

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA 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.

LAS OBRAS DE RIEGO EN LOS ESTADOS UNIDOS

POR

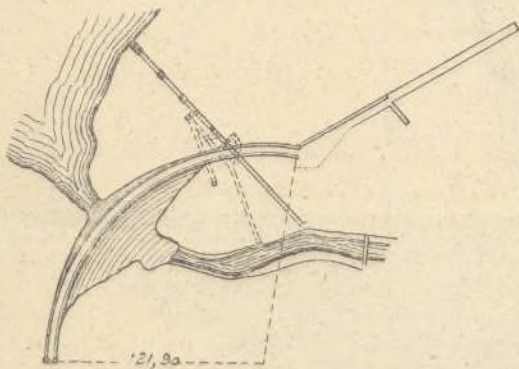
DON JOSE NICOLAU

Y

DON NARCISO PUIG DE LA BELLACASA

(CONTINUACION)

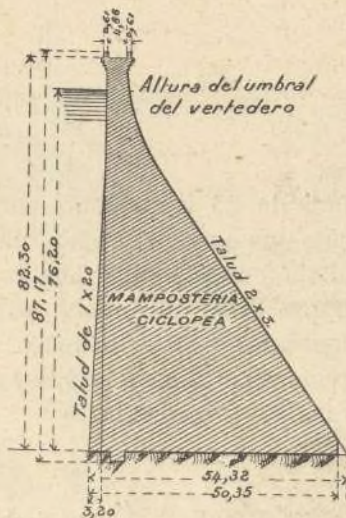
Pero ninguna de estas disposiciones por sí solas pueden proporcionar las ventajas que las plantas curvas representan. Aun cuando es innegable que tratándose de presas de arco de mucha altura y desarrollo la rigidez del macizo dificultará la transmisión íntegra á las laderas de los esfuerzos á que el empuje del agua dé lugar, no es por eso menos cierto que siempre, en mayor ó menor grado, existirá alguna transmisión que no dejará de contribuir á afianzar la estabilidad de la obra, de oponerse á la producción de grietas de temperatura, y que cooperará á que se cierren las que hubiesen podido presentarse. La forma curva se opondrá igualmente en muchos casos á la caída ó deslizamiento sobre la base de una sección de la presa, según ocurrió en la citada de Austin.



Planta de la presa de Cheesman.

En las figuras adjuntas aparecen las plantas y secciones de las que cierran ó han de cerrar las gargantas de Cheesman, Pathfinder, Roosevelt y Shoshone, todas de mampostería ciclópea, menos la última, que será de hormigón, con grandes bloques embebidos en la masa, y que llamaré la atención por su extraordinaria altura de 94 metros desde el fondo del cimientto hasta lo alto del pretil de la corona-

ción; lo que constituye ciertamente, no obstante lo estrecho del desfiladero y la excelente calidad del granito que constituye su fondo y acantilados laterales, una de las empresas más atrevidas de la ingeniería moderna.

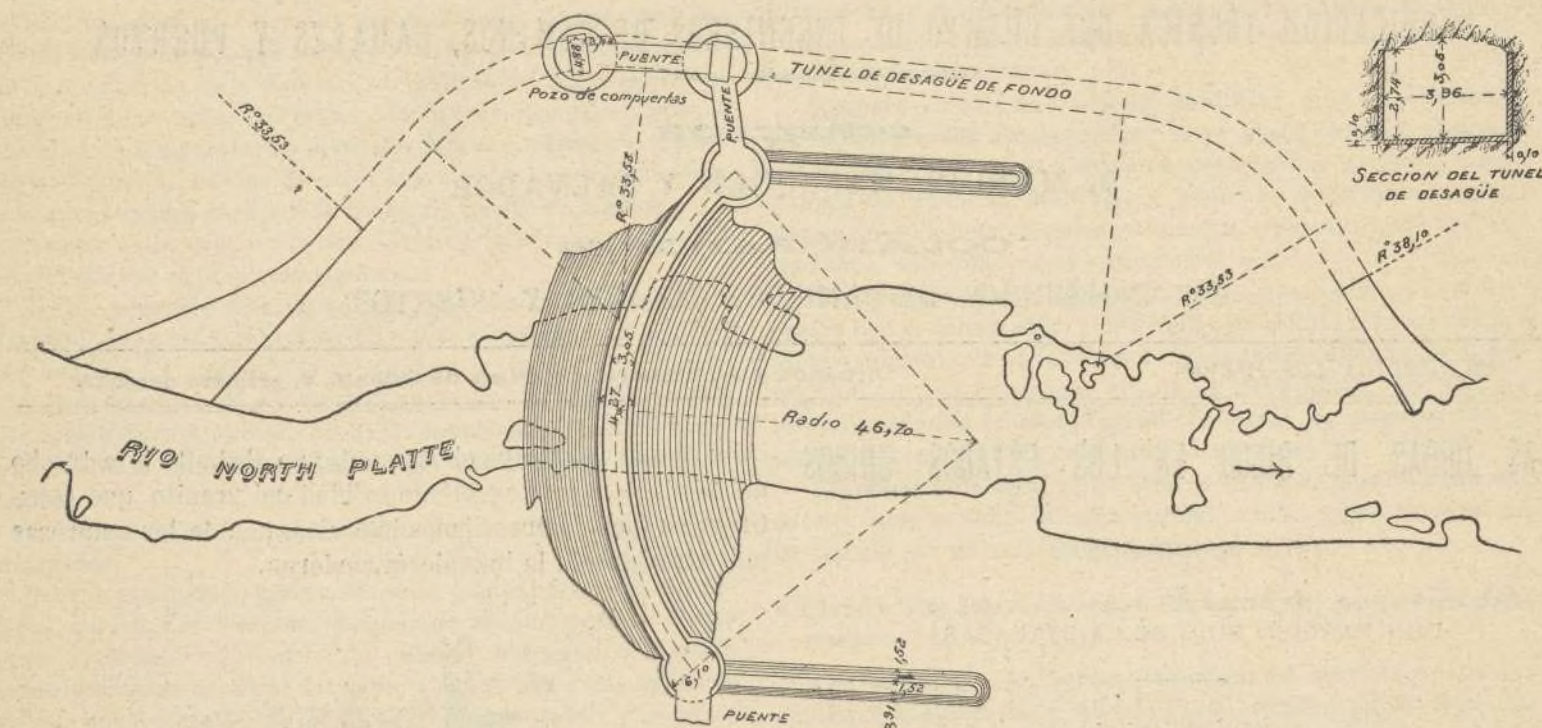


Sección transversal de la presa de Cheesman.

Al proyectar estas ingentes estructuras, no se ha retrocedido ante la idea de tener que admitir para las fábricas cargas muy elevadas que aún parecen demasiado pequeñas á algunos especialistas, si bien nosotros hemos de hacer observar que las presiones máximas no han sido correctamente calculadas en ningún caso, y que las que se deducen teniendo en cuenta la dirección verdadera de dichas presiones máximas son muy superiores á las expuestas. Según anunció por primera vez Rankine, y ha demostrado matemáticamente después Mr. M. Levy, la presión máxima en los paramentos se ejerce siempre según la dirección de éstos, y, por lo tanto, sólo en el caso de ser verticales será vertical dicha presión. Y como este teorema es rigurosamente exacto, pues no se basa en hipótesis alguna, fuera de la de la homogeneidad del macizo, es claro que al aceptar los Ingenieros norteamericanos como valor de la presión máxima en los paramentos de aguas abajo de las presas la que se ejerce, según la vertical, sobre hiladas horizontales, calculada por el método de Delocre, han cometido un error, por defecto, representado por el cuadrado de la tangente del ángulo que forme el paramento con dicha vertical multiplicado por el valor de la presión, obtenido por el método citado. Así, en el caso de las presas de Cheesman y nueva de

Croton, las presiones, en vez de ser, como se ha supuesto, de 14 y 16 kilogramos por centímetro cuadrado, llegan en realidad á 21 y 24 respectivamente, admitiendo como bueno el cálculo de las primeras cifras. Igualmente en la presa de

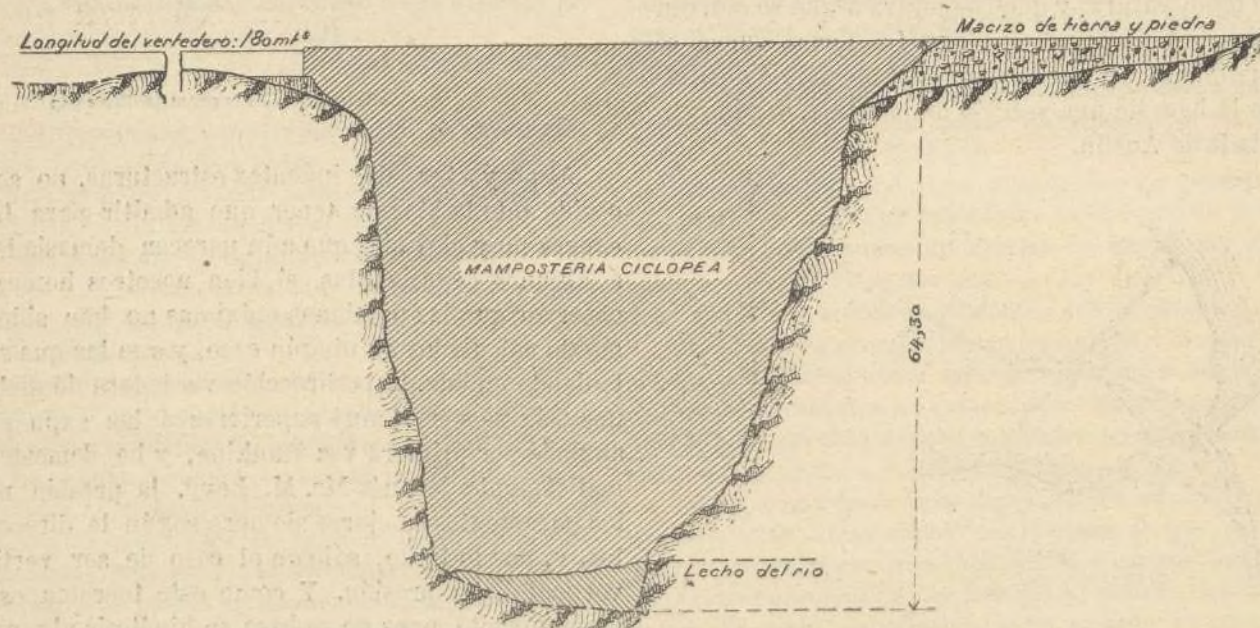
derivarse, no obstante las observaciones que sobre el particular han hecho últimamente los Ingenieros Wegmann y Gowen ante la Asociación de Ingenieros civiles. Así, por ejemplo, no se explica que la presa de Roosevelt se haya



Planta de la presa de Pathfinder.

Roosevelt excederá de 25 kilogramos por centímetro la presión en el ángulo que en el extremo inferior del paramento de aguas abajo forma la superficie general con el escalón vertical con que se termina dicho paramento, en vez de los 17,55 kilogramos que se deducen de los cálculos que Mr. A. P. Davies verificó para la presa de 75,30 metros de altura, primeramente proyectada.

terminado con un escalón vertical el extremo inferior del paramento de aguas abajo, adoptando una disposición, viciosa en sí, empleada antes en la presa nueva de Croton, y que en manera alguna puede considerarse aceptable, pues, por una parte, tiende á aumentar el peligro de la subpresiones en el paramento de aguas arriba, y, por otra, quita á la presa el apoyo en que ha de descansar, precisamente



Perfil transversal de la garganta y alzado de la presa de Pathfinder

No puede por menos de llamar la atención al considerar este interesantísimo extremo relativo al cálculo del perfil de las presas, que del hecho indefectible de ser paralela á los paramentos en las proximidades de éstos, las presiones que en los macizos se desarrollan, no hayan deducido los norteamericanos las consecuencias que lógicamente deben

donde es mayor la presión, dando origen á lo que antes se llamaba un empuje al vacío, enteramente análogo al que ejercía una bóveda que dejara de apoyarse en una parte del plano de arranque del lado del intradós, aumentando la presión en la restante. Por igual motivo creemos que tampoco debe recomendarse la disposición en el paramento de

aguas abajo de hiladas horizontales, que sigue empleándose generalmente, sino que, siguiendo una regla general de buena construcción, han de establecerse aquéllas, lo mismo que los planos de arranque de cimientos, en dirección normal á los paramentos, como se ha hecho en la presa nueva

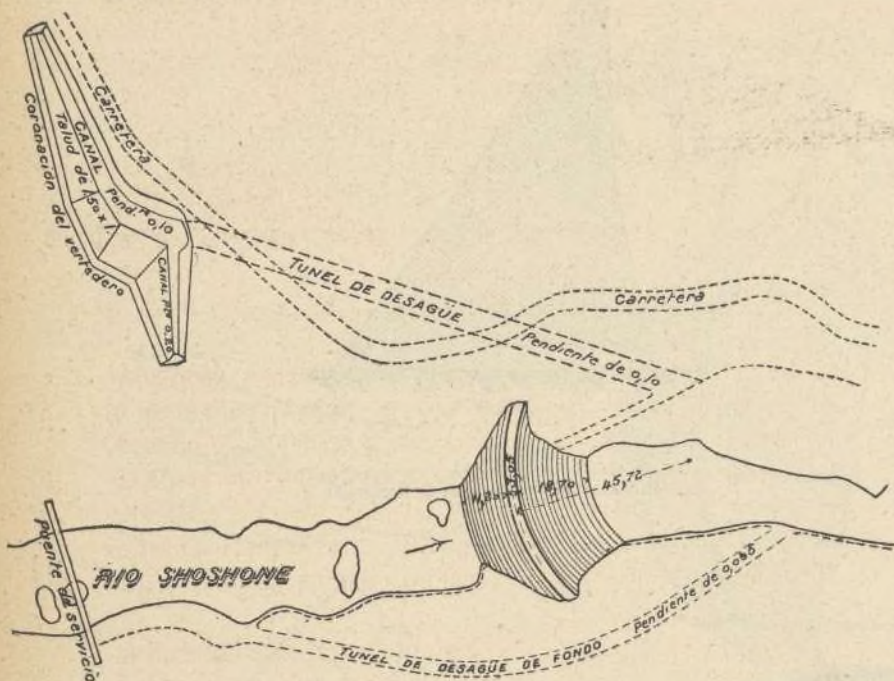
En la presa de Cheesman dicha proporción ha sido de 28 por 100, la cual debe reputarse verdaderamente reducida, acusando una excelente mano de obra en la colocación de los bloques, que eran de granito, y alguna preparación en éstos para regularizarlos. Recordemos que en presas bien construídas, como la de la Mouche en Francia, los huecos ocupados por el mortero se han elevado al 42 por 100 del volumen del macizo.

PRESAS DE TIERRA

Caracteres de las modernas presas de tierra.—Hasta hace pocos años, tanto en América como en Europa, no se estimaba prudente que las presas de esta naturaleza alcanzaran alturas superiores á 25 metros; pero últimamente se han construído muchas que exceden considerablemente dicha elevación, unas veces constituídas exclusivamente con tierras, como las antiguas de nuestro continente, y otras, con la adición de un muro transversal en su centro, formando pantalla impermeable, como en muchas inglesas y de la India. Puede citarse entre las últimas la que formaba parte de la nueva presa de Croton, de 36,60 metros de altura en el punto más alto, y que después de edificada fué demolida para adoptar una de fábrica en todo el ancho del valle; y entre las constituídas exclusivamente con tierra, la de Terrace, en Colorado; que llega á tener 68,50 metros de elevación, construída por el método hidráulico, de la que nos ocuparemos al tratar de este sistema de construcción.

Tan extraordinarios resultados no han sido consecuencia de perfeccionamientos obtenidos en los procedimientos que deben seguirse en el cálculo de estas presas, pues es sabido que, á diferencia de lo que ocurre en las de fábrica, es preciso proyectar su sección atendiendo más bien á los resultados de la experiencia que á principios teóricos. La naturaleza y circunstancias con que se presenta el terreno sobre el que ha de apoyarse la obra y, sobre todo, las que ofrecen las tierras que han de formar el macizo, son los elementos principales, de los que hay que partir al estudiar los espesores y disposiciones que conviene adoptar para obtener la debida resistencia de la presa, cuya ruina, cuando no hay desbordamiento del agua sobre la coronación, ocurre, casi siempre por deslizamientos en el macizo. Rara vez sucede esto por insuficiencia de espesores, sino que los deslizamientos sobrevienen, generalmente, por virtud de infiltraciones que reblandecen las masas térreas y más ó menos arcillosas. Por eso los procedimientos que actualmente se siguen en la construcción de estas presas, así como la manera de distribuir y colocar los distintos materiales que integran el macizo, tienen por principal objeto evitar el reblandecimiento de aquellas partes que en tal estado pudieran determinar la destrucción de la obra.

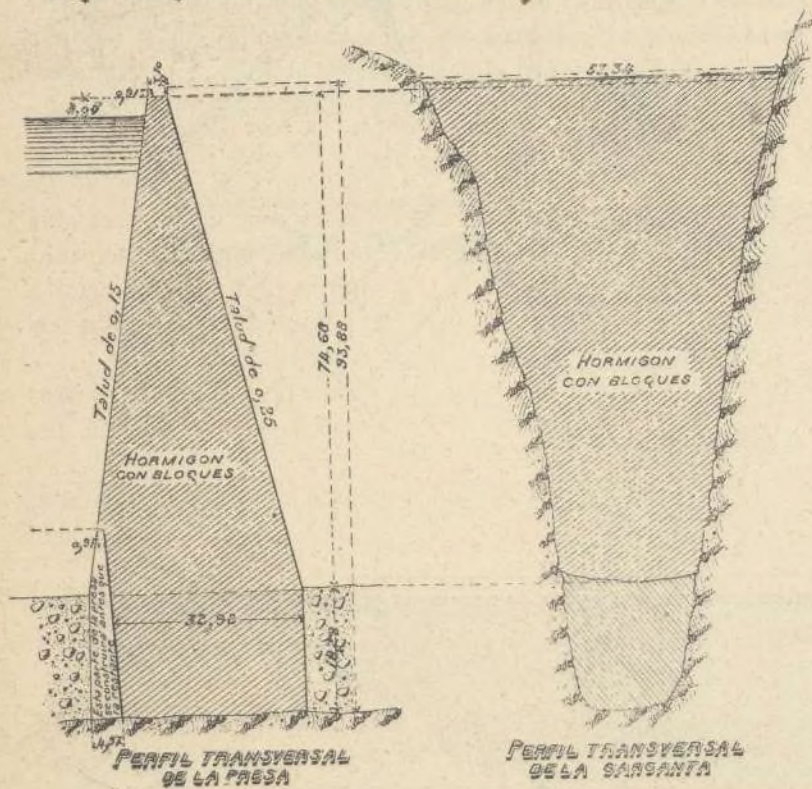
Por consiguiente, salvo los casos en que la poca altura del macizo, ó la naturaleza de las tierras y otras circunstancias especiales, hagan innecesario alterar el antiguo sistema, se forman, en general, las presas modernas de modo que no constituyan un todo homogéneo, sino que sus partes estén dispuestas de suerte que unas sirvan principalmente para asegurar la impermeabilidad, y otras tengan por misión dar la debida resistencia al conjunto. Como esto puede conseguirse de diversos modos, según la naturaleza del terreno, materiales de que se disponga y demás circunstancias particulares, hay muchos tipos de presas, entre los que son los principales los siguientes:



Planta de la presa de Shoshone.

de Croton y se practica por varios constructores alemanes y según ha sido recomendado que se haga en las presas que se construyen en España por cuenta del Estado.

El hormigón homogéneo ó armado ha tenido últimamente pocas aplicaciones en las de embalse de alguna impor-



Secciones transversales de la presa de Shoshone.

tancia, construídas en los Estados Unidos, cuando han de resistir como muros. En estos casos se prefieren las fábricas muy densas, empleándose la mampostería de grandes bloques, no sólo para obtener mayor resistencia y economía en la mano de obra, sino también para reducir la proporción del mortero y conseguir á la vez un aumento de peso.

1.° Presas homogéneas de tierra, análogas á las antiguas del continente europeo, en las que aquélla es lo suficientemente impermeable para que pueda lograrse la debida resistencia sin llegar á espesores considerables.

2.° Presas formadas por materiales dispuestos de suerte que los más impermeables se hallen hacia el talud interior, dejando los más coherentes y permeables hacia el lado externo.

3.° Presas formadas del mismo modo que las del tipo anterior, pero con la zona impermeable colocada en la parte central.

4.° Presas de tierra con núcleo impermeable, constituido por la pantalla formada por un muro de materiales arcillosos naturales ú obtenidos mezclando y apisonando arcilla, arena y gravilla.

5.° Presas con núcleo impermeable constituido por un muro de mampostería ú hormigón.

Los tipos de presas enumerados pueden esencialmente reducirse á dos: los que consiguen la impermeabilidad y resistencia, bien sencillamente por las condiciones de la tierra, con la que se forma el macizo homogéneo, ó bien combinando tierras de distinta procedencia, colocadas de modo que queden convenientemente distribuidos los materiales impermeables y los resistentes, y los que tienen una pantalla permeable dentro de la presa, que corresponden al llamado tipo inglés. Examinaremos las secciones transversales de varias obras comprendidas en las agrupaciones citadas, que han sido construídas durante estos últimos años en los Estados Unidos.

Presas sin pantalla impermeable.—Entre las presas que actualmente está construyendo el Servicio federal de obras de riego, corresponde al tipo de las homogéneas la del embalse de Belle Fourche, en Dakota del Sur, donde se conseguirá almacenar 250 millones de metros cúbicos de agua, conducida desde el río Belle Fourche por un canal alimentador, mediante una presa de 1.980 metros de longitud y altura máxima de 35. La circunstancia de estar constituido el terreno, en una gran extensión alrededor de la presa, exclusivamente por tierras arcillosas con una pequeña cantidad de arena, ha obligado á proyectarla como un macizo homogéneo; y aunque el exceso de arcilla suele ser en general perjudicial, porque con facilidad se producen agrietamientos, esto es menos de temer en climas fríos y no demasiado secos, como es el del lugar en el que se construye esta obra. Su sección es la que aparece en la figura adjunta.

El talud del lado interior es menos tendido que en la mayoría de las presas de tierra, pero se ha creído suficiente, dado el material de que está formada; quedará protegido contra el oleaje y hielos por losas de hormigón de 1,20 por 1,80 metros y 20 centímetros de grueso, con las juntas sin tomar, que descansarán sobre dos capas, cada una de 30 centímetros de espesor, de grava y gravilla, que producirán el efecto de drenes. En el talud exterior se dejan bermas con cunetas destinadas á evitar degradaciones producidas por las aguas de lluvia, sin perjuicio de sembrarlo de hierba, para darle mayor consistencia.

Cuando los terrenos que se hallan en las proximidades de la obra ofrecen materiales de diversas clases, suelen, en las presas de alguna importancia, colocarse los más impermeables en la zona próxima al talud interno. Éste se reviste con frecuencia de piedra en seco, ó por otro medio, para defenderlo del oleaje y demás causas de erosión, y el relleno se forma, bien colocando directamente los materiales de

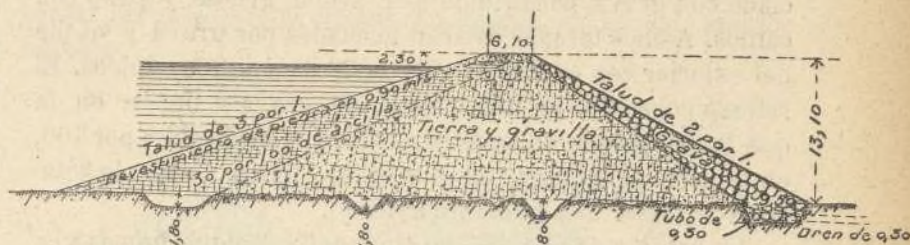
las diversas procedencias de suerte que queden los más impermeables contiguos al talud interno, ó bien, cuando las tierras no se presten á esta clasificación, mezclándolos previamente, en las proporciones convenientes, para que los más impermeables estén contiguos al referido talud y vayan siendo cada vez más gruesos y consistentes á medida que se



Sección transversal de la presa de Belle Fourche.

encuentren más distantes de la superficie que ha de bañar el agua. En el talud exterior y sus proximidades suele el macizo estar formado exclusivamente por grava y piedra, que lo protegen contra las socavaciones de las lluvias é influencias atmosféricas, evitando además que los animales minadores puedan perforar el macizo, pues aquéllos detienen sus excavaciones cuando no se sostiene la galería que van formando.

En las obras que actualmente construye el Gobierno federal hay muchas presas de esta clase, entre las que citaremos algunas, acompañando las correspondientes secciones.

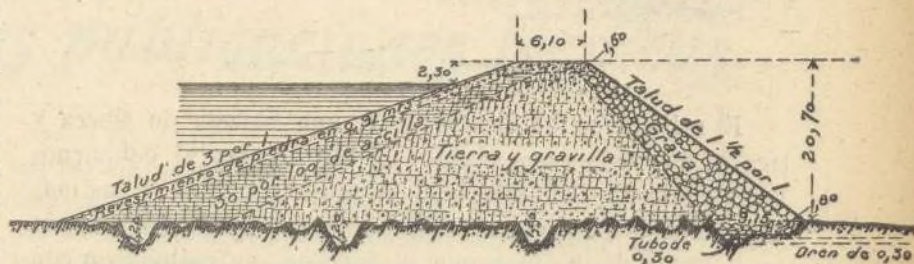


Sección transversal de la presa superior de Deer Flat.

Para cerrar el embalse llamado Deer Flat, de 233 millones de metros cúbicos, que se formará con aguas llevadas por medio de un canal desde el río Boise, en Idaho, se están construyendo dos presas de tierra, denominadas superior é inferior de Deer Flat, aquélla por administración y ésta por contrata.

La primera, que tendrá una altura máxima de 21 metros y una longitud de 123, se ha proyectado con la sección que indica la figura.

De sección análoga es la presa, ya casi terminada al



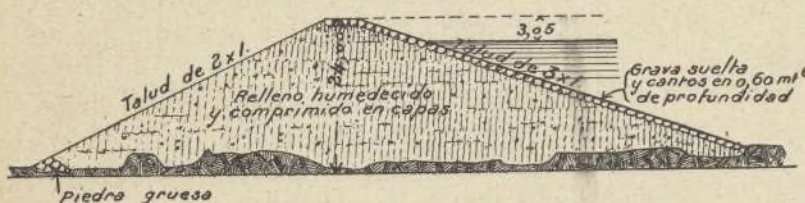
Sección transversal de la presa inferior de Deer Flat.

tiempo de nuestra visita, ejecutada por contrata, cuya máxima altura es de 13,70 metros, y su longitud de 219.

En ambas presas se preparó la base después de quitar las raíces y maleza, formando surcos con el arado y dejando zanjas, con objeto de unir bien los macizos con el terreno natural. Además, en la parte posterior, y á 1,80 metros de

profundidad, se ha colocado un tubo de drenaje, de gres esmaltado, con juntas en seco, recubierto de grava y piedra; que recogerá las filtraciones que pudieran producirse en la base, á las que se dará salida por un tubo análogo con juntas tomadas con cemento. Como expresan los dibujos, se emplea tierra muy arcillosa en la parte próxima al talud interior, y se van colocando materiales cada vez más abundantes en arena y grava, según va el relleno, hecho por tongadas de 15 á 20 centímetros, extendiéndose hacia el exterior. El revestimiento de piedra del talud interno y el de grava, que en espesor considerable se tiende sobre el exterior, tienen por objeto, como ya se ha dicho, defenderlos de las erosiones producidas por las lluvias, fríos, oleaje, etc., y detener la acción de los animales minadores.

Otra presa importante es la del embalse de Willow Creek, que cierra uno de los que van á formarse en Montana para aprovechar las aguas del río Sun, con una altura máxima de 23 metros, y la sección que representa la figura.



Sección transversal de la presa de Willow Creek.

El relleno estará formado por el terreno superficial, mezclado con grava, constituida por arena gruesa y guijo con cantos. Ambos taludes estarán formados por grava y el pie del exterior con cantos de más de 28 decímetros cúbicos. El relleno consistirá en una mezcla de grava y tierra, en la que la proporción de aquélla aumentará desde el 25 por 100, en la parte próxima al talud interior, hasta formar la totalidad al llegar al paramento externo.

La presa más alta de este tipo, entre las que hemos visto en construcción, es la llamada de Cold Springs, en Oregon, comenzada en Mayo de 1907 y destinada á embalsar las aguas que un canal deriva del río Umatilla, tributario del Columbia. Tiene unos 900 metros de longitud y 27 de altura máxima, siendo su sección la que aparece en la figura.



Sección transversal de la presa Cold Springs.

El relleno se ha formado con una mezcla de tierra y grava, de condiciones análogas á las citadas al ocuparnos de la presa de Willow Creek. La zanja profunda y las más superficiales que se han practicado para impedir filtraciones en la unión de la presa con el terreno, se rellenaron con una mezcla formada por partes iguales de tierra y grava. En las capas ó tongadas del relleno se mezclaban los materiales en las proporciones citadas anteriormente, para la parte próxima al talud interior, pero se iba aumentando progresivamente la cantidad de grava hasta llegar al exterior en el que sólo existe este último material. De esta suerte se ha procurado utilizar del modo más eficiente los materiales

disponibles, que no parecían reunir las mejores condiciones.

Los que forman el núcleo impermeable se colocan en ocasiones en la parte central del macizo, especialmente cuando están constituidos por partículas arcillosas muy tenues, pues en este caso hay que evitar que puedan ser arrastradas por dilución. Conviene á este efecto alejar la masa arcillosa del talud interno, en contacto directo con las aguas del embalse, sin aproximarla demasiado al externo, á fin de que, si se inicia una filtración á través de la arcilla, no arrastre las tenues partículas consigo, sino que éstas queden detenidas por las tierras que se hallen interpuestas entre el núcleo arcilloso y el talud exterior.

La colocación del macizo impermeable en la parte central de la presa es frecuente en las construídas por el procedimiento hidráulico, porque tal sistema permite separar fácilmente la arcilla de las demás sustancias, y formar con dicho elemento, el más impermeable de todos, la parte de macizo destinada á cerrar el paso de las aguas. Sin embargo, hay también algunas presas construídas por el procedimiento ordinario en las que se ha colocado la zona impermeable en su parte central, pudiendo citar á este efecto la construída en el año 1905 por el Ingeniero americano Mr. F. P. Stearns, para cerrar uno de los collados del embalse de Wachusett, destinado al abastecimiento de aguas de Boston. Tiene dicha obra unos 900 metros de longitud y una altura máxima hasta la coronación de 18 metros; el terreno que hubo que excavar para efectuar la cimentación y quitar la capa superficial en la zona del embalse, pudo aprovecharse para la construcción del macizo de la presa, eligiendo la tierra exenta de raíces y de piedras de más de 13



Sección transversal de la presa al Sur del embalse de Wachusett.

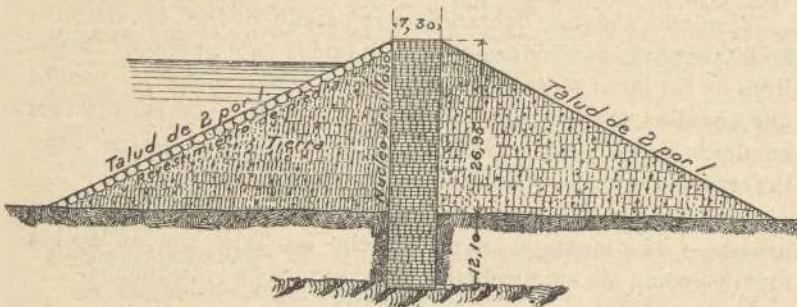
centímetros de dimensión máxima, para formar con ella la parte central ó núcleo. Como expresa la sección, en el talud interior se colocó la grava que se obtuvo de las excavaciones, y detrás del núcleo las tierras restantes, cuya única misión se reduce á contribuir á la estabilidad del macizo.

Presas con pantalla.—El empleo de núcleos ó tabiques de arcilla apisonada ó de fábrica, que colocados en el sentido del eje de la presa formen una pantalla impermeable, es ya antiguo en Inglaterra y en los Estados Unidos, y sus partidarios creen que deben adoptarse en todas las de alguna importancia. Opinan, en efecto, que aun cuando no serían necesarios si la ejecución se llevase á cabo con toda la perfección apetecible, como los macizos de las presas se hacen ordinariamente por los braceros menos hábiles, conviene asegurar su impermeabilidad empleando dicho medio. La mayoría de los Ingenieros americanos prefiere hoy día el tabique formado por un muro de fábrica ú hormigón á los núcleos de arcilla apisonada («puddle») que antes se empleaban en las presas de tierra inglesas y de los Estados Unidos, pues aun cuando resultan generalmente más caros, ofrecen varias ventajas, entre las que figuran: que no pueden perforarlos los animales minadores; si el agua penetra por una grieta, ésta no aumenta de tamaño por dilución de sus paredes; permiten el desagüe por galería dentro del macizo de la presa estableciendo una unión impermeable, muy difícil de conseguir cuando no existe el muro, entre la

obra de desagüe y las tierras; y, por último, dan mayor resistencia en el caso, no imposible, de que el agua del embalse salte por encima de la coronación.

Los que no son partidarios de los tabiques entienden que introduciendo éstos un elemento extraño en el centro de la presa, la dividen en dos partes independientes, destruyendo la homogeneidad y el enlace que conviene tengan las que constituyen el macizo. Observan, además, que el muro tiene que ser relativamente delgado, para que no resulte de exagerado coste y, por consiguiente, difícil de construir bien, estando además expuesto á romperse por efecto de los asientos desiguales de las tierras, que le empujan por ambos paramentos.

Los núcleos de tierras apisonadas formados por arcillas puras ó por la mezcla de arcilla, arena y gravilla, aun cuando tienen espesores más considerables, resultan más económi-

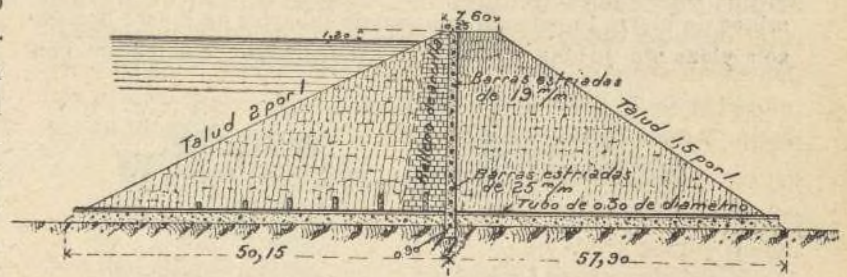


Sección transversal de la presa de Pilarcitos.

cos, en general, que los de fábrica, y podrán tener aplicación en ciertos casos. Se hacen con paramentos verticales ó en talud, y deben quedar de 30 á 60 centímetros por debajo de la coronación; se les ha dado en muchos casos una anchura comprendida entre el $\frac{1}{4}$ y el $\frac{1}{3}$ de la altura del agua embalsada. Citaremos como ejemplo la presa de Pilarcitos, que tiene 195 metros de longitud y 29 de altura sobre el terreno natural, destinado á formar uno de los embalses que hace varios años se construyeron para el abastecimiento de San Francisco. Su sección es la que figura en el dibujo; la pantalla tiene el espesor constante de 7,30 metros.

Citaremos también la presa de Dixville, New Hampshire; construída recientemente, de 23,20 metros de altura y 152,50 de longitud; en ella, el tabique de hormigón armado, de 25 centímetros de espesor en la coronación y 90 en la base, se apoya sobre tablestacas de acero, con unión lateral impermeable, indicadas en el fondo de la zanja abierta para

cimiento, en un terreno formado por una mezcla de arcilla y grava, con bolsadas de este último material. Las tablestacas alcanzan profundidades variables entre 3 y 9,60 metros. El dibujo adjunto indica la disposición general: el tabique,



Sección transversal de la presa de Dixville.

construido con hormigón compuesto de una parte de cemento para tres de arena y cuatro de grava, va reforzado con cuadrillos de acero, estriados transversalmente («corrugated bars»), cuyas dimensiones varían entre 13 y 25 milímetros de lado, enlazados por alambre grueso, también de acero.

Revestimiento del talud interior.—En las presas de tierra es muy frecuente revestir el talud interior para defenderle de las influencias atmosféricas, la acción del oleaje y las perforaciones de los animales minadores.

Los revestimientos más frecuentes corresponden á los dos tipos citados al ocuparnos de los pliegos de condiciones del Servicio federal de obras de riego, é indicados al representar las secciones de presas. Su detalle es el del dibujo adjunto.



Revestimientos en el talud interior de las presas.

Disposiciones análogas se han adoptado en la mayoría de los casos para las presas construídas por empresas particulares.

(Continuará.)

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Colocación de tuberías en los puentes colgados.

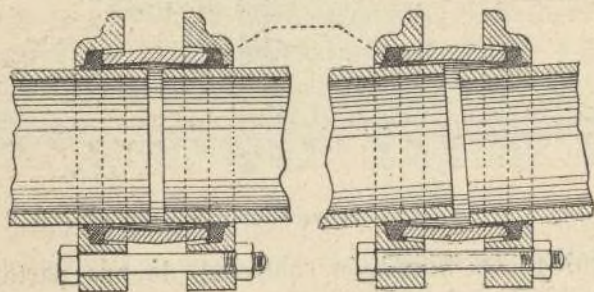
Las travesías con sifones de los ríos de gran anchura son muy costosas. Para sustraer á los tubos de los golpes de ancla de los barcos, es indispensable introducirlos en el terreno, haciendo dragados que ofrecen grandes dificultades. Si se quiere, y este es el caso que ocurre con las tuberías de gas, regular las pendientes de la tubería, es preciso montar y poner en obra el sifón en una sola pieza, ó por lo menos descomponerle en un pequeño número de grandes elementos rígidos que se puedan enlazar haciendo uso de buzos. La operación de hacer descender el tubo al fondo de un río es igualmente muy delicada; las reparaciones en él evidentemente son difíciles, y, por último, el sa-

car por medio de bombas las aguas de condensación cuando se emplean los tubos para conducir gas resultan casi imposibles cuando la profundidad pasa de 8 metros por debajo del nivel de las más altas aguas. En el caso de las rías se une á todo esto la acción del agua salada, que obliga á tomar precauciones especiales contra los efectos de aquélla sobre el metal.

El establecimiento, para dar paso á la tubería, de una pasarela ó de un sistema de suspensión por cables es no menos costoso, aparte de las precauciones que es preciso tomar para realizar la travesía por encima de la corriente.

Todas estas razones obligan muchas veces á pensar en el establecimiento de las tuberías sobre los tableros de un puente colgado cuando no existen obras de hierro ó de fábrica.

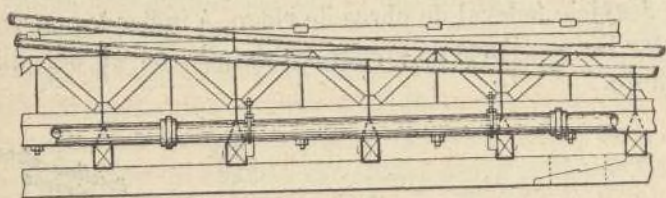
Sobre los puentes de piedra, en donde las vibraciones son casi insensibles, se pueden emplear tubos de fundición con juntas de plomo, pero en los puentes metálicos, donde, por el contrario, las trepidaciones son más considerables, se impone el uso de tubos con juntas de caucho. Algunas Compañías de caminos de hierro imponen el empleo de tuberías de hierro de una sola pieza sin juntas en toda la travesía por encima de sus



vías, condición que hoy día puede realizarse gracias á la soldadura autógena.

En los puentes colgados la extrema movilidad exige el no emplear tuberías con juntas de plomo, materia que es únicamente plástica, y en ellos se imponen más principalmente el empleo del caucho de buena calidad para las juntas, pues es una sustancia flexible y elástica.

El empleo de gruesos tubos metálicos flexibles, formados de bandas continuas de metal arrolladas en espiral y aprisionando



entre ellas hilos de caucho, es de un precio considerable, y la impermeabilidad no puede decirse que está completamente asegurada. Podrían emplearse tuberías formadas de muy pequeños elementos reunidos por medio de juntas de rótula que siguieran exactamente las fluctuaciones del tablero; pero esto tampoco sería una solución económica, ni tampoco la impermeabilidad quedaría asegurada á causa de las muchas articulaciones.

El problema es, pues, tan delicado, que la Compañía del gas de Lyon se decidió últimamente por el establecimiento de cables especiales, independientes de los de los puentes de aquella ciudad, para suspender sus canalizaciones.

Para un tal estudio conviene tener presente que los esfuerzos del viento son suficientes por sí solos para provocar balanceos y ondulaciones que resienten forzosamente las tuberías, y en este concepto creemos muy interesante dar á conocer una solución muy sencilla y económica que ha recibido la sanción de la experiencia.

El puente pasarela de Triel, que franquea el Sena agua abajo de París, comprende un tramo central de 82,35 metros y dos semitramos de 41 metros próximamente. El tablero, las viguetas y los largueros de este puente son de madera. Desde 1905 una canalización de gas va unida á un costado del tablero, canalización formada por tubos de 150 milímetros de diámetro, de palastro galvanizado, de 1,5 milímetros de espesor, 6 kilogramos de peso por metro lineal, y una longitud variable de 3,75 á 3,80 metros de eje á eje de las juntas. Los extremos de estos tubos van guarnecidos con pequeñas virolas de acero reunidas por manguitos universales Gibaud, y cada longitud descansa sobre dos semicollares alargados, separados 2,25 metros próximamente. Estos collares son de hierro redondo, de 14 milímetros, y se unen por medio de tornillos á pequeñas ménsulas de hierro en U de 80 milímetros, en forma de cuello de cisne. Las ménsulas, cuyo saliente es de un metro, se unen por medio de

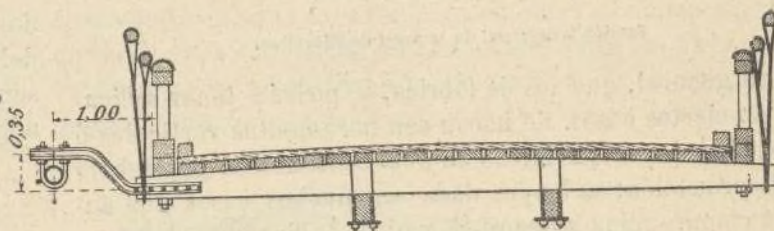
tirafondos á las extremidades de dos viguetas por cada tres, de suerte que los apoyos próximos de una junta están separados 1,50 metros. Las articulaciones tienen de este modo bastante latitud, y el tubo se encuentra aun formando báscula dado el peso relativamente grande de los manguitos universales. El juego vertical entre la parte alta del tubo y la baja de la ménsula, permite á ésta abandonar el tubo unos 7 á 8 centímetros sin arrastrarle en su movimiento.

Cuando las cargas no pasan de tres toneladas, las flechas máximas de las sinusoides que describe el perfil del tablero son de 0,25, y la canalización sigue entonces exactamente la flexión del puente; pero para cargas más elevadas algunos tubos son abandonados por uno ó por dos apoyos, y se comprende que en este caso se producirán pequeños desplazamientos longitudinales, á los cuales pueden someterse las juntas Gibaud dado su grado de flexibilidad.

Desde que se puso en servicio esta tubería no se ha obtenido en ella la más leve fuga.

El mismo sistema ligeramente reforzado podría igualmente aplicarse para las conducciones de líquidos bajo presión. El peligro de las fugas en las juntas no es de temer, pues es sabido que aquéllas son á lo más inversamente proporcionales á la raíz cuadrada de los pesos específicos de los fluidos, y quizás sean inversamente proporcionales á estos pesos específicos.

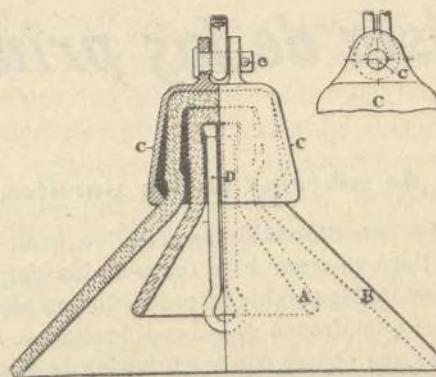
La facilidad del montaje de una tal canalización es muy grande, y este montaje ha sido hecho en Triel con andamios móviles como los empleados para la pintura de los edificios.



Aisladores para tensiones de 25.000 voltios sistema Locke.

Los aisladores de suspensión cuyo tipo se representa en las figuras adjuntas, tomadas del *Electrical Engineering*, deben agruparse en serie sobre las líneas de muy alta tensión, y parece que dan excelentes resultados desde el doble punto de vista de la resistencia mecánica y del aislamiento eléctrico.

Están constituidos por dos campanas cónicas de porcelana A y B, unidas por sus cabezas á un casquete de palastro de acero C suspendido por una clavija e y á una horquilla de suspensión D por medio de cemento que se deja fraguar en el agua. Las cabezas de estas campanas presentan exteriormente una garganta hueca que aumenta la solidez de las sujeciones así obtenidas,



y están dispuestas de manera que puedan transmitir á 45 grados próximamente, y por compresión tan sólo la carga de la horquilla D al casquete metálico C. La horquilla D está constituida por un clivillo hendido que se introduce en el agujero de la campana central y cuya elasticidad mantiene las dos ramas

separadas, y aplica los salientes de su cabeza reforzada contra la pared de la garganta interior de la campana A. Los dos espacios comprendidos entre las dos ramas de este clavillo y la pared de la campana se rellenan igualmente de cemento.

Estos aisladores se han ensayado en la posición vertical, que es su posición normal bajo una tensión de 100.000 voltios aplicada durante cinco minutos, y han podido soportar una carga mecánica máxima de 6.000 kilogramos próximamente. En la práctica, no obstante, no se debe pasar de 25.000 voltios por aislador; por lo tanto, cuando el voltaje en la línea sea superior a esta cifra, se pondrá en serie el número necesario de aisladores para reducirle á este valor.

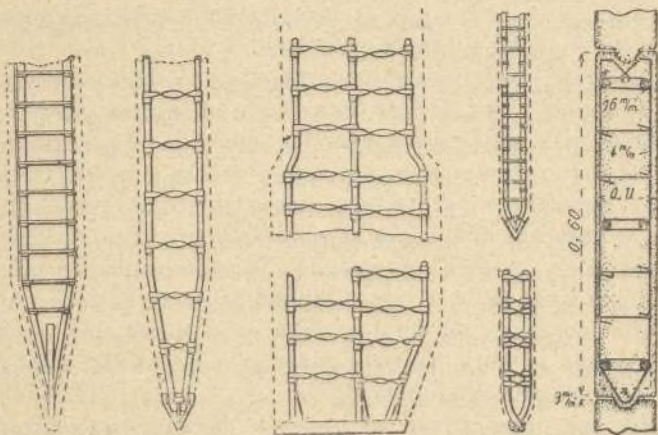
El mismo aislador puede igualmente ser empleado en la posición horizontal, y el aislamiento obtenido en esta posición es, según parece, superior al que se obtiene en su posición normal en tiempo de lluvia.

La distancia mínima entre las partes metálicas de estos aisladores es de 115 milímetros próximamente, por lo que la chispa tiene que recorrer á través del aire, para contornear la superficie por el exterior, una distancia mínima de 61 centímetros. La presencia, además, de la segunda campana A, produce un doble efecto: aumentar la longitud de la chispa y hacer menos peligrosos los efectos de condensación entre el casquete metálico C y el clavillo D.

Revestimientos de hormigón armado en el puerto de Duisbourg (Alemania).

La mayor parte, ó sea una longitud de unos 10 kilómetros, de las márgenes de las dársenas del puerto fluvial de Duisbourg, situado en la confluencia de la Ruhr y el Rhin, está protegida, en los puntos donde deben atracar las embarcaciones, por un revestimiento de escollera en la parte inferior al estiaje; por un muro vertical, coronado por una banqueta de 70 centímetros para la circulación, entre el nivel de estiaje y el de aguas medias, y, por último, por un adoquinado que se apoya sobre la coronación de este muro vertical por encima del último nivel.

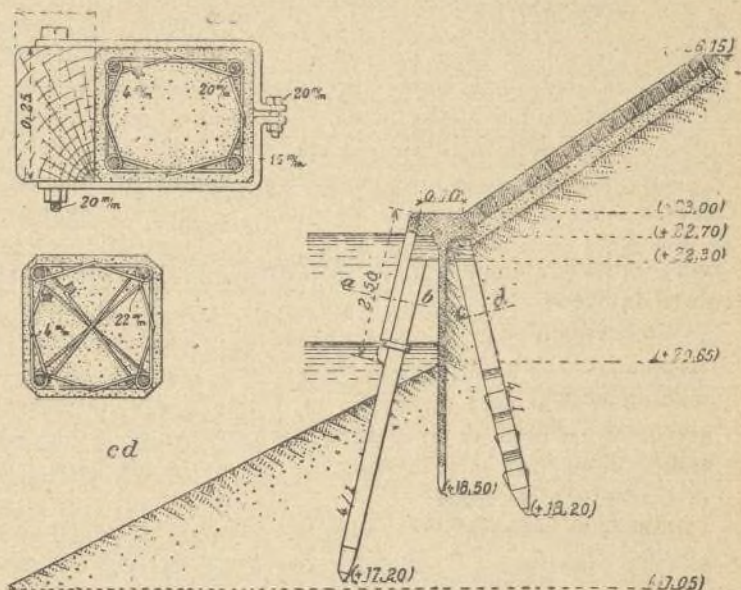
Como la parte vertical de este revestimiento queda frecuentemente descubierta por el agua, se renunció para su construcción al empleo de pilotes y tablestacas de madera, y se recurrió al hormigón armado.



Se formó un tabique vertical constituido de tablestacas de 60 centímetros de anchura y 11 centímetros de espesor, hincadas alternativamente hasta la cota 19 ó 18,50 metros, y consolidado, cada 6 metros, por caballetes formados de dos pilotes inclinados que no descendían completamente hasta el nivel del fondo de la dársena. Los pilotes por el lado de tierra fueron provistos de collares salientes que se oponían á su arranque.

Las cabezas de los caballetes se reunieron entre sí por arcos de hormigón armado que llevaban un camino de circulación de 70 centímetros de anchura, y en algunos sitios también, una vía de rodadura para las grúas de servicio, como se ve en las figuras tomadas al *Zentralbl. der Bauverwaltung*.

Los pilotes de hormigón llevan en cada ángulo una barra redonda de hierro de 20 milímetros los delanteros, y de 22 milímetros los de la parte de tierra. Estas cuatro barras se enlazan entre sí con ligaduras, y soldadas á una varilla vertical forman la punta, ó bien enlazadas con hojas retorcidas en forma de hélice se embuten en un calzo de fundición, según los casos. Las tablestacas de 60 centímetros de anchura están constituidas por una armadura de hierro formada de tres pares de barras redondas de 16 milímetros que se estrecha ligeramente en su parte



superior, y se arma en su base de un palastro replegado en ángulo agudo que se fija directamente á las varillas de la armadura.

Las pequeñas caras verticales de estas tablestacas van perfiladas de manera que se puedan embutir las unas en las otras, y de modo que no se toquen más que sobre una muy pequeña superficie. Se ensayó el reforzar las superficies de contacto revisitiéndolas de un palastro continuo, pero los efectos de esta armadura no fueron satisfactorios, pues el rozamiento arrancaba la capa de hormigón superficial aislada por este palastro, dejando éste al descubierto.

Los pilotes y tablestacas se fabricaron en moldes colocados horizontalmente, y después de moldeados, al cabo de ocho días, próximamente, se dejaron endurecer puestos de pie. Se colocaban en obras, pasadas cuatro semanas por lo menos.

La hincada de los pilotes y de las tablestacas se hizo por medio de machinas de vapor de un peso de una á cuatro toneladas, y con alturas de caída de 20 á 50 centímetros únicamente.

Un cierto número de pilotes y tablestacas, y más particularmente aquellas cuya armadura estaba arriostada por las hojas retorcidas en hélice, se rompieron durante la hincada. Cuando una rotura se notaba, cosa que no siempre sucedía tan pronto como era de desear, se ponía al descubierto la parte deteriorada y se reconstituía el pilote ó la tablestaca.

Reparación de una tubería bajo el agua.

Vamos á dar la descripción de un trabajo completamente excepcional, que se refiere á la reparación de una tubería de 1,83 metros de diámetro, sumergida á una profundidad de 9,15 metros bajo el agua. Forma parte esta tubería de la red que alimenta Jersey City, y está sumergida en el fondo del río Hackensack.

No está demás que digamos aquí algunas palabras respecto del sistema seguido en la colocación de esta tubería. Esta operación tuvo lugar en 1902 y estaba dividido el tubo en cuestión, que es de palastro de acero y de 17,5 milímetros de espesor, en trozos de 8,54 metros próximamente. Se hacía la unión de estos trozos sobre un andamio colocado en la margen del río, y una

vez unida toda la tubería se la rodeaba de anillos de hormigón previamente fabricados en moldes de modo que constituyeran un revestimiento continuo. El conducto así formado fué colocado en barcas, haciéndole descender después hasta el fondo de una zanja abierta por una draga en el lecho del río.

La longitud sumergida es de 256 metros, y pesa el tubo 900 kilogramos, en números redondos, por metro lineal.

La parte sumergida es rígida, sin juntas articuladas, y sigue en el plano vertical las curvas que corresponden al perfil del lecho; la zanja sobre la cual está colocada tiene 4,50 metros de anchura en el fondo y taludes de 1,40 metros. El revestimiento de hormigón tiene un diámetro exterior de 2,35 metros, y pesa 4.530 kilogramos cada cinco pies de longitud, lo que da 2.475 kilogramos por metro lineal. El peso total, pues, por metro lineal de toda la tubería revestida, es de 3.375 kilogramos.

Desde que se puso la tubería en obra y cuando se comenzó a llenarla de agua, se creyó que se había producido una rotura en una junta situada hacia la mitad de la longitud; pero esta rotura no se manifestó hasta el 15 de Diciembre de 1902, cuando se llenó el tubo por completo, y antes de hacer el empalme en las extremidades con los tubos adyacentes. Después de largas discusiones sobre la naturaleza de la avería y de los medios que convenía emplear para repararla, se decidió cerrar las dos extremidades del tubo, sacar el agua fuera por medio de aire comprimido y penetrar en el interior por los extremos para comprobar el estado de cosas.

Después de muchas dificultades se consiguió quitar el agua, y se pudo penetrar en el tubo el 10 de Enero de 1903. Se reconoció que el tubo estaba abierto por la circunferencia inferior, y que existía una abertura de 62,5 milímetros, cuya reparación se llevó a efecto duplicando la pared en el interior mediante un palastro encorvado y fijado á esta pared por pernos, trabajo que fué terminado el 10 de Febrero de 1903, ó sea dos meses después de haberse observado la avería.

Hasta 1904 no se presentó ninguna dificultad, pero en esta fecha se observó una fuga en la tubería. Se reconoció la existencia de esta fuga por el ruido que hacía el agua al escaparse y que se percibía perfectamente desde una barca colocada encima. En Noviembre de 1904 se dispuso que un buzo hiciese un examen exterior en la tubería, pero no se observó otra señal de la fuga que el ruido antes citado; únicamente se reconoció que se perdía mucha agua entre Boonton y Jersey City. Se hicieron aforos repetidos por medio del aparato de Venturi, y se encontró que la pérdida iba creciendo hasta llegar á la cifra enorme de 20.000 á 22.000 metros cúbicos cada veinticuatro horas.

Á fin de 1907 se ordenó de nuevo examinar el exterior de la tubería por un buzo, y este examen, realizado el 7 de Octubre, dió á conocer que se producía una fuga abundante á 24 metros próximamente de la orilla Oeste del río y á una profundidad de 9,15 metros. El buzo manifestó que la fuerza de la corriente producida por esta fuga era tan grande, que lo arrojaba hacia un costado cuando pasaba por delante de ella. El agua bajo presión salía por una abertura situada en la envoltura de hormigón, y además la resistencia del agua que salía por esta abertura era tal, que hacía imposible reconocer y darse cuenta del estado del metal del tubo en la abertura. Los informes dados por el buzo y la pérdida enorme de agua fueron suficientes para que se intentara sin demora el llevar á efecto las reparaciones necesarias.

Al principio se decidió no recurrir al empleo del aire comprimido para poner el conducto en seco por razones de economía, prefiriendo el adoptar disposiciones que tuvieran por objeto el agotar simplemente por medio de bombas.

El emplazamiento de la tubería en el río está á 1.600 metros próximamente del punto á donde se puede llegar por vía carretera, y también á la misma distancia de un lugar en donde se puede encontrar fuerza motriz. En vista de esto se pensó utilizar una corriente eléctrica para poner en movimiento las bombas de agotamiento, pero hubo necesidad de renunciar á este siste-

ma á causa del excesivo gasto, y después de haber rechazado otros varios sistemas, se volvió de nuevo á pensar en el empleo del aire comprimido.

Se adquirió en Nueva York el material de compresión con motor de vapor y caldera, y llevado á la obra se instaló sobre la orilla Oeste del río.

Para no tener que cortar el tubo, á fin de penetrar en él, se instalaron en las dos extremidades de los trozos tubos de 1,22 metros de diámetro, provistos de compuertas de la misma dimensión, creando de este modo unas especies de cámaras de equilibrio que permitían el acceso á la tubería. El aire era conducido por tubos de 85 milímetros de diámetro enlazados á tornillo.

El 1.º de Diciembre de 1907 se comenzó á comprimir el aire en la tubería, no encontrándose ninguna dificultad para impeler el agua hasta que el nivel descendió hasta la parte superior del orificio, por el cual se producía la fuga; pero á partir de este momento el aire se escapó por este orificio, y no se pudo hacer bajar más el agua. Se ensayó taponar parcialmente el agujero; pero el trabajo en esta estación, de un frío riguroso, era muy difícil, no llegando á obtener buenos resultados á pesar de emplear planchas, estopa, arcilla, etc., etc. En fin, el Ingeniero encargado de la dirección del trabajo, con un traje de buzo, se sumergió en el agua y consiguió taponar el agujero con arcilla, lo que permitió continuar la evacuación del agua hasta un grado suficiente para que los obreros pudieran penetrar en la tubería. Se observó entonces que el tubo estaba hendido en las seis decimas partes de su circunferencia, y que presentaba aberturas de 9 á 12 milímetros.

Los trabajos que acabamos de describir duraron dos días, y como en Jersey City faltaba agua, fué preciso volver á poner en servicio la tubería de 1,83 metros. Esta necesidad de no poder interrumpir más de cuarenta y ocho horas el servicio de alimentación de la ciudad, hizo ver que no era posible efectuar la reparación por el medio empleado en 1903, y que era preciso emplear otro sistema.

Después de haber discutido mucho la cuestión, se reconoció que el único medio practicable en estas condiciones consistía en poner en la tubería un anillo interior, el cual se pensó en un principio hacer de fundición, pero la objeción que se hizo de que el peso de las piezas había de dificultar la operación, motivó el que se empleara el palastro de acero. El anillo se hizo de tres hojas de 0,61 de ancho por 1,83 de largo, reunidas entre sí por cantoneras roblonadas sobre los palastros.

Era preciso interponer entre la pared de la tubería y el anillo una materia que hiciese una junta impermeable, pero la elección de esta materia era cuestión delicada. Se examinó el empleo de un cemento patentado que presentaba ventajas, pero hubo de rechazarse porque eran necesarias más de veinticuatro horas para que adquiriera el endurecimiento necesario antes de poner se en contacto con el agua. No podía utilizarse tampoco el plomo á causa de la imposibilidad de poderlo echar en la junta, y se concluyó por emplear la lana de plomo que es muy fácil de poner en obra bajo el agua y que se puede machacar dándole un espesor cualquiera.

Todos los preparativos se hicieron de antemano sin interrumpir el servicio de aguas y el trabajo se comenzó el 19 de Diciembre. Se cortó el agua á las ocho y cuarenta y cinco de la mañana; se comenzó el agotamiento y se llevaron los materiales para cuando el conducto estuviese en seco, operaciones preliminares que terminaron á las seis de la tarde. Se pasó la noche con la colocación del anillo interior, pero previamente se había taponado el orificio de la fuga con cáñamo mezclado de arcilla á fin de preservar la lana de plomo del contacto directo del agua del río. Se rellenó el intervalo entre el anillo y el tubo con la lana de plomo hasta una distancia de 50 milímetros de los bordes del anillo, y se guarneció esta parte á cada lado con bandas de plomo de un metro á 1,20 de longitud, fabricadas en moldes y que se machacaban enérgicamente una vez puestas en obra.

La colocación de la guarnición de lana de plomo se comenzó el 20 de Diciembre á las seis de la mañana, y el mismo día, á las siete de la tarde, se pudo restablecer el servicio de la tubería; el servicio, pues, sufrió una paralización de treinta y seis horas únicamente. Hecho el ensayo bajo presión inmediatamente, puso aquél de manifiesto la más completa impermeabilidad.

En el tubo se dividieron los obreros en dos brigadas que trabajaban alternativamente dos horas seguidas. Los obreros eran los ordinarios que pertenecían á la Empresa encargada de los trabajos, que se les escogió teniendo en cuenta sus aptitudes físicas, y además por la confianza que en ellos se podía depositar, tratándose como se trataba de operaciones especialmente delicadas.

Esta operación es realmente muy interesante y hace honor á los que han sabido llevarla tan bien y en tan poco tiempo. Para más amplios detalles puede verse el *Engineering Record*, número 30 de Mayo de 1908, del cual hemos hecho aquí únicamente un resumen.

Comparación entre el alcohol y la gasolina para los motores de explosión.

La División técnica del Geological Survey de los Estados Unidos ha ejecutado, bajo la dirección de M. J. A. Holmes, una serie de ensayos para determinar el valor relativo del alcohol y de la gasolina para la producción de fuerza motriz. Estos ensayos, cuyo número pasa de 2.000, constituyen la suma más completa de datos que existen sobre la citada cuestión. El profesor R. H. Fernald, encargado del curso de mecánica aplicada en la Casa Schol of applied Science de Cleveland, y M. Strong, agregado al departamento de Ingenieros civiles en la Universidad de Columbia, con un Cuerpo de ayudantes, fueron encargados de los experimentos que se han hecho en el laboratorio de ensayo de combustibles del Geological Survey en Norfolk Va. En todos ellos se ha empleado el alcohol comercial desnaturalizado, y la gasolina á 73 grados de peso específico.

Los motores de alcohol y los motores de gasolina bien estudiados y bien contruidos, cuando funcionan en las condiciones más favorables, consumen cantidades iguales en volumen del líquido combustible. Este hecho se ha probado por un gran número de ensayos; en las condiciones que acabamos de indicar se puede admitir que el consumo mínimo es próximamente de 0,378 litros de gasolina y alcohol por caballo al freno y por hora. Si se considera que el poder calorífico de un litro de alcohol desnaturalizado es algo mayor que las seis décimas partes del de un litro de gasolina, el resultado señalado de un consumo igual de los dos líquidos para la misma potencia, representa en rigor el mejor dato sobre la supremacía del alcohol como fuerza motriz. Pero si este hecho ha sido puesto fuera de duda por los experimentos oficiales hechos en el laboratorio de ensayos del Gobierno americano, es á los fabricantes á quienes corresponde realizar y comprobar estos resultados en la práctica.

Los motores de gasolina empleados en los experimentos citados han sido máquinas de los modelos corrientes, utilizadas como máquinas fijas en América, y desarrollando de 10 á 15 caballos con una velocidad de 250 á 300 vueltas por minuto; los motores de alcohol utilizados han sido de la misma construcción, de dimensiones idénticas.

El aire utilizado en los ensayos no se calentaba previamente, y las máquinas fueron provistas de carburadores del tipo ordinario, de nivel y de presión constantes. Se hicieron numerosos ensayos con el aire calentado á diversas temperaturas hasta llegar á 120 grados centígrados, y con carburadores especiales, pero no se reconocieron ventajas apreciables en las condiciones de carga y de velocidad adoptadas en los experimentos.

El alcohol desnaturalizado del comercio que se utilizó estaba compuesto de 100 partes de alcohol etílico con 10 partes de alcohol metílico y de $\frac{1}{2}$ de benzol; este líquido corresponde en volumen á 94 por 100, y en peso á 91 por 100 de alcohol

etílico. El empleo de este combustible no ha producido ningún efecto dañoso sobre las paredes de los cilindros y sobre las válvulas de los motores.

Los consumos mínimos se obtuvieron con las más grandes compresiones que se pudieron emplear prácticamente, y que se elevaron para el alcohol desnaturalizado á 10,500 kilogramos y 12,700 kilogramos por centímetro cuadrado.

Los alcoholes del comercio con la dosificación de 80 por 100 de alcohol y 10 por 100 de agua, habrán de venderse con una rebaja de un 15 por 100 por lo menos, á volumen igual, que el alcohol desnaturalizado para poder luchar con él.

El consumo mínimo por caballo al freno y por hora de alcohol al 80 por 100, es próximamente un 17,5 por 100 superior al del alcohol desnaturalizado ó la gasolina. Una serie de ensayos hechos con alcoholes de diferente riqueza ha demostrado que el consumo por unidad de potencia crece con más rapidez que decrece la riqueza alcohólica, ó de otro modo dicho, que la eficacia térmica decrece al mismo tiempo que la riqueza alcohólica. Pero este decrecimiento es débil entre las proporciones de alcohol de 100 por 100 y de 80 por 100; entre estos límites, pues es inútil tener en cuenta este decrecimiento.

Cuanto más puro es el alcohol mayor es la potencia máxima que puede desarrollar el motor. Con el alcohol á 80 por 100 la potencia máxima es inferior en un 1 por 100 á la que se puede obtener con el alcohol desnaturalizado, pero cuesta mucho más trabajo el poner el motor en marcha y regular su velocidad.

Con una compresión conveniente las mezclas de gasolina y de alcohol dan una eficacia térmica comprendida entre la de la gasolina (máximo 22 por 100) y la de alcohol (máximo 34,6 por 100); pero esta eficacia no rebasa jamás la del alcohol.

Se calculan estas mezclas tomando por elementos la potencia al freno y la potencia calorífica mínima del combustible, que es de 10.600 calorías por kilogramo para la gasolina, y de 5.825 calorías para el alcohol desnaturalizado.

Como se ha indicado más arriba, el alcohol puede emplearse en las máquinas de gasolina de los tipos fijos y marinas, y el consumo de alcohol en estos motores será de 1,5 á 2 del consumo de gasolina cuando las máquinas trabajen en las mismas condiciones. Las modificaciones que se pueden llevar á estos motores para hacerlos funcionar con alcohol de una manera más económica, son muy limitadas, pues no se puede apenas aumentar la compresión sin cambiar los fondos de los cilindros y las válvulas, y además, porque los motores de gasolina no están hechos para resistir á las presiones elevadas de explosión que se tienen con el alcohol; presiones que llegan hasta 40 y 50 kilogramos por centímetro cuadrado. Con los cilindros contruidos para hacer funcionar con alcohol los motores de gasolina se obtendría un incremento de potencia de 35 por 100, de suerte que, en definitiva, el peso por caballo no solamente no sería superior para un motor de alcohol, sino que aún resultaría un poco inferior.

El trabajo de que nos venimos ocupando ha tenido también por objeto estudiar de una manera completa la acción de cada uno de los dos líquidos combustibles empleados en los motores de combustión interna, en las diversas condiciones que se encuentran en la práctica, y relativas á la construcción y al funcionamiento de los motores. Este estudio detallado ha dado por resultado el señalar las condiciones que conducen á la más grande economía con cada combustible.

Todos estos resultados tienen una gran importancia comercial, y los estudios relativos al efecto comparativo del alcohol y de la gasolina, pueden además prestar importantes servicios respecto del empleo de otros líquidos en los motores de combustión interna.

En los Estados Unidos se tenían ya hechos ensayos en gran número sobre este género de motores, pero la mayoría se debían á la iniciativa privada, y siendo ejecutados con objetos especiales, los resultados no eran siempre comparables. Las investigaciones, pues, llevadas á cabo por la Geological Survey tienen

un gran valor, y vienen á llenar un gran vacío en la cuestión importantísima de los motores de combustión interna.

Las traviesas de los caminos de hierro de los Estados Unidos.

Ya para la construcción de nuevas líneas, ya para la conservación de las existentes, se han consumido en 1906 en los Estados Unidos más de cien millones de traviesas. El precio medio es de 2,50 francos por traviesa, lo que representa la bonita suma de 250 millones de francos.

La madera de encina es la más generalmente empleada, pues representa el 44 por 100, en tanto que el pino meridional, que viene después, no representa más que un 17 por 100. El pino Douglas y el cedro entran con un 6,5 por 100 cada una, y el 26 por 100 que resta corresponden al ciprés, al pino del Oeste, al tamarack, al pinabete, etc. Las dos primeras de estas maderas son las más caras, aunque son las más empleadas, y la traviesa cuesta, por término medio, 2,55 francos; el pinabete es el más barato y cuesta la traviesa 1,40 francos.

El 10 por 100 de las traviesas adquiridas por los caminos de hierro se someten á tratamientos preservativos, bien antes de la adquisición, bien después en los talleres de inyección de las Compañías. Hay por lo menos diez de éstas que poseen instalaciones propias para inyectar sus traviesas.

Se ha calculado que la cantidad de madera empleada cada año bajo forma de traviesas representa la producción de 240.000 hectáreas de bosque, y que para la conservación permanente de una traviesa es necesario que el bosque renueve dos árboles.

Admitiendo un desarrollo de 483.000 kilómetros de vías y una media de 1.740 traviesas por kilómetro, se llega á un total de 840 millones de traviesas, que están sujetas al desgaste y á la putrefacción y que es necesario renovar parcialmente. Los informes de los caminos de hierro señalan una duración media de once años para la madera de cedro y de diez años para el ciprés; pero estas maderas, que son las más duraderas, no tienen las otras cualidades necesarias, tales como el peso y la resistencia, y además se obtienen difícilmente para las líneas del centro y del Oeste. La encina blanca, el tamarack, el pinabete y el pino de Douglas, que son las más generalmente empleadas, no tienen más que una duración media de siete años, y la encina negra de cuatro años solamente, razón por la cual las Compañías miran con extraordinario interés el generalizar el empleo de los procedimientos de preservación, pues está demostrado que las traviesas impregnadas duran fácilmente quince años.

Estos efectos de la poca duración de las traviesas se sentirían doblemente el día en que comenzara el agotamiento de los bosques, y sobre esta cuestión se encuentran detalles completos en un informe publicado por el Servicio forestal de los Estados Unidos.

El gas de agua.

Un estudio de M. J. Thibeu sobre el empleo del gas de agua para la calefacción de los hornos, presentado en 1907 á la sección de metalurgistas de Charleroi, ha dado lugar á numerosas discusiones. La *Revue Universelle des Mines et de la Métallurgie* contiene sobre este asunto dos notas en contestación á una pregunta que tenía hecha M. E. Lemaitre, á propósito de este estudio en la sección de Lieja.

La primera nota, firmada por M. J. Thibeu, preconiza la aplicación del gas de agua á los hornos industriales, porque en su concepto, el horno Siemens, por muy perfeccionado que él sea, está lejos de resolver el problema de la calefacción de una manera conveniente. Entabla en este orden de ideas una discusión técnica con M. Lemaitre, y en resumen sostiene:

- 1.º Que el rendimiento de los gasógenos de fabricación del gas de agua puede llegar fácilmente á un 75 ó un 80 por 100.
- 2.º Que el empleo del gas de agua en la calefacción de los

hornos proporcionaría importantes economías de combustible, permitiría una marcha mucho más fácil, y daría menos residuos con una calidad superior en los productos.

Termina el autor diciendo que estos resultados merecen se fije en ellos la atención, que los metalurgistas deben preocuparse de ello, y que vale la pena llevar á cabo experiencias.

La segunda nota se debe á M. Chantaine. Este Ingeniero está de acuerdo con M. Lemaitre para decir que los gasógenos intermitentes no pueden dar los resultados que darían con los aparatos continuos, y que existe uno de éstos práctico y que funciona con la hulla industrial: el horno Gobbe.

Da á continuación explicaciones teóricas sobre las economías y las mejoras de rendimiento que este horno permite, y parece, según él, que ha llegado el día de intentar la fabricación del acero en un horno continuo armado de un recuperador continuo, y presentando el conjunto la forma de un macizo muy compacto cuya conservación será casi nula comparada con la de los hornos del género Siemens los más perfeccionados.

La velocidad de los caminos de hierro en la Gran Bretaña y en Francia.

El *Engineer* del 13 de Noviembre resume en un cuadro las velocidades mayores realizadas en 1908, por 22 Compañías inglesas y 6 Compañías francesas.

El análisis de este documento demuestra que el recorrido total sobre el cual las velocidades han sido superiores á 96,500 kilómetros comprende una longitud total de 836,300 kilómetros en las redes francesas, en tanto que no llega más que á 196,300 kilómetros en la Gran Bretaña.

Las velocidades sobre estos recorridos se reparten como sigue:

	Kilómetros por hora.
En Francia:	
De Longueau á Arras.....	99,6
De París á Longueau.....	97,5
De París á Saint-Quentin.....	97,3
De París á Buzigny.....	97
En Inglaterra:	
De Darlington á York.....	99,3
De Forfar á Perth.....	98
De York á Darlington.....	97

Estos cuadros dan igualmente los más largos recorridos efectuados sin paradas.

Método de estudio para la formación de proyectos de tracción eléctrica.

M. Jaubert estudia en la *Lumière Electrique* del 14 de Noviembre, un modo de formación de los proyectos de tracción eléctrica basados sobre la utilización de las características de los motores utilizados (velocidades y esfuerzo de tracción en función del número de amperes y curvas similares). Se pueden deducir las características de la marcha (velocidades y consumo de corriente) de un tren entre dos estaciones, con la repartición de los periodos de arranque, de marcha normal, de marcha en vacío, usando el freno, valiéndose de las primeras características, y una vez establecidas las nuevas se pueden resolver otros problemas, á saber: investigar cuál es el tiempo recorrido sobre una línea dada con un tren de composición dada; investigar la influencia de la rapidez en el arranque y de la duración, de la marcha en vacío sobre el consumo global, pues se puede, en efecto, marchar en vacío tanto más tiempo, á duración igual del recorrido entre estaciones, cuanto el arranque ha sido más rápido.

Se puede, igualmente investigar el gasto suplementario de corriente que necesita un aumento de velocidad adquirida por la reducción del periodo de marcha en vacío. Finalmente, se puede investigar la mejor distribución de los periodos de marcha para cubrir un recorrido en un tiempo dado con un consumo mínimo.