

MADRID, 1.º DE ABRIL DE 1880.

TOMO XXVIII.

NÚM. 7.º

SUMARIO.

Ría de Bilbao. Obras de reforma de la vuelta de Elorrieta, por D. E. de Churrua.—Ferro-carril de Madrid á Ciudad-Real.—Situación de los ferro-carriles en 1.º de Enero de 1880 (continuación).—Parte oficial.—Subastas.—Noticias varias. Personal.—Suelos.

RIA DE BILBAO.

OBRAS DE REFORMA DE LA VUELTA DE ELORRIETA (1).

Láminas 92 y 93.

Constituida la Junta de Obras del puerto de Bilbao á fines de 1877, fué su primera atención, en cumplimiento de lo terminantemente dispuesto en la Real orden de 19 de Noviembre de 1872, estudiar y elevar á la superior aprobación el proyecto de mejora de la vuelta de Elorrieta, que, según en aquella se expresaba, *era el paso más peligroso de la ría*.

Verdad es que, á consecuencia del rápido desarrollo que la industria minera ha tenido con posterioridad á aquella fecha, quedaba reducida á un orden secundario la necesidad de la expresada obra respecto de las que tiendan á mejorar la barra, toda vez que siendo éstas de utilidad general, aquella sólo aprovecha á los buques que remontan agua arriba de Elorrieta, que en el día apenas llegan á la sexta parte de los que, dedicados al tráfico minero, quedan agua abajo; pero no obstante, tanto por dar cumplimiento á la indicada Real orden, como por la circunstancia de que en la época que tomé posesión de mi cargo (27 de Noviembre de 1877) no era posible practicar los estudios de la barra hasta muy entrada la primavera, procedí seguidamente á completar los datos de campo de la expresada vuelta, tomados algun tiempo antes por los Ingenieros de la provincia, y á redactar el proyecto correspondiente.

La vuelta de Elorrieta se halla situada al pié del monte Cabras, á mitad de distancia próximamente entre Bilbao y Portugalete, y por ella tienen que

pasar los buques que suben á los fondeaderos de Bilbao, Olaveaga y Zorroza. Basta examinar el plano que acompañamos (lámina 92) para darse cuenta de los peligros que á la navegación debe ofrecer tan rápida curva, donde puede decirse que el cauce tuerce en ángulo recto, presentando un violento recodo, que en la margen derecha apenas alcanza á 180 metros de radio. Así es que los buques que por allí pasaban varaban con frecuencia al dar la virada sobre las rocas que asoman al pié del expresado monte, y muy especialmente si navegaban contra la corriente de la marea; pues en estas condiciones podían gobernar con dificultad, y les era preciso recurrir á menudo á los amarraderos hincados al efecto en la margen izquierda, á fin de poder volver.

Desgraciadamente, la formación geológica de esta margen no permitía, económicamente hablando, una verdadera rectificación de tan peligrosa curva; pues exceptuando la vega baja, que defendida por diques de tierra de la invasión de las mareas forma la parte más saliente de ella, la cual procede de aluviones modernos de carácter arcilloso fangoso, el resto de los terrenos de la margen izquierda lo constituyen una vega elevada de dos ó tres metros sobre la anterior y compuesta de una capa de arcilla y gruesos aluviones, debajo de la cual, á pequeña profundidad, se encontraba la roca calizo-arcillosa que constituye aquella formación. Era, pues, preciso reducir al mínimum posible el volumen de excavación en roca, no tanto por la parte que habría que desmontar encima del nivel de bajamar, como por lo que resultase debajo del mismo nivel, pues sabido es lo extraordinariamente que suben los gastos de desmonte en tales condiciones.

Con tal objeto se estudiaron detenidamente dos soluciones: una adoptando para la margen derecha una curva de 700 metros de radio, según se propuso en un ligero anteproyecto aprobado por la citada Real orden, y la otra fijando aquél en 510 metros; cuyos presupuestos detallados se acompañaron al proyecto, que fué sometido á la superior aprobación, en el cual se hizo también una aproximada valuación de la solución rectilínea, para comparar debidamente una y otras.

El presupuesto de esta última excedía de cuatro

(1) Accediendo gustoso á una invitación de la Redacción de LA REVISTA, presento esta ligera reseña de las obras de mejora de la vuelta de Elorrieta, aunque creo hubiera sido más conveniente esperar hasta la terminación de las mismas.

millones de pesetas; el de la curva de 700 metros de radio alcanzaba á 1.678.446 pesetas, mientras que con el radio de 510 metros era de 1.475.646 pesetas; pero es de observar que en ninguna de estas cifras se tienen en cuenta las expropiaciones, las que crecen con el radio de dicha curva, siendo notablemente mayores en la solución rectilínea; cuya circunstancia era muy de tenerse en cuenta, aquí donde los terrenos de la margen de la ría han costado á cerca de 4 pesetas el metro superficial en las expropiaciones que para esta obra ha habido que efectuar.

La Superioridad, de acuerdo con lo que se proponía en la Memoria del proyecto, aceptó la solución de 510 metros de radio, que siendo la más económica, era muy suficiente para llenar las necesidades de la navegación; con tanto más motivo, cuanto que además de esta obra hay que ejecutar otras de mucha mayor importancia y necesidad en la embocadura de la ría, así como es de precisión el completar el encauzamiento de ésta y verificar un dragado general; todo lo cual exigía que se redujeran en lo posible los gastos de la obra de que se trata.

En 2 de Julio de 1878 recayó la Real orden de aprobación del proyecto, y sin pérdida de tiempo se anunció la subasta de las obras, que tuvo lugar el 12 de Agosto, adjudicándose entre las diez y nueve proposiciones presentadas al mejor postor D. Pedro Hormaechea, por la cantidad de 1.106.000 pesetas.

El plano que se acompaña (lámina 92) da á conocer la forma del nuevo cauce, que en la mayor parte de la margen derecha presenta, como hemos dicho, una curva de 510 metros de radio, la cual arranca agua arriba tangencialmente á la margen antigua, mientras que agua abajo se enlaza á ella por medio de otra alineación intermedia. La margen izquierda afecta una curva continua de 412 metros de radio, pero no concéntrica á la anterior, toda vez que la distancia de ambas va aumentando hacia abajo.

El ancho del nuevo cauce en su origen agua arriba es de 100^m,10 al nivel de bajamar, y va aumentando gradualmente hacia abajo á razón de 6^m,88 por kilómetro. Estas dimensiones fueron determinadas teniendo en cuenta el ancho que afecta la ría entre los muelles de Bilbao, cerca del puente de Isabel II, y el que tiene á la desembocadura, cuyos extremos distan cerca de 13 kilómetros (1).

(1) Al verificar el replanteo se trazó la curva interior de 412 metros, y la exterior se fijó trazando diez y seis radios de aquélla y dándole á cada uno de longitud el ancho cor-

El expresado aumento progresivo rige hasta la terminación de la curva de la margen derecha, pues en adelante el cauce proyectado abre más todavía, á modo de bocina, con el principal objeto de que la boca inferior tenga toda la posible amplitud para facilitar la propagación de la onda de la marea hacia agua arriba á expensas de la parte que inútilmente se distrae por el cauce del río Cadagua, que tiene allí su confluencia. Es de advertir que con la forma que presentaba el cauce antiguo del Nervion en la vuelta de Elorrieta, la onda de la marea encontraba para su propagación hacia agua arriba mucho más directo el cauce del Cadagua, de modo que al subir por aquél perdía fuerza viva y algún caudal de agua, que por la mejor disposición de este último ingresaba en él á expensas del río principal; cuya circunstancia convenía á toda costa invertir para mejorar las condiciones de la ría de Bilbao, á lo cual tiende la forma de embocadura que se ha adoptado.

La profundidad que fijamos para el nuevo cauce es de 4^m,50 respecto á bajamar de aguas vivas, la cual es muy suficiente para las necesidades de la navegación en esta parte de la ría. Bueno fuera que aquélla se extendiera por igual en todo el ancho del cauce proyectado, pero como esto exigiría en la margen izquierda costosos desmontes en roca por debajo del nivel de bajamar, hemos proyectado, arrimada á ella, una banqueta de 25 metros de anchura, que sólo tiene un metro de profundidad en bajamar de aguas vivas; de modo que la de 4^m,50 alcanza al ancho restante, que tiene más de 75 metros al nivel de bajamar y más de 60 metros contados en el fondo. Estos últimos anchos son muy sobrados para la navegación y mucho mayores que los que ántes ofrecía la ría en aquella parte, donde puede decirse que la canal navegable en bajamar no pasaba de 35 metros. Además, la propagación de la marea podrá efectuarse en todo el ancho del cauce, las gabarras, lanchas, etc., podrán navegar á todas horas por encima de la banqueta, y de media marea en adelante, que es cuando se mueven los buques en la ría, podrán también verificarlo por encima de ella todos los que remontan á Olaveaga y Bilbao.

La economía que el establecimiento de la expresada banqueta produce es de 21.931 metros cúbicos de desmonte en roca debajo de bajamar y 34.019 de

respondiente del cauce, según la regla indicada; de modo que la curva que une estos puntos viene á ser en realidad una rama de espiral, que no difiere sensiblemente del arco del círculo cuyo radio es 510 metros.

dragado, que á los precios de presupuesto, y sin contar otras obras que tambien se economizan, importan por ejecucion material 382.035 pesetas y 446.981 para el presupuesto de contrata. Es de observar que en la solucion de la curva de 700 metros de radio la economía obtenida por la banqueta resultaba todavía mayor, pues por ejecucion material importaba 535.196 pesetas y 626.179 para el presupuesto de contrata, no obstante lo cual la que se ha adoptado resulta bastante más económica, segun ya se ha indicado. Debemos advertir, ademas, que si bien la roca no asoma en toda la extension de la nueva margen izquierda, desde el momento en que en su parte de agua arriba obliga aquella á dejar la banqueta expresada, no habia razon para no dejarla en la longitud restante del cauce, por cuyo motivo aparece, como se ha dicho, no sólo disminucion en el desmonte en roca, sino tambien en el dragado.

La solucion que queda descrita, si bien está léjos de ser perfecta, llena por completo las necesidades de la navegacion, con un coste relativamente moderado; siendo de observar que agua arriba hay varias curvas de menor radio, donde los buques no encuentran dificultades, á pesar que la canal navegable es de bastante menor anchura que la proyectada.

Las principales cantidades de obra que en el presupuesto figuran son las siguientes:

- 307.631 metros cúbicos de dragado en arcilla y fango.
- 100.862 metros cúbicos de excavacion ordinaria en tierra.
- 16.020 metros cúbicos de excavacion en roca encima de bajamar.
- 9.134 metros cúbicos de excavacion en roca debajo de bajamar.
- 90.884 toneladas de escollera.
- 5.019 metros cúbicos de revestimiento ó empedrado de taludes.
- 3.700 metros cúbicos de mamposterias de diferentes clases.
- 465 metros cúbicos de sillería labrada ó destastada.
- 200 metros cúbicos próximamente de madera en pilotes, tablestacas, etc.

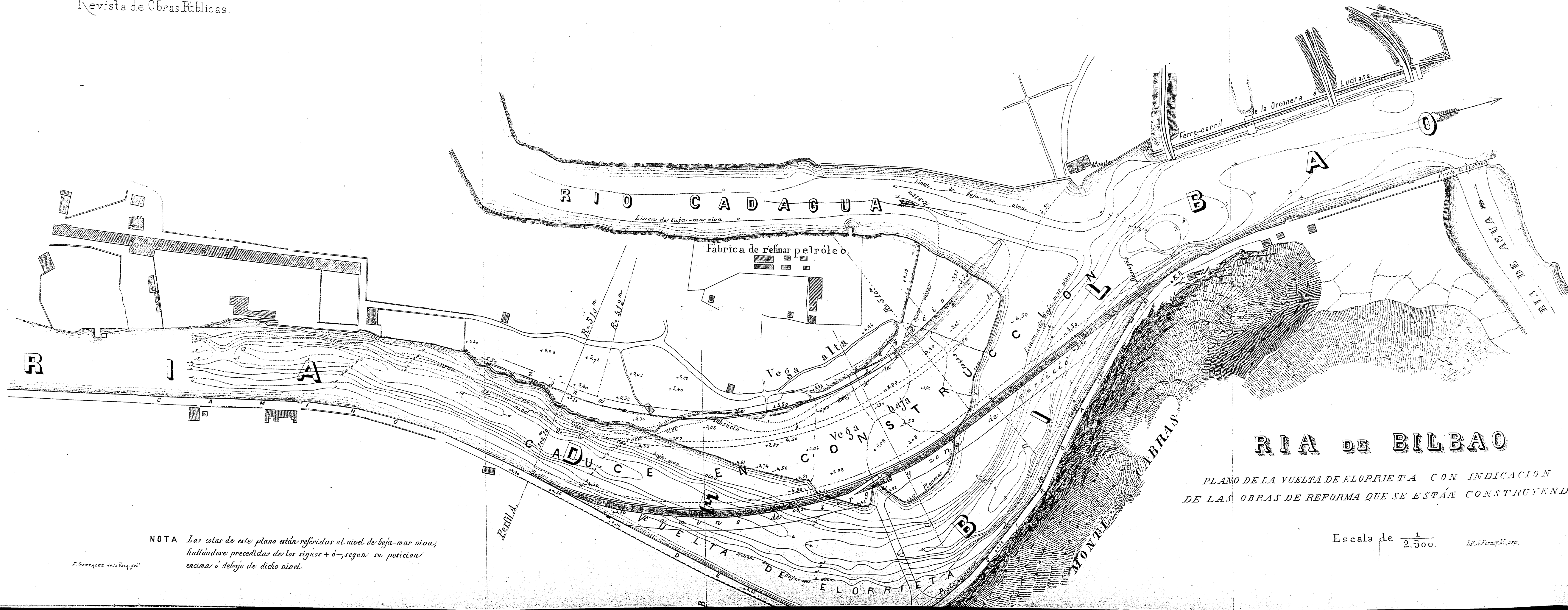
Dadas las ideas generales que anteceden, pasamos á ocuparnos del sistema de construccion propuesto y aprobado para el establecimiento de las márgenes del nuevo cauce.

Empezando por la margen izquierda, hay dos partes que distinguir en ella: la una donde la roca

del subsuelo se encuentra encima ó á pequeña profundidad respecto de bajamar, y la otra, donde esta profundidad es grande. En el primer caso no habia género de duda que el mejor medio para formar la margen era el establecimiento de un muro de mamposteria cimentado sobre la roca y en cuya construccion se utilizase la piedra procedente del mismo desmonte de la margen, ya que no en el paramento, por ser de calidad inferior, en todo el resto de su espesor. En el segundo caso variaba la cuestion, pues los gastos de cimentacion de un muro son tan grandes desde que la roca llega á estar á unos 6 metros de profundidad respecto de bajamar, que habia que adoptar otro sistema. Es de observar que por el carácter arcilloso del terreno eran poco de temer las filtraciones, de modo que la dificultad más bien que en los agotamientos estribaba en tener que practicar excavaciones en un subsuelo en estado pastoso semifluido, á no adoptar otro procedimiento de cimentacion que hubiera sido tambien costoso. Fundados en esto, adoptamos para esta parte el sistema de cortar la tierra con un talud de 3 de base por 2 de altura y revestirlo con piedra en seco, defendiendo el pié de este revestimiento con un pequeño prisma de escollera colocado sobre la banqueta.

Volviendo al primer caso, debemos añadir que el perfil del muro adoptado tiene $\frac{1}{2}$ de talud exterior y vertical por el lado de las tierras, que, como se sabe, sigue en economía á los perfiles con desplome interior, que por varias consideraciones no creimos conveniente proponer. Su paramento es de mamposteria careada, fabricada con piedra procedente del monte Axpe, y el resto con piedra del desmonte, teniendo en la coronacion una hilada de silleria. En el proyecto se presentaron los perfiles correspondientes á las alturas diversas que pudiera tener el muro, con arreglo al perfil de la roca de fundacion, habiéndose calculado todos ellos para resistir, ademas del empuje de las tierras, el de una sobrecarga accidental de 1.500 kilogramos por cada metro cuadrado de superficie de la zona de servicio, y tomando para coeficiente de estabilidad 1,80.

Al redactar el proyecto, se creyó, por el exámen hecho de las rocas que asoman en el cauce, que éstas serian de regular resistencia, y por tanto, que bastaria enrasarlas por escalones para poder fundar sobre ellas; pero al proceder á la ejecucion y descubrir la capa superior de aluviones, se ha encontrado la roca tan sumamente descompuesta, que ha sido preciso desmontarla mucho para asentar bien el muro.



RIA DE BILBAO

PLANO DE LA VUELTA DE ELORRIETA CON INDICACION DE LAS OBRAS DE REFORMA QUE SE ESTÁN CONSTRUYENDO.

Escala de $\frac{1}{2.500}$.

Lt. A. Ferraz M. de R.

NOTA Las cotas de este plano están referidas al nivel de baja-mar viva, hallándose precedidas de los signos + ó -, según su posición encima ó debajo de dicho nivel.

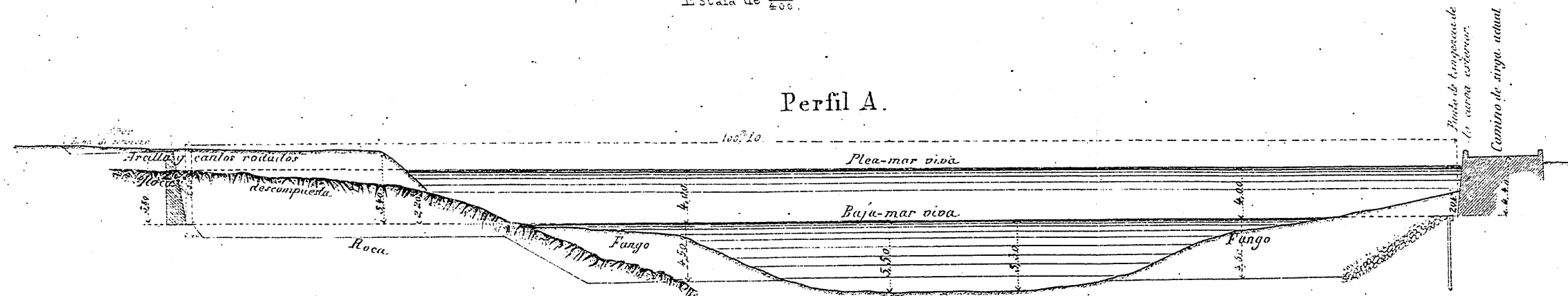
RIA DE BILBAO

PERFILES TRASVERSALES DE LAS OBRAS DE REFORMA DE LA VUELTA DE ELORRIETA.

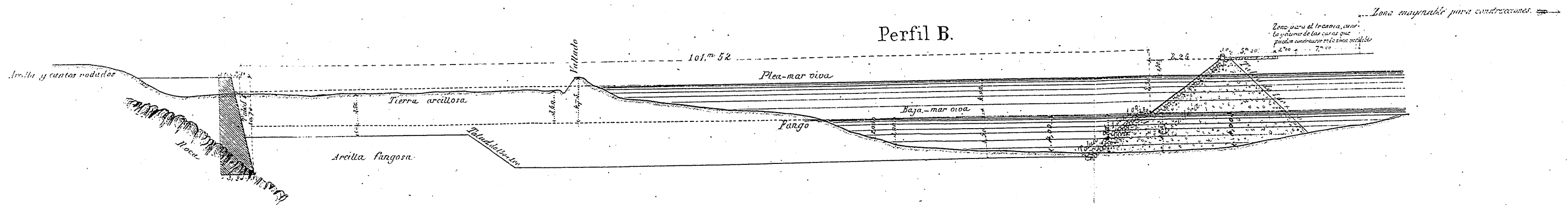
Escala de $\frac{1}{400}$.

3ª Serie Lam. 93.

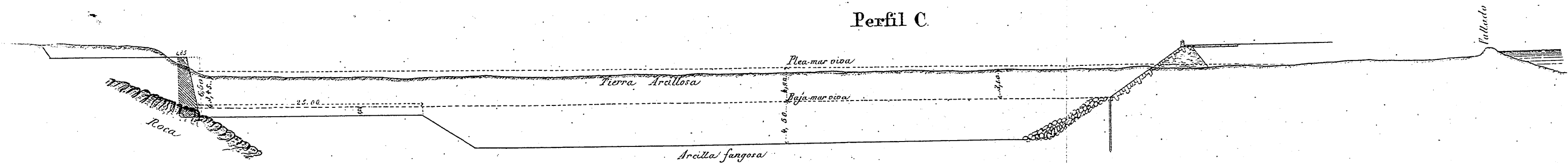
Perfil A.



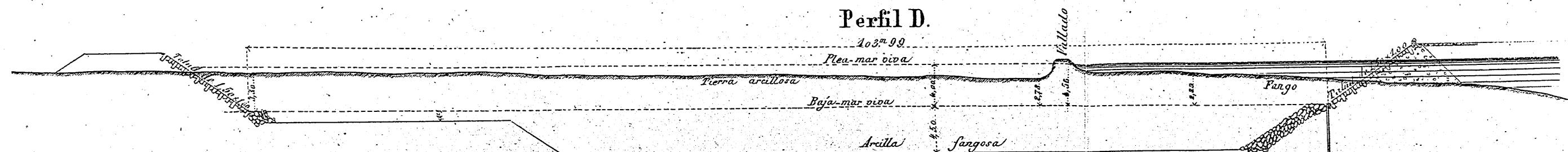
Perfil B.



Perfil C.



Perfil D.



Nota: Las líneas de plea y baja-mar que figuran en estos perfiles y plano correspondiente son las máximas observadas durante el tiempo que se tomaron los datos de campo que corresponden a una amplitud de marea de 4.50. En las mareas equinociales la amplitud es de 4.50 y en las mínimas de cuadratura 1.36.

las grandes avenidas no llegue el agua á la carretera, como sucede hoy algunas veces en la vuelta de Elorrieta, donde la rasante varía de 0^m,40 á 1 metro sobre dicho nivel, por lo cual la vertiente de los terrenos que se ganan á la ría ha de estar inclinada necesariamente hácia la parte donde se construye la alcantarilla.

(Se continuará.)

FERRO-CARRIL DE MADRID Á CIUDAD-REAL.

INAUGURACION DE LA ESTACION DEFINITIVA EN MADRID.

Con gran solemnidad tuvo lugar el 30 de Marzo próximo pasado la inauguracion de la estacion definitiva de Madrid, correspondiente á la línea directa de Madrid á Ciudad-Real, á cuyo acto asistieron SS. MM. y AA. RR., el Gobierno, autoridades de Madrid y gran número de personas distinguidas.

La construccion de esta estacion, cabeza principal de las líneas de la Compañía de Ciudad-Real á Badajoz, ha estado á cargo de los Ingenieros de la Empresa D. Emilio Cachelievre, Jefe, y el Sr. Calleja, y ha sido inspeccionada por los Ingenieros de la Division de Ferro-carriles del Oeste D. Bonifacio Espinal, Jefe, y D. Enrique Ulierte y el Ayudante D. Enrique Verdú.

La extension total ocupada por esta magnífica obra es de 11.000 metros cuadrados; la nave central tiene una longitud de 170 metros, una latitud de 35 y una altura máxima de 22,50 metros.

De sus muros laterales, y á una altura de 12 metros, arrancan 18 formas metálicas en arco, espaciadas á 10 metros, sobre las cuales descansa la cubierta, afectando la construccion un aspecto análogo al de la galería de máquinas de la última Exposicion de París. En los muros laterales, y á ocho metros de altura, se han practicado las aberturas necesarias para dar suficiente luz al espacio cubierto. El ancho de la nave central se halla ocupado por cinco vías, dispuestas de tal modo que puedan entrar á la vez cinco trenes, compuestos cada uno de veinte carruajes, como en efecto entraron el día de la inauguración, encontrándose todos debajo del espacio cubierto.

Los trenes que se formaron en dicho día eran: un express, un correo, un mixto, uno de mercancías y otro de balasto; cuyas locomotoras, engalana-

das con sumo gusto, ofrecian un aspecto magnífico.

El vestíbulo ocupa una gran extension: afecta la forma de un rectángulo de 40 metros de longitud y 20 de anchura, encontrándose perfectamente emplazados los despachos de billetes y de equipajes, así como la entrada á las salas de descanso, dispuestas con arreglo á los adelantos modernos.

El montaje de la parte metálica de la obra ha estado á cargo de la casa Fives-Lille; habiendo llenado perfectamente su cometido M. Vaseille, comisionado para hacerle por la casa ántes citada.

La obra, bajo el punto de vista de la construccion, se halla en perfecta consonancia con el objeto á que se destina, tanto bajo el punto de vista de la distribucion como bajo el de la conciliacion de la economía y el buen gusto; habiéndose sacado todo el partido posible de los materiales de que se halla construida, y ofreciendo el conjunto un aspecto bellísimo, que aún sería mejor si las circunstancias locales hubieran permitido hacer el emplazamiento en un terreno más elevado.

En la Junta general de la Sociedad Electro-técnica de Berlín, el Dr. Werner Siemens propuso la construccion de una red de ferro-carriles eléctricos para trasportar los viajeros procedentes de las estaciones del camino de hierro metropolitano de Berlín á diferentes puntos de aquella capital.

Los ferro-carriles serán aéreos, y el motor de los carruajes la nueva máquina dinámica ideada por Siemens y perfeccionada por uno de los principales ingenieros de la Sociedad Electro-técnica. Esta máquina se ensayó el año último en el ferro-carril eléctrico de la Exposicion industrial de Berlín.

Segun dice el mismo Siemens, la traccion será tan económica, que cinco pasajeros por viaje dejarán ya una ganancia á la Compañía que explotó los ferro-carriles de que se trata.

Se fabrican en Alemania mechas de hilo de cristal para lámparas. Con estas mechas se consigue que el aceite de petróleo y el alcohol suban á la luz con más regularidad, y que las lámparas puedan ser manejadas con menos peligro.

A llama igual, las mechas de cristal emiten una luz más pura y más clara que las de algodón, exhalan un olor menos desagradable, consumen menos combustible, y dan en las lámparas de alcohol un calor más intenso y una llama más tranquila.

El día 21 de Junio próximo tendrá lugar en el Ministerio de Fomento la subasta de la concesion del ferro-carril de Lináres á Almería.