

múltiples operaciones á la enseñanza privada, creando una Academia preparatoria para el ingreso en la Escuela de Caminos y para la Escuela politécnica, cuando más tarde se fundó.

En Octubre de 1899 fué nombrado Ingeniero Director de las obras del puerto de Barcelona, último destino que ha desempeñado, y en el que pudo encontrar vasto y anchuroso campo donde lucir las gallardías de su talento y sus envidiables dotes de laboriosidad.

Nadie mejor que el que suscribe estas líneas puede apreciar en su verdadera magnitud la gigantesca obra del Sr. Angulo, á cuyos trabajos prestó su cooperación durante los seis años que tuvo la honra de tenerle por inmediato Jefe. Es increíble, en efecto, que los esfuerzos y la inteligencia de un solo hombre hayan bastado para transformar radicalmente la faz de nuestro puerto en tan exiguo plazo, resolviendo las más complicadas cuestiones que desde tiempo inmemorial venía coartando los trabajos é iniciativas de sus antecesores, y planteando importantísimas reformas en casi todas las instalaciones existentes, trazadas en antiguas épocas y bajo un criterio reconocidamente mezquino ante las exigencias y crecientes necesidades del tráfico moderno. Difícil es creer que en un solo cerebro pudiera haber vitalidad bastante para atender de un modo simultáneo á la resolución inmediata y rápida de los graves, continuos y variados problemas que lleva en sí la ejecución y explotación de las obras marítimas, para la que hubo de poner tantas veces en juego todos los recursos de la ciencia profesional, teniendo en cuenta el gran número, importancia y diversidad de aquéllas, sin desdeñar por eso descender al estudio de los más nimios é insignificantes detalles. La gestión de Angulo en Barcelona bastaría por sí sola para labrar la reputación de un Ingeniero, si no la hubiera ya alcanzado en obras de no menos alientos.

Fué D. Carlos de Angulo hombre de clara y perspicaz inteligencia; perito en la teoría práctica de su profesión; de gran alteza de miras, de laboriosidad poco común y de una actividad extraordinaria, verdaderamente febril. Sobrio y conciso en el decir, de palabra fácil aunque fluida, amaba en extremo la controversia, en la que su certero golpe de vista y rapidez de concepción le aseguraban fáciles triunfos. Era, pues, hombre de lucha, pero de poca ductilidad, lo que le acarreó serios disgustos. Su extremada viveza de imaginación y la profundidad de su saber, le sugerían á cada paso ideas y soluciones nuevas que á veces le hacía pasar como indeciso, aumentando en grado sumo la intensidad de su trabajo.

Fué en sus creencias de exaltada religiosidad; en su hogar, esposo modelo y padre tierno y amantísimo; en la sociedad hombre correcto, excesivamente cortés, de probada cultura y tan ameno trato, que logró granjearse hondas simpatías. Como funcionario fué tan honrado y probo, que no obstante la percepción de un elevado sueldo y ser un hombre de ejemplar conducta, ha muerto pobre, dando con ello el más solemne testimonio de la injusticia de ciertos insidiosos ataques, que de algún tiempo á esta parte acibararon su existencia. Su entereza de carácter, tal vez exagerada, le creó enemistades poderosas y contribuyó quizás á su espantosa muerte. He aquí las circunstancias determinantes de este tremendo drama:

Un miserable, avezado á esta clase de intrigas y de crímenes, por uno de los cuales que le salió fallido, arrastró largo tiempo la vil cadena del forzado, sabedor de la ruin campaña emprendida contra Angulo por cierto periódico local, ofreció á aquél su mediación para hacerla cesar, siendo rechazado, primero cortesmente, mientras no especificó los recursos que contaba emplear en su empresa; más tarde con desprecio, y tal vez con violencia en el día del nefando crimen ante la crudeza y ruindad de la proposición de aquel villano. Nadie, en realidad, sabe lo que pasó entre aquellos dos hombres. Ambos estaban solos en el propio domicilio de nuestro pobre amigo; el uno bien armado, el otro revestido tan sólo de su valor y de su dignidad; pero es indudable para los que conocíamos bien á Angulo, que éste rechazaría enérgicamente sus ofrecimientos y que aun pre-

tendería arrojarlo de aquella casa que manchaba con su presencia, sucumbiendo inerme y sin amparo alguno al fiero furor de aquel malvado, que ya en el mismo día había fracasado en otra intentona de igual género, y que horrorizado de su crimen, ó juzgando imposible la huida, se suicidó después, mezclando su impura sangre con la de su inocente y desdichada víctima. Si Angulo hubiera sabido dominarse y contener los impulsos de su dignidad ofendida, tal vez á estas horas no lamentáramos su irreparable pérdida.

La Junta de Obras del Puerto ha dado pruebas de su esplendidez y nobleza, proponiendo y alcanzando la concesión de tres anualidades para aliviar la precaria situación de la familia del finado, en justísimo premio de sus valiosos servicios y pequeña compensación de las sumas harto más cuantiosas economizadas al Comercio por su celosa y ejemplar gestión. Reciba por ello dicha Corporación el testimonio de nuestra gratitud.

¡Descanse en paz el alma de nuestro malogrado compañero!
Barcelona 4 Mayo 1906.

JULIO VALDÉS.

LA REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, interpretando el sentimiento de todos los compañeros, expresa su más sincero dolor por tan sensible pérdida y recordará siempre con orgullo el nombre de tan distinguido Ingeniero.

EL CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA

Los técnicos españoles han sabido honrarse á sí mismos honrando á los Ingenieros constructores del sifón del Sosa y tomando como propia la legítima satisfacción que éstos experimentan al contemplar vencidas las dificultades de aquella importante obra hidráulica. Los habitantes de la región interesada han mostrado ostensiblemente su júbilo, los Diputados y Senadores han felicitado á los Ingenieros del canal y la más alta representación del Estado ha contribuido con su presencia en el acto de la inauguración, con su entusiasmo y con su aliento á confirmar las esperanzas tanto tiempo abrigadas por los labradores de aquella comarca desheredada. Todos han visto en la terminación de este trozo del canal un paso importante en la realización del plan completo de las obras y un feliz presagio de su éxito definitivo.

No es, pues, inoportuna en estos momentos una ojeada retrospectiva al conjunto de los trabajos realizados y de los que faltan aún ejecutar, con indicación somera de las principales obras y dificultades que ha motivado su construcción, sin entrar en detalles conocidos de nuestros lectores por los artículos especiales que les han dado á conocer las más importantes.

La zona regable.

La meseta esteparia, formada por una inacabable sucesión de margas, areniscas y yesos que se extiende desde Zuera hasta Lérida, sin otras zonas de vegetación que las estrechas fajas que marcan en ella las márgenes del Gállego, del Flumen, del Alcanadre y, sobre todo, fértil vega de Monzón que fertiliza el caudaloso Cinca, reaparece entre éste y el Noguera Ribagorzana y el Segre sin una sola corriente intermedia que fecundice su árido suelo.

Ambos ríos, Cinca y Ribagorzana, descienden casi Norte-Sur de los más elevados macizos del Pirineo, y entre ellos queda una faja de terrenos de unos 33 kilómetros de anchura, privada de toda corriente fluvial. Aquí se encuentra la comarca de La Litera, cerrada al Norte por una serie de cerros yesosos, desierto, áridos, que parecen rechazar la vida, y que corren en

unos 40 kilómetros de extensión con una anchura de unos 3 kilómetros, pasando al Sur de Barbastro y por los pueblos de La Almunia de San Juan, San Esteban y Tamarite, internándose en Cataluña por Alfarras. Contra esa barrera de yesos se levantan formaciones de areniscas, dibujando cerros de contornos festoneados, y más abajo, hacia el Sur, se extienden, á pérdida de vista, hasta el Cinca, los ondulantes terrenos, generalmente arcillosos, que se depositaron en un tiempo en el fondo del lago que cubría esas regiones. La zona que se indica, y á la que se ha asignado 33 kilómetros de anchura, tiene igual ó mayor extensión en sentido del Cinca, y esos riquísimos terrenos miden más de 1.000 kilómetros cuadrados, privados de aguas corrientes.

El suelo fuerte y arcilloso sólo espera la acción del agua para ofrecer abundantes cosechas de toda especie, pero no es sólo este fin interesado el que se ha perseguido con las tentativas para

vía á Occidente, arrojándose en el Cinca á través de un enorme grupo de rocas calvias, que atraviesa por estrecha garganta ó hendidura llamada el Congosto del Esera.

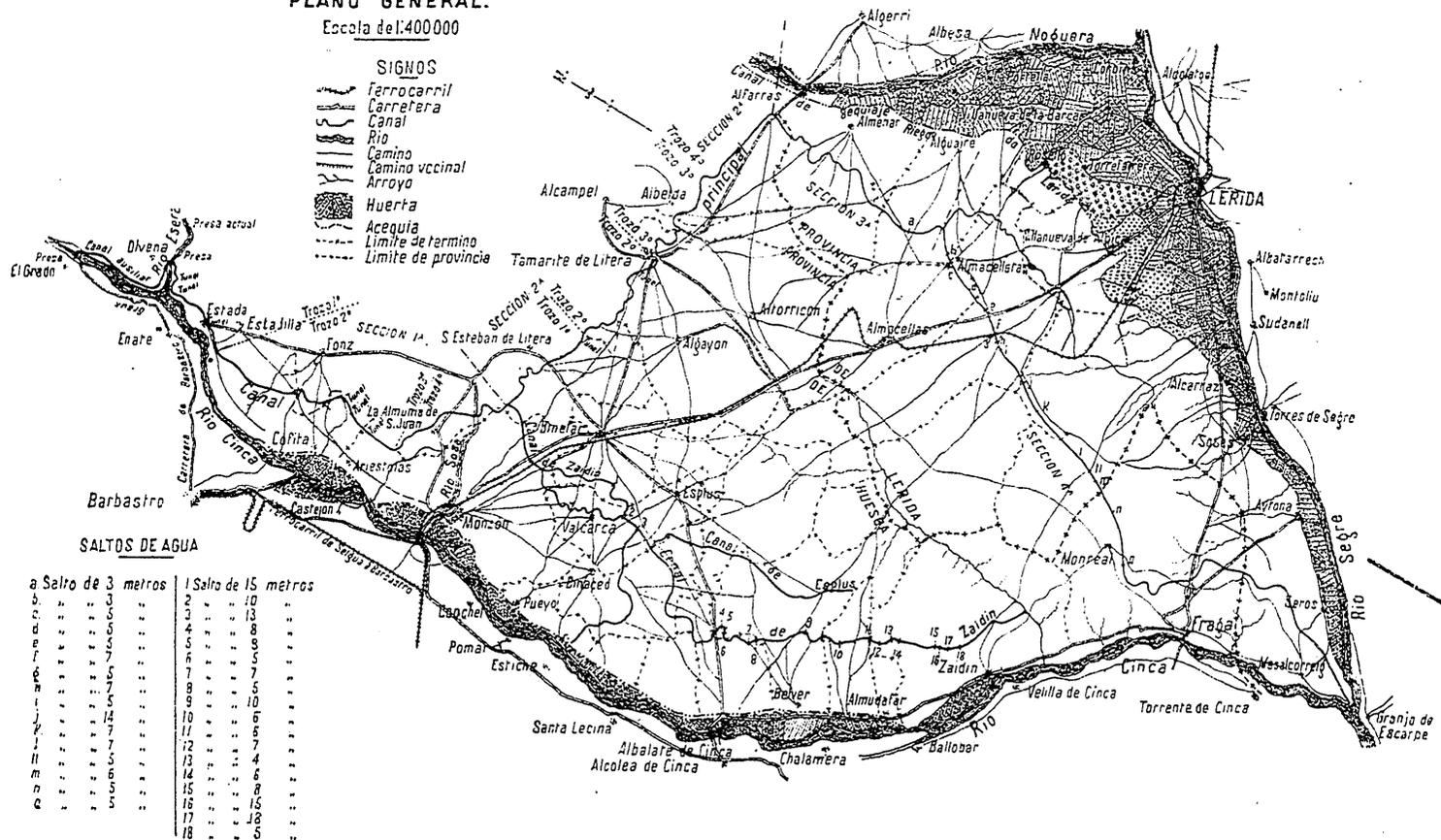
El plan de riego.

Todos los planes de riego de La Litera han tenido por base el aprovechamiento del Esera, recogiéndole á suficiente altura para canalizarlo llevándole por la cabecera de las extensas planicies antes nombradas, y contra las reservas formuladas por algunos acerca de si el caudal de aquel río bastará para asegurar los riegos y á responder del capital invertido en canalizar sus aguas la ley ha sido previsora, y dice que el déficit de agua, si hubiese, lo cubrirá el canal del Cinca; pero hay que observar que la zona regable no necesita en pleno cultivo más de 35 metros cúbicos por segundo, que á esta dotación se ha ceñido la capacidad del

**CANAL DE ARAGON Y CATALUÑA
PLANO GENERAL.**

Escala de 1:400000

- SIGNOS**
- Terrocarril
 - Carretera
 - Canal
 - Rio
 - Camino
 - Lamina vicinal
 - Arroyo
 - Huerta
 - Acequia
 - Limite de termino
 - Limite de provincia



SALTOS DE AGUA

a Salto de 3 metros		b Salto de 15 metros	
a	3	b	10
b	4	c	13
c	5	d	8
d	6	e	9
e	7	f	5
f	8	g	7
g	9	h	5
h	10	i	6
i	11	j	7
j	12	k	4
k	13	l	6
l	14	m	5
m	15	n	8
n	16	o	15
o	17		12
	18		5

regar esa comarca que remontan las crónicas al reinado de Carlos III, y aun á épocas más remotas. Es un verdadero deber de humanidad el de proporcionar el agua á pueblos sedientos, cuyos habitantes sólo pueden proporcionarse el líquido abriendo zanjas en las laderas de roca arenisca ó recogiendo las aguas pluviales en las depresiones de las llanuras, viéndose precisados cuando estas balsas impuras se agotan á ir á buscarlas en los lejanos ríos ó tomarlas por turno de las cisternas que el ferrocarril lleva á las poblaciones más importantes. Pueblos víctimas de tal penuria están llamados á desaparecer si no se remedia necesidad tan apremiante, y apena el ánimo cuando se visitan aquellas llanuras contemplar las ruinas de más de treinta poblados que han desaparecido.

Y sin embargo, el agua necesaria para fertilizar esos estériles campos se hallaba muy próxima; al Norte de esa barrera de yesos que forma el lado superior del marco que encierra La Litera, baja del Pirineo un río caudaloso, el Esera, que en vez de seguir su curso intermedio entre el Cinca y el Noguera, se des-

canal proyectado, y que el Esera lleva un caudal superior, excepto los meses de Agosto y de Noviembre á Enero. No suministra, por lo tanto, 35 metros cúbicos *permanentemente* durante todo el año; pero los cubre con exceso en las épocas de otoño y primavera, y no hay temor de que falte el agua, al menos en cincuenta años. Si por dicha el desarrollo de los pueblos y de los cultivos intensivos en las 100.000 hectáreas hiciesen dudosa la posibilidad de atender á todos los riegos estivales y de invierno, no se olvide que el Esera se alimenta de campo de nieve y hielo inagotables, y que recogidas sus aguas, se pueden aumentar en esas épocas de relativa escasez, ya que no se almacenasen sus enormes avenidas para servir de volante regulador de su empleo.

El aspecto técnico del problema, en su esencia, se reduce á recoger del caudal del Esera la cantidad necesaria para regar las 105.000 hectáreas que se admiten en la zona regable, para lo cual asigna la ley un volumen de 35 metros cúbicos por segundo, y canalizar esas aguas á suficiente altura para que pue-

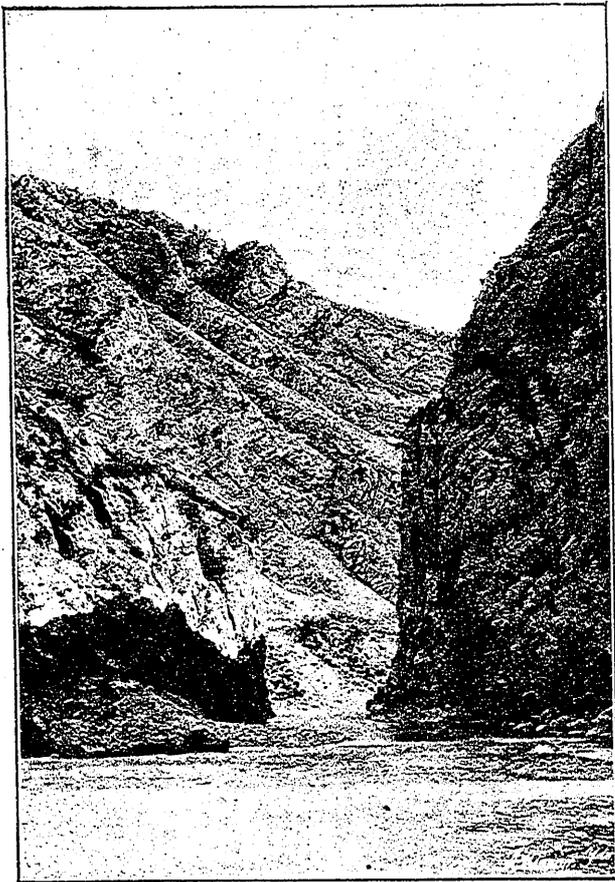
dan extenderse por canales y acequias por todos los campos que han de fertilizar.

La línea principal ó tronco del Canal está bien definida, pues la señala la serie de eminencias de roca arcillosa de que antes se trató al describir La Litera, eminencias que forman su borde superior corriendo por La Almunia, Tamarite y Albelda hasta el collado de Foix.

Un hombre de clarísimo talento, D. Francisco Rocha, estudió este problema á fines del siglo XVIII ó principios del XIX, su proyecto es de 1806, y señaló la dirección del tronco principal y la de sus dos grandes canales derivados, de modo tan racional y acertado, que puede decirse que cuanto después se ha hecho en ese punto por las legiones de Ingenieros nacionales y extranjeros que han intervenido en esta empresa, no altera la idea fundamental.

Pero si en las condiciones de la canalización ha dominado un criterio fijo, no ha sucedido lo mismo en cuanto á la manera de tomar el agua del Esera.

En un principio, y después hasta la época reciente, se pensaba recoger el caudal de dicho río cerca de su confluencia en el Cinca, y como su cauce no tiene en esa parte suficiente altura para alcanzar la cabecera de la gran planicie, habrá que elevar el agua con una presa de retención y embalse de unos 20 metros de altura. La fotografía núm. 1 representa uno de los parajes en

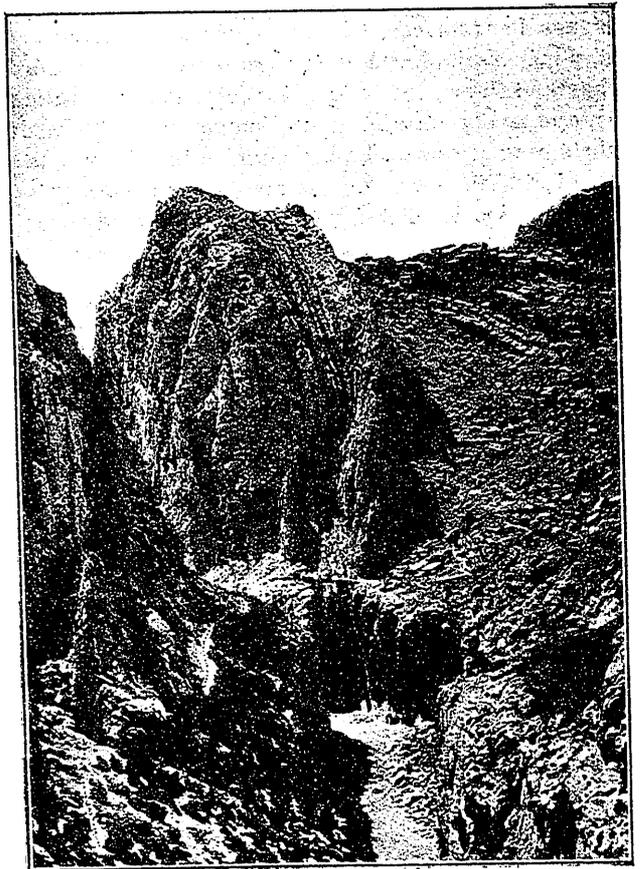
Figura 1.^a

Ala izquierda; quebradas rellenas de detritus que ha de salvar el canal.

que se pensó hacer la presa de embalse. Hay alguna parte de obra ejecutada y abandonada.

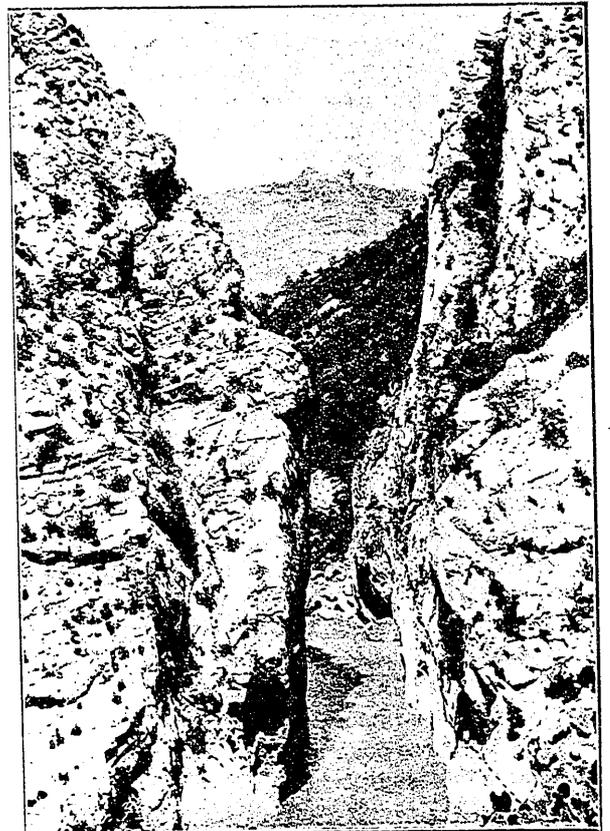
Pareció aventurado fiar la conservación de tan preciada riqueza á un vaso en roca caliza, que ofrece indicios de oquedades y cavernas; una pérdida por filtración de seis á diez metros cúbicos por segundo podía comprometer el servicio del Canal en las épocas en que el Esera no conduce más de 35 metros cúbicos, y teniendo en cuenta las tristes lecciones de la experiencia, se decidió tomar el agua con una pequeña presa de derivación. La toma se hace, por lo tanto, á unos cinco kilómetros de la con-

fluencia con el Esera, en el grandioso y salvaje corte calizo del Congosto.

Figura 2.^a

El túnel núm. 2 atraviesa el macizo de la izquierda.

Mide el tronco principal los cinco kilómetros de conducción por los escarpes del Esera y 62 kilómetros de canal de conduc-

Figura 3.^a

Montaña que se atraviesa con el túnel núm. 1.

ción y riego que se extienden por debajo de Estadilla y Fonz y

por las inmediaciones de La Almunia, San Esteban, Tamarite y Albelda hasta el collado de Foix, en la división de Aragón y Cataluña. Las pendientes varían desde 0,2 á 1,00 metro por kilómetro, y las secciones correspondientes desde 12,5 metros en la cara de agua á 4,5 metros. La profundidad se aproxima á tres metros en esta parte del Canal.

La capacidad del mismo, que empieza siendo de 35 metros cúbicos por segundo, queda reducida á 17 metros cúbicos al llegar á Foix, por las tomas hechas en ese transcurso.

En puntos indicados por la configuración de la comarca, donde arrancan las divisorias de la extensa llanura, parten canales de segundo orden, como los de Zaidín y Escarpe, el primero con unos 53 kilómetros de longitud y un caudal de 15 metros cúbicos por segundo, y el segundo con 53 kilómetros de desarrollo y una dotación análoga.

Tan grandiosas derivaciones indican suficientemente la magnitud de esta obra, que se completa por grandes acequias que se desarrollan por las divisorias secundarias formando una red de 165 kilómetros, que, unidos á los canales mencionados, suman una canalización de 340 kilómetros.

Todo esto no es más que el esqueleto de este gran cuerpo de riegos; pues á los particulares incumbe hacer las acequias de conducción y las regueras con dotaciones de 700 á 20 litros por segundo, y menores, que han de ramificar y extender la circulación del agua por toda la parte laborable. A facilitarles ese trabajo, dándoles los elementos técnicos necesarios, se encamina la acción oficial.

Falta, para completar esta noticia, dar idea de alguna de las principales obras y de la situación general de los trabajos.

La garganta del Esera es uno de los puntos que han exigido

Figura 4.ª



Puente de Olvera. La línea á continuación del puente es un voladizo construído.

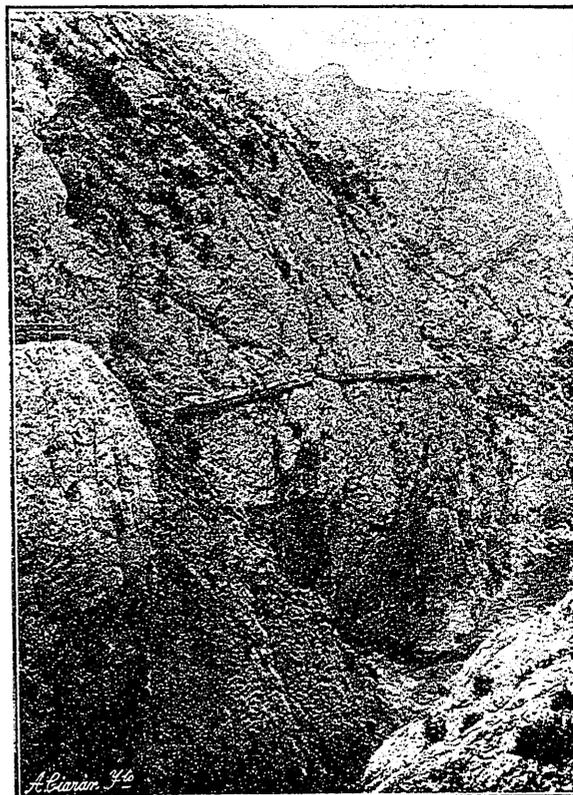
más obras y sacrificios. Los primeros reconocimientos de aquellos inaccesibles tajos se hicieron con gran dificultad y peligro. Muchas veces, para establecer la estación de un instrumento, había que desmontar pequeño espacio en un picacho, donde el

Ingeniero se mantenía atado ó casi suspendido sobre el abismo. Determinada la línea de operaciones, brigadas de trabajadores montañeses, descolgándose de las altas crestas de rocas, fueron haciendo sendas, que muchas veces eran voladizos apoyados en barras clavadas en los escarpes y que sostienen débiles tablonnes. Con un gasto de más de 20.000 pesetas se pudo establecer el sendero de servicio para atacar los grandes túneles (uno de ellos mide 1.700 metros) y los colosales muros que sostienen el cajero del Canal, entre los cuales los hay de más de 9 metros de altura, cubriendo más de 30.000 metros cúbicos de fábrica.

Para dar idea del terreno que se atraviesa se acompañan las fotografías números 2, 3 y 4.

Las líneas de tinta señalan las partes de las laderas y acantilados por donde hubo que trazar los caminos de servicio. Éstos se hallan constituidos en gran longitud por voladizos de tablas defendidos por pretilos de entramados de cañas. Las vistas números 5, 6, 7 y 8 dan una idea de estas sendas. Su ejecución ha

Figura 5.ª



Camino que conduce á la salida del túnel núm. 2 situada á la derecha del voladizo.

sido muy curiosa y accidentada; los obreros atados á largas cuerdas eran descolgados desde las elevadas crestas y cornisas de la montaña, y en esa posición barrenaban la roca, introduciendo delgadas barras de hierro.

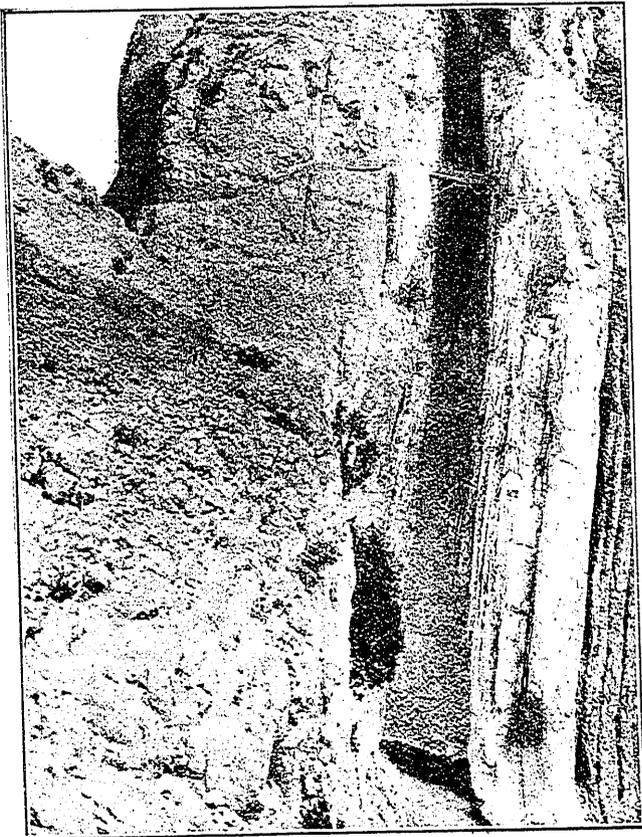
Sobre ellas arrojaban unos tablonnes, y desde ese momento circulaban ágilmente sobre el abismo afianzando y mejorando su frágil obra.

No dejaron de registrarse algunos incidentes muy sensibles. Un obrero tropezó con un saliente de la roca, y al perder el equilibrio y precipitarse al río, alcanzó una de las cuerdas que habían servido para bajar á sus compañeros, quedando suspendido sin poder ganar el voladizo. Fué socorrido rápidamente; pero murió á los pocos días á causa de la terrible impresión que había sufrido.

La travesía por esos caminos no ha ocasionado accidentes, y, en general, produce una impresión de asombro y de placer. Sin embargo, como hecho curioso, puede registrarse que algunas personas de ánimo esforzado han declarado que no pasaban sin cierta emoción molesta, y aun se han visto casos de negarse á entrar en esos senderos.

De los grandes muros que se citan, hay varias vistas que no están disponibles de momento, pero que pueden pedirse.

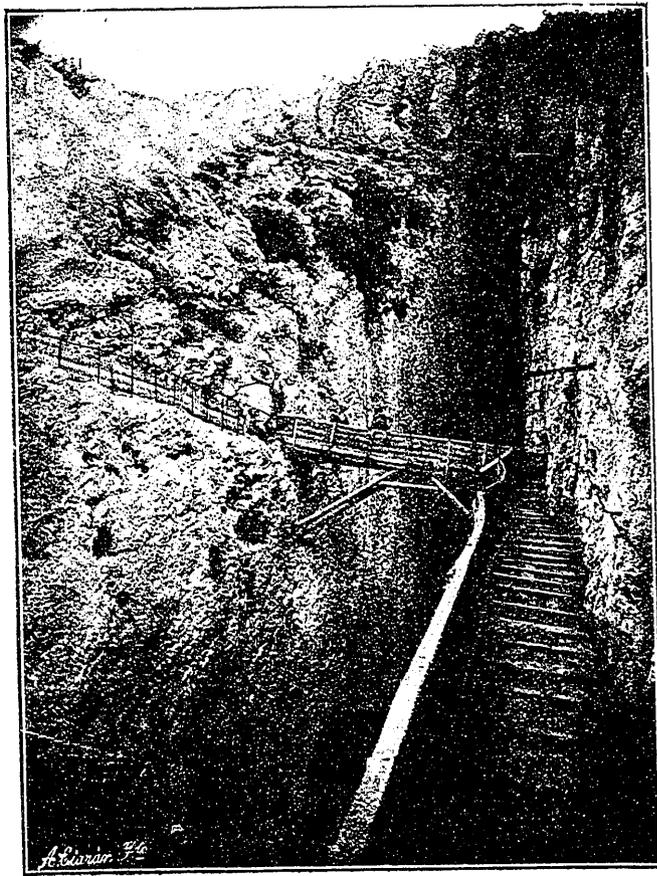
Figura 6.^a



Camino de servicio en las gargantas del Esera.

Uno de los muros, no el mayor seguramente, está represen-

Figura 7.^a



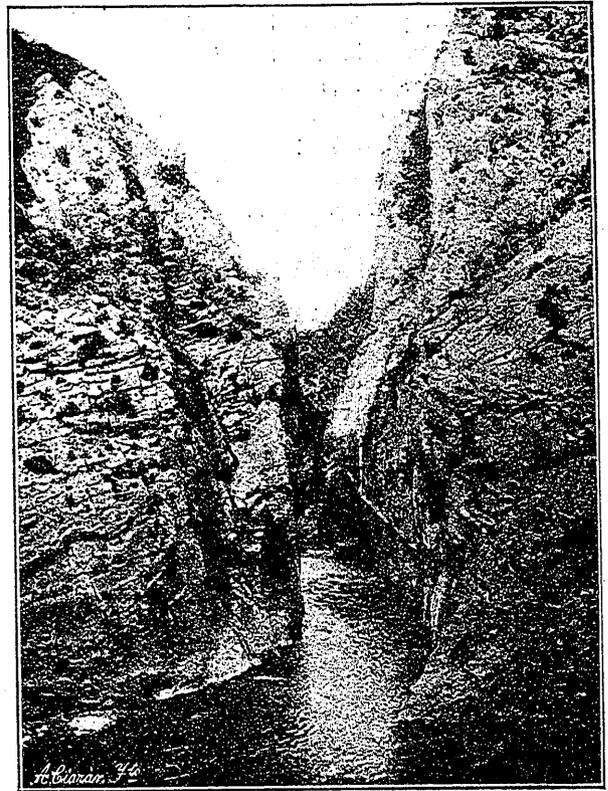
Barranco oscuro. Camino para estudios.

tado en la fotografía núm. 9, que no puede abarcarlo todo, pues se prolonga en gran longitud.

Las vistas números 9' y 9'', son de muros con almenara de desagüe.

No solamente se ha luchado con la magnitud de la obra, sino también con sus especiales condiciones. Las paredes, casi ver-

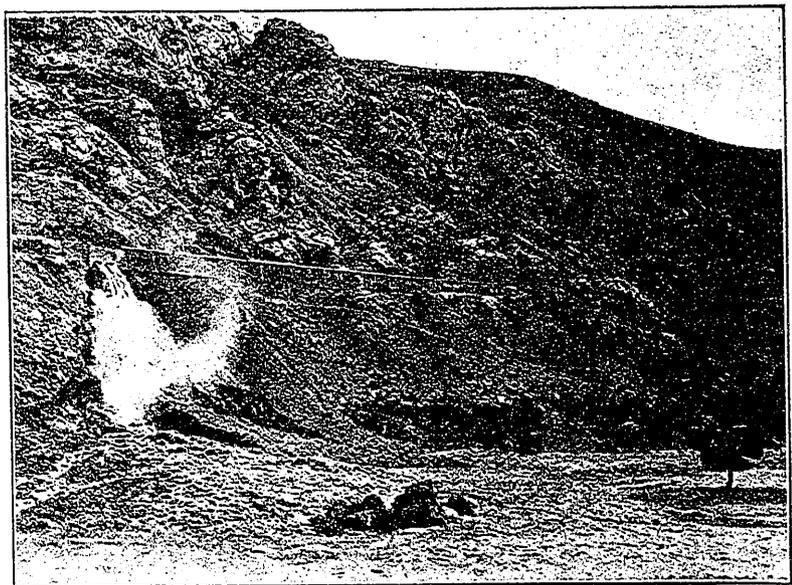
Figura 8.^a



Montaña que se atraviesa con el túnel núm. 1.

ticales, de roca que forman esa enorme hendidura, se interrumpen por barrancadas llenas de peñascos, á veces colosales, otras veces triturados y convertidos en prismas inestables de graveras.

Figura 9.^a



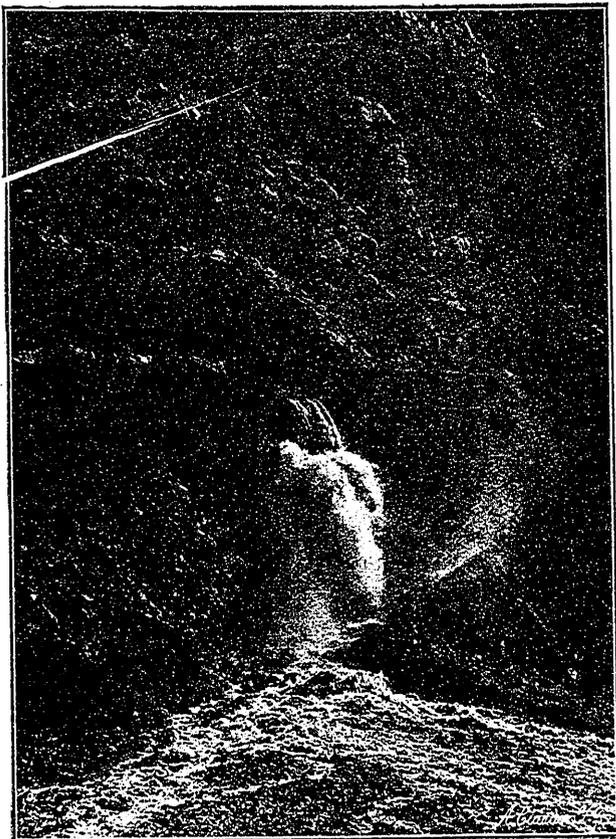
Muros y almenara. Tramo del Esera.

En la vista núm. 1, hay un trozo de ladera cubierto por una masa detrítica, un enorme prisma de rocas fragmentarias en equilibrio poco estable. Al empezar la explanación, un derrumbamiento causó algunas víctimas.

Ese tramo peligroso se pasa con un cajero de hormigón armado especie de túnel artificial, cuya solera y costados se han

calculado para resistir sin deformación apreciable un vano ó socavón de 10 metros.

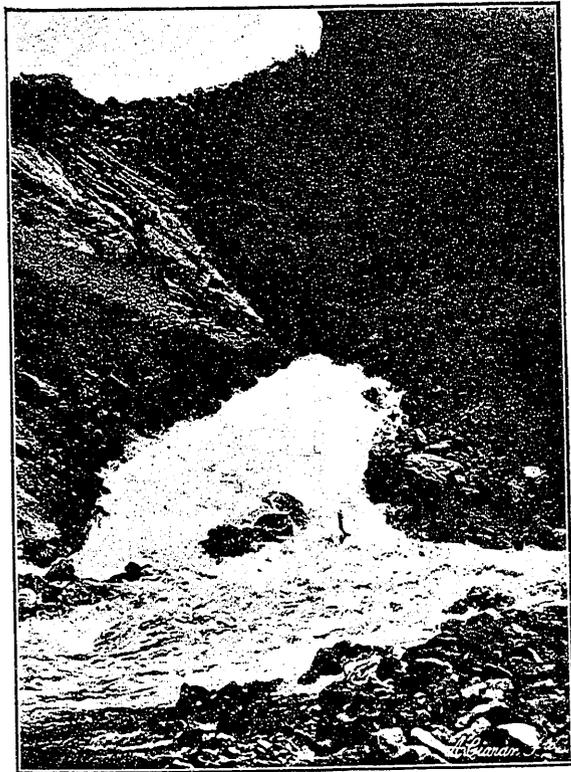
Figura 9



Una almenara,

El paso de estas laderas moveilizadas ha exigido procedimientos adecuados; á veces se voltean arcos utilizando estribaciones

Figura 9''.



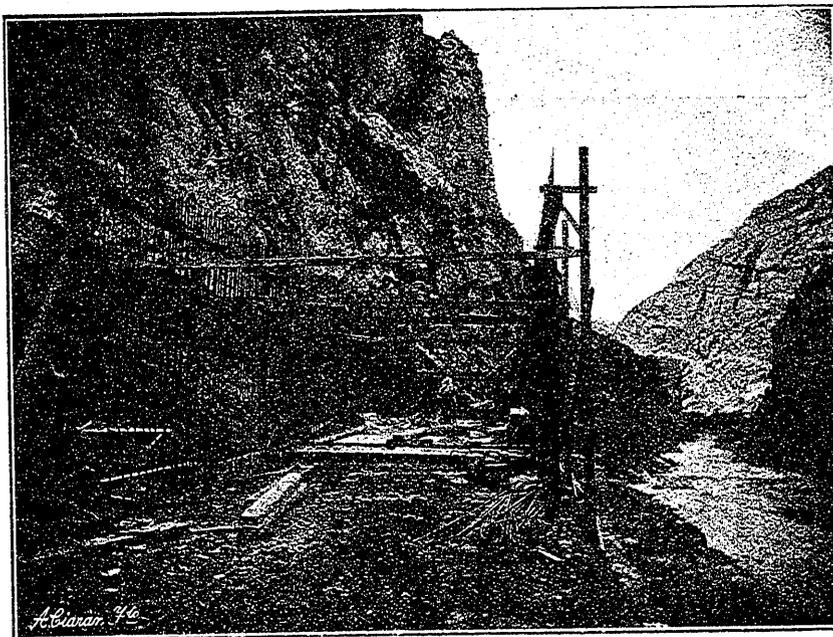
Almenara de agua salada.

sólidas, y sobre ellos se asienta el cajero; otras veces se convierte el acueducto en un túnel que se apoya sobre el terreno

detritico, con resistencia bastante en su estructura para aguantar sin deformación un socavón del terreno que le sostiene.

Ejemplo de esa clase de acueductos de hormigón armado la ofrece la vista núm. 10. Difiere del anteriormente citado en ser

Figura 10.

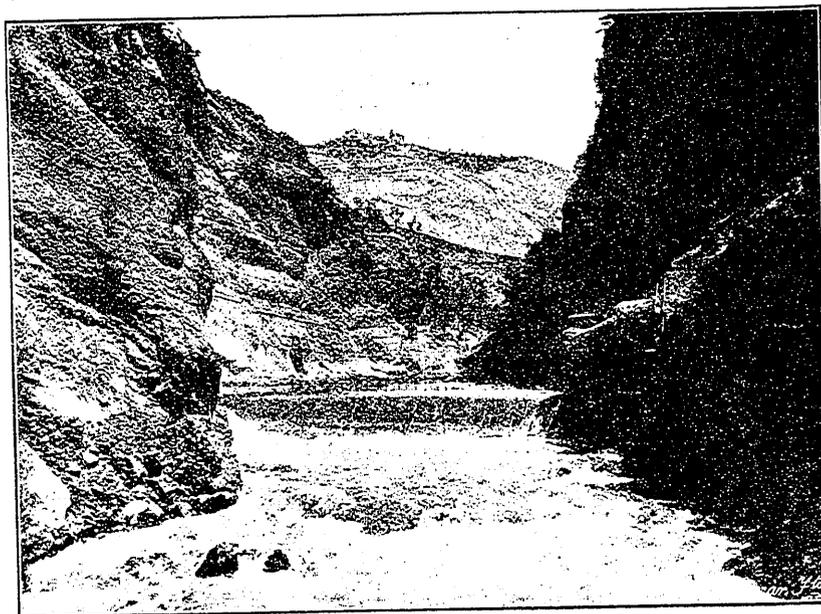


Vista de los cajeros de hormigón armado de agua salada.

cubierto, y se aplica en este caso á dar paso al canal sobre grandes muros de 9 metros de altura, cuyo espesor puede reducirse mucho, haciendo que sostengan únicamente el peso del acueducto, que por estar atirantado evita los empujes del agua á tan considerable altura.

En algunos grandes muros se ha reducido su espesor al necesario para sostener el paso del acueducto indeformable que se le sobrepone. Claro es que en tan variados casos ha tenido aplicación frecuente el hormigón armado.

Figura 11.



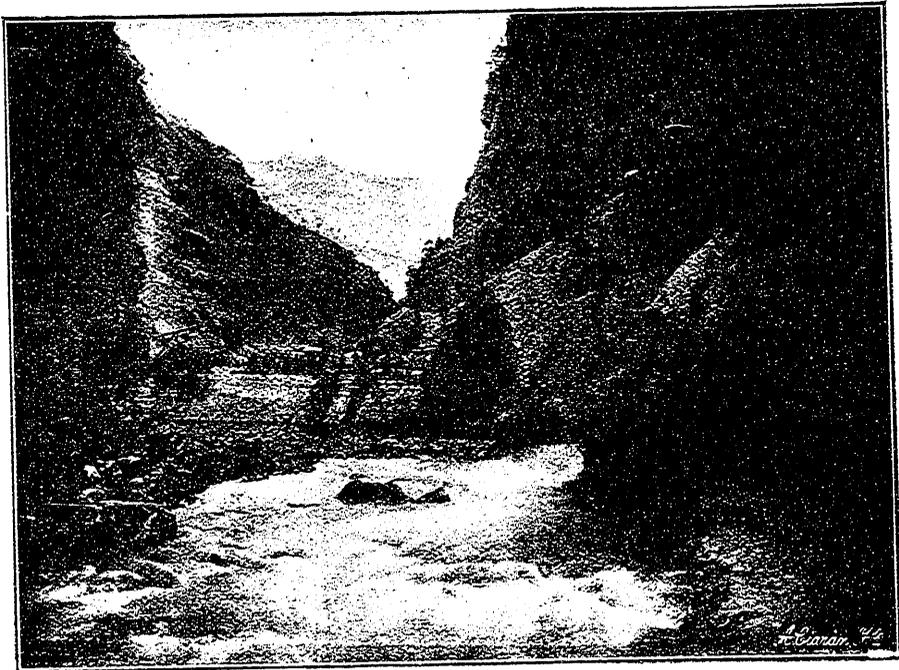
Presa de derivación del río Esera.

La presa ofrece campo para mucho estudio, sin espacio para establecer los talleres, en terreno en que el estrecho cauce, encerrado entre escarpes de más de 70 metros, está formado por grandes cantos que ni aun permiten el reconocimiento de la roca fundamental, y en un río de gran caudal y frecuentes ave-

nidas. Los trabajos se han hecho durante mucha parte de la obra con un volumen de agua de más de 70 metros cúbicos por segundo y con crecidas que han llegado á 1.800 metros cúbicos por segundo. Se ha trabajado día y noche al abrigo de una presa provisional que hubo que rehacer por haberla perforado el golpe de ariete de una barra arrancada por el río con vertiginosa rapidez.

La presa (fotografías 11 y 12) es de derivación, habiéndose

Figura 12.



Presa vista de lejos.

calculado para que el río tome la altura necesaria para que entren en el local 35 metros cúbicos por segundo.

Cuando aumente la altura del vertedero se regula la toma por compuertas. Muros de frente que sostendrán la casa de compuertas, que aún no se ha hecho, detienen las mayores avenidas, obligando al agua á pasar sobre la presa.

Esta tiene unos 8 metro de altura, de los cuales 4 se hallan debajo del antiguo talweg. El cauce estaba ocupado por enormes peñascos, entre los cuales y por debajo de una parte de los mismos ha sido preciso limpiar y macizar para rellenar el cimientto evitando las filtraciones.

El cimientto es de hormigón, armado en la parte del zampeado. El cuerpo de la presa está revestido de mármol brecha rojo de las capas que coronan la formación numulítica.

Se ha suprimido la galería de limpia á través de la presa por no debilitarla atendida su pequeña altura. En el mismo cuenco del bocal se ha hecho una galería transversal en túnel que sirve para las limpias de los detritus que se depositan en el pequeño embalse.

Dejando en seco el bocal se colocan unos tableros inclinados que al abrir las compuertas dirigen el agua hacia la galería. El efecto es seguro, rápido y poco costoso.

En las fotografías 11 y 12 se puede ver la salida de esta galería de limpia.

En la vista núm. 13 el agua enrasa la coronación de la presa, que queda á la derecha del cuadro.

Del bocal pasa inmediatamente al túnel núm. 1 que mide 1.000 metros de longitud.

Muchas y muy curiosas son las obras diseminadas en la longitud del Canal, y se mencionarán únicamente los túneles á través del dique yesoso, ya descrito anteriormente, y el paso del río Sosa y del Ribabona, que se unen pocos metros después del cruce del canal.

La descripción del cruce del Canal á través de las montañas de yeso, exigiría una serie de artículos.

Los túneles, entre los que hay uno de 1.000 metros, han ofrecido curiosos aunque sencillos ejemplos de la descomposición de los morteros más ricos y selectos, siendo excelente campo para el estudio de esa acción tan importante como oscura del efecto de las aguas selenitosas.

Las trincheras en yesos cristalinos presentan ejemplos de filtraciones y escapes entre las rocas y en las margas yesosas se han ofrecido casos de hundimientos.

Los terraplenes con tierras yesosas que se hicieron en tiempos pasados, son inadmisibles. Esos kilómetros de Canal dan materia para un interesante volumen.

Las obras del Canal han sido descritas en muchos periódicos y principalmente las que tienen carácter especial como el Sifón del Sosa, y el acueducto de Perera.

Imposible sería hacer aquí una reseña de las muchas construcciones importantes antiguas y modernas. Las antiguas se ajustan á los tipos costosos de las fábricas de sillería y de mampostería concertada. En las modernas domina el hormigón en masa y el hormigón armado, obedeciendo á una imposición natural, pues no existe piedra utilizable después que se sale de la región montañosa. Pudieran presentarse ejemplos como el Partidor de Zaidín, los grandes rápidos de los canales secundarios (15 metros cúbicos de dotación), los cajeros de revestimiento, los pasos superiores, etc.

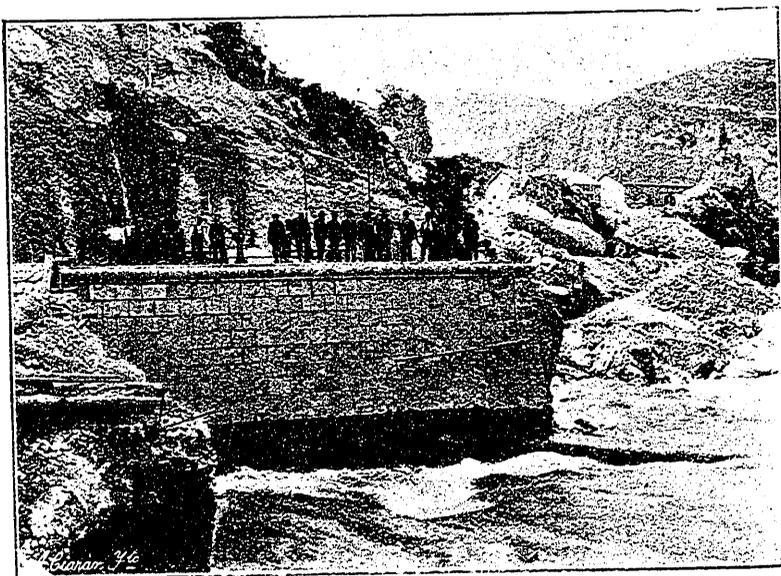
Las vistas números 14 y 15 representan secciones de Canal revestidas con hormigón de masa. En estos tramos la sección se estrecha hasta 4m,5 en una altura de 2m,9 de agua. Á sección completa la velocidad es demasiado gran lepara utilizar los botes.

La vista 16 es de uno de los acueductos que se emplean para evitar terraplenes en los barrancos que forzosamente hay que cruzar.

En la parte antigua del Canal se han empleado con exceso los terraplenes, fiados sin duda en el asiento que había de producir el largo plazo antes de poner en carga el Canal.

Esto es peligroso en todos los casos, y requiere gran cuidado

Figura 13.



El bocal. Origen del canal.

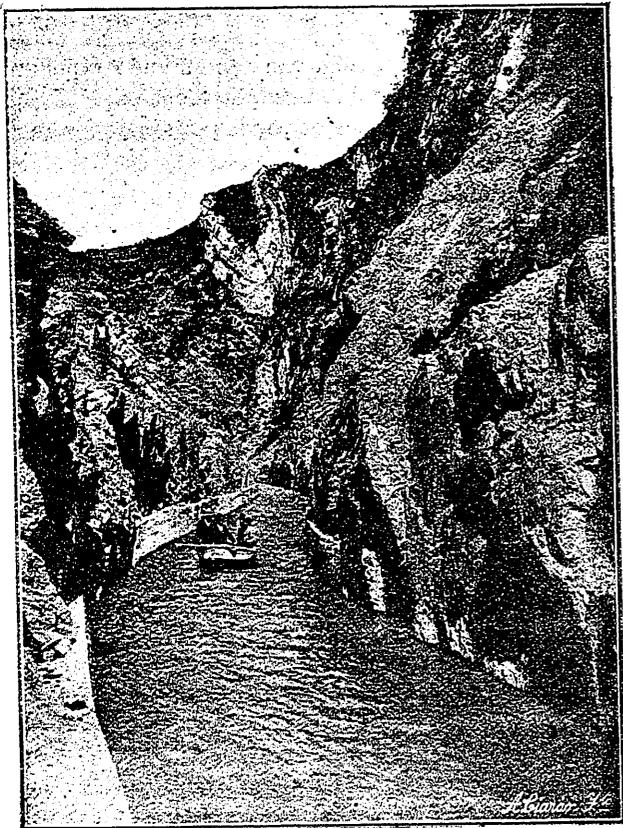
en el encuentro de las tierras con las obras de fábrica. Son también muy importantes las indicaciones recogidas sobre este interesante extremo.

Coste del Canal.

El presupuesto oficial de esta obra es de 30 millones de prese-

tas, pero deducido el importe de lo que no se ha de ejecutar y hechos los aumentos que corresponden á los presupuestos adicionales aprobados, está calculado el gasto total en 32 millones.

Figura 14.



Un tramo de canal de sección reducida.

Si se tiene en cuenta que el indicado presupuesto oficial es de 1864, ha de producir extrañeza que haya tan pequeño exceso, cuando el que representa por estimación moderada el aumento de jornales, el de explosivos y el ambiente social en que se desarrollan los trabajos, pudiera justificar un suplemento del 20 por 100 del valor calculado á mitad del siglo pasado.

Debe indicarse, aunque sólo sea de paso, que una de las causas principales de ese fenómeno económico tan grato y beneficioso para el país, depende de haberse hecho la mayor parte de los trabajos por pequeños destajos que aquilatan el valor de las obras y llevan al límite la economía. Pocas veces se habrá presentado un caso más evidente de las ventajas de quitar trabas, facilitar trámites y dar rapidez y flexibilidad al trabajo, sin perjuicio de las responsabilidades y de la más perfecta regularidad. Así se hacen las obras pronto y con economía.

Valor económico del Canal.

Con los 32 millones de pesetas deben hacerse los 83 kilómetros de canal principal de sección variable desde 35 m³ á 15 m³ de capacidad; 92 kilómetros de canales derivados que toman unos 15 m³; 166 kilómetros de acequias de distribución, y más de 60 kilómetros de cauces colectores. Con ello se pondrán en riego 105.000 hectáreas de terreno. Admitiendo únicamente 100.000 por zonas perdidas para este beneficio resulta la hectárea puesta en riego á 320 pesetas de coste por el Estado.

Admitiendo que en plazo no lejano aumente el valor de cada hectárea en 2.000 pesetas habrá aumentado la riqueza pública en 200 millones de pesetas.

El precio de 320 pesetas de canalización no es exagerado si se compara con el término medio de los canales de Europa, y resulta económico atendiendo á las condiciones topográficas de la región.

Auxilios del Estado.

El presupuesto del canal con sus acequias principales, representa unos 30 millones de pesetas. Se pensó encontrar fondos para tan respetable gasto, con la esperanza de los ingresos por riegos y privilegios y exenciones concedidos por el Estado, pero las tentativas hechas desde mediados del siglo pasado por los concesionarios de estas obras, han sido infructuosas. Al incautarse de ellas el Estado en 1896, todo lo hecho no representaba un valor de más de 2 millones de pesetas, y la parte utilizable valía tan solamente 1.600.000 pesetas.

Convencido el Gobierno de que empresa de tal magnitud no se llevaría á cabo por Sociedad alguna, dado el carácter especial de la riqueza que se crea en los canales, decidió acometer directamente el negocio, en que se suman intereses de orden social, político y económico, y para ello asignó por la ley de 1896 un crédito de 19 millones para hacer las obras de las primeras secciones que permitiesen empezar los riegos, señalando como consignación anual millón y medio.

Dificultades propias de toda organización difícil é incipiente, y retrasos en las consignaciones, han detenido la marcha de los trabajos, que en fin de 1902 representaban un aumento de 6 millones escasos sobre 1.600.000 pesetas aprovechables de la concesión.

En 1903 concedió el Gobierno un suplemento de crédito de 900.000 pesetas y se modificó la ley, ampliando hasta 3 millones anuales la consignación.

En este último periodo, y merced á ese aumento, que da campo á un plan regular de trabajos, éstos avanzan con método y rapidez.

Una transformación plausible, que pudiera ser anuncio de cambios venturosos para el país, se observa en la gestión oficial en esta gran empresa.

No se limitó el Estado á encargarse de la ejecución por la ley de 1896, sino que ha dado facilidades que rompen con la cen-

Figura 15.



Salto á la salida del túnel núm. 1.

tralización abrumadora, por lo dispuesto en la ley de 1.º de Febrero de 1901. En armonía con ese espíritu expansivo y de facilidades se han organizado las obras, y cuando ha llegado el mo-

mento de que el público entrase en la vida del canal preparándose por los riegos, se ha dispuesto que se faciliten cuantas noticias puedan guiar á los pueblos, llegando hasta darles gratuitamente copias de los planos geométricos que les enseñan la forma y relieve de los terrenos, y se le dan igualmente los planos de riego de las diversas tomas de agua.

Por el servicio del canal se han facilitado dentro de estos principios folletos de carácter técnico y administrativo.

Pero donde aparece en toda su extensión ese aspecto innovador de amplio y elevado criterio, es en la reglamentación del uso del agua. Por el Reglamento provisional de 12 de Octubre

con caudal reducido, en los 34 kilómetros que hay desde la presa hasta el partidor de Zaidín.

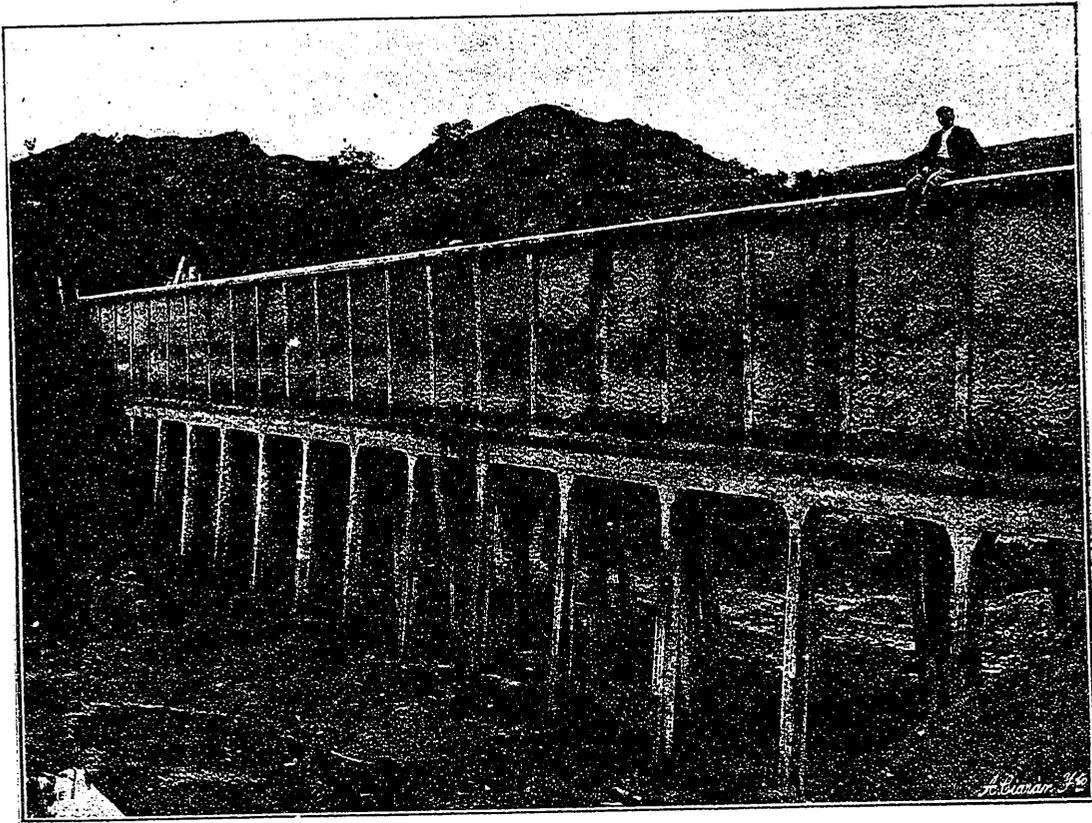
Hay, además, en servicio hasta Tamarite (kilómetro 53), que son 19 kilómetros, y unos 17 por el canal de Zaidín; en total, 70 kilómetros.

Las obras complementarias de esta parte se harán el año 1906 en la parte esencial, y se terminarán en la medida de los recursos disponibles.

Los trabajos de continuación van adelantando rápidamente, estando hecha mucha parte de las explanaciones.

La situación se expresa mejor por las cifras de los gastos.

Figura 16.



Acueducto de Faleva, de hormigón armado, modelo para paso de hondonadas.

de 1905 se establece el uso casi gratuito del riego. Lo que se cobra es un derecho de registro, no una remuneración al capital empleado.

Era esto una necesidad. Si el agua ha de llevar la riqueza á una comarca, ha de ser mediante el empleo de capital y de trabajo, y si el precio del riego es elevado se reproducirá el fenómeno de que no se utilice en mucho tiempo. Vean los agricultores las ventajas del riego dedicando sus recursos á preparar sus campos y á abonarlos, y, una vez alcanzado el éxito, vendrá naturalmente el beneficio del capital, tanto por el canon módico como por los ingresos cuantiosos que brotan del aumento del bienestar y de la riqueza.

Las tarifas de consumo del agua, son las siguientes:

Cada mil metros cúbicos:

Durante el primer año, 0,20 pesetas.

Idem el segundo, 0,25.

Idem el tercero, 0,30.

Idem el cuarto, 0,40.

Idem el quinto, 0,50.

Los cinco años siguientes, 0,50.

Después de los diez años el Gobierno puede revisar las tarifas y repetir la revisión cada cinco años.

Situación actual del canal.

Está construído, en disposición de prestar servicio, aunque

1.º de Marzo de 1906.

	Pesetas.
Acreditado antes de 1896.....	1.668.794
Idem antes de 1896 á 1903.....	5.951.884
Idem en 1903, 1904, 1905.....	9.336.884
Idem en Enero y Febrero de 1906....	1.000.000
Total.....	17.957.562

Sean 18 millones de pesetas.

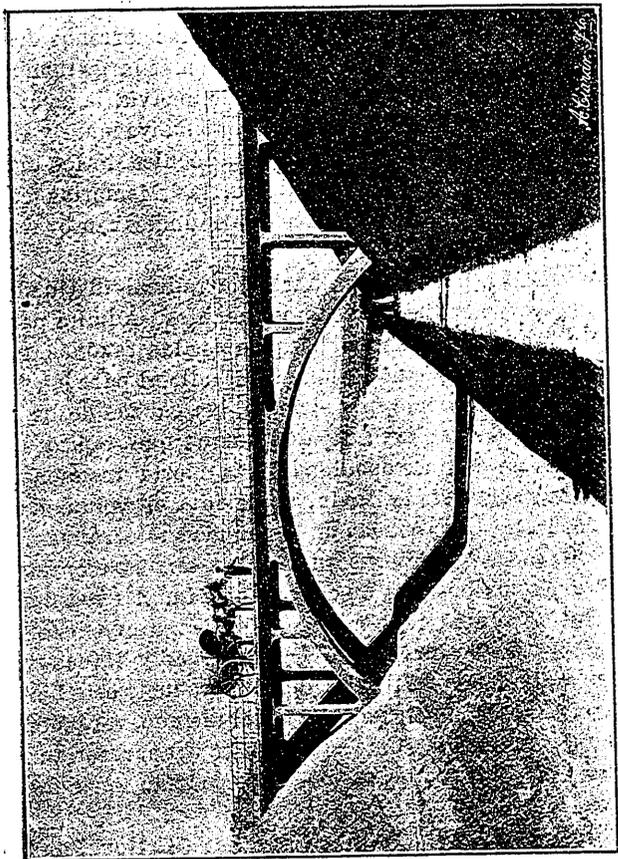
Hay obras hechas y recibidas por contratos y destajos, valor de 1.300.000; y están emprendidos destajos por igual cantidad.

Puede calcularse que á fin de 1906 estarán acreditadas obras por 20 millones y ejecutadas por destajos más de 1 1/2 millones.

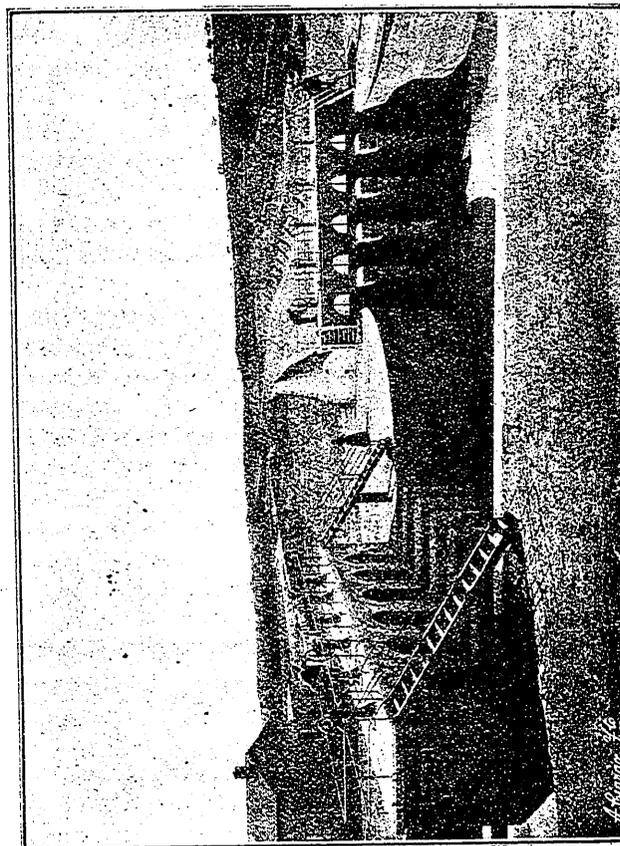
En resumen, quedará que consignar para acabar el canal 12 millones.

Promesas que el país ha recogido con ferviente gratitud, permiten esperar que en dos años, ó sea hacia fines de 1908, podrá estrenarse esta grandiosa obra.

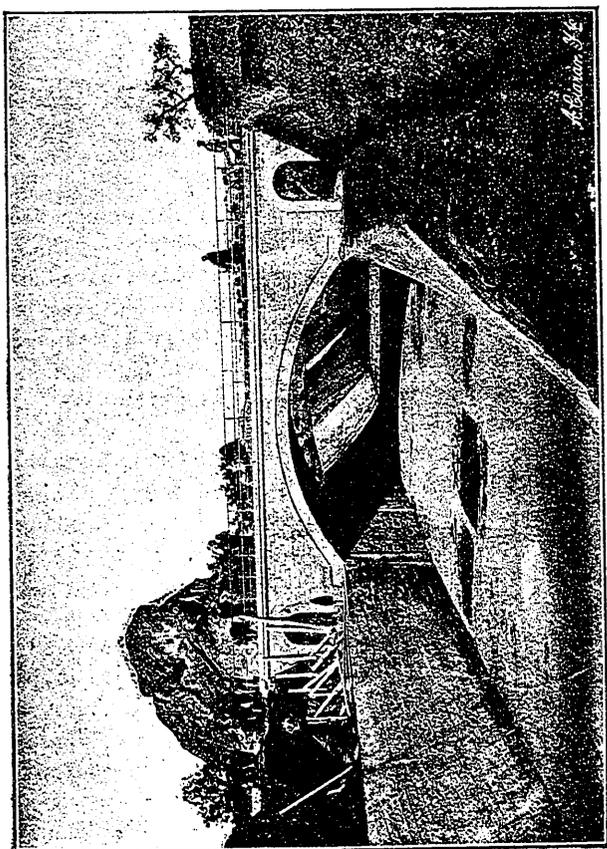
CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA



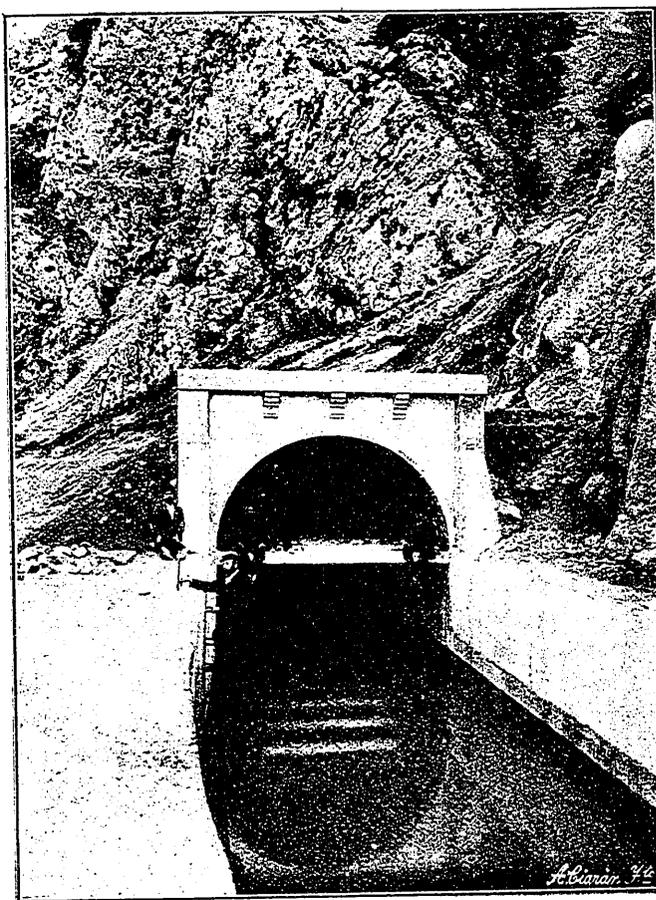
Acequia de Zaydín.—Paso superior para el camino de la Almunia á Binéfar.



Partidor del Canal de Zaydín.



1.ª sección, trozo 4.º.—Cruce del Canal con la carretera de Monzón á Bonabarre.



Tramo del Esera.—Túnel artificial en Gorgafonda.