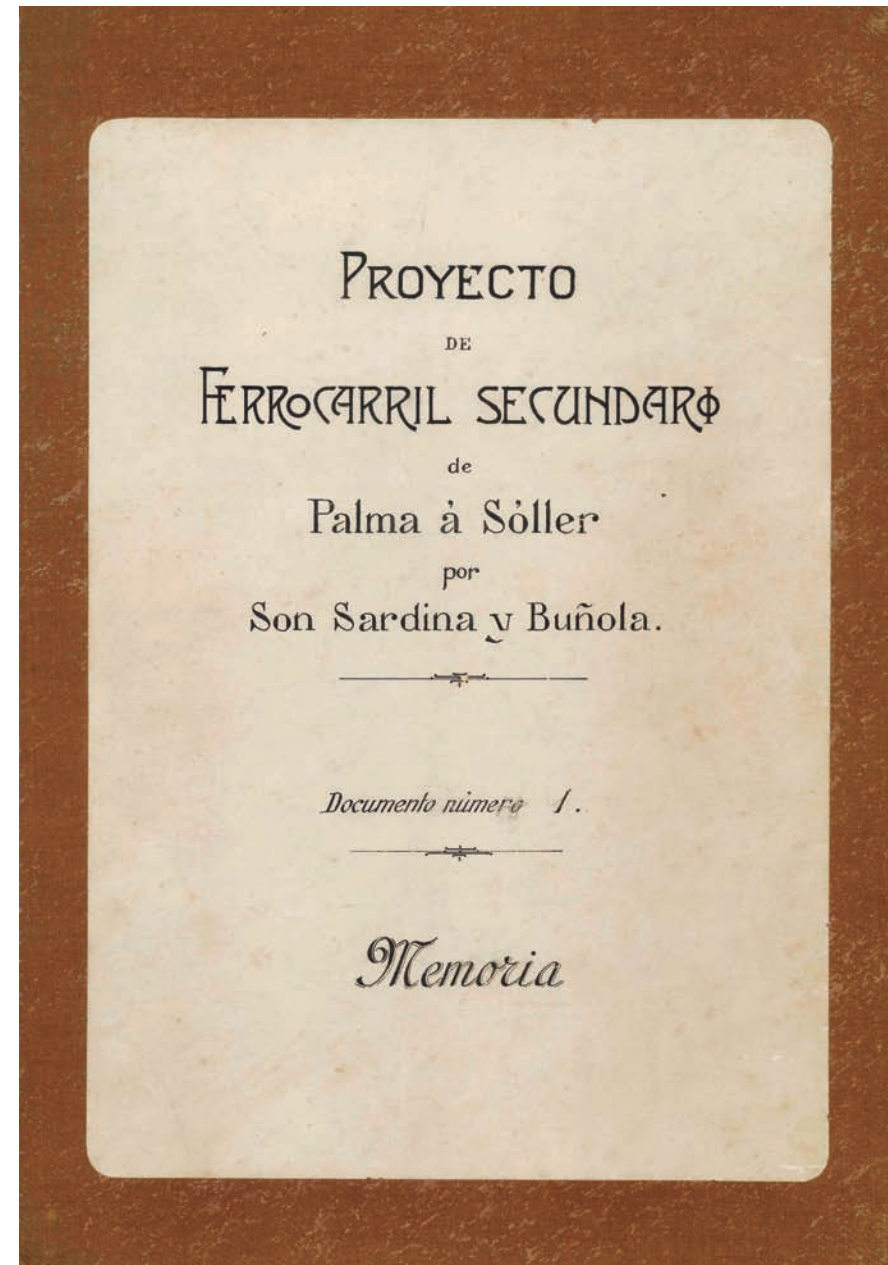
Enginyer Sr. Pedro Garau





Font: Biblioteca de les Illes Balears.





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 cruçando la Sierra de Mabilia que si faldeando la Cordillera principal de la isla, se salva la divisoria por el amplio collado de Talldemosa: 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 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 Sóllerenses 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, cuán 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 fuese 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. Termino 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 Establinents, 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 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, Establinents, Esporlas, Valldemosa y Deya e indirectamente o sea a distancia Puigpunent, Binola y Estallenchs.

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 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 curvas 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 aprovechar 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.

Contribuyó 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 irrealizable 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 24 ó 25 kilómetros desde Sóller hasta la salida a la vertiente opuesta, todos ellos faldeando rápidas laderas, salvando profundos barrancos. En suma fracos virados de dificultades, peligrosos 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 errònea? Cíncerament 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 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 encarnaron las corrientes de entusiasmo, tomo forma practica la idea con la intervención del Ingeniero que suscribe que proquiso 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 Bunyola, 167 en Son Sant Joan, 99 en varios pueblos de la isla y el resto ó sean 6014 acciones en Sóller.

¿Verá precedentes el caso de un pueblo de poco mas de 8000 habitantes que para mejorar su comunicacion con la capital de la provincia arrontó 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 y datos estadísticos la grandísima importancia que para Só-

ller tiene el ferrocarril que lo une 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 Bunyola. Tiene este 2303 habitantes y está situado a unos 15 kilómetros de la capital al pie de la sierra de Mlabia 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 circulan 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 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 96 millas su travesía podría efectuarse en poco más de seis horas con vapores de los considerados hoy como de mediano andar; y si estos 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 pulcritud, 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 Ponce hasta la Dragenera con variada amplitud de base y numerosos valles secundarios que conducen a otros tantos desfiladeros o cols; 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 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 a alturas superiores a 200 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 concurre 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.^o 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 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 a Alfabia intentándose 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 menos longitud de túnel que en cualquier otra, para una altitud determinada de sus bocas. Así resultó, en efecto, y el trabajo taquimétrico 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 Alfabia, con un trazado relativamente económico que permitiera servir a cortísima distancia el pueblo de Bunyola; 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 2500 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 Soller en los alrededores del Convento junto a la Carretera de Palma en la parte más elevada del casco de población.

Teníamos 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 Soller 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 Affabia, con 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 Soller 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. en. y de 150 metros los radios mínimos de las curvas, y al dar cuenta al Ayuntamiento de Soller 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-Soller 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 Soller 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 Soller.

Tenemos con este dos trazados bien definidos que pueden ser objeto de un estudio comparativo y aunque la sociedad "Ferrocarril Palma a Soller" se constituyó para la construcción de la línea directa que cruza la sierra por Affabia y no otra de las que pudieran proponerse por estar convencidos de que es la única que satisface cumplidamente las necesidades de Soller 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 evanescente creencia de que exigiria ese cruce un túnel de longitud desmedida cuyo presupuesto haria 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 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 revuelta se da con un radio de 185, y pendiente constante de 22 milésimas desciende 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 l'Olre con un túnel que quizá no fuera de mayor longitud del proyectado para cruzar la sierra de Mallorca, y una vez en la vertiente de Palma entrar con la línea de Órca en una de las Estaciones intermedias. Pero esta solución que reuniria, muy acrecentadas, todas las dificultades de la segunda, exigiria 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 tendria esta tercera traza un desarrollo excesivo, no inferior a 50 kilómetros si el

enlace con la línea férrea actual se hiciera en Sta. Maria, muy costoso y sin mas tráfico que procedente de Sóller, pues poco ó nada habria 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 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	Trazado por Esporlas y Valldemosa	Trazado directo por el collado de Sóller
Longitud de la línea	43.500 m ^s	25.650 m ^s
Pendientes máximas	30 m. m.	22 m. m.
Radio mínimos	125 m ^s	200 m ^s y uno solo de 185 m ^s
Altura sobre el mar al cruzar la divisoria	387 m ^s	240 m ^s
Duración del viaje y análogos gastos de explotación	dos horas y media	menos 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 permitirían salvar con una alineación recta todo aquel espacio; pero las numerosas casas esparcidas en aquel trayecto, especialmente

te en la proximidad del emplazamiento expresado 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 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 Garcia 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

Bunyola continúa la traza plegada siempre y en la medida posible a las inflexiones del terreno hasta cruzar la carretera de Palma a Sóller en la proximidad de Habis 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 el descendente y con inclinación uniforme se plega 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 revuelta del zig-zag con un radio de 135 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 0.714, 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 con 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 referido, 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 o 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 20 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 adaptado (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 de Camión Palma-Soller 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 buena 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 comparecer 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 rean en los ferrocarriles construidos así en España como en el extranjero. Sin embargo, creemos 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-Soller para hacer el recorrido en poco más de una hora, en 55 minutos por ejemplo. En ello se desvanecerán los rumores que con alguna intención se han propagado según los cuales aquel recorrido durará más de una 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 conociendo las 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 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 inferiores 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
Arxel a Oran	30	200
París, Lyon Mediterraneo	30	200
Bélnex a Córdoba	30	200
Viena a Trieste (trazo del Doemensing) líneas de 1.00 m ^s	23	190
Hairouville a Triancourt	30	50
Le Mans a Grand Lucé	30	50
Beaunne a Ornay le Duch	40	40
Laigni a Villeneuve le Compté	41	75

Otras muchas líneas podrian 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 Km² 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; "Seria 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 las locomotoras y vagones ordinarios es posible sobre líneas que presenten curvas descritas con radios mínimos de 200 m^s en plena vía, de 80 en estaciones e inclinaciones que alcancen 50 milésimas, " (Se refiere a vías de anchura 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 lijosas condiciones de nuestro trazado.

Capítulo IV

Movimiento de tierras

Las tres condiciones técnicas a que se sujeta la traza estudiada han producido, como no podia 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 m³ cub³ y de 337.007.014 el de los terraplenes mucho mayor coste que aquel para alejar sin reducido coste los productos de los tres túneles que se proyectan.

Tendremos así:

Volumen del desmonte	245.189.743 m ³ cub ³
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 ³ cub ³
Más el entumecimiento (0.12 término medio)	37.479.569	" "
Total productos	349.809.312	" "
Terraplenes	339.007.014	" "
Diferencia en más	10.802.298	m ³ cub ³ 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 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 a 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	96746.515	m ³ cub ³
Productos de 1500 m ³ de túnel que probablemente se perforará desde la boca S.	30.000.000	" "
Suma	126746.515	" "
Más el entumecimiento	15209.581	" "
Total productos	141956.096	" "
Terraplenes	141077.156	" "
Diferencia en más	878.940	m ³ cub ³ 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 ³ cub ³
En tierra dura	49.477.116	" "
En terreno de tránsito	48.637.858	" "
En roca floja	101.477.901	" "
En roca dura	40.160.328	" "
Total	245.189.790	m ³ cub ³ 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 terraplenes se suponen empleados trenes con material Decauville en la longitud y con el número de vagones que requiere una buena organización de los trabajos. Dichos vagones se suponen de 500 litros de cubida y han de ser arrastrados por hombres ó caballerías según las distancias de transporte. El coste del metro cúbico de terraplen confeccionado como ha de ser todo el material y productos procedentes 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 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 m², y el que se produce al dar la revuelta del zig-zag en las laderas de Son Angelats al que se le señaló 300 m².

En el estudio definitivo ambos túneles han resultado aumentados en 216 m² el primero y 101 el segundo por las causas que pasaremos a exponer.

Túnel de Alfabia. — En el reconocimiento que sirvió para fijar las bocas del túnel mayor y determinar su longitud, suponíamos 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 enclavada 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 m² 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 enclavarse la estación de Sóller es de 63 a 64 m² y que el desarrollo por aquellas laderas dando la revuelta del zig-zag en terrenos de Son Angelats antes de cruzar la barranca de la "Guixería" únicos que permiten efectuarlo con el radio de 185 y relativa economía, es solo de unos 6700 m². Esto exigiría 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 habría 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 m² 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 precio 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 m², 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 m² 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 espeso recorrido podrán anojarse todos los productos. Este trabajo vendrá facilitado por las rasantes fijadas en el perfil longitudinal: los primeros 1322 m² 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 m² 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 debería 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 producirse 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 1.10 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 m² uno de otro servirán de refugio a 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 m² 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 sillera 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 16.38 m². 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 trinchera, resultaría un aumento de 120 m² en la longitud del túnel para un descenso de 10.00 m², de 295.00 m² si esta diferencia de nivel se lleva a 20.00 y 495.00 m² si se quisiera colocar la boca del túnel a 20.00 m² sobre el nivel del mar es decir, 30.00 m² más baja que la del proyecto. En cambio la longitud del mismo túnel vendría disminuida tan solo en 10.00, 67.00 y 94.00 si se subiera aquella los mismos 10, 20 y 30 m² 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 lógica 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 terraplenes 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 cametera 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 ferrocarril.

Todas estas condiciones que contribuyen á que el túnel resulte de construcción fácil, por lo menos en lo que es posible preveer, 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 2800 m² 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 m². 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 da un desnivel de 24.12 m² 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 afanes? 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 Son Anglats. — 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 m² 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 Morreal y el barranco de la "Guixeria", 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 m² 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 anti-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 m² señalados en aquel trabajo; pero en el proyecto definitivo con su limitado desarrollo, del descenso a Soller, 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 m² no 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 anti-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 Soller ha producido desmontes de cotas superiores a 20.00 m² en terrenos duros. Uno de ellos, el comprendido entre los perfiles n^o 704 a 724, de efectuarse todo el cielo abierto había 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 a proyectar aquel túnel de 140 m² 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 fogas de varios modelos, 4 alcantarillas, 2 pontones, 3 puentes uno de ellos de tramo metálico y un viaducto de cinco arcos de 8.00 de luz. Descuadras las longitudes de los túneles resulta una obra de fábrica por cada 364.00 ó sean 2.74 por kilómetro.

Los tres puentes son oblicuos igualmente que el paso supe-

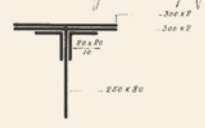
rior para el cruce de la Carretera de Palma a Sóller en la proximidad de Alfábia. En el que ha de salvar el llamado torrente de Bárbara en el llano de Palma su marcada oblicuidad (27° 15' sesagesimales) y la escasa altura de rasante han decidido el empleo de un tramo metálico de 10.25 formado por dos vigas sistema Pratt de 100 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 6.200 Kg² por m. l. para los momentos flectores y de 8000 para los esfuerzos cortantes. Para la determinación de aquellos o sea para conocer las tensiones de las cabezas se ha empleado la fórmula $Ml = \frac{P}{2}(l-x-x^2)$.

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

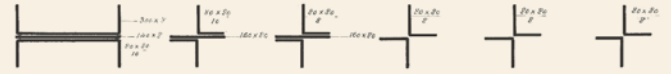
$$E = 7\left(\frac{1}{2}l - x\right) \text{ y } E = \frac{Px}{2l}$$

Para las distintas tensiones en las cabezas de las vigas se han adoptado dos secciones; para las mallas 3^a, 4^a, 5^a, 6^a, 7^a, 8^a y 9^a en la cabeza superior y las 4^a, 5^a, 6^a, 7^a y 8^a 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 deslizadoras 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 Kg².

El torrente llamado Gross o de Esquorlas que corre por el llano de Palma lo cruza la línea proyectada aguas abajo del punto de confluencia con el de Bunyola 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 escarriada con arco reja helicoidal.

Su luz se ha fijado en 15.00 m² 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 espesores en la clave, en los arran-

ques y en los estribos se han empleado las conocidas fórmulas de Dejardin, Croisette, Desnoyers, Beveille y Besquiere así como la comunmente 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 arranques.

El cruce del torrente de Soller a la salida del túnel mayor y el paso superior de la Carretera del Estado en la provincia de Mallorca exigen obras de extrema oblicuidad que por exceder de los límites señalados en los tratados de puentes no pueden construirse conforme a los aparejos comunmente 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 silleras llamadas de Poveras que nos proponemos emplear en todas las obras.

Por último la barranca del torrente de Son Angelats 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, tajeos, alcantarillas y puentes 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 Mallorca, pues estas obras se ajustan a 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 a 147130.16 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 muertas y almacenes para el de mercancías, cocheras de todas clases, talleres bien surtidos y montados en los cuales no so-

lo 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 terrenos que adicionado á la estensa 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.

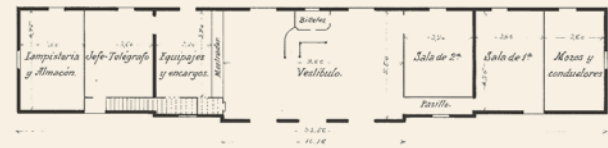
Conociendo estas envidiables condiciones de la estación de Palma y sabiendo y teniendo presente además que el proyectado ferrocarril de Sóller ha de acrecentar de muy sensible manera el ya importantísimo tráfico que se desarrolla por aquella estación, sin que en modo alguno pueda establecerse la menor 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 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 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 á 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 á la actual estación de la cual queda separada por una calle de 20 m². 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 evitara toda explicación:

Planta baja



Planta piso



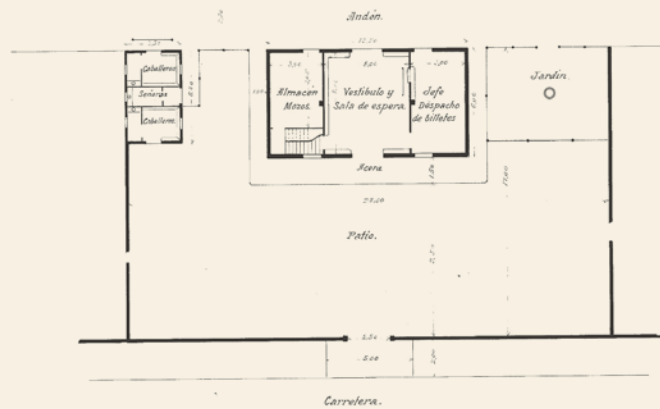
Análogas serán también en ambas estaciones las dependencias e instalaciones propias del servicio de mercancías au-

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 Maucos y sus diversos ramales Puerto de Palma	0.000	Kms 5.160
Buñola { Buñola y Orient	Kms 11.430	Kms 9.270	
			Sóller { Sóller, Fornalutx, Biniarrix, ptº Sóller

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:



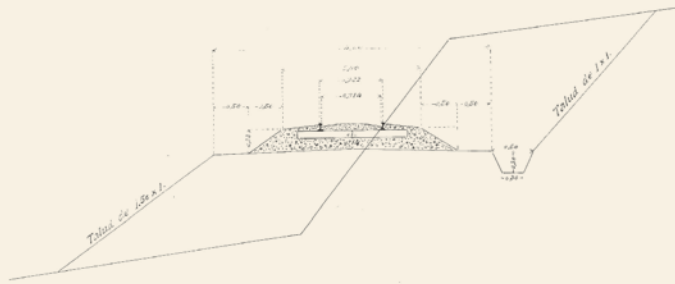
Capítulo VIII

Sistema de vía

Existen en explotación en la isla de Mallorca unos 120 Km² de

via férrea de 0.914 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 vias férreas se establezcan, aun sin tener relación directa con las líneas en explotación.

Partiendo pues de 0.914 para la via hemos fijado en 4 m² 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 enroscado de 1.70 x 0.20 x 0.12 espaciadas á 0.70 de eje á eje exceptuando de las de junta que lo estarán á 0.50 y las inmediatas á ellas que distarán 0.60. 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 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 de Winkler

$h = 67 \sqrt{\frac{Pd}{E}}$ 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 Kg² 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 patín	36 " "
Espesor del nervio	11 " "
Sección	2845 m.m. ²
Peso	22.19 Kg ³
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

$R = 0.187 \times 0.70 \times 5000 \frac{0.053}{0.000003850} = 9.01$ 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 Km² 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 prealte en relación á la velocidad de los trenes, radio de aquellas y anchura de la via. Un estudio teórico de la cuestión conduce á la fórmula general

$h = \frac{L v^2}{g R}$ en la que L es el ancho de la via, 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 km^2 y R el radio en m^2

Aplicando esta fórmula y teniendo en cuenta la relación de las dos anchuras de vía, hemos formado la siguiente tabla de jeraltos para las velocidades de 25 y 35 km^2 aplicables á las curvas de la vertiente de Soller las deducidas para la primera velocidad y á las restantes curvas las que corresponden á la de 35 km^2

Radios	Velocidades en km^2 por hora		Radios	Velocidades en 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 jeralte del cuadro es de 91 m.m., correspondiente á una curva de 240 m^2 recorrida á la velocidad de 35 km^2 equivalente á 146 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 jeralte 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 m^2

16.00 m^2 de carril de 22.19 kg^2 comprendido flechas, descarga	
ó sean 355.04 kg^2 á 0.225 pesetas	79.88
12 traviesas de pino creosotado á 2.40 p.f.s.	28.80
4 bridas de acero ó sean 12.80 kg^2 á 0.27 "	3.46
8 tornillos cuyo peso es de 2.70 kg^2 á 0.54 "	4.46
48 escarpias ó tirafondos según sea en rectas ó en curvas	
cuyo peso es de 12.00 kg^2 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 m ³ cub ³ de balasto a 1.40 pesetas	0.90
Colocación y asiento 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 la verdadera el más económico y seguro. Dos máquinas una de servicio y otra de reserva serian suficientes; pero la mejor conservación del material aconseja la adquisición de tres locomotoras las cuales tendrán que recorrer menos de 20.000 Km² 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 adhérenti y número de caballas necesarios para arrastrar el convoy más pesado que exija el tráfico normal a la velocidad de 30 Km² por hora sobre rampas de 20 m. m. y curvas de 300 m² 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 Kg² de peso y un fur-

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

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

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

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

Sobre rampas supondremos que esta resistencia es igual a un Kg² 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 Km² 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

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

Sin fijar ahora con exactitud cuales han de ser las condiciones de las locomotoras que constituyan el tipo más adecuado 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

Volumen de la caldera	12 at ³
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 parrilla	1.42 m ²
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 ³
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

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

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

$$F = 0.57 \frac{12 \times 33^2 \times 51}{106} = 5584 \text{ Kilogramos.}$$

Admitiendo para la fuerza adherente el coeficiente $\frac{1}{2}$ que corresponde a un carril húmedo y grasiento tendremos para ella

$$F' = \frac{1}{2} 22500 \text{ Hg}^3 = 3750 \text{ Hg}^3 \text{ superior como debe ser a la de tracción.}$$

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:

$T = n S_e$ en la que n es un coeficiente que varía 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 Km² por hora, según las citadas experiencias, el coeficiente n no puede suponerse mayor de 7, por consiguiente, para nuestra locomotora tendremos:

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

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 supren perturbación los organismos, tendremos que la locomotora propuesta podrá marchar a la velocidad

$$\pi \times 1.06 \times 3 \times 3500 = 35.760 \text{ Km}^2 \text{ por hora}$$

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^h por hora que como máxima se señalará a los trenes.

Para completar lo relativo a la locomotora faltanos ver si sobre las rampas de 22 m. m. y curvas de 185 y 200 metros de radio podrá desarrollar la velocidad de 35 Km^h 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:

$$R_1 = \left[\left(1.50 + \frac{1}{1000} 25^2 \right) + 22.00 + \frac{0.65}{185-55} 1000 \right] 50.00 = 1456.00 \text{ Kg}^5$$

$$R_2 = \left[\left(4\sqrt{5} + \frac{2}{1000} 25^2 \right) + 22.00 + 2 \frac{0.65}{185-55} 1000 \right] 30.00 = 1226.00 \text{ Kg}^5$$

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

Para el esfuerzo de tracción de 2682.00 Kg⁵ 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 relacionadas 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, á la velocidad comercial ó efectiva de 28 Km^h por hora, para lo cual no tendrá que desarrollar, ni con mucho, su máxima potencia, insistiendo en este recorrido 40 minutos. En el descenso

á Sóller empleará el tren 25 minutos escasos con la moderada velocidad de 30 Km^h por hora que nada se atreverá á calificar de peligrosa. Resulta pues demostrado lo dicho en el Capítulo III esto es, que el viaje de Palma á Sóller, y mas fácilmente el inverso, podrá y deberá hacerse en tres 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 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 Warkworth ó 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 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 terrenos después de reconocer detenidamente los terrenos, resultando de todo ello que 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 a las obras de fábrica: el número de modelos estudiados con detalle y de igual modo cubiertos 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 comul-

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 estratificación atravesadas y no ignoraban los elementos con que podrían contar en la localidad.

Los edificios para pasajeros, los cocheras, muelles y demás construcciones que constituyan 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 abradados 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 3.195.775.30 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 100.505.41 y de 117736.84 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 á la que proyectamos implantar en el ferrocarril Palma-Sóller.

En excusa longitud y los seis trenes que se organizarán al día permiten 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 vehiculos 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 á continuación figuran procurando la mayor economía posible compatible con una buena administración, con la comodidad del pasaje y una excelente conservación de la via y material móvil.

Administración general y contabilidad

he hemos señalado al personal que á 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 "
<u>Total</u>	<u>14500 "</u>

Movimiento y tráfico

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

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

Material y tracción

Tres maquinistas á 2250 pesetas	6750.00 pts
id fogueros á 1250 "	3750.00 "
Combustible para las locomotoras (6.28 Kg ³ por Km. 6 trenes diarios de 27 Km ³) $6.28 \times 6 \times 27 \times 365 \times 35 =$	12996.77 "
Leña y pajas	100.00 "
Subrificación de las locomotoras á razón de 0.03 Km	1774.00 "
id de coches y vagones	1182.00 "
Reparación del material	10000.00 "
Varios	200.00 "
<u>Total</u>	<u>36752.77 "</u>

Via y Obras

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

Resumen

Administración general y contabilidad	14500.00 pts
Movimiento y tráfico	24450.00 "
Material y tracción	36752.00 "
Via y obras	20090.00 "
<u>Total</u>	<u>95790.00 "</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 Km^2 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 Kg^2 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 $1.87 \times 3.36 = 6.28 \text{ Kg}^2$ 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 presupuestos 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 período de consumos de Sóller, establecidos 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 fe y entusiasmo por el ferrocarril, cuya explotación consideraban había 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 también toda la línea.

Otras estadísticas ^{hastas} en Buñola y Son Sardina han permitido conocer con suficiente aproximación el tráfico que desde uno ó 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 ver todavía muchos los que viajan en diligencias, á lo largo de la carretera de Palma á Trua 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.

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 propiamente 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	Kilómetros 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.			
8.500 toneladas equivalentes á	28500	27	688500
id id Sóller y Buñola 1.750 tone ^s equivalentes	5250	12	63000
id id Buñola y Palma - 3000 tonel ^{as} 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 o sea por 3.318.500 nos dará el precio del viaje correspondiente a un viajero Kilométrico, o 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 o sea el valor del transporte para igual unidad.

La suma de estos dos valores nos da la tarifa correspondiente a un Kilómetro de recorrido y a un pasajero de clase intermedia. Proporcionalmente a 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 a esta Memoria a la que hemos dado más desarrollo del que exige la ley de ferrocarriles secundarios en su artículo 17. Fácil ha sido ello e igual o mayor extensión se podía haber dado a todo lo relativo a planos de obras de fábrica, estaciones, cocheras, muelles y demás así como a la cubicación 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 a fin de reducir a su mínimo la parte aleatoria del presupuesto y suprimir o abreviar trabajos ulteriores. No lo hemos hecho sin embargo para acortar el ya largo periodo de estudios y llegar cuanto antes a 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

**PROJECTE DE FERROCARRIL SECUNDARI
DE PALMA A SÓLLER PER SON SARDINA I BUNYOLA**

Enginyer Sr. Pedro Garau

TRANSCRIPCIÓ

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 acertaban 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 vertienete N. faldeando las laderas y

las estribaciones secundarias de la cordillera descendiendo 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, habia de resultar punto menos que irrealizable tecnicamente 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 exigia 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 seria 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 lineas generales de un trazado que juzgamos 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 alli 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 erronea 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 descende 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:

Condiciones técnicas y económicas	Trazado por Buñola y Valldemossa	Trazado director por el Coll de Sóller
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 facil comunicación y enlace en la vias 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 á las instalaciones de aquella en solares que al efecto se han adquirido ya. La salida del recinto destinado á futuro ensanche de Palma se hará siguiendo el eje de una proyectada calle de 20 metros en la forma que lo hace la línea construída. Para cuando la expresada calle este terminada la Compañía del Ferrocarril de Sóller se compromete á cercar su vía, ocupando la anchura de 4.00 metros en la forma que acuerde el Ayuntamiento de Palma para las vias 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 á 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 á la carretera de Palma.á Sóller con marcada tendencia á 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 á 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 á unos 350 metros de las primeras casas en terrenos de Son Garcías y en comunicación directa y facil con el camino vecinal de excelentes condiciones que desde la Carretera de Palma á Soller conduce á Buñola y se proponga siguiendo el curso del torrente hacia Orient. Saliendo de Buñola continuaría la traza plegada siempre y en la medida posible á las inflexiones del terreno hasta cruzar las carreteras de Palma á Sóller en la proximidad de Alfabia donde la trinchera que conduce á 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 á 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 dificilmente 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.

Líneas de ancho normal	Pendientes en milésimas	Radios en metros
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
Beaune - 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 entrellanos 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 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 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 $E = \pi (1/2 l - \infty)$. 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 3^a, 4^a, 5^a, 6^a, 7^a, 8^a y 9^a en la cabeza superior y las 4^a, 5^a, 6^a, 7^a y 8^a 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 ms y su flecha en 1.875 m que corresponde á im 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 asi 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 ms 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 arocs en retirada de construcción sencilla y facil con las sillerias 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 volúmen y la ocupación de terrenos de excelentes condiciones cuya expropiación había de resultar muy costosa.

Los espesores de estas tres obras asi 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 movil 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 quedandole todavia una no excasa superficie no utilizada hoy que podrá serle muy util 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 linea 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 vías 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 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 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 ²
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 via. Un estudio teórico de la cuestión conduce á la fórmula general $h = Lv^2 / gR$ en la que L es el ancho de la via, 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 centrifuga y esto ha dado por resultado el empleo de numerosas fórmulas empiricas 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 vias 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 via, 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

132 | Transcripció del Projecte del Ferrocarril de Palma a Sóller

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 sobreaancho á la vía dependiente de una multitud de elementos relativos á dicho material movil. Si para facilitar el estudio de esta cuestión se prescinde 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 sobreaancho 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 movil

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 serian suficientes, pero la mejor conservación del material aconseja la adquisicion 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 asi 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 dificilmente un peso parecido.

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

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

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 vehiculo 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

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

134 | Transcripción del Proyecto del Ferrocarril de Palma a Sóller

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

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

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	m2	
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:

$F = \text{Infinito } Bd^2 L / D$ 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 á 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 á tres golpes de pistón por segundo con lo cual no sufren perturbación los organismos, tendremos que la locomotora propuesta podrá marchar á 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 cymplidamente 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 á 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 km² por hora que como máxima se señalará en los trenes.

Para complementar lo relativo á la locomotora fátalnos ver si sobre las rampas de 22 mm² 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
 $18952 / 2682 = 7.07$ metros por segundo ó sean 25.452 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 ello que 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 á 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 á 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 á otras líneas de condiciones análogas cuya explotación pueda ser comparable por su sistema y demás circunstancias á 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 á 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 x 6 x 27 x 365 x 35 =	12.996.77 "
Leña y faginas	1.000 "
Lubrificación de las locomotoras á razón de 0.03 Km id de coches y vagones	1774.00 "
Reparación del material	1182.00 "
Varios	10000.00 "
	<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>

Resúmen

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 fielato 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 ruinosa, 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 rrazón es de esperar ocurra tratandose 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 dia 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.

Puntos de procedencia y destino	Nº de viajeros	Kilómetros recorridos	Viajeros kilométricos
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 movil 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, despues 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 valoracion 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



