

ron, en mala hora, sobre sus espaldas, realizando todos los esfuerzos posibles para aminorar sus efectos....

Al terminar las cuartillas precedentes leo en la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS los «Apuntes histórico-críticos acerca de los ferrocarriles españoles», del Ilmo. Sr. Inspector D. Pedro García Faria, hermosísimo artículo, en que se resume el problema ferroviario de la Nación, y cuya lectura recomiendo á cuantos tengan interés en esta vital cuestión patria.

Su extracto es muy claro: «se precisa construir los ferrocarriles, y construirlos á la mayor brevedad, por ser una riqueza imponderable, susceptible de crearse con poco esfuerzo del Erario y buenas orientaciones en la aplicación de las disposiciones vigentes en la materia de que se trata».

El Ingeniero de Caminos,
JOSÉ DE UCELAY.

Bilbao 20 de Febrero de 1918.

Ferrocarril directo de Madrid á Valencia.

POR

D. MANUEL BELLIDO

Ingeniero-Jefe de Caminos, Canales y Puertos.

Antecedentes.

Dada la poca extensión que tiene la red ferroviaria de España, no se puede decir que la región interesada en esta línea esté más abandonada y huérfana de comunicaciones que otras muchas; lo está, ciertamente, pero en el mismo grado que tantas otras, y hay que reconocer que á medida que pasan los años y el progreso general de las naciones pone de manifiesto con más evidencia la necesidad de intensificar el desarrollo de las riquezas del país, se hace más intolerable la falta de comunicaciones económicas y rápidas, que es el único medio de facilitarlo ó, mejor dicho, de permitirlo, pues sin ellas no hay vida posible en ninguno de los órdenes de la actividad humana. Y no se diga que en España no hay riquezas ni impulso bastante á justificar los grandes gastos que llevan consigo estas obras, aquí más costosas que en otros países á causa de la accidentada topografía de la Península; el impulso es tal que, á pesar de las dificultades con que hay que luchar, se manifiesta de una manera espléndida, sobre todo desde hace algunos años, y sorprende aún á los que, en su pesimismo, piensan siempre que España es un pueblo que nunca saldrá de sus rutinas y apatías; no hay más que observar el considerable aumento de tráfico de los ferrocarriles existentes para imaginar lo que serían ellos mismos si, en vez de estar tan separados y, por tanto, tener difícil acceso desde los pueblos de inmensas regiones sin comunicación, pudieran llegar con su benéfica influencia á todas partes; si la experiencia no lo hubiera demostrado, la razón bastaría para hacer comprender que la construcción de nuevas líneas ferroviarias, no sólo no crea competencias dañosas á las existentes, sino que, indefectiblemente, al aumentar la riqueza general del país aumenta en la misma proporción el tráfico de todas.

Que España es un país que encierra grandes riquezas naturales nadie puede negarlo y, afortunadamente, ya nadie lo niega, sólo que ha sido muy general el error de empeñarse en que sean ellas y el tráfico á que puedan dar lugar el que venga á imponerse, anteponiéndose á la construcción de los ferrocarriles que les han de dar salida, en lugar de adelantarse éstos para favorecer su desarrollo y aun, dicho con más propiedad, para hacerlo posible, pues de otro modo nunca podrá tener lugar.

En el caso del ferrocarril objeto de este proyecto no puede estar más claro el resultado de este modo de apreciar las cosas. Y obsérvese que son tales, tan varios y tan importantes los intereses que están en juego y que aconsejan imperiosamente su construcción, que sorprende que aun no se haya hecho. Es el tráfico local susceptible de gran desarrollo con la explotación de las cuencas mineras que en su recorrido se encuentran; es aún más, la necesidad de acercar al mar la capital de la Nación, poniéndola en comunicación rapidísima con el puerto geográficamente más próximo; es, en fin, la necesidad estratégica de esta misma comunicación y de la interesante con las islas Baleares, aunque confesamos nuestra incompetencia en estos extremos.... Y, sin embargo, conociendo los antecedentes de la cuestión, sabiendo lo que desde hace muchos años se ha intentado y se ha hecho y previendo lo que se hubiera realizado si se hubieran llevado á cabo los propósitos de particulares y aun legisladores, nos atrevemos á creer que ha sido una suerte que las cosas estén como están, pues de este modo hoy se puede dar solución perfecta al problema, que no se hubiera ya planteado en aquel caso por estar resuelto, y habría quedado mal resuelto ó, mejor dicho, sin resolverlo se habría imposibilitado la verdadera solución.

En efecto, ya conocemos el criterio con que se construyeron todas nuestras líneas importantes de Madrid á la costa, cuyo resultado fué tener una serie de líneas radiales de primer orden que, á fuer de buscar poblaciones importantes y sortear las dificultades del terreno, para lo que sirven peor es para ir rápidamente de Madrid á la costa; es cierto que gracias á ellas España ha podido vivir, y como no se podían construir todos los ferrocarriles que hubieran hecho falta, bien estuvo que se hicieran así; pero lo que no era admisible es que nos diéramos por satisfechos con este estado de cosas, y menos aún que él hubiera de ser la causa de que para siempre tuviera España que verse privada de ferrocarriles directos. Afortunadamente, Gobiernos inteligentes y bien orientados acudieron á obviar estos inconvenientes, y la ley de Ferrocarriles complementarios resuelve en parte los principales, así como la especial de Madrid á Valencia vino á procurar la verdadera solución en la línea que es objeto de este proyecto. Pero hasta ahora, por lo que á ella se refiere, todo lo intentado no podía ser más equivocado, como vamos á ver, y que, no obstante, demuestra el interés que particulares, regiones y Gobiernos tuvieron en realizar aspiraciones siempre manifestadas y satisfacer necesidades siempre sentidas.

Por los años de 1863 y 64 se estudió por primera vez un proyecto de ferrocarril de Cuenca á Valencia por Landete, con ramales á Teruel y á las minas de Henarejos, y el 10 de Agosto de 1869 D. Francisco Ortega del Río pidió la concesión con arreglo al Decreto-ley de 14 de Noviembre de 1868; le fué devuelto el proyecto para hacer algunas modificaciones, y durante bastante tiempo no se volvió á hacer nueva gestión. Entretanto se publicó la ley de 2 de Julio de 1870, en la que se incluye como línea subvencionada, entre otras, «la de Cuenca á Valencia por Landete y de este punto á Teruel, cuando esté terminada la de Madrid á Cuenca».

El día 6 de Diciembre de 1881, D. Gil Roger y D. José Pedreño solicitaron la concesión de un ferrocarril de Madrid á Cuenca por Landete, que les fué negada por no incluir el ramal á Teruel, que debía ser objeto de la misma concesión con arreglo á la ley citada y mientras no lo pidieran así, presentando el proyecto completo. Pero al mismo tiempo el Sr. Ortega del Río volvió á presentar su proyecto con las modificaciones exigidas, y en 24 de Marzo de 1882 le fué otorgada la concesión, con arreglo á la cual se construyó el trayecto de Utiel á Valencia, quedando pendiente de ejecución el resto de la línea.

Años después, la Sociedad, que por sucesivas transferencias era concesionaria de este ferrocarril, solicitó que se le relevara de construir toda la línea, renunciando á la concesión que había de quedar reducida al trayecto construido, á cambio de someterse á las nuevas leyes, mucho más beneficiosas para el Estado, y por Real orden de 18 de Septiembre de 1886 se accedió á la petición, quedando nuevamente expedito el camino para la iniciativa particular, que ya lo abandonó, y quedaron defraudadas las esperanzas de aquella región y de Cuenca y aun de Valencia.

Así las cosas, la justificada impaciencia de la capital valenciana se manifestó con energía y consiguió del Gobierno la ley de 1.º de Marzo de 1909 subvencionando un ferrocarril, no ya de Cuenca á Utiel, sino de Madrid á Utiel, ya que utilizar el actual recorrido de Madrid á Cuenca sería perder casi toda la ventaja de la línea. No cabe duda que este fué un gran paso en el reconocimiento de las condiciones del problema á resolver; pero que no era el definitivo, como más adelante trataremos de probar, lo demuestra también el hecho de haberse suscitado con tal motivo una empeñada controversia entre valiosos prestigios de la ingeniería que defendían diversas soluciones, con razones de gran peso muchas veces y verdadero conocimiento de la cuestión. De acuerdo con la ley, se anunció el concurso de proyectos y se presentaron dos: uno de ellos, suscrito por el Sr. Carbonell, fué aceptado, con ciertas prescripciones, y sirvió de base á la subasta para la concesión. Es inútil detallar lo ocurrido desde entonces; baste decir que una vez más quedó muerto el asunto, y el desencanto de Valencia, de Cuenca y de Madrid ha sido terrible, levantándose un clamoreo de opinión, cada vez más explicable y justo, porque no en vano pasa el tiempo y los apremios son mayores, clamoreo que adquirió las proporciones de exigencia y que consiguió que de nuevo se pusiera á debate la manera de realizar de un modo perfecto tan antiguas y legítimas aspiraciones.

Como resultado de las deliberaciones que tuvieron lugar con tal motivo salió la ley de 18 de Diciembre de 1914 subvencionando con la garantía del interés de 5 por 100 una línea directa de Madrid al puerto de Valencia y otra de Cuenca á Utiel; se anunciaron los concursos de proyectos correspondientes y, ante el temor de que pudiera quedar desierto el de la primera, las Corporaciones provinciales y municipales de Madrid y de Valencia se propusieron, con celo muy laudable y plausible iniciativa, acudir á dicho concurso; por encargo de estas Corporaciones se ha estudiado el proyecto de que forma parte esta Memoria, y cuya descripción y justificación aparece en las páginas que siguen y en todos los demás documentos.

Diversos trazados que pueden presentarse.

Lo primero que necesitamos para hacernos cargo del problema que tenemos que resolver es plantearlo bien, con absoluta independencia de criterio, y teniendo presentes todos los recursos que la ingeniería moderna ha puesto á nuestro alcance, para sacar todo el partido que en orden á la economía y á la rapidez de los transportes estamos obligados á obtener, que no sería lícito ver hoy las cosas como tenían que verlas hace algunos años.

Como tenemos que hacer un trazado directo entre Madrid y Valencia, comenzaremos por trazar sobre el mapa de España la línea recta que une estas dos capitales; el ideal sería poderla seguir, y ya que esto no puede ser, hay que tratar de aproximarse á ella todo lo posible; pero desde el primer momento se ve la dificultad de salvar grandes obstáculos que se interponen y que principalmente aparecen en la parte central de la zona.

Estudiando en conjunto el terreno, se pueden considerar tres grandes secciones, cuyos caracteres difieren notablemente; hemos

de analizarlos sucesivamente, y como es inútil fijarse en la zona de la línea actual, porque si por ella se hubiera de desarrollar el nuevo trazado no habría para qué hacerlo, tomaremos como límite meridional la determinada por las proximidades de la carretera de Madrid á Castellón. La primera sección alcanza desde Madrid al río Tajo; la segunda hasta una línea que pasara por Chelva, Utiel y Casas Ibáñez, y la tercera hasta Valencia.

En la zona de la primera sección, el terreno presenta una serie de escalones que lo mismo se encuentran por cualquier parte que se cruce; los ríos Jarama, Tajuña y Tajo corren por vegas profundas, con relación á la meseta general, y sus laderas son tan fuertemente inclinadas que, para bajar á los valles, no hay más medio que el de hacer grandes zizás ó aprovechar, si es posible, algún arroyo afluente cuya dirección no se aparte mucho de la general del trazado. De cualquier modo, las condiciones son semejantes para cualquiera dirección que se tome, salvo, naturalmente, pequeñas diferencias de detalle, que en general dan más facilidad á un trazado alto.

La segunda zona tiene una línea muy marcada de Oeste á Este que separa dos regiones completamente distintas: una al Norte y otra al Sur; esta línea es próximamente la de la carretera de Valencia, y desde ella hacia abajo el terreno es relativamente llano, aunque sus ondulaciones son bastantes marcadas para que un trazado con 15 milésimas de pendiente máxima tenga que separarse constantemente de la dirección recta, á un lado ú otro, alargando la longitud de un modo no despreciable, sobre todo hasta llegar á la Cuenca del Cabriel; este río va de tal manera profundo en casi toda la longitud de su cuenca, que para cruzarle es preciso desarrollar como se pueda el trazado á la bajada y á la subida; pero si esto, que es regla general en todos los ríos, es más ó menos difícil de hacer en una zona montañosa, es mucho peor cuando á ambos lados de la hondonada hay mesetas relativamente llanas y las laderas se convierten en despeñaderos ó escalones, como ocurre en éste, sobre todo desde la confluencia del Guadazaón hacia abajo. Desde aquella línea mencionada, al Norte, el terreno es completamente distinto y en general montañoso, pues en ella terminan las últimas estribaciones de la sierra de Altomira, que cruza de Norte á Sur; sigue después una parte entrellana hasta unos 15 kilómetros después de Cuenca, en donde se interpone la sierra de los Palancares, próximamente paralela á la anterior, y después, pasando el Cabriel, la parte meridional de la serranía de Cuenca y la que forma divisoria entre el río de los Ojos de Moya y los ríos Turia y Magro.

Por último, la tercera sección es muy semejante en cualquiera dirección que se tome; en ella se ha de desarrollar la bajada al mar y, ya se siga la cuenca del río Turia, ó bien se inicie por la del Magro, siempre se encontrarán grandes accidentes hasta colocarse á poca altura sobre el nivel de la vega.

Conocido ya á grandes rasgos el terreno que se encuentra en toda la parte de la Península por donde pudiera cruzar un trazado de ferrocarril de Madrid á Valencia, veamos ya cuál ó cuáles podrían ser los trazados que cabe tomar en consideración, y para ello habremos de tener en cuenta que el sistema de tracción que se puede adoptar no es preciso que sea el de vapor, sino que es admisible el eléctrico. Más adelante estudiaremos la conveniencia de la adopción de uno ú otro, y por el momento basta dejar sentado que al estudiar los trazados posibles se pueden presentar á su examen los que sólo se pueden realizar para hacer una explotación con tracción eléctrica. Procediendo de Norte á Sur, tenemos en primer lugar un trazado que, saliendo del Norte de Madrid, se dirija en línea lo más recta posible á cruzar la sierra de Altomira y siguiendo después la cuenca del río Guadamejud pase por Cuenca, enlazando en su estación con el ferrocarril de Aran-

juez á Cuenca; puede seguir después, aproximándose muy sensiblemente á la recta que une Cuenca con Valencia, y por una de las laderas del río Turia bajar á la vega.

Otro trazado podría ser salir de Madrid en dirección del extremo Sur de la sierra de Altomira; desde allí enfilarse lo más recto posible al punto más favorable para cruzar el río Cabriel, y una vez al otro lado, por las proximidades de Requena y de Yátova y Turis irse á Valencia, hacia Cuart de Poblet.

Por último, una tercera solución sería la de hacer un trazado semejante á éste, pero con mayores desarrollos, para no exceder de la pendiente de 15 milésimas, hasta poco después de Motilla del Palancar, y á partir de aquí desviarse hacia el Sur para cruzar el Cabriel en el punto más conveniente entre Contreras y Villatoya, y subiendo por cerca de los Isidros y Campo Arcis seguir á Valencia bajando por el río Magro hasta frente á Turis y después por el Norte de Torrente.

Los dos primeros trazados exigen el empleo de la tracción eléctrica; el tercero es adecuado para la tracción de vapor, y como para adoptar aquella es preciso ante todo conocer sus ventajas é inconvenientes, la influencia que puede tener sobre el coste de construcción y sobre la explotación y, en fin, las garantías que ofrece para un servicio público de esta naturaleza, antes de examinar en detalle los tres trazados y ponerlos en parangón para resolver en definitiva cuál conviene adoptar, vamos á hacer algunas consideraciones sobre la tracción eléctrica aplicada á los ferrocarriles.

Tracción eléctrica.

Hace ya más de treinta años se abrió al servicio público el primer ferrocarril eléctrico; era una pequeña línea de Irlanda, conocida con el nombre de Portrush-Brushmills Railway. En esta época no había aún más que el motor de corriente continua con un voltaje y una potencia muy modestas. Progresivamente fueron perfeccionándose los motores, aumentando los voltajes y las longitudes de las líneas de transporte, extendiéndose las aplicaciones prácticas de las corrientes alternas y, en suma, todos los elementos que intervienen en la tracción; el primer resultado visible fué el inaudito desarrollo de los tranvías eléctricos, para los que están resueltos todos los problemas y ya nadie discute sus incontestables ventajas; después los ferrocarriles metropolitanos é interurbanos han ido adoptando este mismo sistema de tracción, y, por último, el vapor va cediendo su puesto á la electricidad en numerosos ferrocarriles importantes que se están electrificando en todas partes del mundo, siendo ya muy grande la lista de los que han cambiado su sistema de tracción, y mayor aún la de las Compañías que tienen acordado hacerlo ó por lo menos estudiarlo seriamente. En una relación publicada en revistas extranjeras aparecen setenta líneas que explotan eléctricamente, entre las cuales hay varias cuyo recorrido excede de 250 kilómetros, y posteriormente á su publicación tenemos noticia de alguna Compañía americana que está extendiendo la electrificación á recorridos de más de 1.000 kilómetros.

En Inglaterra, donde, como es sabido, hay una resistencia tradicional á implantar todo lo que no ha tenido origen en su país, y donde, además, la abundancia de carbón y las favorables condiciones del terreno hacen menos imperiosa la conveniencia de la tracción eléctrica, decía ya el Ingeniero G. Kapp en un discurso pronunciado en la reunión de Birmingham de la Sección de Ingenieros de la Asociación Británica en 1913 las siguientes palabras, que copiamos literalmente:

«Es un hecho innegable que la electricidad permite hacer ciertas cosas mejor de lo que era posible hacerlas en otro tiempo. La separación de las materias magnéticas y de las materias no

magnéticas; la perforación de pozos con ayuda de bombas de acción eléctrica; el empleo en el subsuelo de las minas de motores eléctricos reemplazando á las máquinas de vapor; la utilización en los talleres navales de útiles magnéticamente fijados y eléctricamente movidos; la tracción eléctrica de los ferrocarriles subterráneos, son aplicaciones bien conocidas, acerca de las cuales el acuerdo sobre las ventajas de la electricidad es completo entre el Ingeniero electricista y lo que se puede llamar sin ninguna intención irreverente la antigua Escuela de Ingenieros mecánicos. Por el contrario, hay otras aplicaciones de la electricidad, sobre las cuales la antigua y la nueva Escuela de Ingenieros no se han puesto aún de acuerdo completamente, y es una de éstas, la electrificación de los ferrocarriles, la que nos proponemos examinar aquí.

».... de año en año el número de las líneas electrificadas aumenta. A veces la operación es desgraciada; pero, si á pesar de esto, la electrificación continúa, es prueba de que los fracasos no son irremediables. Hay casos en que es fácil comprender por qué conviene electrificar una línea. *Si el combustible es caro, si la línea tiene fuertes rampas y largos túneles*, el vapor está evidentemente en situación de inferioridad y la electricidad puede competir fácilmente. Pero la electrificación no se confina á los casos que ofrecen ventajas tan evidentes. Vemos un Estado militar, como Prusia, electrificar una línea bastante larga cuyo tráfico no es extremadamente intenso, cuyo perfil es muy fácil y que no tiene más que algunos pequeños túneles (1). Vemos líneas de *banlieue* alargarse más y más hasta convertirse casi en grandes líneas, y vemos al Gobierno suizo comprando fuerzas hidráulicas con objeto de utilizarlas para la electrificación de sus más importantes líneas principales. Vemos en América la electrificación de grandes redes y de estaciones de mercancías, con supresión completa de la tracción de vapor, no solamente para el servicio de viajeros, sino aun para el servicio de mercancías, que comprende trenes de 2.000 toneladas y más. No es necesario ser Ingeniero para apreciar la significación de semejante evolución general. Ningún Gobierno, ni con mayor razón ningún Consejo de Administración, gastará dinero para una simple experiencia científica, y si se concibe que en un caso aislado tal experiencia pueda ser emprendida á consecuencia de previsiones erróneas, es increíble que estas previsiones erróneas sean la regla general. Cuando vemos á todos los países consagrar una gran suma de esfuerzos y de capitales á la electrificación de las grandes líneas, estamos obligados á convenir que esta nueva aplicación de la electricidad está destinada á extenderse y á dominar.»

Es tan clara la argumentación de Mr. Kapp, y tiene tal aplicación á España, que apenas hace falta comentarla para deducir las consecuencias aplicables á este ferrocarril; pero el mejor comentario serán las consideraciones que vamos á hacer y la exposición de hechos que tienen lugar en todas partes donde se ha aplicado la tracción eléctrica á los ferrocarriles.

Sería interesante y acaso conveniente hacer aquí un estudio amplio de esta tracción para justificar plenamente la conclusión á que hemos de llegar, pero es tanto lo que podríamos y deberíamos decir que forzosamente habríamos de exceder los límites naturales de una Memoria para un proyecto de ferrocarril; tendremos, pues, que contenernos dentro del marco adecuado á esta clase de trabajos, remitiéndonos, para más completo conocimiento de este tema, al notabilísimo estudio que del mismo hace la Memoria del anteproyecto del ferrocarril directo á Francia, redactada por el Ingeniero-Jefe de Caminos D. Antonio G. Echarte, en el cual, por la índole del trabajo y por ser lo primero de esta impor-

(1) La de Halle-Leipzig-Magdeburgo.

tancia que se presentaba en España, es natural que se haya dado la preferencia al estudio de la electrificación sobre todo lo demás, ya que al hacer su proyecto definitivo será el momento de dar al estudio del trazado todo el detalle requerido, una vez resuelta la cuestión primordial, tratada por eso mismo con toda extensión. Nuestro caso no es, pues, el mismo, y nos limitaremos á ciertas consideraciones generales, procurando con ellas demostrar la justificación de nuestra propuesta.

Hemos de hacer notar, ante todo, que la mayor parte de los estudios y discusiones se refieren á electrificación de ferrocarriles que están ya en explotación y esto se comprende perfectamente, porque en todas las naciones adelantadas está virtualmente terminada la red de líneas importantes y es muy poco lo nuevo que se puede hacer; he aquí, á nuestro juicio, la prueba más palmaria de las ventajas de la tracción eléctrica, pues esta transformación paulatina, pero ininterrumpida, lleva consigo un enorme gasto y la inutilización consiguiente de material, sin aprovechar las ventajas que en disminución de recorridos y economía de coste de construcción se puede obtener, cuando desde luego se proyecta todo sobre la base de la tracción eléctrica, y cuando, á pesar de ello, aun se encuentra ventajoso el sistema, hay que reconocer que lo es mucho más en el caso de una línea de nueva construcción. De aquí resulta que si España llega tarde habrá sufrido muchos años el inconveniente de tener una red ferroviaria escasa, pero tiene su compensación en la ventaja de aprovecharse de la experiencia de otros, y como estamos viendo que cada día aparece una nueva conquista de la Ciencia y lo que hace pocos años era rudimentario ha llegado á ser perfecto, hay derecho á creer que, llegado el momento de construir este ferrocarril, por pronto que sea, como es de esperar, no sólo se habrá llegado á la mayor perfección en todos los detalles, sino que ya ni será discutida la conveniencia de emplear la tracción eléctrica.

En la Memoria del Sr. González Echarte se estudian las ventajas de la tracción eléctrica en el aspecto técnico, financiero y social. En el primero se demuestra que este sistema lleva consigo, en relación con el de vapor, un aumento de capacidad, flexibilidad, sencillez, seguridad y exactitud de las instalaciones y organizaciones ferroviarias; resulta de las características del sistema y de las enseñanzas de la práctica que una locomotora eléctrica da, aproximadamente, la misma potencia en la llanta que una de vapor de doble peso y esta superioridad se acentúa al considerar, no la potencia en la llanta, sino en el gancho de tracción; la locomotora eléctrica puede realizar esfuerzos de tracción elevadísimos, desde luego un 20 por 100 mayores que con vapor, pero como el peso adherente se puede aumentar repartiéndolo entre el número de ejes que sea necesario, la mejor utilización del peso de la locomotora conduce á un mayor esfuerzo de tracción, lo que permite arranques con grandes aceleraciones; las velocidades de marcha á que se llega con vapor son tales que realmente no se pueden exceder, pero se debe hacer constar que con tracción eléctrica se pueden obtener velocidades mucho más considerables que las permitidas con vapor; la capacidad de servicio es mucho mayor con locomotoras eléctricas, pues una de vapor hace por término medio unos 100 kilómetros diarios durante diez meses y una eléctrica puede recorrer 300 kilómetros diarios durante once meses del año.

Una de las características de las locomotoras eléctricas es la simetría, que evita el empleo de los puentes giratorios; además, el poder dirigir el tren desde un solo puesto, aunque lleve más de una locomotora, permite acoplamientos que en otra forma serían peligrosos; las locomotoras eléctricas se adaptan también á tracciones de muy distinto carácter, y por esto se pueden uniformar los tipos.

(Continuad.)

REVISTA EXTRANJERA

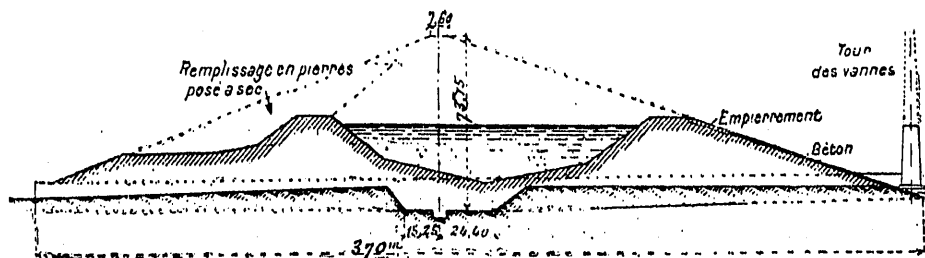
La construcción de la presa de Calaveras para abastecer de agua á San Francisco (California).

La situación de San Francisco en el extremo de la península de San Mateo y las condiciones climatológicas hacen difícil su abastecimiento de agua.

Hasta ahora, los 166.000 metros cúbicos que le llegaban diariamente, ya de los depósitos colocados 32 kilómetros al Sur, ya

de tres nuevas presas-depósitos de los cuales la más importante es la de Calaveras, sobre el Alameda Creek, 72 kilómetros al Sur de San Francisco.

Esta última, que recoge las aguas de una extensión de 260 kilómetros cuadrados y que será elevada á 360 kilómetros cuadrados por la construcción de un túnel de 2.750 metros de longitud, podrá suministrar diariamente 216.000 metros cúbicos de agua.



de las arenas auríferas del condado de Alameda al Este de la bahía, le eran suficientes; pero el incremento de la población y largos periodos de sequía han hecho que este abastecimiento sea demasiado pequeño.

Por este motivo, la Spring Walley Water Company, que está encargada del servicio de las aguas, ha decidido la construcción

M. A. Elliott, encargado de la dirección de las obras, ha dado su descripción en el *Engineering Record*, y á ella se refiere *Le Génie Civil* en una nota que extractamos á continuación.

Las dimensiones de esta presa, cuya sección está representada en la figura 1.ª, son: altura, 73 metros; longitud en la coronación, 396 metros; espesor en la base, 370 metros. El paramento