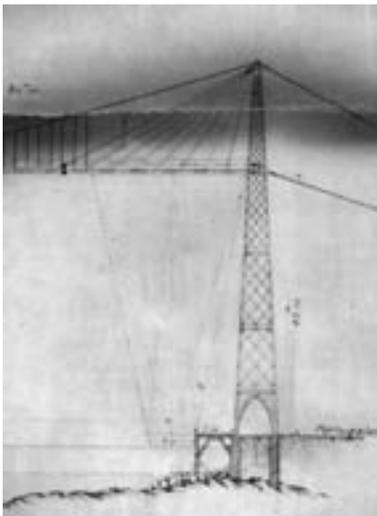


MIGUEL AGUILÓ

El proyecto de liquidación de las obras del puente Vizcaya



1
Proyecto inicial del puente de Bizkaia.

1. *El proyecto inicial del puente*

El puente Vizcaya fue proyectado en 1888 por Martín Alberto de Palacio Elissagüe (1856-1939), conjuntamente con el ingeniero francés Ferdinand Arnodin, quien había patentado la idea del puente trasbordador un año antes. Palacio se licenció en arquitectura en Barcelona en 1882, viajando después a Francia donde se interesó por la construcción metálica y conoció a Gustave Eiffel y otros ingenieros dedicados a ella.

Alberto Palacios construyó importantes obras metálicas, como la estación de Atocha en Madrid (1892), y los palacios de Velázquez (1883) y de Cristal (1887) en el Retiro madrileño, conjuntamente con el arquitecto Ricardo Velázquez Bosco. Entre ellas cabe destacar el cargadero de mineral del Piquillo, en Castro Urdiales (1890), una estructura en voladizo sobre el mar de 65 m, con una altura de 22 m, que estuvo en activo hasta finales de los 1960 y fue destruido por un temporal en 1985.

Arnodin proyectó otros puentes trasbordadores, dos de ellos atirantados en Nantes (1903, 141 m) y Marsella (1905, 165 m) y varios más colgados como los de Rouen (1898, 142 m), Martrou-Rochefort (1900, 140 m), Brest (1909, 109 m) y el mayor de todos ellos en Newport (1906, 325 m)

en Gran Bretaña. El tipo de puente trasbordador fue utilizado en otros puentes como los de Runcorn (1903, 304 m), Duluth (1904, 120 m), Osten sobre el Elba (1909, 80 m), Middlesbrough (1911, 143 m), Rendsburg sobre el canal de Kiel (1913, 140 m), Boca en Buenos Aires (1915) y Warrington (1916)¹. A partir de 1916, el tipo se eclipsó y no se volvieron a construir nuevos puentes trasbordadores.

El puente es una estructura con un vano central colgado de 164 m de luz, con una altura libre para la navegación de 45 m de luz. Inicialmente, el vano estaba colgado por medio de péndolas en su parte central y atirantado en los extremos. El cable se soporta en dos torres metálicas de celosía atirantadas desde sus cabezas, con fiadores laterales a media altura anclados a 60 m del puente.

Las torres roblonadas están formadas por dos elementos laterales arriostrados a tres niveles, el intermedio es un dintel y los extremos superior e inferior tienen forma de arco. El arco inferior es algo apuntado, mientras el superior tiene dos protuberancias en los arranques, de inspiración visigótica, y constituyen las únicas concesiones historicistas del puente.

2. El contexto de la ría y el puerto de Bilbao

El puente surge en un momento trascendente para el puerto de Bilbao, cuando la Junta de Obras del Puerto creada en 1877 empieza a tener éxito en la mejora de las condiciones de navegación de la ría² y la ampliación de los diques portuarios. Hasta 1888, las obras portuarias se desarrollaron en el interior de la ría, aguas arriba del puente Vizcaya. Pero la demanda de calado generalizó una fuerte controversia entre los partidarios de mantener el puerto en el corazón de la ciudad y los de llevar los muelles al abra de Santurce³.

El hombre clave de las reformas fue Evaristo Churruga, primer Ingeniero Director del Puerto de Bilbao⁴. En su memoria de 1898, Churruga explica cómo la propia fuerza de arrastre del río, convenientemente encauzado por el nuevo muelle de hierro que arranca justo aguas abajo del puente Vizcaya, había limpiado la barra que durante décadas había dificultado la navegación por la ría⁵.

Garantizada la navegación, fue preciso acondicionar la entrada del puerto, pues la entrada directa a la ría era inaccesible con temporal, sin que existiera abrigo alternativo en las proximidades, lo que se consiguió con los diques de Santurce y Algorta terminados en 1908.

¹ Fernández Troyano, Leonardo; 1999. *Tierra sobre el agua: Visión histórica universal de los puentes*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Madrid:755..

² Churruga, Evaristo; 1876. Proyecto de mejora de la barra y de encauzamiento de la mitad inferior de la ría de Bilbao. En: Churruga, Evaristo de; 2003. Evaristo de Churruga (1841-1917). Escritos publicados en la Revista de Obras Públicas. En: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; (ed.); 2003. *La ROP a través de sus autores*. Colegio de Ingenieros de Caminos: 136.

³ Fundación Museo Marítimo de la ría de Bilbao; (ed.); 1998. *La Ría. Una razón de ser*. Autor, Bilbao:59.

⁴ Junta de Obras del Puerto de Bilbao; 1910. *Churruga y el Puerto de Bilbao: Apuntes biográficos del Excelentísimo Sr. D. Evaristo de Churruga, Conde de Motrico: Antecedentes históricos y resumen descriptivo de las obras de mejora de la Ría y Puerto de Bilbao*. Imprenta y Litografía de Emeterio Verdes y Achirica, Bilbao

⁵ Churruga, Evaristo de; (dir.); 1898. *Memoria que manifiesta el estado y progreso de las obras de mejora de la Ría de Bilbao y cuenta de ingresos y gastos: durante el año económico de 1897 a 1898*. Imprenta y Litografía Juan E. Delmas, Bilbao

Sin embargo, el puente Vizcaya no está ligado a esta incipiente transformación industrial del puerto de Bilbao, sino al incipiente desarrollo del uso turístico de las playas y estaciones balnearias que tuvo lugar en toda la costa europea a finales del XIX. En concreto, el objetivo del puente trasbordador Vizcaya era la conexión de dos núcleos residenciales de veraneo, la villa medieval de Portugalete y los arenales de Getxo. El desarrollo industrial de la margen izquierda de la ría inutilizó la playa de Portugalete, afianzando el desarrollo de Getxo como residencia estival apoyada en el recién terminado ferrocarril de Getxo a Bilbao.

En aquellos años, los municipios de Getxo y Portugalete tenían una población de 4.300 y 3.950 habitantes, por lo que el dimensionamiento del puente, con una barquilla capaz de transportar a unas 200 personas, así como caballerías, carruajes y vagones con un máximo de 30 toneladas de peso, parece una fuerte apuesta de imaginación y voluntad emprendedora, más allá del simple análisis empresarial⁶.

⁶ Onzain, Mario; 1999. *La Ría de Bilbao*. Fundación Esteyco, Madrid:86.

3. Dificultades en la construcción

La construcción del puente Vizcaya fue lenta y conflictiva. Las obras se iniciaron en agosto de 1890 pero enseguida se manifestaron discrepancias entre el arquitecto Palacio y el ingeniero Arnodin.

Palacio, que había nacido a la orilla de la ría en el propio Portugalete, entendía el puente como un proyecto personal e introducía nuevas ideas y constantes modificaciones: llegó a proponer la instalación de cafés o restaurantes, una pasarela superior y ascensores, anticipándose en más de un siglo a las determinaciones que han presidido la última intervención.

Arnodin, por el contrario, lo entendía como una obra funcional de la máxima simplicidad. Los inversores veían que el presupuesto aumentaba y la obra se retrasaba, aproximándose a los límites de plazo habilitados por la concesión pero, sobre todo, no entendían las diferencias entre el director de la obra y el constructor francés.

El puente Vizcaya fue el primero del tipo trasbordador, por lo que sus detalles se fueron definiendo sobre la marcha, con acusaciones mutuas entre ambos técnicos. Palacios reprochaba lentitud al francés y Arnodin culpabilizaba a Palacios por la gran cantidad de cambios que quería introducir. De hecho, Gustave Eiffel tuvo que terciar (cobrando una sustanciosa cantidad por su dictamen) en la polémica que retrasó e incluso puso en peligro su construcción, finalizada no sin dificultades en 1893.

De hecho, como se puede observar en el Resumen de la liquidación general que se incluye en la tabla adjunta al final, las desviaciones sobre el presupuesto fueron notables. La suma de desviaciones en los seis capítulos del presupuesto arroja un saldo de 251.428,31 Ptas., lo que supone un 78% del presupuesto inicial y explica por sí mismo la existencia de desavenencias. Si a esa cifra se suma una serie de reclamaciones acreditadas más el importe de la casa de máquinas, las expropiaciones y los honorarios del arquitecto, el coste total asciende a 808.911,60 Ptas.

El principal desfase estaba en una subestimación del peso de la estructura metálica, fijado en 104 toneladas en el proyecto del arquitecto Palacio, que se transformó en 312 toneladas en su ejecución. Curiosamente, el principal error está en los pilares, en principio de construcción más habitual, cuyo coste es un 149% más, esto es, dos veces y media lo presupuestado, mientras que los cables de suspensión cuestan un 32% más, y el tablero con todos sus accesorios un 35% más. Estos datos evidencian el origen de las discrepancias entre Palacio y Arnodin.

4. Problemas económicos en la explotación

El arquitecto Alberto de Palacio consiguió la concesión para la construcción del puente Vizcaya junto con la aprobación del proyecto por Real Orden de 12 de febrero de 1890. La concesión permitía la explotación del tráfico a través del puente durante 50 años, que fue la duración solicitada por el arquitecto, con arreglo a las tarifas incluidas en el proyecto, es decir, aceptando todas las condiciones solicitadas.

El 7 de abril de 1890, Alberto de Palacio constituyó una sociedad comercial colectiva, denominada «A. de Palacio y Compañía», a la cual cedió todos sus derechos, que comenzó enseguida las obras. Terminada la construcción en julio de 1894, la sociedad se disolvió el 24 de febrero de 1894, constituyendo otra nueva por la misma escritura denominada «Compañía del puente Vizcaya», a la cual cedió todos los derechos y obligaciones de la concesión junto con el puente. La transferencia de la concesión fue aprobada en diciembre de 1894. El motivo fue el desfase financiero —práctica situación de quiebra— originado por el montante total de la obra, superior a las 800.000 Ptas., frente al capital inicial de 300.000 Ptas. El capital de la nueva sociedad fue de 1.000.000 de Ptas.

⁷ Memoria referente a la situación de la sociedad concesionaria del puente «Vizcaya» movable entre Portugalete y Las Arenas. 1895. Manuscrito:5.

De acuerdo con lo manifestado por la sociedad en su «Memoria referente a la situación de la sociedad concesionaria del puente Vizcaya movable entre Portugalete y Las Arenas» de 1895, *ni aún dándose los rendimientos previstos, la explotación del puente no alcanza ni con mucho a cubrir el interés y amortización del capital, como resulta de lo cual, la vida de la empresa había de ser angustiosa y amenazada desde su nacimiento de segura ruina*⁷.

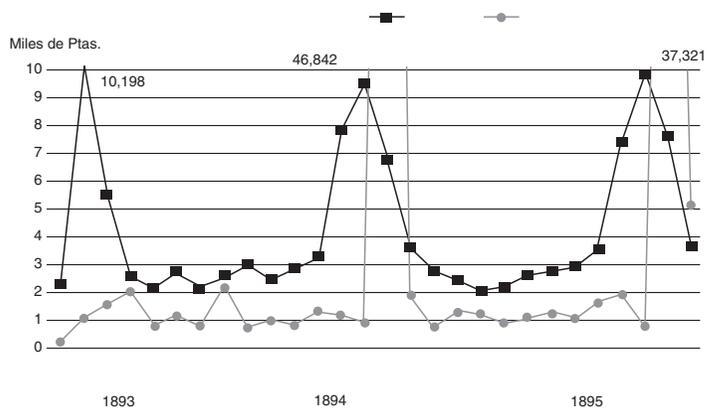
Sin embargo, Palacio y el resto de promotores solicitaron la modificación de tarifas aduciendo supuestos errores de imprenta en la concesión, lo que no fue admitido por la Junta Consultiva de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Para estudiar la modificación de tarifas, la Junta exigió la mencionada Memoria con sus anexos, donde se demuestra el estado financiero de la sociedad y sus causas.

Además de exponer la situación financiera, la Memoria aduce que *Lo patriótico de la obra, su importancia y la gran utilidad que presta al público aconsejan de equidad y justicia la modificación de algunas de las condiciones de la concesión que con manifiesta inexperiencia y buena fe se solicitaron*⁸.

⁸ Memoria, 1895:7

⁹ Construido con los datos de explotación anexos a la Memoria de 1895.

Como se ve en el gráfico de ingresos y gastos de la sociedad⁹, el escaso beneficio mensual obtenido no alcanza para sufragar la amortización y los intereses de los créditos, aún sin tener en cuenta las partidas de reparaciones y mejoras que aparecen concentradas en los meses de septiembre. En cualquier caso, la pauta de los ingresos de explotación, que se triplican en los meses de verano, demuestra claramente la utilización turística del puente.



2
Gráfica

5. Modificaciones tecnológicas introducidas en la reconstrucción de 1939

La noche del 15 al 16 de junio de 1937, ante la inminente llegada de los nacionales, un batallón de ingenieros militares del Ejército del Norte voló los anclajes de la margen derecha. La viga superior, desprovista de sus cables de sustentación, cayó a la ría arrastrando el carro superior de desplazamiento, la barquilla y la maquinaria¹⁰.

El puente fue reconstruido tras la guerra por el ingeniero de caminos José Juan-Aracil, con un proyecto que introducía bastantes cambios sobre el proyecto original. El más importante fue la eliminación de los tirantes de los extremos de la luz en el vano principal, que el autor justificaba por la dificultad que suponía la indeterminación de la actuación conjunta de péndolas y tirantes. Sin embargo, y como el mismo reconocía, eso le obligó a aumentar la inercia de la viga, pasando de dos a tres metros de canto¹¹.

Con eso se alteró el diseño de la celosía principal, que pasó de un sistema roblonado de cruces de San Andrés con tensores rotulados y bielas de fundición, a una celosía Warren de malla ancha. Juan-Aracil también cambió la barquilla, el carretón superior, el sistema de suspensión del carretón y el sistema de continuidad del cable¹². No se puede decir que el puente ganara con los cambios, pero sus dimensiones y simplicidad pueden con cualquier solución aunque sea poco brillante.

6. Documentos originales de la liquidación de las obras y la primera explotación

En el anexo se incluye una transcripción de la memoria del Proyecto de Liquidación del puente Vizcaya y un resumen de las principales cifras del presupuesto. El documento es un cuaderno original de 23x32 cm, en papel cuadriculado, escrito a mano con pulcra caligrafía. Está signado con la inscripción M. 16-64-2-96-3º y firmado por el arquitecto M. Alberto de Palacio en la primera página. Consta de 58 páginas, las 11 primeras contienen una memoria que relata la ejecución de los fiadores o anclajes de los cables, y el resto son mediciones y presupuestos.

El documento contiene varios planos encuadrados conjuntamente con las páginas cuadriculadas, realizados en copiativos azules y firmados por M. Alberto de Palacios, en Bilbao el 30 de noviembre de 1891:

¹⁰ Pérez Trimiño, Alfredo; 2000. *Puente Vizcaya*. El Trasmador de Vizcaya, Vizcaya:37.

¹¹ Juan-Aracil Segura, José; 1941. El puente Vizcaya. *Revista de Obras Públicas*, 1941, 89, tomo I (2716): 324-326

¹² Juan-Aracil, 1941:325.

- Fiador transversal del lado de Bilbao en el muelle de Portugalete
- Fiador transversal en el muelle de Las Arenas
- Plano de la propiedad del Sr. Maturana y situación del fiador en Las Arenas
- Planos de ejecución de los pilares del puente Vizcaya (rotulados en francés)

Junto al cuaderno hay un plano en copiativo beige sobre tela, titulado: Puente suspendido con vehículo movable, fechado en Portugalete, el 20 de diciembre de 1892 y firmado por M. Alberto de Palacio.

13 La carpeta con el cuaderno y los documentos manuscritos fue adquirida en una librería de la cuesta de Moyano en 1978 por el autor, que no tiene constancia de su publicación.

- El cuaderno estaba incluido en una carpeta rotulada¹³:
- Vizcaya, puertos n.º 147
- Construcción del puente colgante entre Portugalete y Las Arenas
- Sociedad «Vizcaya»

que también contenía una Instancia del presidente del consejo de la sociedad Vizcaya al ministro de Fomento en la que solicita una unificación de tarifas de viajeros y una ampliación de la concesión, junto a la que se incluyen varios documentos originales:

- Memoria referente a la situación de la sociedad concesionaria del puente «Vizcaya» movable entre Portugalete y Las Arenas. 1895.
- Certificación del secretario de la sociedad con los términos de la concesión
- Reglamento (impreso) para el servicio de explotación del puente movable entre Portugalete y Las Arenas, aprobado por el Gobierno en R.O. de 12 de febrero de 1890.
- Certificación del secretario que transcribe el reglamento para el conductor
- Certificación del secretario que transcribe el reglamento para los empleados
- Plano original en tela de la barquilla del trasbordador, a escala 1:50, de 2 de diciembre de 1899
- Estatutos de la Compañía del Puente «Vizcaya», impreso en Bilbao en 1894.
- Certificación del secretario con el estado de ingresos desde la fecha de inauguración, 28 de julio de 1893 hasta octubre de 1895.

Anexo: Transcripción de la memoria del Proyecto del Puente Vizcaya y un resumen de las principales cifras del presupuesto, (arquitecto M. Alberto de Palacio).

Historia de las obras de cimentación del puente y de la construcción de sus fiadores

Considerando muy conveniente para facilitar el recuerdo y la comprobación de las obras ejecutadas en la cimentación el hacer su historia, empezaremos por hacer una relación detallada de estas obras determinando al mismo tiempo que su naturaleza y las cantidades de obra, las fechas en que estas fueron ejecutadas.

Los trabajos de replanteo para la ejecución de estas obras se verificaron el día 10 de abril de 1890. Una vez hechos por el contratista los trabajos preparatorios se dio principio a las obras por la parte de Portugalete en el fiador principal.

El día 4 de agosto de 1890 se comenzó al desmonte del terreno en el emplazamiento del fiador principal de Portugalete. Bajáronse las excavaciones hasta el firme compuesto en toda la extensión de la cimentación de peña viva, bastante caliza de la llamada en la localidad cayuela dura. Lavada esmeradamente la peña se cortaron y abrieron en ella bancos y zanjas transversales y oblicuas de manera que se estableciera una trabazón completa con las mamposterías del fiador y se

evitara la posibilidad de un resbalamiento del mismo bajo la acción de los cables de arriostado del puente.

El día 28 del mes de Agosto se procedió a la ejecución de las obras de mampostería, las cuales continuaron sin interrupción digna de tenerse en cuenta hasta su completa terminación que tubo lugar el día 25 de octubre.

Más tarde dimos la orden de ejecutar las obras de raseos de la parte superior del fiador a fin de garantizar (preservar) la fábrica, los cables, tornillos y demás piezas mecánicas alojadas en su interior de la acción perjudicial de las aguas fluviales y de sus filtraciones quedando terminada esta operación el día 27 de diciembre.

Estribación del puente situada en el muelle de Portugalete

Se dio principio a los trabajos de este estribación el día 19 de agosto de 1890 empezando por el desmonte de los pozos del lado de la ría emplazados encima del muro de contención o muelle viejo que linda con la ría.

Según el proyecto éstas debían de tener 1,35 m de diámetro y 7 m de profundidad, pero dada la gran solidez de la vieja construcción se convino en utilizarla previo minucioso reconocimiento.

En efecto se abrieron rozas muy profundas horizontales y verticales las primeras atravesando de parte a parte toda la muralla y las segundas hasta unos 3,10 m de profundidad media en cada uno de los cuatro pozos que le corresponden.

El espesor de la muralla en su cresta superior resultó ser de 4 metros en el centro con una altura de 7 m próximamente.

La estructura de esta antigua muralla es de mampostería de mampuestos calcáreos y algo arcillosos dispuestos en forma de hormigón con morteros de cal grasa admirablemente fraguados.

En su paramento exterior, o sea en sus lindes con las rías tiene sillería muy bien trabada con la mampostería y perfectamente enlazados los sillares entre si, puesto que están concertados y trabados por medio de ranuras y salientes a caja y espiga de tal manera que para desmontarlos es necesario cortar los sillares a cincel.

Este grueso monolito fuertemente ataluzado hacia la ría tiene su base a 0,50 m próximamente debajo de la baja mar equinocial y desde esta profundidad hasta la peña viva hay una distancia media de un metro.

Este espacio está relleno de gruesa escollera trabada por otra menuda que lleva sus intersticios y con la cual mezclada y allanada con hormigón forma la base de asiento de este muro.

Teniendo en cuenta que las presiones normales se transmiten en los muros, según un cono cuya generatriz forma un ángulo 45° con respecto al eje, resultaría que dada la altura del muro de presión de los pilares del puente interesarían a 35 m de muelle cuya superficie mínima sería de 140 m^2 . Considerando una compresión máxima de 400.000 Kg. en esa línea de presiones resultaría una carga en la base del muro de 285 gr. por centímetro cuadrado.

Resulta de las consideraciones anteriores que hay una resistencia excesiva en ese muro lo cual permite utilizarlo para la cimentación del puente sin necesidad de hacer obras complementarias.

En virtud de esto y hechas las rozas verticales de 3.10 m de altura se procedió a su relleno por medio de mampostería, sillería y sillarejo esmeradamente ejecutados. Las obras de desmonte de estos pozos se terminaron el día 10 de Septiembre y su relleno el 20 de diciembre de 1890. La sillería y sillarejo empleados en el paramento de este muro fueron procedentes de Luchana y Durango.

Antes de terminar estos pozos y con fecha de 1^º de septiembre se empezó el desmonte de los cuatro pozos de detrás del muelle de Portugalete dando principio por los señalados en el plano con los números 7 y 8 o sea los que corresponden a Bilbao.

El terreno que se encontró fue de arena limpia procedente de la playa que existía en este punto hasta el año de 1710 en que se encauzó esa parte de la ría construyéndose los actuales.

La naturaleza fluida del terreno tan expuesto a los corrimientos exigió para este trabajo grandes precauciones procediéndose desde luego a una entibación sólida poniendo un tablero estacado en el que las tablas ajustaban perfectamente al tope a fin de evitar que el arena se corriera por las rendijas produciendo peligrosos senos en el interior del terreno.

En esta forma se continuaron las excavaciones hasta la profundidad de 4,50 m en donde apareció una vía de agua de tal consideración que hizo imposible la continuación de todo trabajo por estos procedimientos.

Para continuar el sondaje y el reconocimiento del terreno se puso el día 13 de septiembre un tubo de hierro de 1,43 m de diámetro para proceder al dragado o excavación por el sistema tubular, según el cual se va haciendo la excavación en el interior del tubo, este baja se enchufa otro nuevo por la parte superior y así sucesivamente extrayéndose el agua subterránea por medio de bombas: en esta forma quedó hecha la instalación del pozo n.º 8.

A los pocos días de haber empezado a hacer grandes agotamientos por la extracción de las aguas que venían muy cargadas de arenas se notó que se habían producido grandes senos en las inmediaciones del pozo por cuyo motivo empezó a agrietarse el pavimento del muelle y los muros de contención y cerramiento de las casas inmediatas.

Todo parece indicar que de no atajar el mal inmediatamente el dragado subterráneo de las arenas arrastrada por la corriente de agua hubiera puesto en inminente estado de ruina a las construcciones inmediatas.

En vista de la gravedad del caso se procedió en el acto (22 de noviembre) a rellenar de nuevo el pozo de arena y apisonarla enérgicamente con lo cual pudo evitarse que siguieran produciéndose nuevos corrimientos quedando reducido al hundimiento de algunos metros cuadrados de pavimento que se cubrieron inmediatamente de arena y tierra.

A causa de las grandes dificultades que presentaba el terreno para el establecimiento de la cimentación se decidió el mismo día aumentar la sección de estos pozos hasta 2,50 m x 2,50 m de forma cuadrada procediéndose a una sólida entibación.

De esta manera se bajó la excavación hasta la profundidad de 5 metros donde apareció nuevamente la misma vía de agua y así que pudo notarse que esta pasaba por las rendijas de las tablas arrastrando el arena y reproduciéndose los senos en el terreno se procedió a un relleno parcial de arena fuertemente apisonada en los puntos donde se había iniciado el corrimiento.

Siendo indispensable el llegar con la cimentación al terreno firme cuya profundidad era aún desconocida no hallamos otro procedimiento más práctico que el de clavar pilotes de gran sección. Al efecto se dispuso de una máquina de clavar pilotes cuya maza pesaba 800 kg. y podía producir en su caída golpes de 11 a 12... Kg. sobre la cabeza del pilote.

Mandamos clavar un pilote de prueba para averiguar la profundidad a que se hallaba el terreno firme cuya naturaleza resultó ser de roca.

Obtenida esta profundidad determinamos la longitud media de los pilotes exigiendo además al contratista que estos fueran de un espesor medio de 30 a 40 cm que la madera fuera de haya y recién cortada a fin de trincarla en el terreno con su propia savia: de esta manera resulta incorruptible en el seno del terreno donde la humedad es constante.

Todos pilotes que reconocimos uno a uno y que se clavaron todos en nuestra presencia llegaron hasta la misma peña.

La operación de la hinca fue sumamente difícil y penosa porque los pilotes bajaban verticalmente mientras atravesaban la capa de arena y de guijo pero al llegar a la gruesa escollera se torcían e inclinaban buscando las juntas de las piedras para continuar su camino lo cual ocasionó grandes averías a la máquina.

Después de salvar grandes dificultades se terminó felizmente este trabajo el día 21 de diciembre al cual se había dado comienzo el día 9 del mismo mes.

Terminada la hinca del pilotaje se procedió al afirmado del terreno y a la ligazón de todas las cabezas de pilotes por medio de una capa de hormigón hidráulico de 1 m de espesor cuya operación duró desde el 17 de diciembre hasta el 26 del mismo mes.

Terminado el relleno de hormigón continuó sin interrupción el de la mampostería hidráulica hasta el nivel del pavimento del muelle terminándose la obra el día 27 de enero de 1891.

Fiador transversal situado en el muelle de Portugalete lado de Bilbao

Las excavaciones para la construcción de este fiador comenzaron el día 26 de agosto de 1890.

A la profundidad de 4 metros se dio por terminada esta excavación habiéndose demolido un antiguo muro de mampostería que se hallaba en ese emplazamiento pero en malas condiciones para su aprovechamiento.

El terreno sobre que se funda este fiador es una escollera gruesa muy bien sentada porque está bañada por las aguas en su flujo y reflujó.

El día 11 de septiembre comenzaron las obras de mampostería hidráulica para este fiador al que se agregaron algunos salientes laterales a fin de trabarlo con el inmediato muelle que da a la ría y que es de excelente y sólida construcción.

Estas obras quedaron terminadas el día 22 del mismo mes no quedando para ultimar la obra más que la reposición del pavimento de cemento que se había desecho y que se arregló a principios del mes de mayo.

Terminaba la obra y previas algunas correcciones hechas en las galerías de los cables se tapó la boca del pozo con un tablero de madera colocado al nivel del pavimento general.

Fiador transversal situado en el muelle de Portugalete lado del mar

El día 11 de septiembre de 1890 comenzaron las obras de excavación de este fiador cuyo emplazamiento está en parte ocupado por el muro del muelle.

Se demolió en parte el muelle que resultó estar en inmejorables condiciones para servir de unión y apoyo a la nueva construcción.

Se abrió una caja en el muro rellenándose con mampostería que formaba parte del fiador.

Terminada la excavación comenzó el relleno de mampostería el día 29 de septiembre cuya obra duró hasta el día 8 de octubre del mismo año.

La reparación del cemento de Portland del pavimento se hizo al mismo tiempo que en otro fiador.

Estribación del puente situado en el muelle de las Arenas

El día de 11 de agosto de 1890 comenzó el desmonte correspondiente a los pozos situados en la parte del muelle que da a la ría. Este corresponde a en toda su extensión con el muro de contención ósea el muelle propiamente dicho cuyos morteros están tan perfectamente fraguados que constituyen un monolito que se hubiera desde luego utilizado como base de nuestra cimentación a no haber resultado que los morteros emergidos en el agua estaban tiernos y sin fraguar: estos morteros no contienen más que cales grasas sin mezcla de cal hidráulica.

El resultado de este reconocimiento nos obligó desde luego a derribar (demoler) el muelle pero tal era la dureza de este en la parte que se hallaba fuera del alcance de las aguas que fue necesario emplear la dinamita que se empleó en pequeñas proporciones a fin de no quebrantar el resto del muro cuyo apoyo es para nosotros de gran utilidad.

El día 15 de septiembre se terminó esta excavación a la profundidad de 4,60 m. En esta parte apareció un fuerte emparrillado de madera formado de vigas de roble en perfecto estado de conservación y una escuadría de 0,28x0,28. Estas vigas estaban colocadas en alineación perfectamente regulares y distantes, la primera hilada a 0,50 m y la segunda a un metro de distancia una de otra.

Debajo del emparrillado se halló un grueso pilotaje también de roble del cual cortamos varios pedazos: estos son de un color oscuro, pero también conservados, que pueden servir para obras de ebanistería.

Reconocida la resistencia a la compresión de estos pilotes, resultó ser insuficiente para el caso, debido, seguramente a que la imperfección de los elementos con que los clavaron en remota época no les permitió alcanzar gran profundidad sin llegar desde luego al término firme.

Reconocimos el término por los intersticios del pilotaje llegando en todas partes a la peña con distintas cotas de profundidad.

A fin de asegurarnos más todavía acerca de la naturaleza de este terreno recurrimos a los planos y a la relación de las obras de encauzamiento de la ría en este punto que se remontan al año 1738.

Hallamos perfecta conformidad entre las dimensiones, clase y disposición de los materiales que encontramos (se hallaban) sobre el terreno con los que traían descritos, dibujados y acotados en los referidos planos.

Según la relación de estos documentos se clavaron esos pilotes de roble en el arena y entre ellos se colocaron gruesos bloques de piedra natural algunos de los cuales medían un metro cúbico.

Dícese además que enterrados estos bloques por el efecto natural de las socavaciones del agua se fueron rellenando sucesivamente los intersticios con escollera de la misma clase y cuando se consideró que la base estaba suficientemente sólida se reunieron todas las cabezas de los pilotes con un grueso emparrillado de madera de roble a la altura de baja mar equinocial.

Dados estos antecedentes y la dirección de la peña de Sta. Clara debía pasar está necesariamente por debajo del emplazamiento de los pozos (de nuestra cimentación).

Clara y definitiva la naturaleza del terreno resolvimos llegar a la peña como lo habíamos hecho en la estribación opuesta: es decir clavando

(hincando) gruesos y corpulentos pilotes de haya que llegaron a la peña rompiendo o atravesando la escollera.

No se nos oculta desde luego que algunos pilotes pudieran caer en el centro de algún grueso bloque bien asentado y que no pudiera ni partirlo ni desviarlo. Pero como quiera que se descargaban sobre el pilote golpes de intensidad enorme y como que por otra parte a esa profundidad no son ya de temer las socavaciones producidas por el agua, si el golpe de la masa era soportado por el pilote sin hundirse constituía desde luego un excelente punto de apoyo.

La hinca de este pilotaje resultó también sumamente penosa y difícil alcanzando profundidades variadas desde 1,45 m a 10,53 m.

De esta manera aunque a costa de grandes dificultades se alcanzó en todas partes el firme absoluto constituyendo una excelente cimentación (base para el cimiento).

El día 21 de febrero quedó terminada la hinca de los pilotes en los pozos correspondientes al muelle del lado de la ría y designados en el plano con los números 1, 2, 3 y 4.

A medida que se iba terminando la hinca en cada pozo se cortaban todas las cabezas a igual altura y se echaba una capa de hormigón encima de 1,10 m de espesor apisonándola cuidadosamente.

Continuaron seguidamente la ejecución de las mamposterías hidráulicas en los cuatro pozos quedando terminados hasta el nivel del muelle el día 19 de marzo.

Antes de terminar las obras anteriores y simultáneamente con ellas se procedió al reconocimiento de los cimientos de los pozos de la parte de tierra.

Al efecto se colocó para el sendero un tubo de hierro de 1,30 m de diámetro y 3 m de altura.

A la profundidad de 4 metros aparecieron gruesos bloques de una antigua escollera llamada la «jijonera» cuya extensión es muy grande.

La presencia de esta escollera hizo imposible el empleo de tubos de tan pequeño diámetro habiendo adoptado para los tubos de esta cimentación el diámetro de 3,20 m a fin de poder emplear en su interior la dinamita y colocar los aparatos para la extracción de gruesos bloques.

El día 17 de noviembre se empezaron a remachar las chapas de los tubos de 3,20 m de diámetro en cuya operación se invirtió todo el mes de Diciembre.

El día 15 de febrero quedó terminada la excavación de estos pozos hasta 4 metros de profundidad y el 24 del mismo mes empezó la hinca del pilotaje por el pozo n.º 8 continuando sin interrupción hasta su término el día 23 de marzo de 1891.

Inmediatamente se procedió al relleno de hormigón y de mampostería hidráulica que se terminó el día 30 de abril.

Debemos hacer notar que existiendo una diferencia de nivel de 1,21 m entre los muelles de Portugalete y Las Arenas y no admitiendo la Superioridad el que adoptamos el nivel más bajo que hubiera obligado a cortar y desnivelar el muelle de Portugalete fue necesario elevar el muelle de las Arenas de 1,21 m hasta dejar completamente nivelado ambas orillas. Estas obras complementarias se ejecutaron en los meses de Junio y Julio.

Fiador transversal situado sobre el muelle de Las Arenas lado del mar

El día 9 de octubre de 1890 dieron principio los trabajos de excavación para este fiador.

Las obras hechas en este fiador no presentaron dificultades de ninguna especie, hecha la excavación que fue toda ella en arena se rellenó de mampostería terminándose esta operación el día 8 de noviembre y la del arreglo del pavimento del muelle a fines de abril de 1891.

Fiador transversal situado sobre el muelle de Las Arenas lado de Bilbao

Al hacer el replanteo para el emplazamiento de este fiador se vio que este venía a obstruir la rampa de bajada del muelle por la cual se alejó su emplazamiento hasta el punto en que hoy se halla construido.

Este nuevo emplazamiento coincide en toda su extensión con el macizo del muelle en el cual bastaba abrir una galería para fijar en ella el amarre.

Comenzó la apertura de la galería el 13 de noviembre de 1890 quedando todo completamente terminado el 13 del mes siguiente.

Fiador principal situado en Las Arenas

Se hizo el replanteo del emplazamiento de este fiador el día 24 de junio de 1891. Acto seguido se hizo el desmonte del terreno que resultó estar

compuesto de una ligera capa vegetal cubriendo a una gruesa capa de arena fina, debajo apareció un terreno sumamente duro y compacto.

Como el terreno firme se hallaba a gran profundidad fue necesario recurrir a la hincas de pilotes. Empezó esta operación el día 6 de julio terminándose el 28 del mismo mes y se alcanzó el terreno firme a distintas profundidades siendo la mínima de 3,20 m y la máxima de 5,45 m con relación al nivel de la capa de agua subterránea.

Terminado el pilotaje se echó una capa de hormigón hidráulico de 0,50 m de espesor dándose principio a las obras de mampostería el día 7 de agosto y terminándose el 20 de octubre de 1891.

Resumen general de las obras y de cimentación ejecutadas

Resumen general de las obras y de cimentación ejecutadas	Cubicaciones
Estribaciones de Portugalete y las Arenas	501,26 m ³
Movimiento de tierras	847,83 m ³
Derribo de mamposterías viejas	14,12 m ³
Id	7,63 m ³
Hormigón	48,83 m ³
Pilotes	520 m ³
Mampostería hidráulica	1756,38 m ³
Sillería nueva	38,18 m ³
Id viaje	3,59 m ³
Revestimiento de cemento de Zumaya	217,29 m ³
Relleno de tierras	301,85 m ³
Pavimento de cemento de Portland	109,46 m ³

Resumen de la liquidación general

	Presupuesto	Ejecución	Diferencia
I. Obras de fábrica	39.671,70	95.012,30	55.340,60
II. Parte metálica	265.972,36	447.401,04	181.428,68
Pilares	70.239,20	175.222,60	104.983,40
Cables	86.563,10	114.722,40	28.159,30
Tablero	100.205,06	135.802,39	35.597,33
Resto	8.965,00	21.653,65	12.688,65
III. Carpintería de armar	1.576,80	1.326,80	-250,00
IV. Motor	15.000,00	25.374,18	10.374,18
V. Pararrayos		353,90	353,90
VI. Trabajos por administración		4180,95	4.180,95
Totales	322.220,86	573.649,17	251.428,31