

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

OBRA DE FÁBRICA PARA LAS CARRETERAS PIRENAICAS ⁽¹⁾

POR

D. MANUEL DIZ Y BERCEDONIZ

Ingeniero Jefe de Caminos, Canales y Puertos.

(CONCLUSIÓN)

Badenes.

Son éstas, obras defectuosas que deben evitarse siempre por la molestia que ocasionan al tránsito rodado, y por que en último extremo no resultan económicas; pero en algunas ocasiones, muy raras, resultan la única solución práctica para el paso de las arroyadas.

Enemigos de proyectarlos, pero encontrando algunos contruídos, se han reformado con arreglo al modelo, cuyos planos acompañamos á esta Memoria que puede servir como tipo.

En corte transversal tiene una pendiente del 7 por 100 que, aunque parezca fuerte, no produce incomodidad al tránsito, porque es precisamente la inclinación que toma un vehículo que tenga una rueda en el eje de la carretera y otra en el mordiente, en firme recientemente consolidado. Así no hay disminución en la pendiente ni en la sección, ni tampoco, por tanto, en la velocidad.

El perfil longitudinal del badén se forma con una pendiente y una rampa al 7 por 100, también unidas por una curva circular, con lo que se consigue que no resulte mayor inclinación que la indicada, mientras que en los en arco de círculo llega al 20 por 100, y que no haya cambio brusco de rasante, sino uno ordinario, y no de los más pronunciados.

Empedrada la superficie de rodadura, así como el cauce aguas-arriba, primero con todo el ancho de la obra y después disminuyendo, pero siempre con la pendiente del 7 por 100; sostenido aguas-abajo por un murete de 2 metros de altura en el eje y de 1,10 metros de espesor medio y protegido el desagüe con escollera para evitar erosiones en la caída del agua, se completa una obra, no económica, pero que puede prestar grandes servicios en los especiales casos en que está indicada.

(1) De la Memoria presentada al Congreso de la Asociación Española para el progreso de las ciencias.

Tajeas.

Presentamos dos tipos, elegidos al azar entre los muchos proyectados, pues claro está que obedeciendo al criterio que hemos dicho varía el dibujo según el perfil transversal del terreno en el emplazamiento y la importancia del accidente.

El primero tiene 1 metro de luz y 1,10 de altura, con pendiente longitudinal de 10 por 100, que es la misma que tienen las tapas, terminando sin imposta en las aletas. La solera del encachado se prolonga aguas-arriba, según un arco de círculo para formar el pozo de fábrica de 2 metros de longitud y cuya anchura va aumentando hasta alcanzar dicha dimensión. Así esta forma abocinada, aumenta la velocidad del agua al paso por la obra y favorece el de los arrastres.

Un pequeño muro de pie y escollero de defensa contra las erosiones termina la obra.

La inclinación del cañón debe ser la mayor posible, y cuando la configuración del terreno no permite más que límites muy bajos, se ha de enlucir el encachado alisándole, dándole forma curva, al fondo, constituyendo un semitubo que favorezca y facilite la salida.

El segundo tiene un metro de luz y altura, abierto en roca y sin cimient, con el pozo de forma curva excavado también en la peña.

La pendiente longitudinal del cañón es al 28 por 100.

El tercero es análogo al primero, pero emplazada la obra en un terraplén de gran caída, la inclinación del cañón llega al 48 por 100, y la línea de las tapas se quiebra, próxima á la salida, según una horizontal, sirviendo estas losas de apoyo y sostén á las superiores, resultando así la boca de aguas-abajo con una altura de 2,20 metros. El cimient es corrido en todo el ancho de la obra para dar mayor resistencia y estabilidad al conjunto.

Alcantarillas.

El tipo que describimos es con muros en el frente de aguas-abajo de 3 metros de luz y bóveda de medio punto. El encachado tiene pendiente del 50 por 100 y se prolonga aguas-abajo en forma abocinada hasta la orilla del río, en que termina apoyándose en un murete de defensa.

El cubo es de planta cuadrada 3 por 3 metros formado por muros de 0,60 metros de coronación. Su sección, según el eje de la obra, una curva circular tangente á la vertical y á la línea del zampeado.

Pasos superiores.

Al pretender que los barrancos de gran pendiente pasen por debajo de la explanación, necesariamente hay que quebrar aquella produciendo un cambio brusco que no es más que un depósito de arrastras, y cuando entre éstos vienen grandes cantos rodados, verdaderos bloques hasta de 1,50 metros cúbicos de volumen, no se puede pensar en pasos inferiores por grande que sea su desagüe. Esto sucede en algunos casos con que hemos tropezado; los barrancos, verdaderos escurrideros de rocas tienen pendientes hasta del 50 por 100, los cantos que por ellos acarrean las aguas son enormes y caerían á plomo sobre la vía.

La solución adoptada es conservar en todo lo posible á la arroyada, la inclinación de su cauce y hacerle pasar por encima de la carretera sobre una bóveda de 4 metros de longitud y 5,50 de luz, apoyada sobre dos estribos de 2,70 metros de altura con talud, que reducirá á 5 metros el ancho de la caja.

Sobre esta bóveda se apoyan dos muros que forman tímpanos y que se prolongan aguas-arriba á buscar el barranco con la mayor inclinación posible, y sobre el terraplén interior el fondo de la cubeta que ha de dar paso á las aguas y arrastres, y que se completa con dos muros longitudinales de 2 metros de altura, 0,60 en la coronación y 1,10 en la base.

El cauce tiene, pues, forma trapezoidal de 2,00 metros de alto, 1,80 en el fondo y 2,80 en la parte superior, y se termina, como siempre, con un escollerao. Los planos adjuntos tienen todos los detalles de esta obra, que ha de prestar grandes servicios.

Grupos de arcadas.

En dos grandes tramos, entre Gerri y Sort, atraviesa la carretera unos enormes bancos arcillosos, de tal naturaleza, que muy duros para la excavación se agrietan, trituran y pulverizan en cuanto quedan expuestos á la acción del sol y de los agentes atmosféricos, disolviéndose después con las lluvias, constituyendo masas de consistencia pastosa que se deslizan hasta el río, tomando taludes del 3 por 1 y aun menores.

Construida la carretera en estos tramos fué barrido por completo el terraplén con las primeras aguas de la gran avenida del otoño de 1907, produciéndose después nuevos corrimientos y deslizamientos de masas arcillosas.

En terreno de tales condiciones no es posible resolver el problema de hacer una carretera permanente y viable por los métodos ordinarios de muros de sostenimiento y contención; aquéllos habían de tener gran altura, llegar á la rasante y estar fuerte y profundamente cimentados, y los segundos, aun haciéndolos de grandes espesores, no resistirían el empuje de los enormes volúmenes de materiales semifluidos que en las épocas de lluvias lanzará continuamente la ladera, de modo que las cunetas estarían continuamente obstruidas y la explanación ocupada por grandes desprendimientos. Además, la necesidad de dar pronta y fácil salida á las aguas exigiría la construcción de muchas obras de fábrica, con fuertes pendientes, que habría que anclar también de modo firme en el terreno, obras siempre obstruidas por precauciones que se tomarasen.

En resumen, no es esta solución ni técnica ni económica.

La que se ha adoptado parece absolutamente justificada y satisfactoria. Consiste en llevar la explanación en el aire por medio de bovedillas apoyadas en estrechas pilas fuertemente hincadas en el terreno.

La explanación queda así por completo separada de la ladera, los productos de su descomposición, los arrastres y las corrientes de arcillas semifluidas en lluvias torrenciales, todo lo que hoy dificulta é impide en ocasiones el tránsito, pasarían por debajo de las bóvedas deslizándose sobre los encachados que protegen el terreno, como por una continua obra de fábrica.

Las pilas están en las mejores condiciones para resistir los empujes de la ladera si los hubiera, porque obran como verdaderos contrafuertes ó arobotantes, como refuerzos de la misma, y su pie puede defenderse, cuando así sea necesario, por espigones ó escolleras del posible ataque de la corriente.

Las bovedillas tienen 5 metros de luz, rebajadas al 1/10 con un espesor de 0,55 metros en la clave y 0,70 metros en los arranques y se apoyan sobre las pilas rectangulares formadas por tres cuerpos, el primero é inferior de 6,80 metros de longitud por 1,80 de espesor, el segundo de 6,40 por 1,40 y el tercero de 6 por 1.

Sobre las bóvedas corren pequeños tímpanos, coronaciones y pretilles, dejando un ancho libre para la circulación de 5,40 metros.

Claro está que las pilas se escalonarán en el terreno en cuanto se encuentre firme para su apoyo.

En el plano que se acompaña se completan todos estos detalles.

Deben emplearse fábricas baratas en la ejecución, mampostería ordinaria en las pilas y concertada ó mejor rajuela en las bóvedas, puesto que en la comarca abundan los esquistos y pizarras.

Se puede hacer fácilmente el estudio comparativo de esta obra con la solución de muros. Una arcada y una pila á los precios que figuran en nuestros proyectos, que son los corrientes en gran número de provincias, cuesta pesetas 1.480,64.

Un muro de 8,40 metros de altura, que es la de las pilas con que comparamos, deberá tener como mínimum en la coronación 1,20 metros y 3,36 en la base, cubicando 16,32 metros cúbicos por metro lineal, lo que da para un tramo de 6 metros un volumen de 97,92 metros cúbicos, con un coste á los mismos precios de 1.566,72 pesetas, al que hay que añadir el valor de la excavación, con lo que sube esta cifra á 1.733,18 pesetas, es decir, 252,54 pesetas más. Y no hemos tenido en cuenta el indispensable muro de contención del desmonte, que había de ser de buen espesor y gran cubo, ni el empedrado de las cunetas absolutamente necesario, ni las obras de fábrica para la pronta salida de las aguas.

Todas son, pues, ventajas para la solución propuesta, tanto técnica como económicamente.

Túnel-paso inferior de un barranco.

Parecerá esto un tanto paradójico: salvar un barranco por medio de un túnel, es decir, que la carretera en lugar de pasar por encima de la arroyada, como de ordinario, lo haga por debajo; pero una vez vista la solución que vamos á exponer, se comprenderán sus ventajas y lo acertado de su elección.

El Noguera-Pallaresa baja desde Esterri con un curso regular, pero sin perder el carácter marcadamente torrencial, y unos 600 metros antes del pueblo de Llavorsí se le une por la derecha el barranco de Bohes.

Es este un verdadero torrente con todos los caracteres de tal.

Su cuenca de recepción se abre entre montañas de pizarra y masas arcillosas pertenecientes, como toda la comarca, al terreno silúrico, pero en tal grado descompuesto y triturado, que las laderas se desprenden y se corren en grandes trozos en las épocas de lluvias fuertes y persistentes, formándose verdaderas oleadas de barro que arrastran gruesos bloques de roca y bolas de pizarra y arcilla, bajando toda esta masa semifluida, que ha absorbido el agua caída, á extenderse por el cono de deyección que hoy llega á tener 550 metros de anchura en la base y 600 de longitud según la línea de máxima pendiente que es de 16,5 por 100, desde la garganta ó estrechamiento que se para estas dos partes.

Las copiosas lluvias del tristemente célebre año de 1907 aumentaron la potencia de erosión del barranco y el volumen de los arrastres, hasta el punto que obstruyeron el cauce del río formando un verdadero embalse, que se apoyaba en la ladera de enfrente, y detuvo la corriente de las aguas hasta que pudieron verter por encima, tardando cinco meses, desde Diciembre de 1907 á Mayo de 1908, en romper el dique y recobrar su antiguo curso. Esto da idea de la importancia y condiciones de este accidente del terreno, que no se modificará en tanto no lleguen las aguas á arrastrar toda la masa descompuesta, es decir, por tiempo indefinido, dado su enorme cubo.

Dos soluciones principales se estudiaron para salvar tan difícil paso; la primera llevar la carretera á la margen izquierda, de terreno no muy firme ni igual para luego volverla á tomar su primitiva dirección, lo que exigiría entre otras obras la construcción de dos puentes sobre un río tan caudaloso como el Noguera-Pallaresa; y la segunda encauzar el barranco con dos fuertes muros-diques de más de 500 metros de longitud y salvarle por un puente de metros 20 de luz. Aquella es evidentemente muy costosa y ésta impracticable ó poco menos, por la dificultad de fijar el barranco, aunque se empleasen rastrillos ú otros medios. Además, los muros del encauzamiento habían de ser de gran sección y fuertemente arraigados en el terreno firme, es decir, de presupuesto muy elevado también, sin que pudiera asegurarse la permanencia del cauce, ni la de los muros dada la impetuosidad de las destructoras fuerzas con que trabaja el torrente.

Desechadas estas soluciones se eligió la única posible, la única verdaderamente técnica, que es subir la carretera con pendientes fuertes, del 7 por 100, desde el punto en que la travesía de Llavorsí deja libre la traza para desarrollarse por la ladera abrupta y desigual hasta alcanzar el estrechamiento entre dos contrafuertes de la montaña que separa la cuenca de erosión del cono de deyección y allí entrar en subterráneo por debajo de la parte alta de aquél, con un túnel artificial de 60 metros de longitud, que se construirá á cielo abierto y sobre el terreno firme que exista debajo de los acarreos, tan absolutamente fijo y tan consistente, que se mantiene sin desprenderse en cortes verticales de 8 metros de altura.

Así no se opone obstáculo alguno á las verdaderas avalanchas de barro del barranco, que seguirán recrecien-

do el cono, y los grandes cantos rodados y las bolas de pizarra y arcilla continuarán rodando por su superficie sin entorpecer en nada el tránsito por la carretera.

El túnel está formado por una bóveda de 6,80 metros de luz y 2 de flecha con 0,50 de espesor uniforme, apoyada sobre estribos de 4 metros de altura, 0,50 de espesor en la coronación y 1 en la base, sobre un pequeño cimientó y talud interior que reduce á 6 metros el ancho de la explanación, de los que 4,50 corresponden al firme y 0,75 á cada una de las aceras, que recubren las cunetas de fábrica, donde se recogen las aguas de filtración.

Se ha querido dejar toda su anchura á la carretera para que el cruce de vehículos se haga con facilidad, y sobre todo porque, dada la manera de ejecutarse esta obra, en trinchera, la economía de una reducción de ancho no sería grande, y desde luego sin relación con el perjuicio que al tráfico pudiera resultarle.

Los materiales á emplear en la construcción son de los ordinarios, mamposterías y rajuelas en la bóveda. Sólo los frentes se acusan por fábricas más esmeradas, mamposterías concertadas y sillerías en la boquilla que aumenta su espesor hasta 0,80 metros en los arranques, apoyándose por dos salmeras y sencillas impostas en los muros estribos, cuyos ángulos se refuerzan también con cadenas de sillería.

El tímpano, una imposta de coronación y un alto pretil para evitar posibles caídas de arrastres completan los frentes de entrada y salida.

Los desmontes de las avenidas del túnel van sostenidos aguas-arriba por muros aligerados de 24 y 36 metros de longitud, compuestos por contrafuertes normales al terreno de 4 metros de longitud, 1 de espesor y 5 de altura, distantes 6 metros de eje á eje, unidos entre sí hacia el interior por muros entrepaños de paramento exterior curvo é interior recto en arco de círculo de 6,94 metros de radio en la base.

La sección transversal por el centro de aquél es un trapecio de 4,50 metros de altura, 0,50 en la base superior y 1 en la inferior.

Un cimientó de poco espesor sirve de apoyo á toda esta obra.

Entre los contrafuertes se voltean bovedillas de 0,50 metros de espesor é igual flecha coronadas con un pretil continuación del del túnel cuyo objeto es contener las tierras que pudieran desprenderse de las faldas del cono, aumentando al mismo tiempo la estabilidad del sistema, y los espacios que quedan así cubiertos tienen útil aplicación para depósito de materiales de la conservación del afirmado ú otros usos, pudiendo cerrarse con ligeros y económicos tabiques.

Comparando la estabilidad de estos muros con los macizos ordinarios, tendremos que el momento resistente de un tramo de 6 metros, que es el que corresponde á uno del aligerado, es de 164,70, y el de éste, teniendo en cuenta todos los elementos que le integran de 180,26, y comparando el coste se obtienen resultados también favorables, pues el primero vale 1.440 pesetas y el segundo 999,69 pesetas, diferencia de 440,31 pesetas, que no está compensada con el mayor volumen de excavación, que sólo importa 62 pesetas.

Además, en nuestra solución tienen perfecto empleo los materiales que abundan en la comarca, esquistos y pizarras, para las fábricas de mamposterías y rajuelas y el

muro macizo de fuertes espesores exigiría para su perfecta construcción piedras de grandes dimensiones muy difíciles de obtener.

Por último, dos muros-diques de 43 metros de longitud, arraigados en la ladera, guían al barranco sobre el túnel y completan la obra.

Grupos de arcadas con muros de contención y contrafuertes.

Las series de arcadas y los muros de contención aligerados, de que nos hemos ocupado en párrafos anteriores, pueden combinarse en ciertos casos dando lugar a una nueva obra.

Así, en un largo tramo del río, entre Rialp y Llavorsi, se encuentran terrenos análogos á los descritos, que exigen necesariamente separar la carretera de la ladera y llevarla apoyada sobre serie de arcadas, y se ha aplicado esta solución proyectando 31 bóvedas iguales á aquéllas, sostenidas por pilares de 1 metro de espesor en la coronación, que aumentan por retallos de 0,20 en todo el contorno cada 2 metros de altura, pilares que bajan á cimentarse hasta 2 metros por debajo del fondo del río, lo que es suficiente, pues el Noguera Pallaresa no socava, produce en sus avenidas más bien aterramientos, como todas las corrientes en este período de su formación, y en análogo tramo, á partir de su nacimiento.

Las arcadas así dispuestas no tienen nada que temer de las aguas, puesto que las pilas constituyen en realidad una serie de espigones de encauzamiento, ni tampoco de las laderas, porque los desprendimientos pueden correr y pasar por debajo de las arcadas sin perjudicar á la obra.

Como hay trozos de carretera construida que deben aprovecharse, en vez de continuar en serie de arcadas con la rasante paralela al río en todo el largo trayecto en que la ladera presenta tan malas condiciones, se debe, por razón de economía, soldar los pedazos existentes del mejor modo posible.

Por esta razón hay que quebrar la rasante y subir para empalmar con uno en el que existe una obra de fábrica importante.

No se abandona, sin embargo, el sistema de arcadas, sino que se procura seguir fundando sus pilares por bajo del nivel del agua, hasta que no sean de temer los ataques del río á la ladera, dando con esto motivo á una nueva disposición.

Destacada en su origen la plataforma, y teniendo que unirse con un trozo en desmonte en roca, claro está que el tramo de unión ha de ir también en desmonte, pero en una ladera corrediza y de gran pendiente.

Hay que construir, pues, un muro de contención fuerte y resistente, y aplicamos el mismo modelo, aligerado con contrafuertes, de las avenidas del túnel del barranco de Bohes, con la modificación que aquéllos forman cuerpo con las pilas de las arcadas, constituyéndose así verdaderos refuerzos ó apoyos del terreno que contrarrestan su movimiento, pues los empujes van á cargar en los pilares bien arraigados en un buen firme.

El muro de contención entre contrafuertes se apoya á su vez en fuertes arcadas de 1 metro de espesor en la clave y del ancho necesario volteadas entre aquéllos.

De este modo los arrastres superficiales siempre pueden pasar por encima de los muros, y por debajo de la

explanación que queda completamente libre, así como la obra en conjunto independiente de la superficie de la ladera.

Para mayor solidez del sistema se divide en la arcada de cambio de rasante macizándola para constituir un estribo y haciendo al mismo tiempo arrancar de ella un fuerte espigón que arrojará el río contra la orilla opuesta y protegiendo el cimientto de los pilares.

Acompañamos el plano, el alzado, los perfiles transversales, el cálculo gráfico de la bóveda y el de estabilidad de la pila de las bóvedas en rampa, en el que se ve que la resultante del empuje es oblicua y cae fuera del núcleo central reduciendo la sección comprendida á 0,90 metros, con una caja máxima de 3 kilogramos por centímetro cuadrado. La oblicuidad de la resultante es muy pequeña y compuesta con el peso de la pila, tiende á aproximarse al eje de ésta.

Grupos de dobles arcadas.

Esta obra, destinada á salvar un trozo de ladera, que como tantos otros amenaza desprenderse ayudada por la presencia de numerosos manantiales que aparecen en el camino actual, no es más que un muro aligerado con contrafuertes análogo á los de que hemos hablado ya, pero de mayores dimensiones.

Aquéllos, de 1,50 metros de espesor, separados entre sí 5 metros, y profunda y fuertemente cimentados, ocupan toda la explanación que los atraviesa sostenidos sobre bovedillas de 0,50 metros de flecha y de 0,50 de espesor en la clave.

Claro está que la solución que parece indicada para salvar este difícil paso es un túnel; pero esta obra empuja al vacío y el estribo exterior tendría que tener espesores enormes para ser sólido; en cambio, en las dobles arcadas todos los empujes van en el sentido del eje de la carretera y los poderosos contrafuertes, como siempre, son verdaderos puntales del terreno.

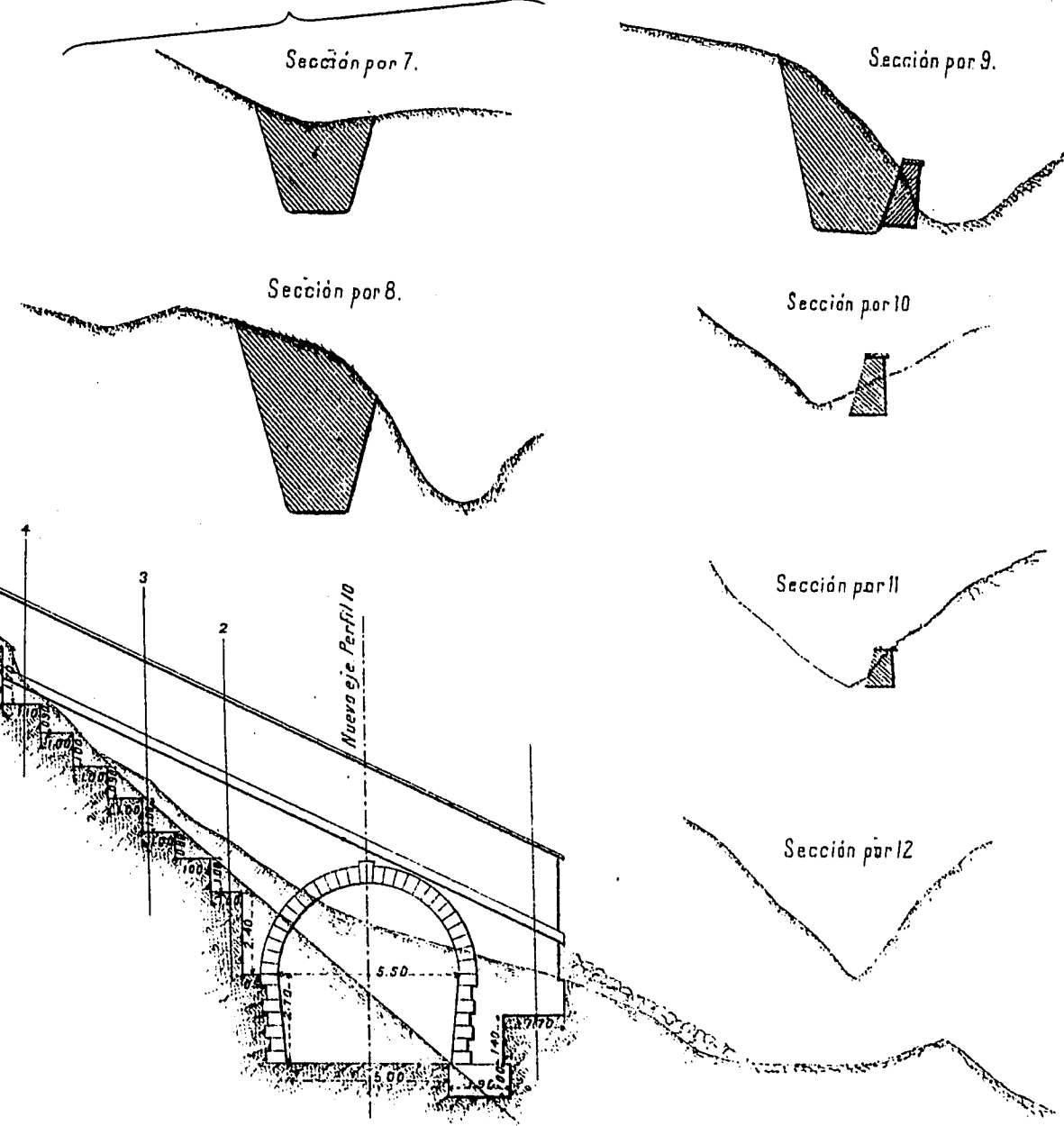
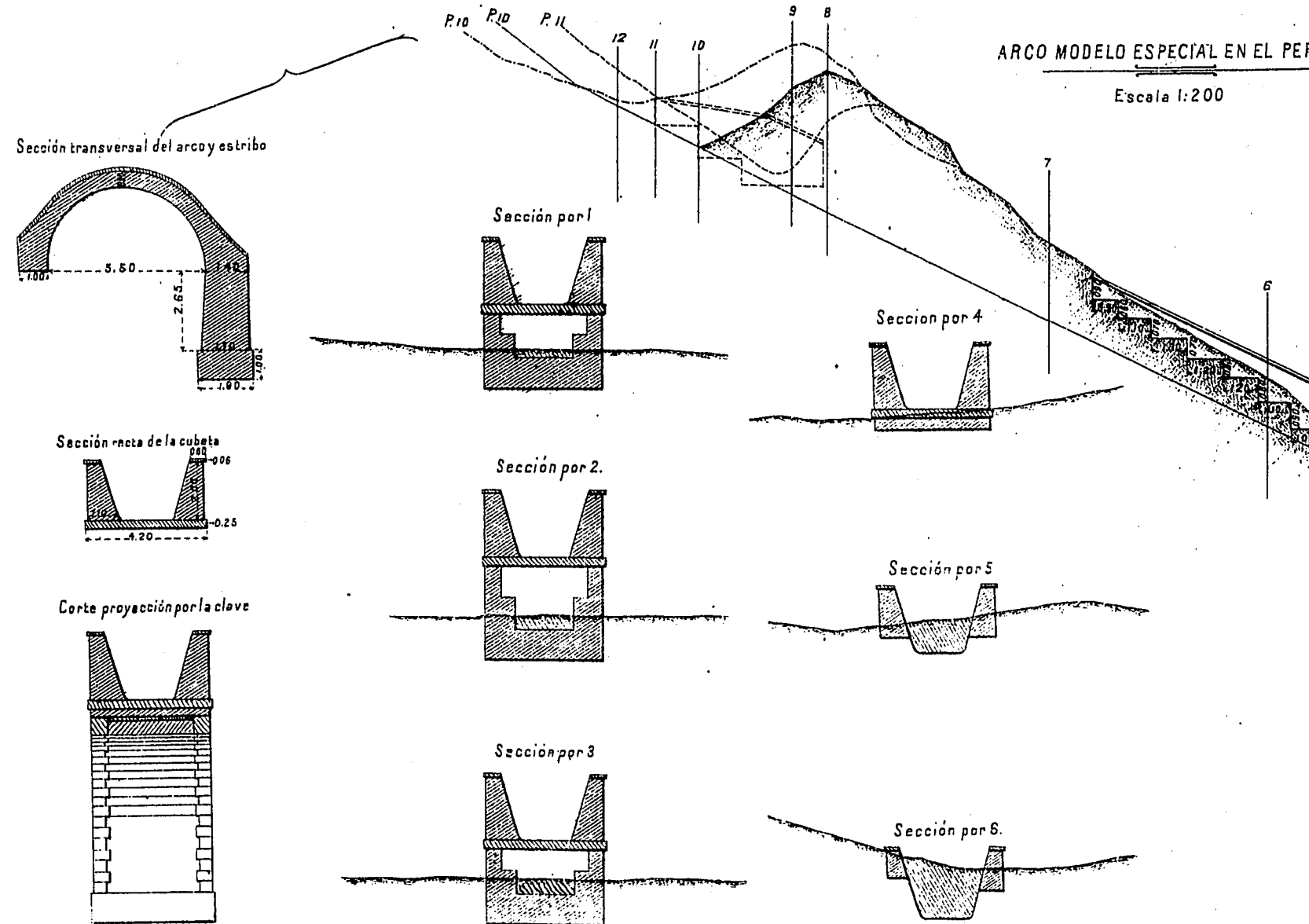
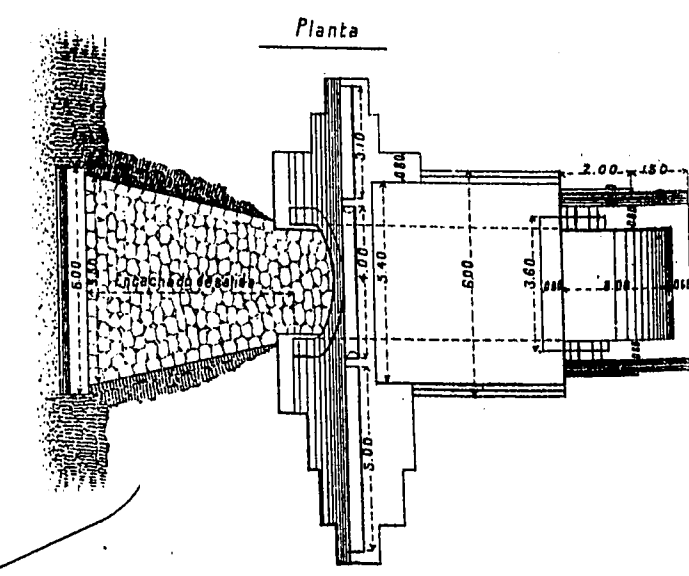
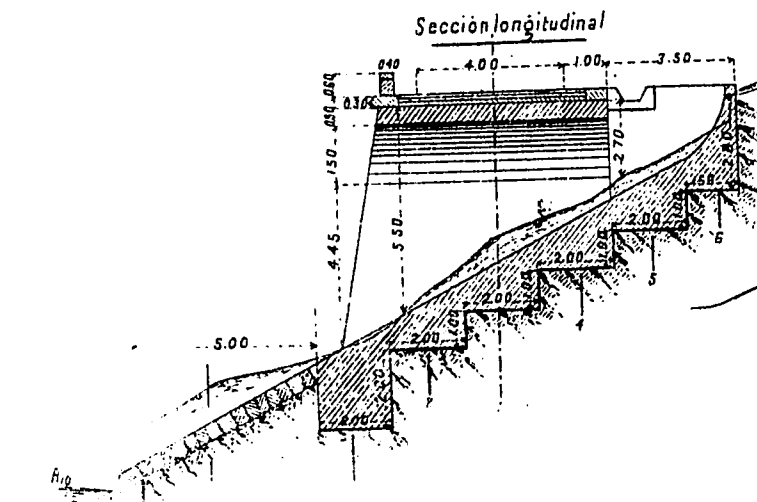
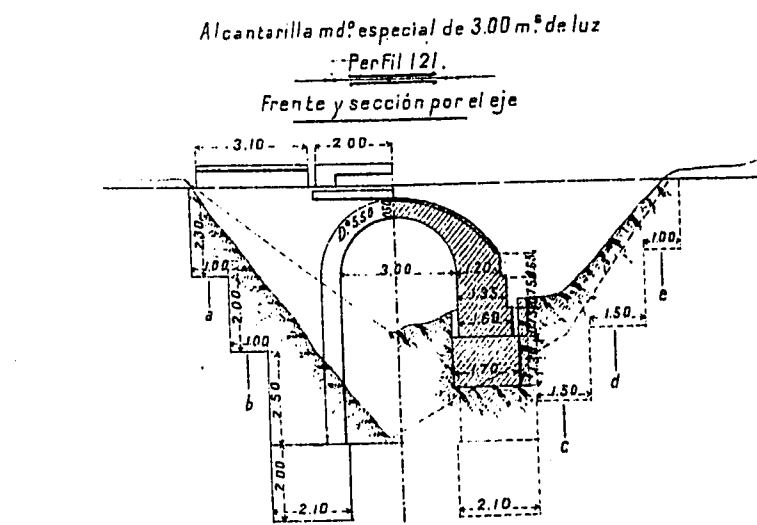
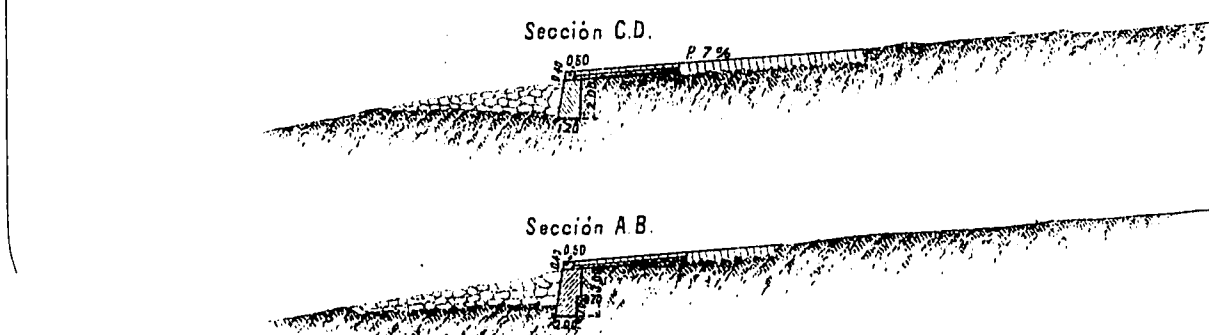
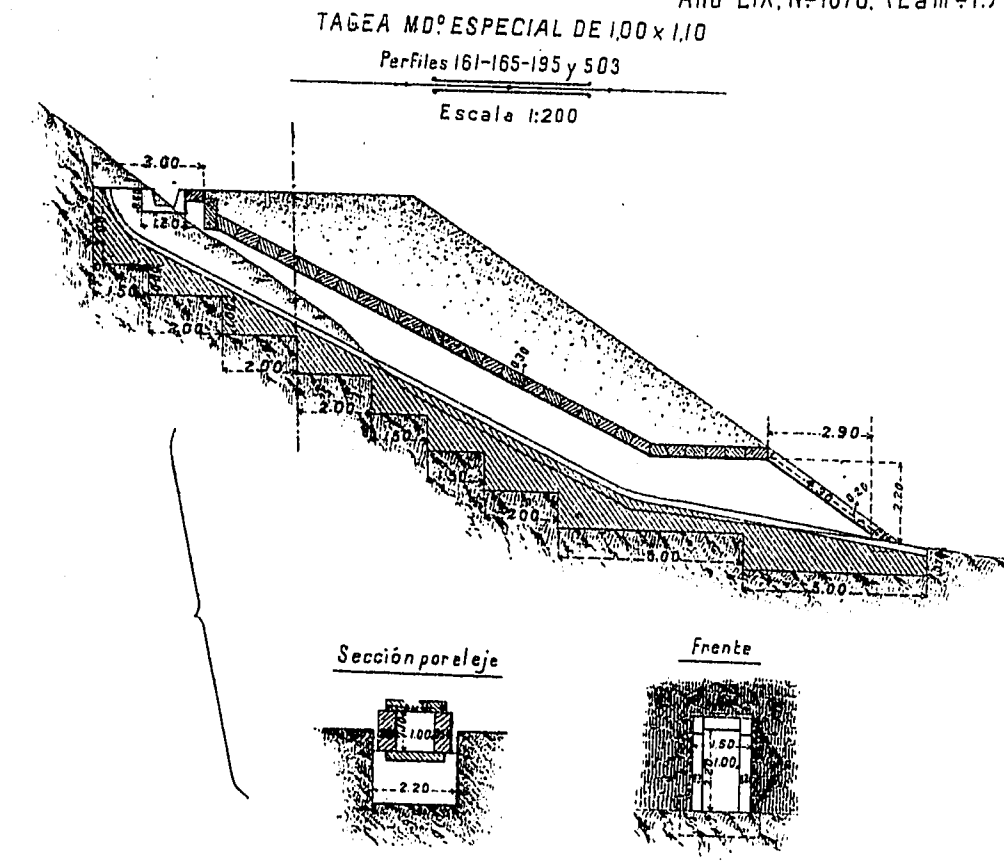
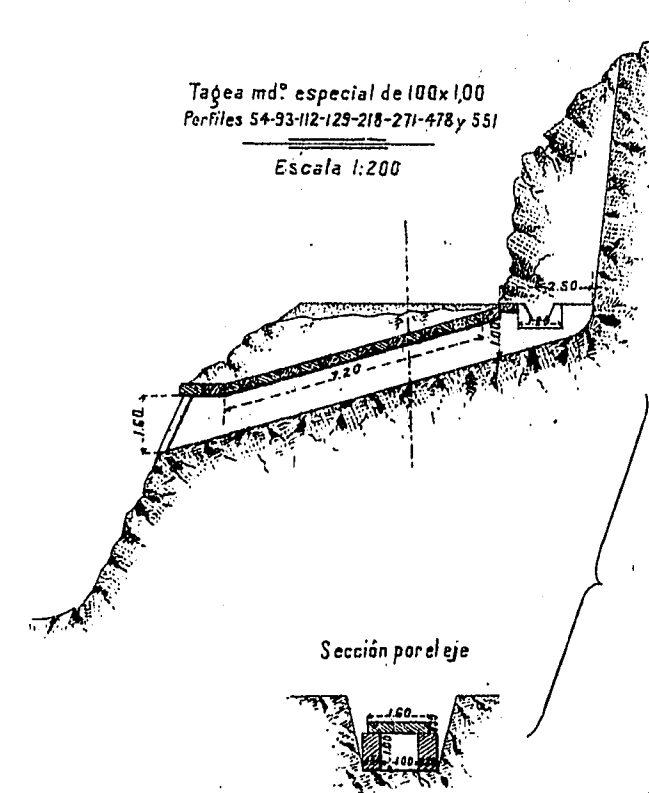
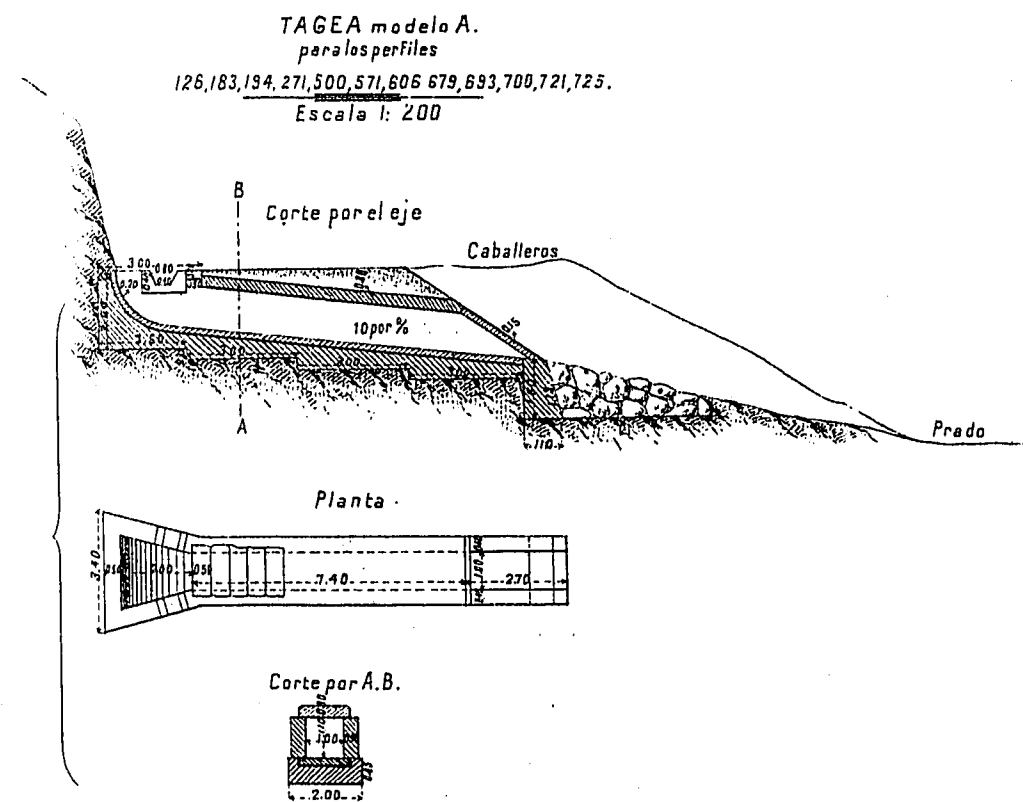
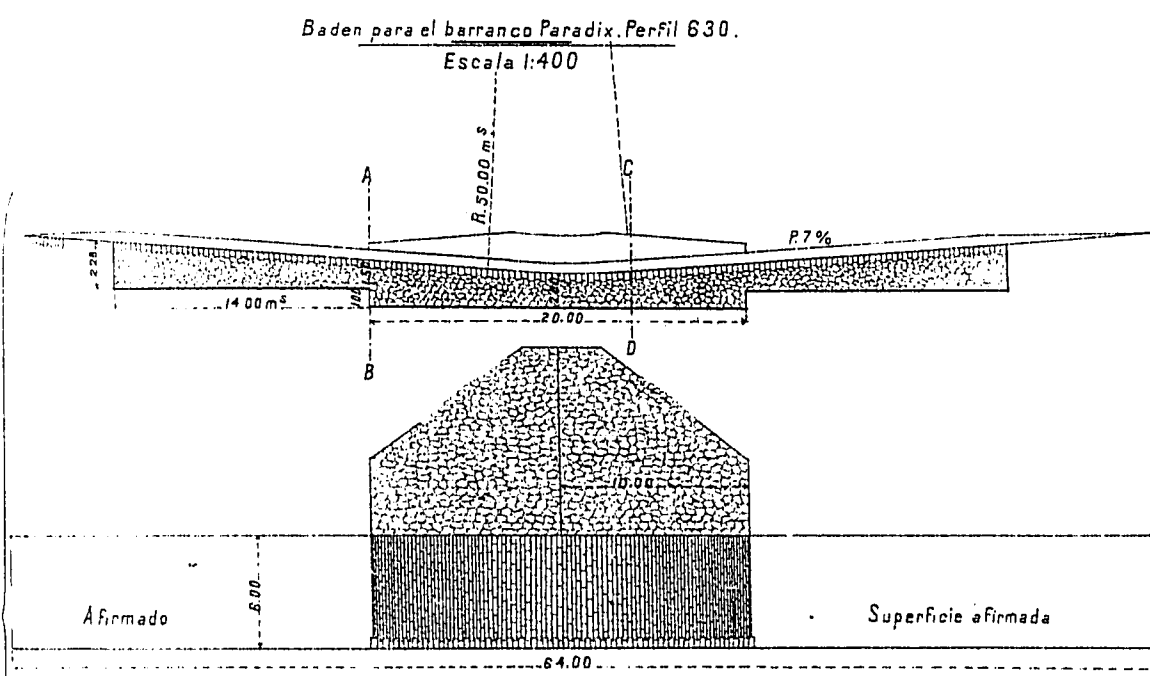
Exteriormente termina con un talud de 1/10 y se perforan para el paso de la vía por una arcada en medio punto de 5 metros de luz que arranca á una altura de 3,50 metros sobre la explanación.

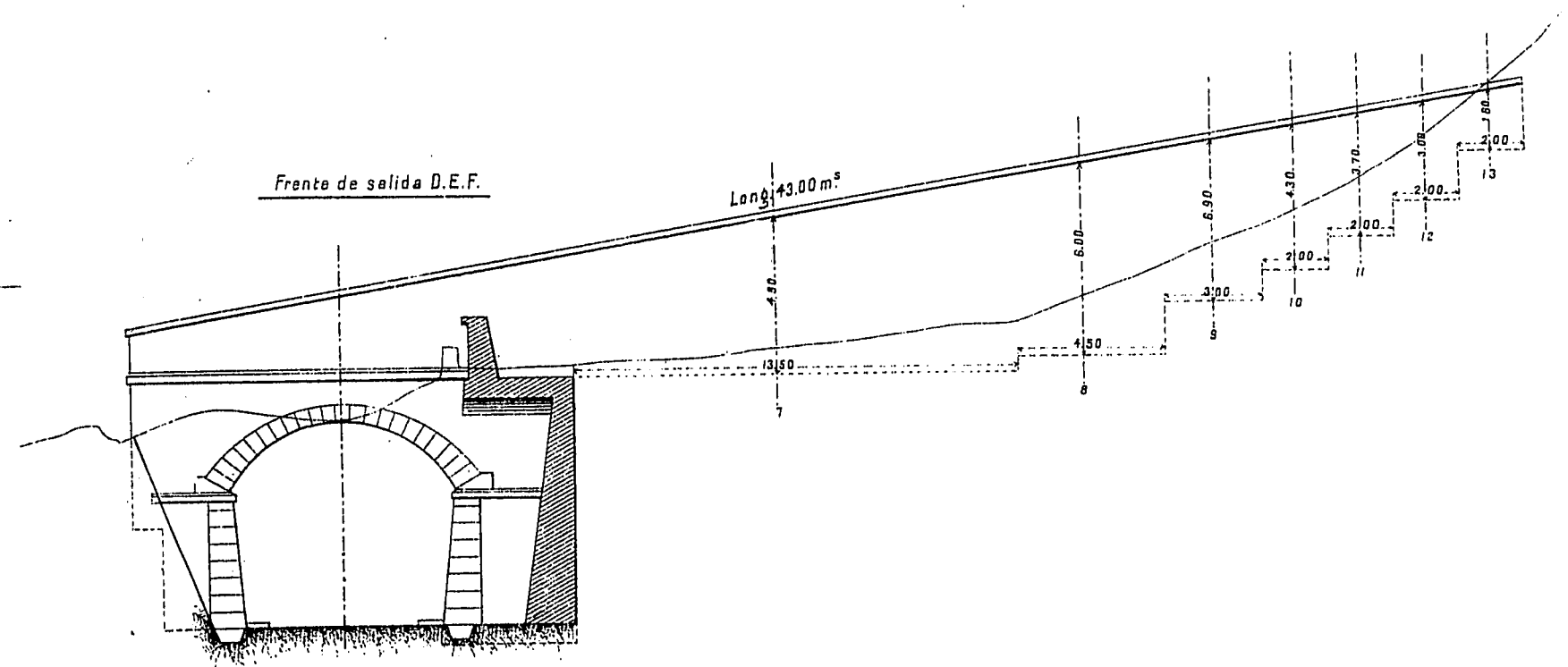
Entre los contrafuertes se elevan los muros de contención ó entrepaños de la sección ya conocida, apoyados sobre la arcada, y todo se cubre para evitar la posible caída de materiales desprendidos con bovedillas de 1 metro de flecha, 0,50 metros de espesor en la clave y 0,90 en los arranques.

Los empujes paralelos al eje de la carretera se contrarrestan con otros muros contrafuertes adosados á los extremos; pero para dar mayor resistencia se han macizado exteriormente los dos espacios extremos, abriendo en estos muros ventanas para la iluminación, formándose así un estribo fuerte con exceso.

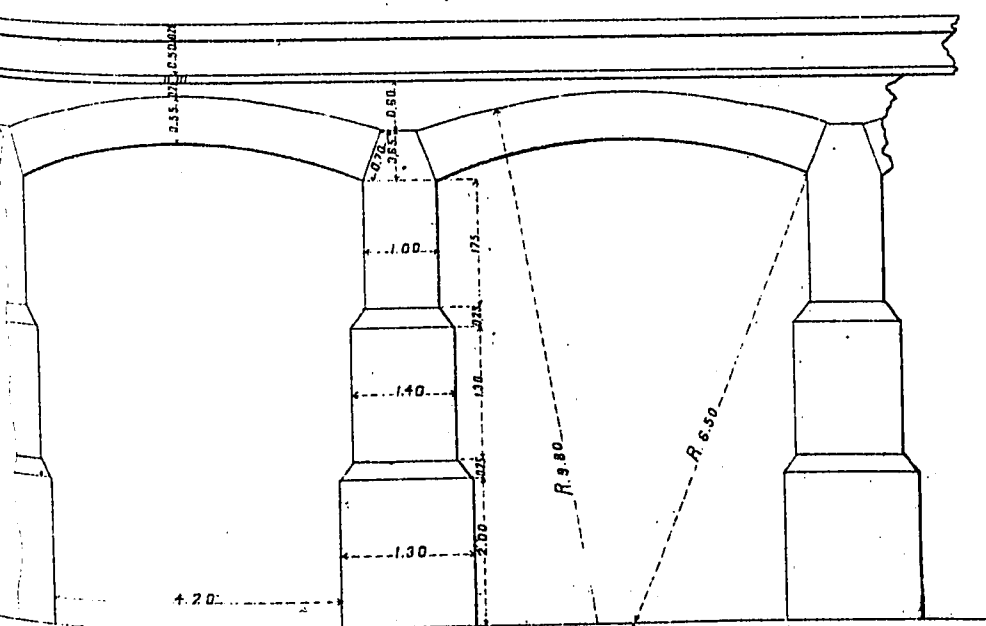
El sistema en conjunto constituye una obra independiente de la ladera, en la que sólo busca el apoyo vertical. Es el criterio que hemos seguido en todos los casos y el único posible en estos terrenos tan movedizos y descompuestos.

Los demás detalles están perfectamente indicados en los planos. debiendo añadir solamente que los materiales que han de emplearse aquí como en todas las demás obras son esquistos y pizarras para formar fábricas económicas.

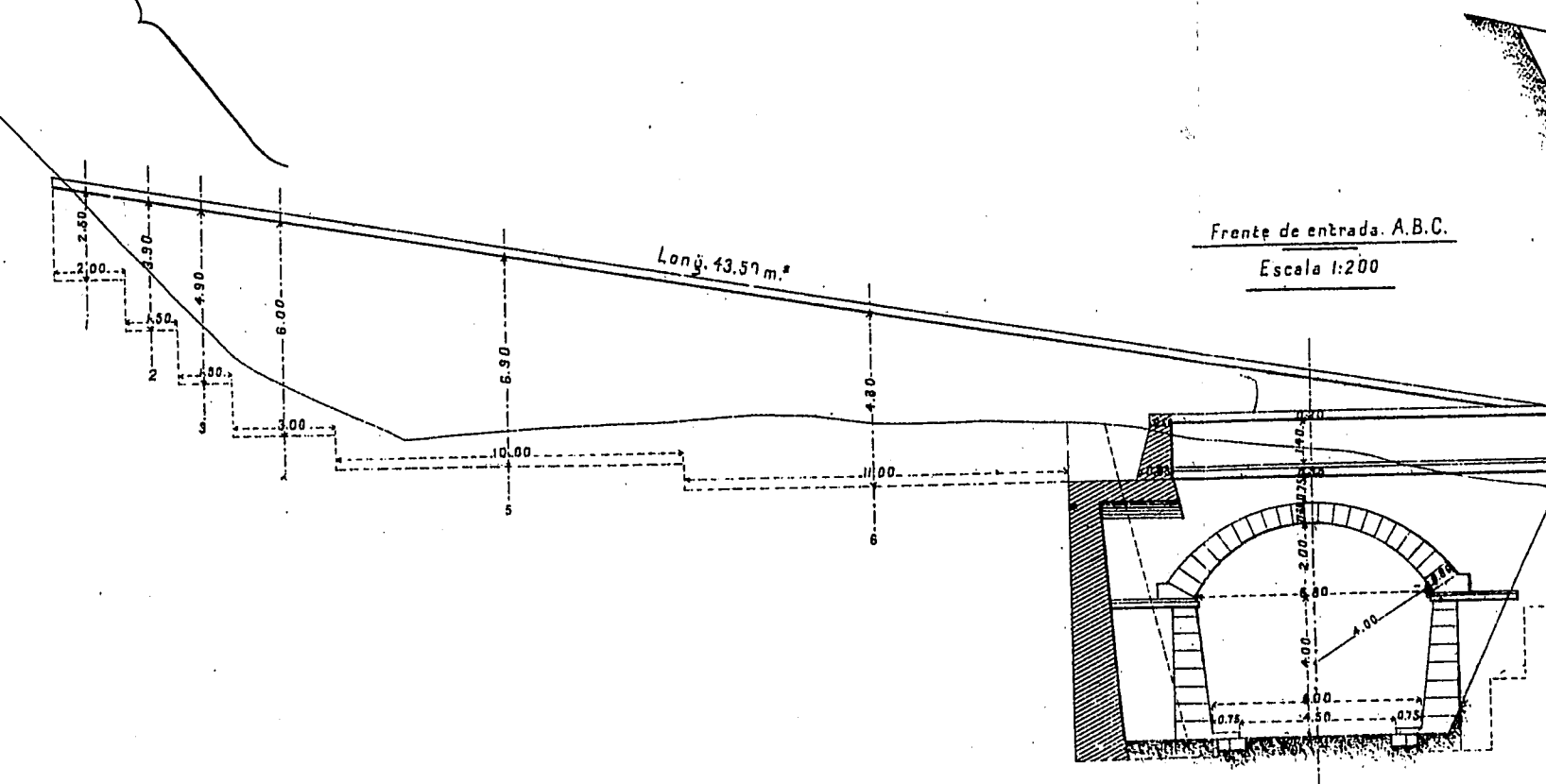
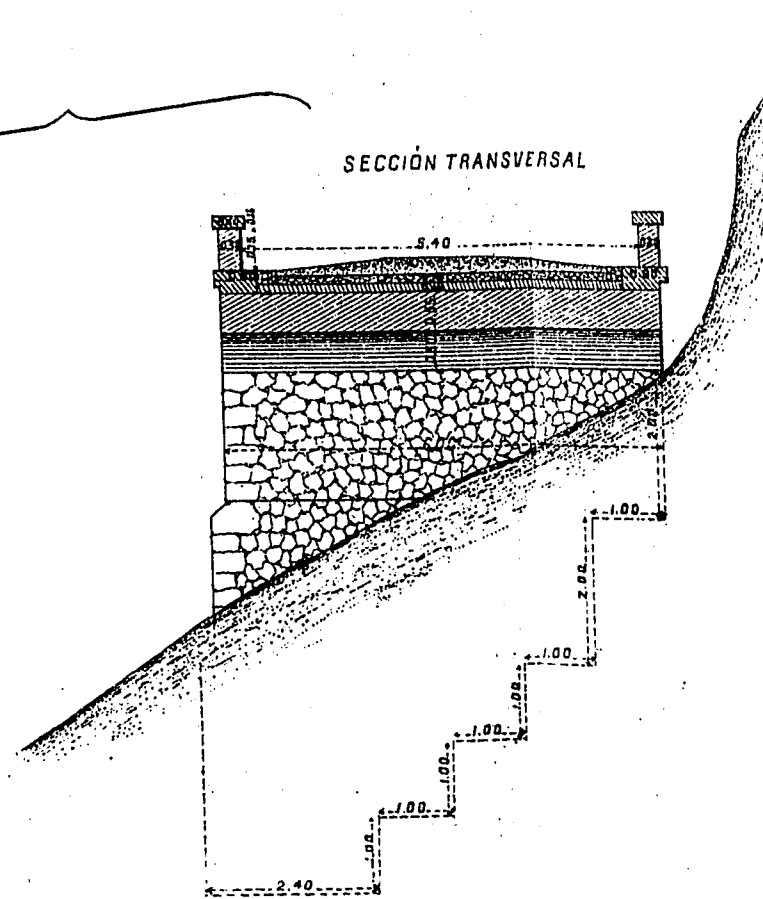




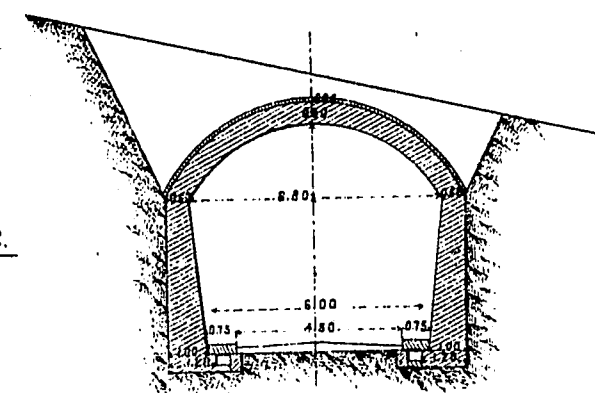
ALZADO



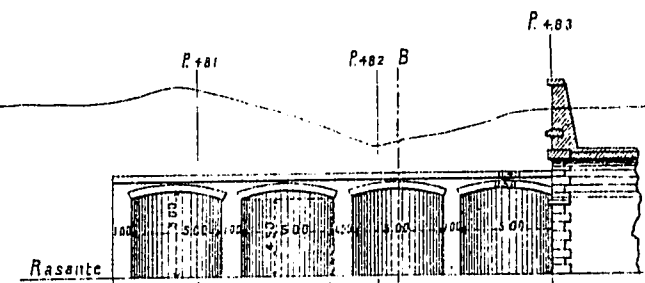
SECCIÓN TRANSVERSAL



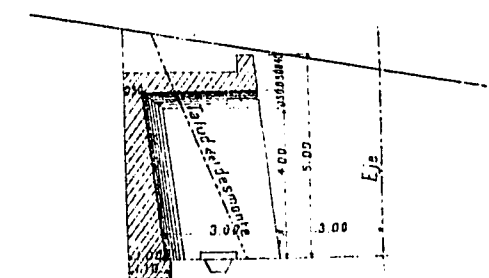
Sección media del túnel



Muro de contención con contrafuertes
Entrada del tunel
Escala 1:400



Sección por A.B.



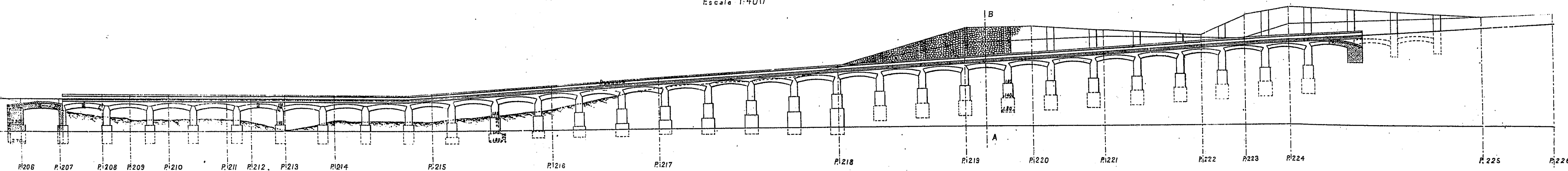
ALZADO

OBRAS DE FÁBRICA DE LAS CARRETERAS PIRENAICAS

Arcadas sencillas entre los perfiles n.ºs 204 a 219 y

Arcadas sencillas con muros de contención y contrafuertes entre los perfiles n.ºs 219 a 225

Escala 1:400

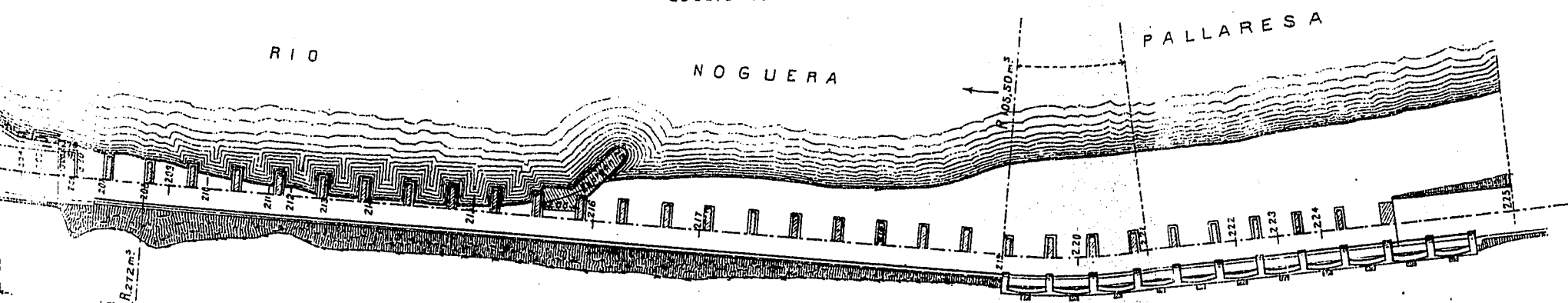


PLANTA

Arcadas sencillas entre los perfiles n.ºs 204 a 219 y

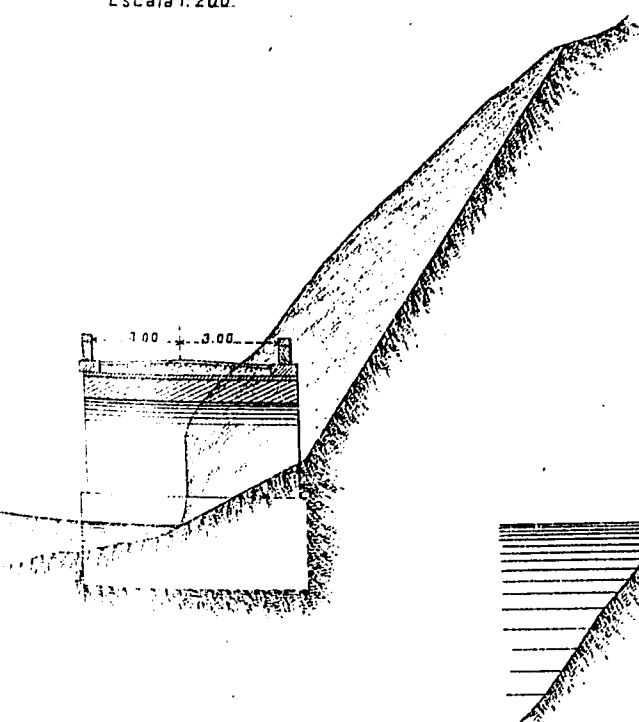
Arcadas sencillas con muros de contención y contrafuertes entre los perfiles n.ºs 219 a 225

Escala 1:800



Perfil n.º 213

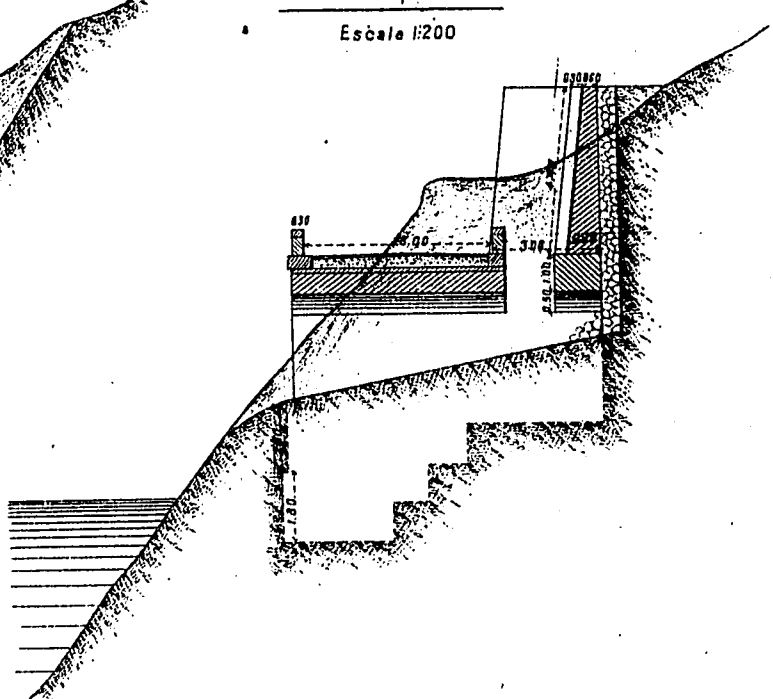
Escala 1:200



Perfil n.ºs 219 y 220.

Sección por A.B.

Escala 1:200

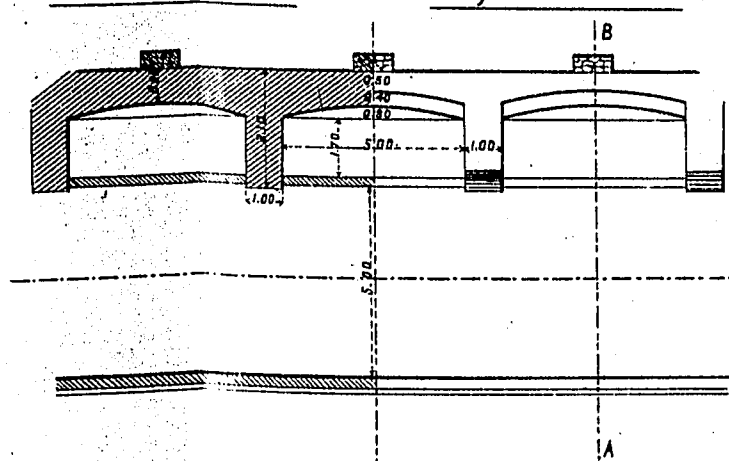


Planta

Escala 1:200

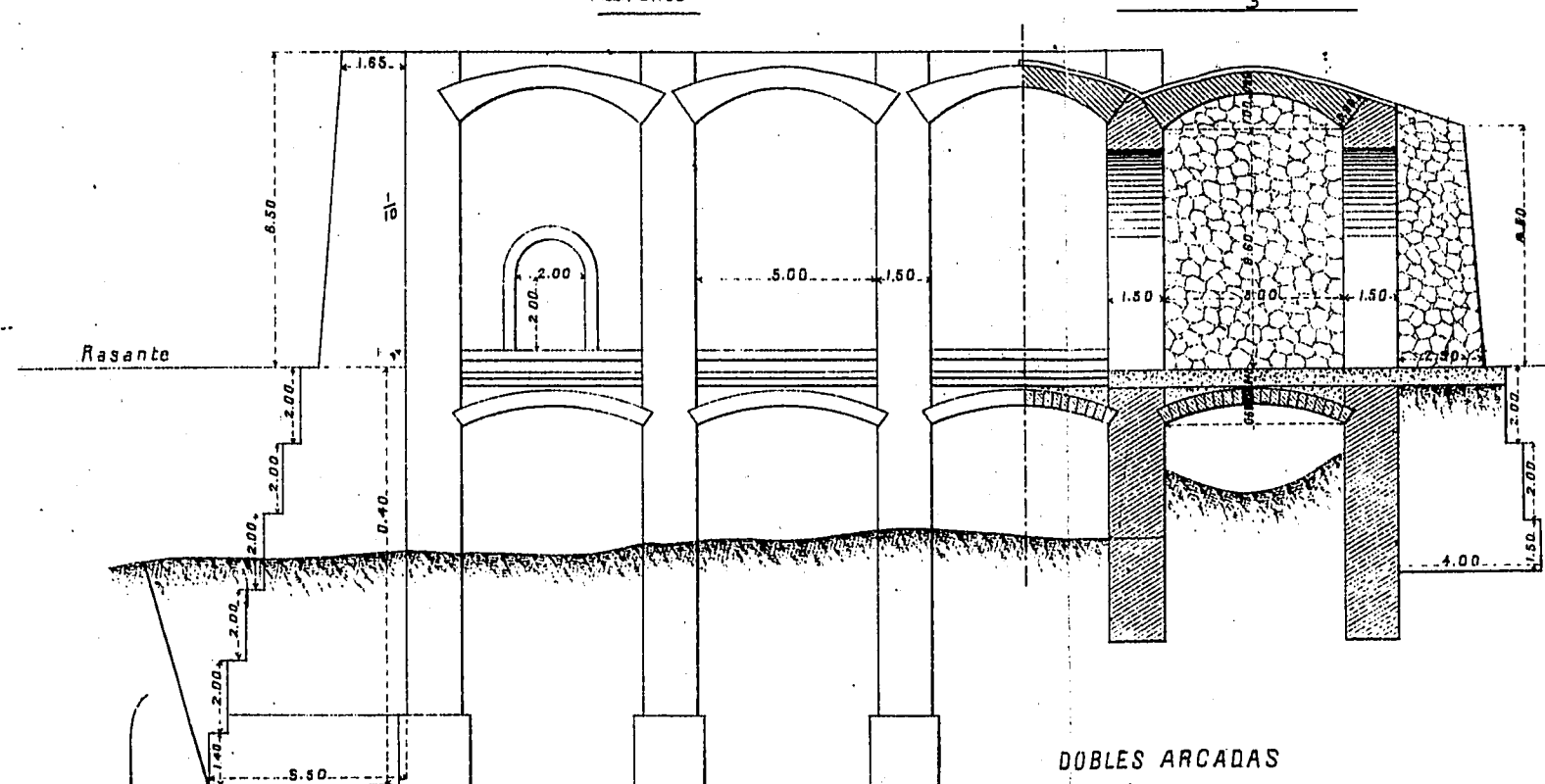
Corte a nivel de la rasante

Proyección horizontal



Frente

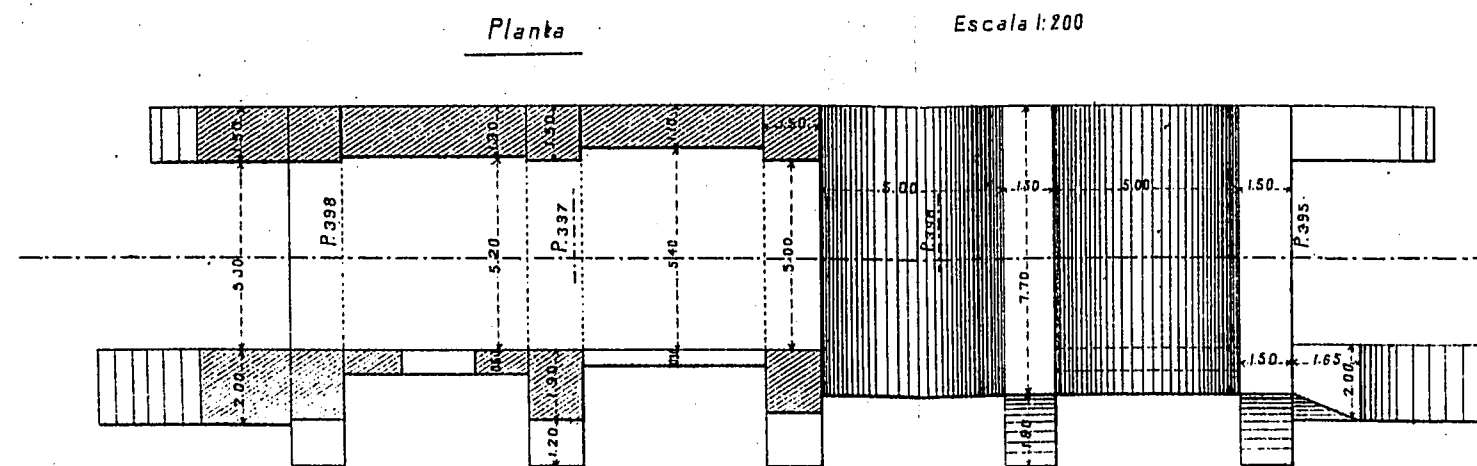
Sección longitudinal



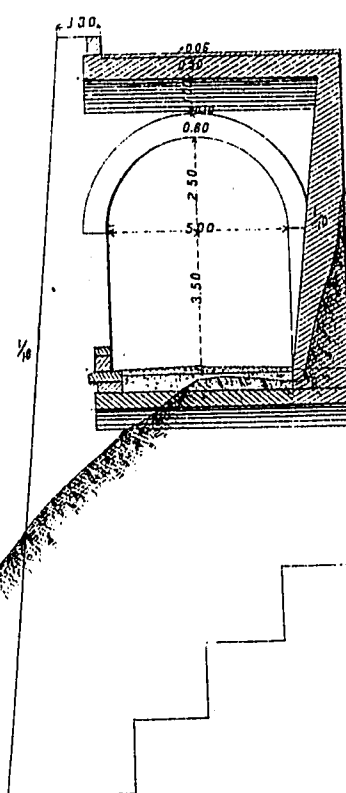
DOBLES ARCADAS

Entre los perfiles 395 a 398

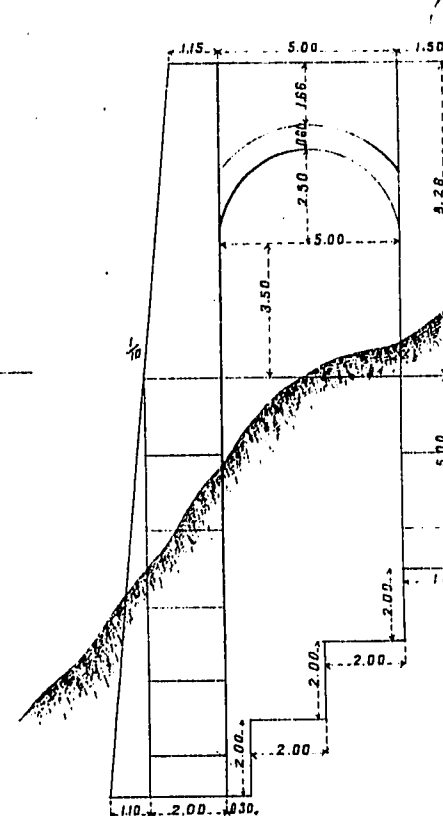
Escala 1:200



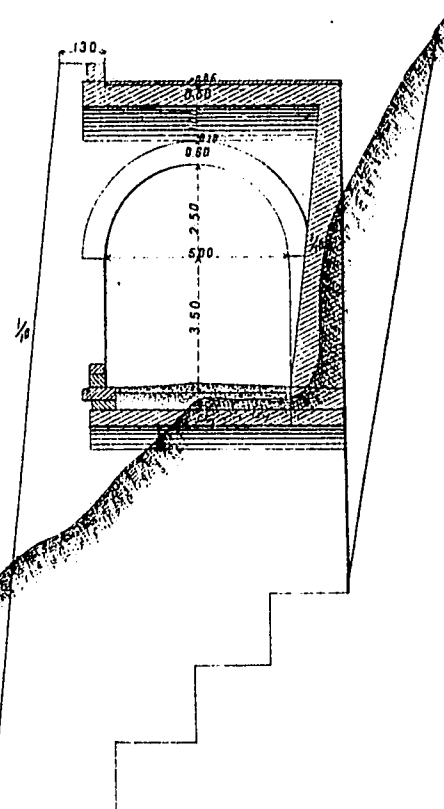
Sección por el P.397 y 396



Sección por el P.398



Sección por el P.395

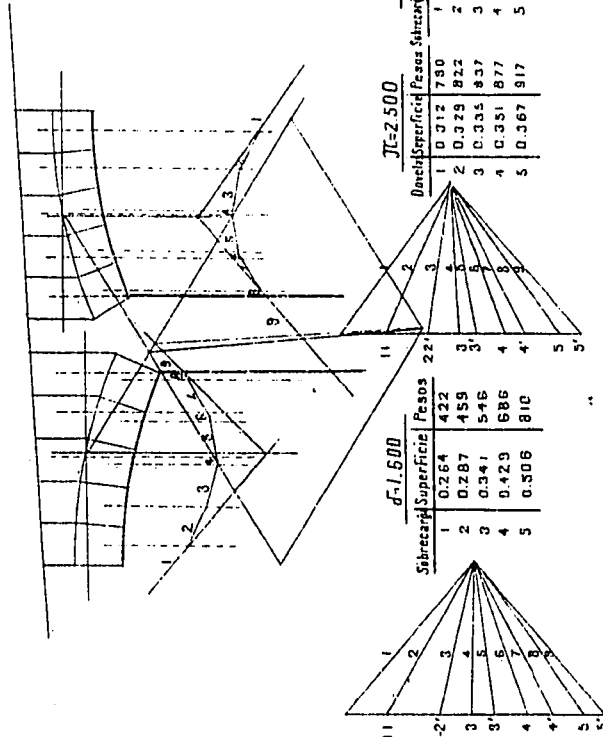


OBRAS DE FÁBRICA DE LAS CARRETERAS PIRENAICAS

Cálculo de la estabilidad de la pila en las bóvedas en rampa

Escala de distancia 1:100

id de fuerza 1/2 por 100 Kg.

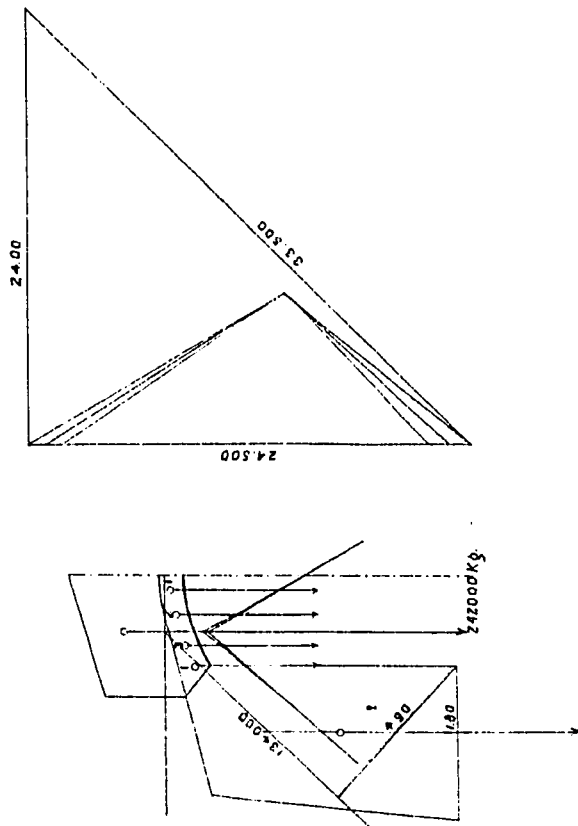


La resultante del empuje es oblicua y cae fuera del núcleo central reduciendo la sección comprimida a 0.90 m² con una carga máxima de 3 Kg por cm². La oblicuidad de la resultante es muy pequeña y compuesca con el peso de la pila tiende a proximarse al eje de este.

Cálculo gráfico de la bóveda

Escala de longitudes 1:200

id de fuerzas 2 1/2 m por tonelada



Pesos		Tierras	
Dovelas			
$1-0.33 \times \pi = 875$	Kg	$3.2 \times 4 \times 5 = 20.000$	Kg.
$2-0.31 \times \pi = 875$	"	Contrafuerzas 97.185×2	194.370
$3-0.42 \times \pi = 1.050$	"		
$4-0.38 \times \pi = 1.400$	"		
	$\pi = 2.500$		
	$S = 1.600$		
Empuje por metro de cañon 33.500 Kg			
id total $33.500 \times 4 = 134.000$ Kg			
Momento del empuje $134.000 \times 4.90 = 656.000$.			
id id contrafuerzas $194.370 \times 180 = 34.986$			

Llegamos al término de nuestro trabajo. Una vez más he de pedir os indulgencia por haber distraído vuestra atención tanto tiempo, pero he creído que era mi deber acudir á esta magna asamblea á daros cuenta del criterio que se sigue, y como consecuencia las obras que se proyectan para la construcción de las carreteras pirenaicas, buscando en vuestra aprobación fuerte estímulo para la gran labor que tenemos que desarrollar y de que lo expuesto es sólo el comienzo.

Madrid 24 de Mayo de 1911.

LAS NUEVAS REGLAS AUSTRIACAS

para el ensayo y el suministro de los cementos Portland.

Las reglas alemanas para el ensayo y el suministro de los cementos Portland han sido modificadas recientemente, como es sabido; el Gobierno austriaco acaba de revisar las suyas. Mas como estas últimas han sido elaboradas con más lentitud que las alemanas, en ellas se ha tenido en cuenta la experiencia adquirida después, y, por consiguiente, las modificaciones no tienen en manera alguna la misma importancia.

Visto el valor de la apreciación de M. H. Burchartz de Gross-Lichterfelde, creemos útil dar cuenta de ello según una correspondencia que ha dirigido á la Revista *Beton u. Eisen*.

1.º La definición del cemento Portland ha sido hecha de acuerdo con la de las condiciones alemanas revisadas. La adición permitida de materias extrañas ha sido llevada de 2 á 3 por 100, y el contenido en ácido sulfúrico anhidro en el cemento Portland llevado á la incandescencia, ha sido fijado en 2,50 por 100.

La cláusula relativa al contenido en magnesia no se ha reproducido sin embargo en las condiciones austriacas.

2.º Las condiciones relativas al embalaje y al peso del cemento Portland no han sido modificadas.

Se puede entregar en barriles de 200 kilogramos ó en sacos de 50 kilogramos (peso bruto), con tolerancia de diferencias no excediendo de 2 por 100. Barriles ó sacos deberán llevar la marca de la fábrica, el punto de origen, el nombre de «Cemento Portland» y el peso bruto.

3.º Las condiciones relativas al fraguado de los cementos no han sido modificadas. Los cementos se clasifican en rápidos, medios y lentos; los rápidos son aquellos cuyo comienzo de fraguado tiene lugar en el intervalo de diez minutos; los lentos no empiezan á fraguar antes de los treinta minutos después de la aplicación del agua de mortero.

La determinación del grado normal de dureza, del comienzo y de la duración del fraguado se hace, como anteriormente, con ayuda de la aguja normal.

4.º No han sido modificadas las condiciones relativas á la invariabilidad de volumen; los ensayos de invariabilidad al aire se efectúan por medio de la ebullición al agua por el método de las tortas. Estas son de bordes gruesos y no en cortes oblicuos como exigen las condiciones alemanas, en razón á las ligeras fisuras de expansión ó de achicamiento de que son susceptibles las tortas de bordes delgados.

Esta razón no es perentoria, atendido á que las tortas de bordes gruesos sufren las mismas resquebrajaduras en

oportunidad de una confección defectuosa (cuando están expuestas al aire corriente ó al sol), pero se producen algo más lentamente. Por este motivo son más características en estas últimas.

5.º Las condiciones relativas á la finura del molido no han sido modificadas, así es que el residuo sobre el tamiz de 4.900 mallas (hilos de 0,05 milímetros) no debe exceder de 3 por 100 y 5 por 100 sobre el tamiz de 900 mallas (hilo de 10 milímetros). Las prescripciones alemanas sólo toleran el tamiz de 900 mallas; no determinan el diámetro del hilo, pero sí el tamaño de la malla (0,222 milímetros).

6.º Las condiciones relativas á la resistencia han sido, como cosa precisa que era, profundamente modificadas y completadas:

a) La mezcla del mortero normal á la mano es reemplazada por la mezcla mecánica con ayuda del sistema Steinbrück Schmelzer.

b) Al endurecimiento en el agua se ha añadido el endurecimiento al aire.

c) Las resistencias mínimas del mortero normal (una parte de cemento por tres partes de arena normal) han sido elevadas.

a) La mezcla se hace, pues, actualmente, según previenen las condiciones alemanas mecánicamente, con 34 revoluciones (las condiciones alemanas presentan 20). El mezclador tiene la misma forma y dimensiones que en Alemania.

La determinación de la cantidad de agua de dosificación conveniente se hace, según las antiguas prescripciones, observando el agua que se escapa de las juntas de los moldes, y la cantidad es considerada como normal cuando la separación de agua empieza después del centésimo golpe.

Para el pilonaje del mortero se utiliza el martillo de Klebe (los alemanes designan el de Boehme). Las probetas á compresión sufren el choque del pilón de 3,2 kilogramos, cayendo de 0,50 metros de altura repetido 150 veces; las probetas á expansión 120 golpes de un pilón de 2 kilogramos, cayendo de 0,25 metros.

Se propone así dosificar las probetas de la misma capacidad.

b) El endurecimiento al aire se ha introducido por la razón de que el cemento Portland se emplea igualmente en tales condiciones. A este efecto las probetas se someten un día al aire, seis días al agua y veintidós días al aire en una habitación dispuesta á la temperatura de 15 á 20° centígrados.

Para el endurecimiento al agua, veinticuatro horas al aire, y los seis ó veintisiete días restantes, al agua, á una temperatura de 15 á 18° centígrados.

c) Las antiguas condiciones prescribían para los cementos lentos y semilentos 12 y 18 kilogramos centímetro cuadrado de resistencia á la tracción, al cabo de siete y de veintiocho días respectivamente de endurecimiento y 180 kilogramos centímetro cuadrado á la compresión para veintiocho días de endurecimiento debajo del agua; las nuevas condiciones exigen las resistencias siguientes:

DURACIÓN DE ENDURECIMIENTO	Resistencias mínimas á la tracción.	En kilogramo centímetro cuadrado á la compresión.
Endurecimiento debajo del agua:		
Siete días.....	12	120
Veintiocho id.....	20	200
Endurecimiento mixto:		
Veintiocho días.....	25	250