

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.

PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Pararrayos en serie, sistema «Gola».

La protección de las instalaciones eléctricas contra las sobreelevaciones de tensión ocasionadas por las descargas atmosféricas y por los efectos de resonancia propios de las mismas instalaciones, ha presentado muy serias dificultades. Hasta aquí, habíase recurrido al empleo de disposiciones muy variadas y, á menudo, muy ingeniosas, pero que adolecían de un defecto fundamental, debido á la imperfecta apreciación del fenómeno contra el que se quiere proteger la instalación.

Para llegar á una solución verdaderamente racional y eficaz, es preciso, ante todo, analizar este fenómeno á fin de conocer la parte esencial de la cuestión, y, con este objeto, conviene buscar un término de comparación en otro ramo de la física, cuyas analogías con la electricidad son patentes en algunos puntos y cuyos elementos nos son más familiares por caer de lleno bajo nuestros sentidos. Nos referimos á la hidráulica.

Sabida es ya la relación que existe entre las tuberías de agua y las líneas eléctricas en lo que se refiere al gasto de agua y á la intensidad de corriente, entre las alturas de los saltos de agua y las tensiones eléctricas, etc. Una parecida analogía puede, también, observarse en lo relativo á la protección de las instalaciones hidráulicas y eléctricas, ya que en ambos casos se trata de impedir la elevación de un nivel más allá de cierto límite.

En las instalaciones hidráulicas, adóptanse, para ello, los vertederos con canales de desagüe y, en las eléctricas, los descargadores (llamados, indebidamente, pararrayos), cuyas alturas sobre el fondo del canal y distancias explosivas, respectivamente, se regulan de modo que desde que el agua ó la corriente eléctrica alcanzan el nivel límite, permiten á éstas pasar por una vía lateral derivada de la conducción principal.

Sin embargo, mientras los vertederos responden con regularidad á su objeto, los descargadores no funcionan sino de una manera imperfecta. Así, pues, es de gran interés averiguar si la causa de esta inferioridad reside en el aparato propiamente dicho, en cuyo caso habría que decidirse á emprender el perfeccionamiento del mismo, ó bien si es

debida á causas independientes de dicho aparato, lo que implicaría el estudio de otras disposiciones.

Consideremos, al efecto, la propagación del agua y la de la electricidad.

En un canal las sobreelevaciones de nivel mas ó menos importantes no son jamás locales, de suerte que la línea que representa la variación del nivel es siempre sensiblemente paralela al fondo del canal; si hubiera lugar á prever sobre elevaciones de nivel grandes y bruscas, habría que recurrir á disposiciones suplementarias, tales como la instalación de una compuerta.

En las instalaciones eléctricas las elevaciones de tensión originadas por descargas atmosféricas ó efectos de resonancia son siempre bruscas y considerables; además, la elevación del nivel eléctrico no se produce de un modo regular, sino bajo la forma de ondas de diferentes longitudes, presentando vértices y depresiones ó nudos.

En estas condiciones, ocurre que cada vez que un descargador está colocado en un punto correspondiente á un vértice de la onda, ésta le deja sumergido, dando lugar á una derivación de corriente, mientras que si está en un punto correspondiente á un nudo, el descargador queda completamente fuera de la onda, y no pudiendo entrar en funciones, por fuerte que haya sido la descarga y por muy alta que haya subido dicha onda, la cual puede muy bien en otro punto, hasta haber traspasado los límites del conductor (caso de saltos de corriente en los aisladores ó en las máquinas).

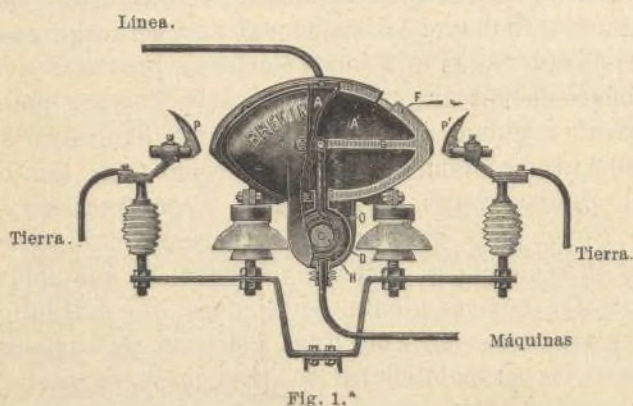
En efecto, en las estaciones eléctricas provistas de cierto número de descargadores se observa siempre que no es el aparato regulado á la menor distancia explosiva el que funciona preferentemente, sino tan pronto éste, tan pronto aquél, algunas veces varios juntos y con frecuencia ninguno. No es, pues, el aparato por sí mismo sino el lugar que ocupa en la línea con relación á la onda, lo que influye en el éxito del funcionamiento. Se ve, pues, que multiplicando los descargadores en una línea eléctrica se aumentan en realidad las probabilidades de eficacia de su protección, pero sin asegurarla de una manera absoluta; para ello es indispensable la colocación de algo que haga las veces de la compuerta de una instalación hidráulica.

Si no es posible, efectivamente, por razón de la diversidad de longitud de las ondas de las diferentes descargas, juzgar cuál es el lugar más conveniente para un descargador, se sabe, por el contrario, que cuando una descarga alcanza á un conductor, le sigue y no le abandona hasta que

encuentra una discontinuidad notable en su forma, en sus dimensiones ó en la naturaleza del dieléctrico que le envuelve. Por esto, las máquinas eléctricas son algunas veces destruidas por descargas; en el circuito de una instalación eléctrica, dichas máquinas son la discontinuidad más importante, y en ellas las corrientes ondulatorias provocadas por las descargas saltan fácilmente desde un delgado hilo de cobre para ir hacia la masa magnética.

Con el fin de obligar á producirse el fenómeno antes de llegar á las máquinas, el Ingeniero Gola establece en la conducción, antes de aquéllas, una solución de continuidad muy importante, con la que el circuito homogéneo constituido siempre por hilos de sección casi constante, siempre del mismo metal (cobre) y en un dieléctrico (aire ó material aislante), es así cortado bruscamente por diferentes conductores en materias magnéticas, de sección y de superficie considerablemente más grande, unidas por conductores de cobre de sección reducida y dispuestos en un medio magnético, del mismo modo que los hilos en las máquinas. Como consecuencia de las condiciones que acabamos de exponer, fórmase de un modo cierto en el punto en que se establece la discontinuidad un vértice de cada onda, y, probablemente, el vértice más alto, determinando así la posición más propia para montar los descargadores.

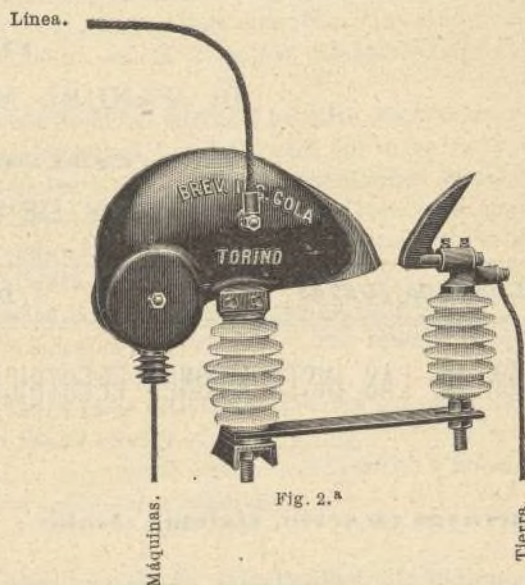
Teniendo este aparato, en serie sobre la línea, una resistencia óhmica despreciable y una resistencia inductiva semejante á la de las bobinas de self ordinarias (como se explicará más adelante), no ejerce de ningún modo influencia en las corrientes industriales y hace las veces de un filtro eléctrico. Se le ha llamado Pararrayos en serie, por virtud de su funcionamiento especial que se asemeja al de las compuertas y por ser distinto su montaje del de los descargadores, los cuales se montan todos en derivación y cuyo funcionamiento guarda analogía con el de los vertederos. La diferencia esencial que existe entre los pararrayos en serie y los descargadores y otros aparatos en derivación, resalta más considerando el instante en que entran en acción para la descarga á tierra de la electricidad atmosférica; la acción del pararrayos en serie precede al fenómeno y tiende á provocarlo; la de los descargadores y de las resistencias óhmicas es posterior al fenómeno y tiende á limitarlo, los primeros bajo el punto de vista del tiempo, y los otros bajo el de la intensidad.



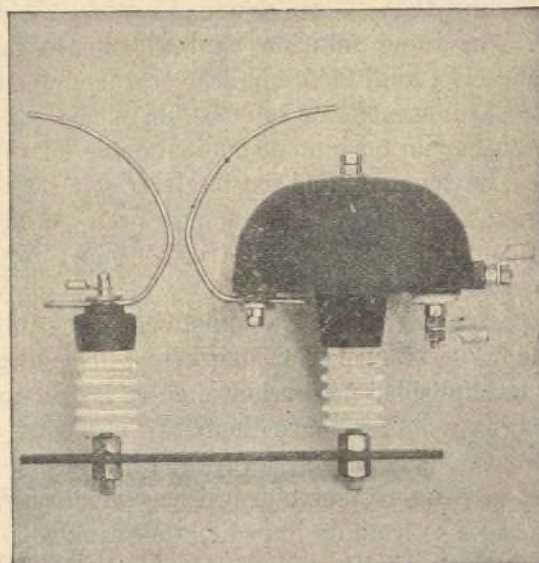
Las previsiones teóricas exigían, naturalmente, una comprobación experimental, y puesto que se trataba de fenómenos como el rayo, la única sanción concluyente era la aplicación en las líneas industriales más expuestas á los daños de las descargas atmosféricas. Las primeras instalaciones de pararrayos en serie se hicieron el año 1901, y como consecuencia de los éxitos alcanzados desde el principio, se han

puesto en servicio varios millares de estos pararrayos, los cuales han sido contruidos, en su mayor parte, bajo la inmediata dirección del inventor Ingeniero G. Cola, de Turín.

Los aparatos en cuestión han sido objeto de repetidas modificaciones y se han perfeccionado, en sus detalles, con arreglo á las exigencias de la práctica y á lo que aconsejaba la experiencia, respetándose, no obstante, lo esencial.



Los modelos más modernos son el Vertical, el Standard y el muy reciente Standard-Berlín, representados respectivamente en las figuras 1.ª, 2.ª y 3.ª, que, aislados diferentemente según la tensión de las instalaciones, y provistos de diferentes bobinas, según la intensidad de la corriente, se prestan para todos los casos de la práctica.



El «Pararrayos en serie» es esencialmente un cuerpo de muy grandes dimensiones, dimensiones variables para llevar al circuito una discontinuidad en proporción con el volumen y la potencia de las máquinas á proteger. Está compuesto de dos ó más casquetes huecos A, A', C, C', figura 1.ª, de fundición ó de acero embutido, curvados según diferentes radios de un punto á otro; dichos casquetes se aplican uno sobre otro por sus bordes intercalando un diafragma F, de metal antiarco y no magnético provisto de una riostra interior G, de pequeñas dimensiones, á la que se une la bobina de self, y de una ó más puntas salientes al exterior que constituyen los vertederos eléctricos, ó sea los descargadores.

Los casquetes están reunidos en su parte inferior por un núcleo de hierro laminado, alrededor del cual se enrosca en espiral la bobina de self; el conjunto de los casquetes y del núcleo forma un circuito magnético, interrumpido por el diafragma que viene á ser el centro de un campo magnético.

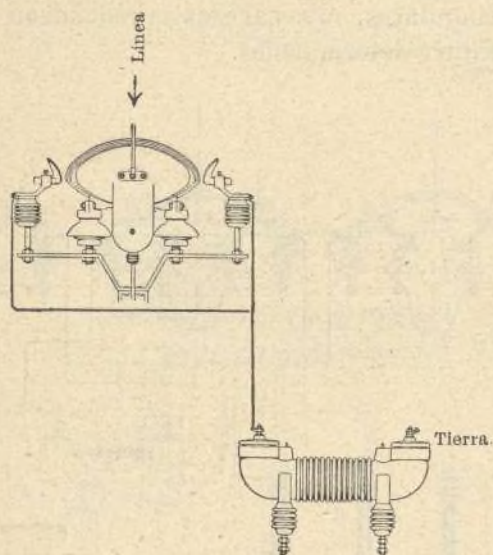


Fig. 4.ª

El pararrayos se intercala en circuito cortando la línea que va á las máquinas, á su entrada en las estaciones eléctricas generatrices ó receptoras; el hilo que viene de fuera se une á un borne ó tornillo colocado en la parte exterior del aparato y el que viene de las máquinas al cabo libre de la bobina, que sale aislado del pararrayos.

Con esta disposición, las corrientes que conduce la línea se esparcen por la gran superficie del pararrayos, y antes de llegar á las máquinas tienen que pasar por el diafragma *F*, cerca de las puntas *P*, donde se efectúa la selección; la corriente industrial de frecuencia normal no encuentra dificultades para recorrer el conductor interior *G* y la bobina de self *H*; las corrientes producidas por descargas atmosféricas encuentran, por el contrario, una gran resis-

cia, pues deberían penetrar en el interior del cuerpo hueco, cambiar su conductor de gran sección y de muy grande su-

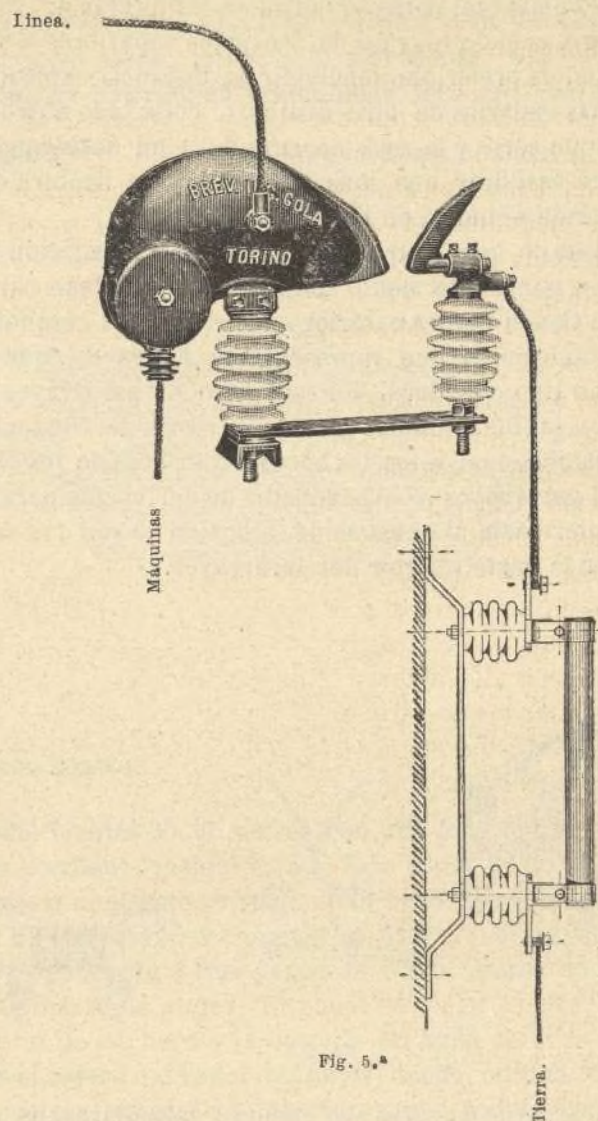


Fig. 5.ª

perficie por el conductor *G* de pequeña sección y de superficie muy reducida, y recorrer, en fin, la bobina de self.

Exactamente enfrente del punto donde las descargas en-

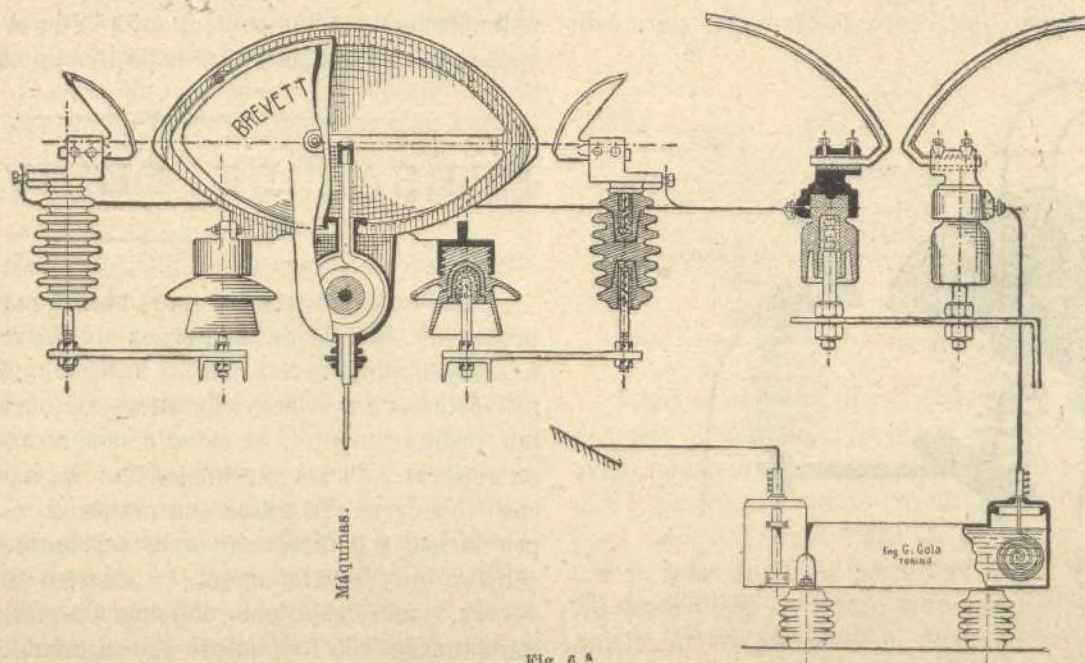


Fig. 6.ª

cuentren cerrada la vía que conduce á las máquinas, se abre otra vía derivada, por la cual pueden aquéllas seguir á través del vertedero ó descargador formado por la punta del

diafragma antiarco antes mencionado, y un cuerno colocado á una distancia que puede regularse y que está unido á tierra.

El aparato comprende, pues, el pararrayos propiamente dicho y el descargador; basta, por consiguiente, añadir la resistencia óhmica tal como se indica en las figuras 4.^a y 5.^a Sin embargo, cuando se trata de tensiones superiores á 8 ó 10.000 volts, es preferible subdividir la distancia explosiva en dos ó más espacios de aire distintos, colocando entre el pararrayos en serie y la resistencia óhmica un descargador *ad hoc* para asegurar una más eficaz y brusca ruptura del arco, conforme se indica en las figuras 6.^a y 7.^a

En el caso de que se trate de proteger una estación situada en un punto intermedio de la línea, se emplean pararrayos que tienen bornes exteriores sobre los dos casquetes opuestos, tal como el que representa la figura 8.^a, que se refiere á un tipo Standard. En este caso el pararrayos se intercala en la línea uniendo los dos extremos del conductor de la línea principal á los dos bordes exteriores de los casquetes del pararrayos y el conductor de derivación para la estación intermedia al extremo de la bobina de self que sale aislado por la parte inferior del pararrayos.

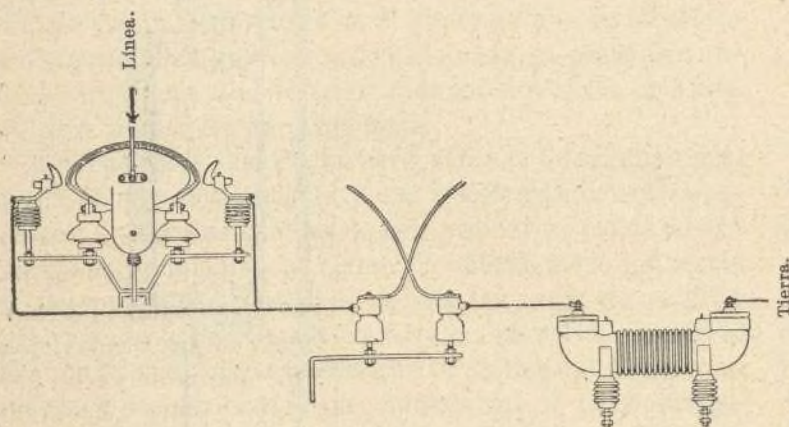


Fig. 7.ª

Los pararrayos en serie son siempre unipolares, es decir, se precisa uno para cada conductor.

Los pararrayos del tipo Standard y del novísimo Standard-Berlín tienen un solo descargador, pero los del modelo vertical tienen dos, y esta circunstancia les hace muy útiles para otra aplicación: la de servir como equilibradores de tensión al mismo tiempo que como pararrayos; para este

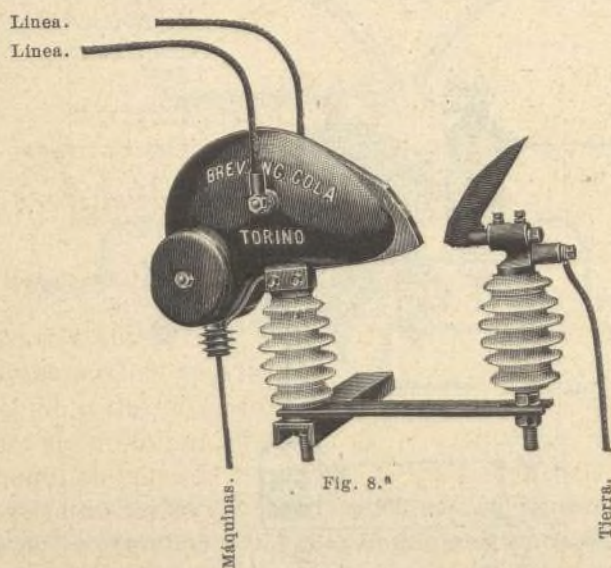


Fig. 8.ª

objeto se montan como por vía de ejemplo indica la figura 9.^a, que se refiere á una instalación trifásica. En el lado a la distancia explosiva es pequeña y grande la resistencia para servir como equilibradores de tensión, y en el lado b

la distancia explosiva es la normal y la resistencia óhmica pequeña.

La experiencia ha demostrado que para romper el arco se puede emplear, casi indiferentemente, cualquiera de los tipos de descargadores conocidos; se usa generalmente uno de los más sencillos, el tiro de cuernos divergentes, de cobre, triangulares, cuyas aristas se redondean según radios de curvatura determinados.

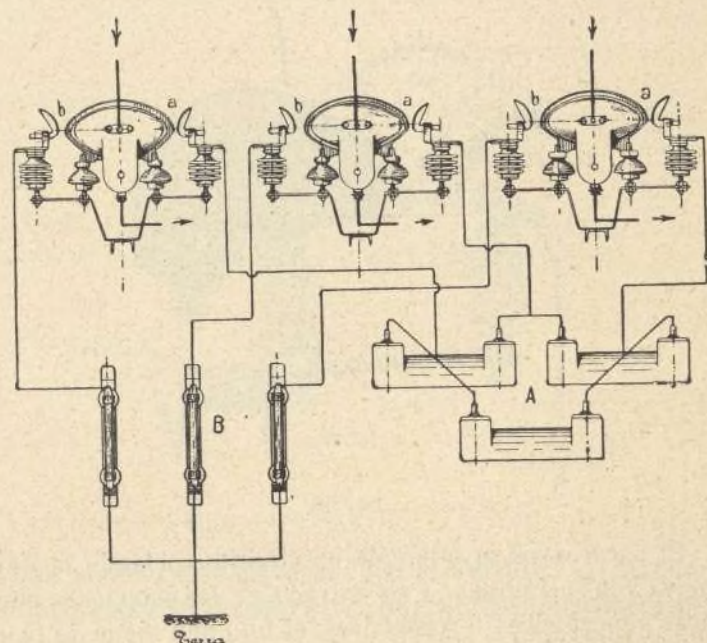


Fig. 9.ª

Por el contrario, las resistencias óhmicas se emplean de diferentes modelos, según las tensiones y la importancia de las instalaciones. La elección depende también de los lugares donde precisa montarlas; así, por ejemplo, en las estaciones centrales, donde generalmente se dispone de sitio y de personal, convienen los tipos de líquido, mientras que en las estaciones de transformación son, frecuentemente, más convenientes los tipos de carbones y los de metal no inductivos.

La teoría, muy racional de los pararrayos en serie, ha obtenido una sanción concluyente: la de la experiencia durante nueve años de millares de instalaciones.

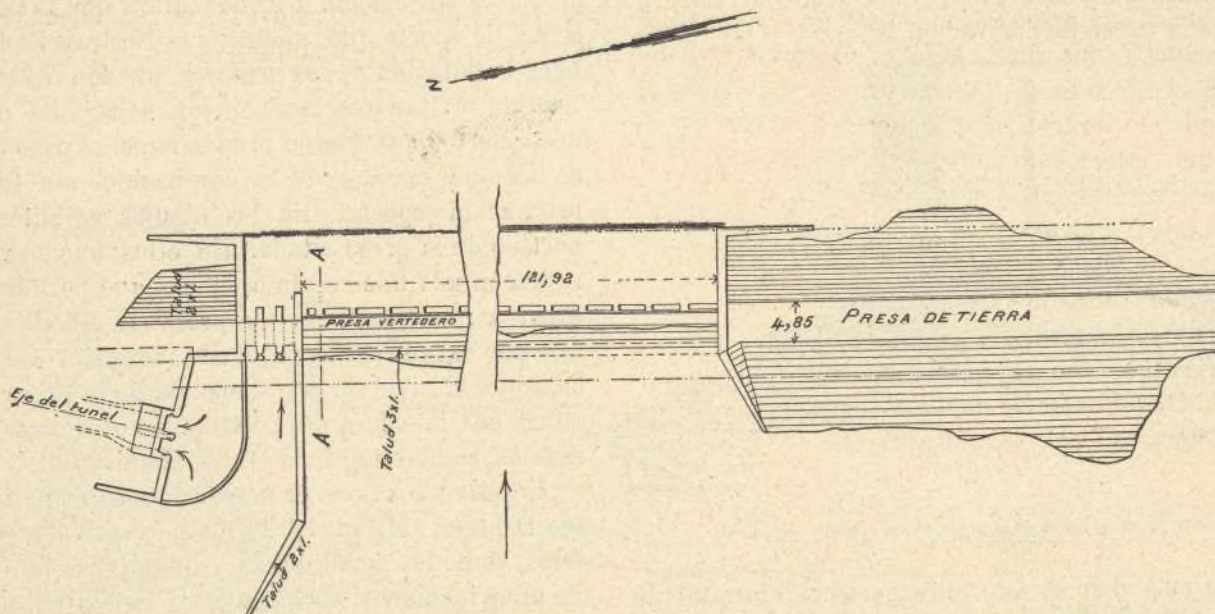
PRESAS DE DERIVACIÓN ⁽¹⁾

Como en casi todas las obras hidráulicas, se nota en las presas de derivación modernas un marcado perfeccionamiento al compararlas con las antiguas. Especialmente las proyectadas por el Servicio federal de obras de riego revelan, ordinariamente, un estudio esmeradísimo del problema en general y de las circunstancias especiales que en cada caso concurren. El trazado en planta es recto y casi siempre normal á la dirección de la corriente, habiéndose desechado, muy acertadamente á nuestro juicio, las plantas curvas, quebradas ó muy oblicuas á aquélla; las tomas suelen situarse con frecuencia lateralmente, con sus frentes próximamente paralelos á la corriente y, por lo tanto, nor-

(1) De *Las obras de riego en los Estados Unidos de América*, por don José Nicolau y D. Narciso Puig de la Bellacasa.

males aleje de la presa de cuyo extremo se separan muy poco. Hay casos, sin embargo, como en las de los proyectos de Minidoka, Payette-Boise, Belle Fourche y otros, en que las compuertas de la toma se hallan en la misma alineación recta de la presa, ó en otra próxima paralela, situada algo más arriba.

normal á la presa, entre su extremo y la ladera, se sitúa el canal de limpia, del que á su vez se derivará el de riego de la margen izquierda. Dicho canal de limpia tendrá la entrada aguas arriba, y á no mucha distancia de la presa de derivación; su solera estará 3,80 metros más baja que la coronación de aquélla; su profundidad será de 5,50 metros; e

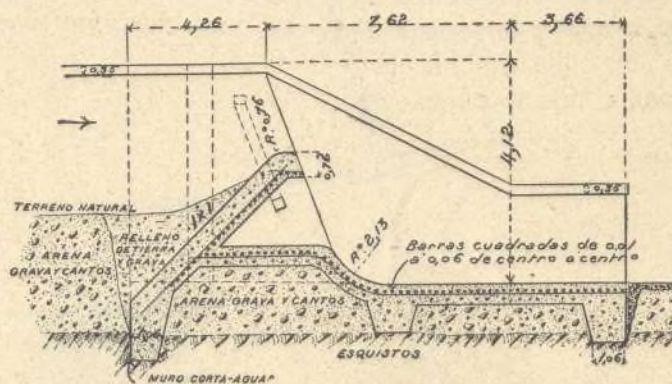


Planta de la presa de derivación de Corbett.

No suelen faltar los desagües de fondo, cerrados por compuerta de limpia, más ó menos numerosas y capaces, según la cantidad y clase de los arrastres de la corriente, pero casi siempre de dimensiones relativamente amplias. Las compuertas se sitúan, de ordinario, en la misma presa, muy cerca de la toma, y de tal suerte, en las mejor dispuestas, que al abrirse provoquen una corriente que, convenientemente encauzada por muros al efecto establecidos sea capaz de arrastrar los depósitos que se hayan podido acumular delante de la toma, evitando así los dragados y limpiezas á brazo, que tan costosas son de ordinario, ó, por lo menos, reduciendo su importancia. La solera de estos desagües de fondo se encuentra á un nivel bastante más bajo que el del bocal del canal, si se dispone de altura suficiente para ello, y, en caso contrario, se apela á un expediente, empleado también en la presa de derivación del Guadalix en el Canal de Isabel II, que consiste en establecer por delante de la toma un muro, á manera de presa vertedero, con su umbral paralelo á la corriente, que impide que los arrastres, al menos los más pesados, y desde luego los cantos, gravas y aun arenas, penetren con aquélla en el canal.

Puede verse esta disposición, muy completa, en los grabados que publicamos relativos á la presa de derivación Corbett, sobre el río Shoshone para alimentación del Canal Garland (Wyoming). Pero donde ha sido adoptada en grande escala, para obtener de ella el mayor partido posible, es en las tomas de los canales de Yuma, que han de derivar sus aguas del Colorado, río que acarrea proporción tan considerable de sedimentos, que se ha juzgado indispensable tomar las mayores precauciones á fin de evitar el aterramiento rápido de los canales. La presa de derivación llamada de la Laguna, anteriormente descrita, tiene la planta recta, y en cada uno de sus extremos, que vienen á insertarse en las dos laderas rocosas que limitan el lecho mayor del río, se establecen las tomas, siendo la de la orilla izquierda, que será la más importante, la representada por la figura adjunta. Se verá por ella que, próximamente

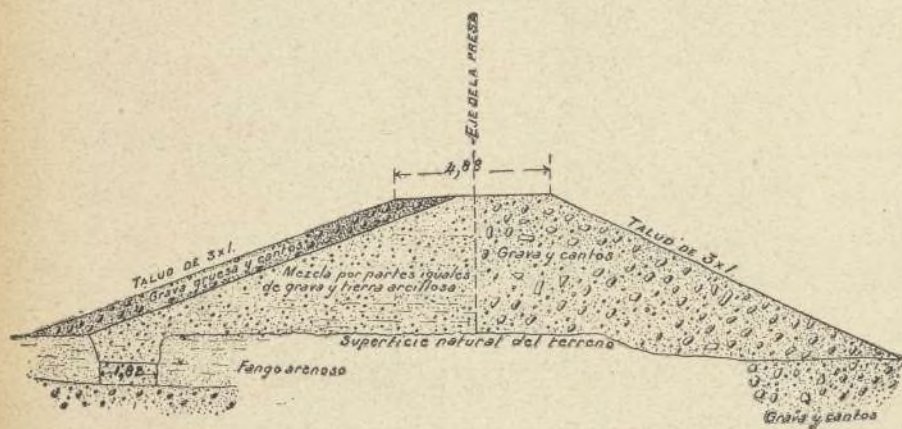
ancho igual á 35,35 metros, con una longitud de unos 240 y una pendiente insignificante. Este canal podrá cerrarse inmediatamente aguas abajo de la toma del de riego, por medio de tres grandes compuertas Stoney, contrapesadas, que corresponderán á tres vanos de 10,15 metros de ancho por 5,50 metros de altura. El canal de riego tendrá sólo 18,30 metros de anchura y la entrada del agua en él se verificará por el cajero del canal de limpia, donde, en una longitud de 89 metros, existirán 34 aberturas, que podrán cerrarse con viguetas, haciéndose, por lo tanto, en vertedero de superficie la toma de las aguas.



Sección transversal de la presa vertedero en la presa de derivación de Corbett.

Fácil es comprender el objeto que se pretende alcanzar con esta disposición. La presa producirá en el Colorado un gran remanso, verdadero embalse de 16 kilómetros de longitud, en que la corriente, animada, de ordinario, de muy poca velocidad, depositará los arrastres. El canal de limpia, con su gran anchura, permitirá hacer la derivación necesaria sin originar corriente muy sensible, y de la superficie de ésta, á su vez, derivará el de riego su dotación, sin que se produzca aumento en la velocidad, dada la gran longitud de la toma, calculándose que la lámina del vertedero no excederá de 50 centímetros de altura y que se depositará en el canal de limpia, es decir, del lado de aguas arriba de los cie-

rres de viguetas de la toma, los sedimentos más pesados, que podrán ser fácilmente barridos por la corriente eléctrica que se establecerá al abrir las grandes compuertas de dicho canal. Se admite con esto que el cauce del Colorado irá rellenándose por los arrastres en tiempos ordinarios; pero se espera que en los de gran avenida, las aguas, animadas de fuertes velocidades, los socavarán, removerán y arrastrarán por encima de la presa de derivación.



Sección transversal de la presa de tierra en la presa de derivación de Corbett

Compárese esta disposición, muy perfecta ciertamente, pero también muy cara (excederá de 5 millones de pesetas el coste de la presa y toma de los canales de Yuma), con las primitivas del Nilo, en que no existe obra alguna, ó con las menos imperfectas que se encuentran en muchas partes, con presas temporales ó definitivas y tomas directas situadas en las laderas, sin portillos de limpia, ni medio alguno de sedimentación, en que se corre seguramente el riesgo de admitir aguas cargadas de arrastres que provoquen depósitos en los canales, pero que pueden, sin embargo, combatirse satisfactoriamente, en muchos casos, con las limpias anuales.

Algunas veces, cuando el río es bastante caudaloso y á

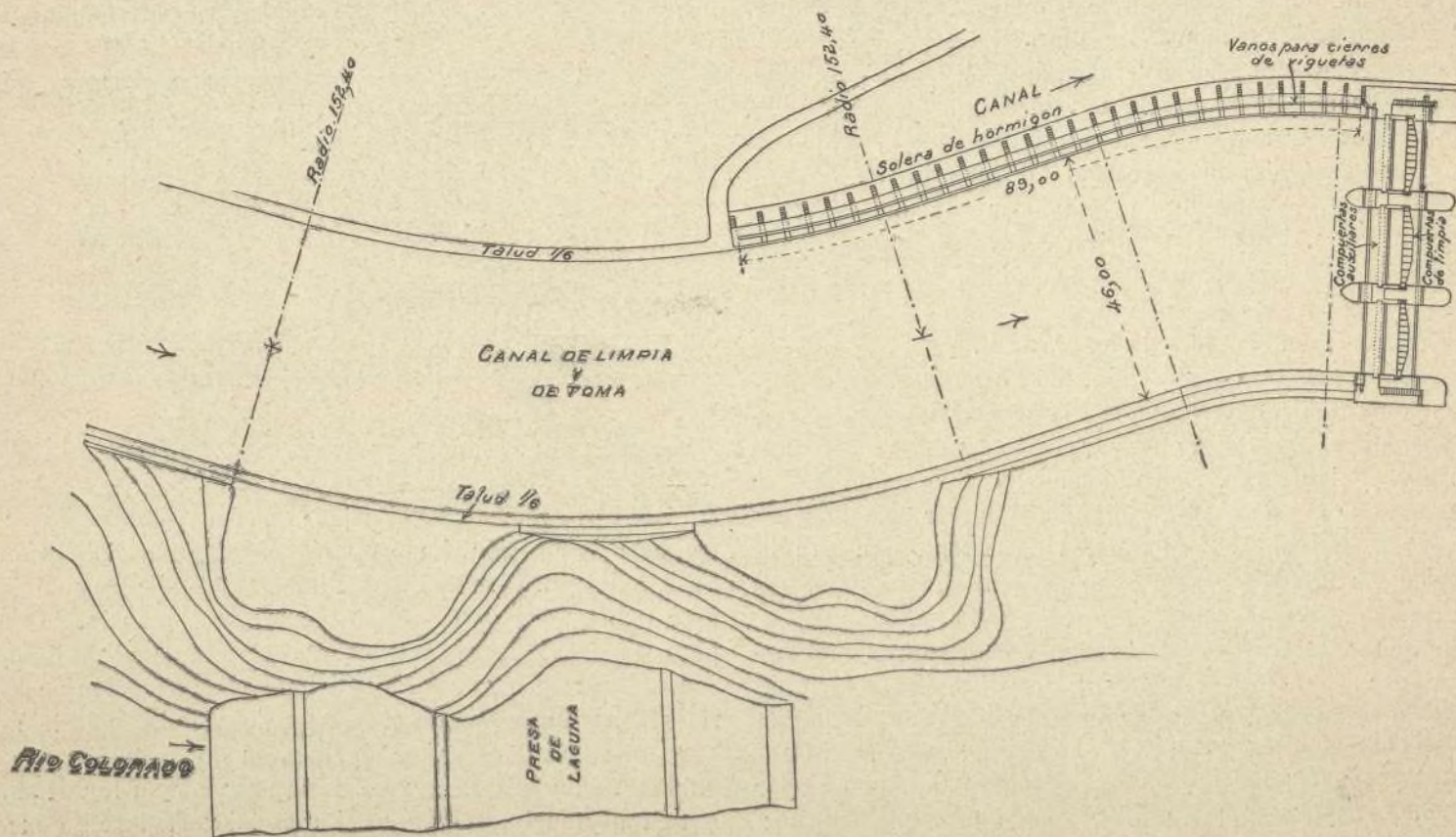
ello se prestan las laderas, se ha podido prescindir de la presa de derivación sin ningún inconveniente, según ha ocurrido en la toma del canal de Huntley.

Cuando es flotante la corriente en que se construye la presa, como sucede con el río Boise (Idaho), se deja un portillo para los maderos, con cajeros y solera adecuados, teniendo la coronación á menor altura que la del resto de la presa; de suerte que mientras el río traiga suficiente agua para la flotación de los maderos, pueden éstos pasar sin dificultad, evitándose también con semejante disposición los desperfectos que suelen producirse si el paso de la madera se hace por encima de la coronación, sin tomar ninguna precaución especial. En los dibujos adjuntos se figura el portillo de la presa citada. En ellos puede verse también representada una escala pesquera que permite á los peces atravesar en todo tiempo la presa sin dificultad, pues su salida por el lado de agua arriba se halla 1,20 metros más baja que el nivel de la coronación de la presa y á la misma altura que la solera del portillo. En otros casos, en vez de escalas, se han empleado tubos simplemente.

Los diversos tipos de presas adoptados para los pantanos son también aplicados á las de derivación, y á algunas de ellas, como las de Minidoka y Laguna, se ha hecho referencia anteriormente; claró está, sin embargo, que en los vertederos no pueden emplearse las de tierra ni aun las formadas exclusivamente por escollera, como no sea de bloques muy grandes. Las de esta clase, con entramado de madera, tan en boga hasta hace algunos años, van siendo cada vez menos usadas.

Presentamos secciones y plantas de presas construídas ó en construcción, debiendo consignar que se nota tendencia manifiesta al empleo de esta clase de estructuras de la fábrica de hormigón, ya sin armadura, ya convenientemente reforzado por varillas de acero en los puntos que requieren más resistencia.

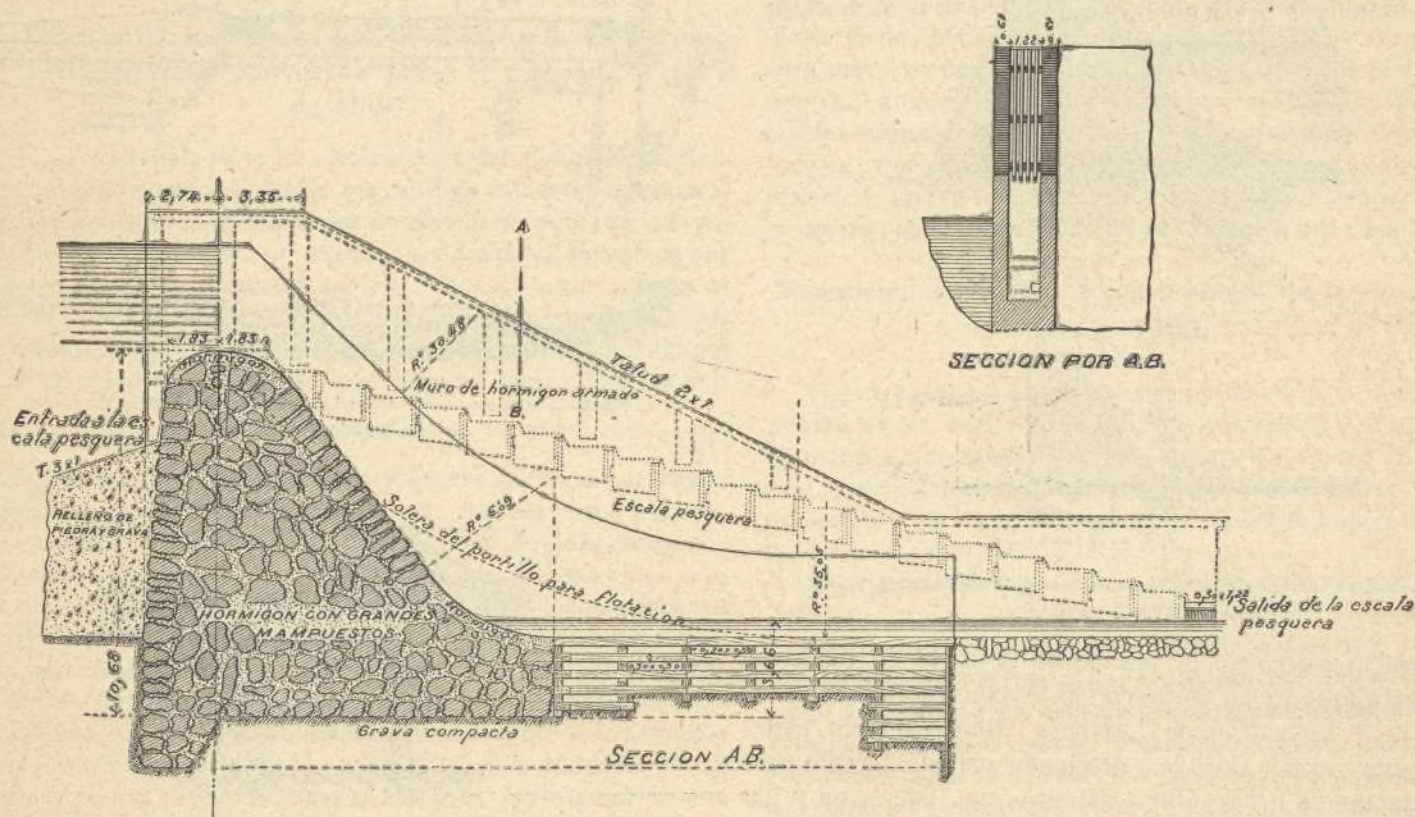
En algún caso, como sucede en la presa sobre el río



Planta del extremo de la presa de la Laguna, canal de limpia y toma del canal de la margen izquierda.

Snake, del proyecto de Minidoka, no se ha buscado para establecerla un paraje del cauce que presentara poca anchura, según suele hacerse muchas veces, sino que, por el contrario, se ha elegido un tramo en que el río puede extenderse por su orilla después de ser desviado del cauce ordinario por medio de una presa de tierra y escollera. De esta

las compuertas de los desagües de fondo en su parte inferior, y en la superior una serie de tubos para la formación de un salto destinado á la producción de fuerza, con la que se elevará el agua para regar zonas no dominadas por los canales. Se han utilizado los productos de la excavación del canal de evacuación referido, para la formación de la presa, de

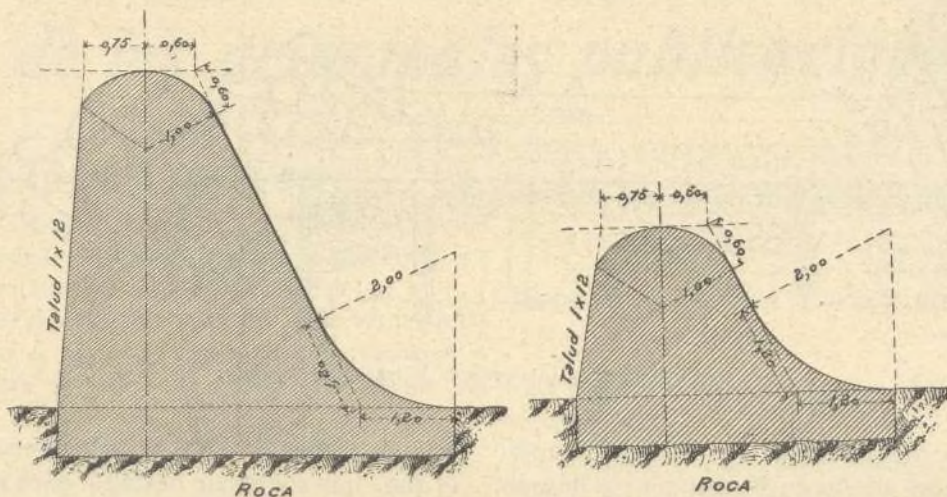


Sección transversal de la presa de derivación de Boise.

suerte se consigue que el aliviadero de superficie, aun alcanzando un desarrollo considerable, sea de coste relativamente reducido, pues eligiendo un trazado conveniente, se puede construir sin dificultad y resultar de poca altura, mientras que cabe emplear la tierra ú otro material económico en la parte de la estructura destinada á interceptar la corriente

tipo mixto, que corta la corriente, y á la que en otra parte se ha hecho referencia.

En las varias secciones adjuntas pueden verse los tipos de presas de derivación, á nuestro entender, más acertadamente elegidos; conviene hacer notar que algunos dibujos, por no haberse terminado aún las obras, son los de proyecto, que



Secciones transversales del vertedero en la presa de derivación de Minidoka.

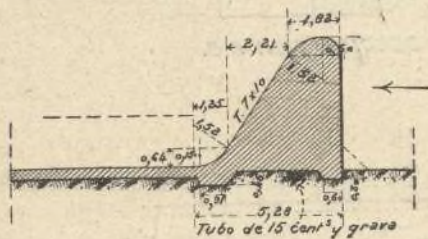
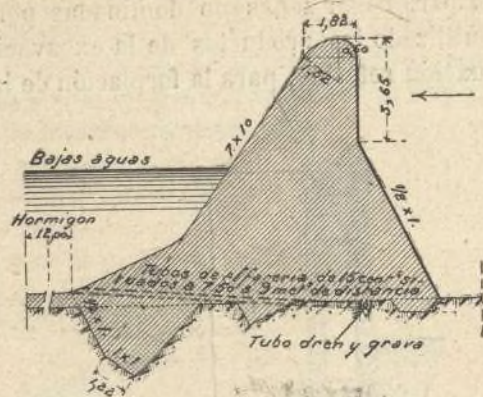
en el cauce principal. El río Snake presenta un rápido muy pronunciado donde se ha situado la presa, y esto ha permitido desviar las aguas durante la construcción por un boquete ó canal excavado en el fondo del cauce, cerrado con un muro de hormigón armado, construído al abrigo de una atagüa establecida del lado de aguas arriba, el cual lleva

quizá sufran alteraciones en la construcción, aun cuando es de creer que no afectarán sensiblemente á las disposiciones principales.

Algunas presas largas de hormigón se construyen en secciones de 15 á 18 metros de longitud, terminadas por planos formando juntas de expansión.

Cuando las presas no se cimentan sobre terrenos suficientemente impermeables, suelen establecerse muros cortaguas destinados á dificultar su paso por debajo del cimien-

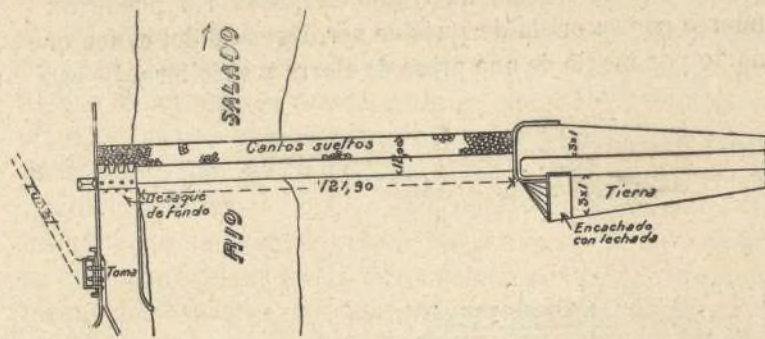
entre los pilotes contra el terreno natural; en ambos extremos se establece una triple fila de tablestacas destinadas á dificultar la formación de vías de agua. La plataforma de



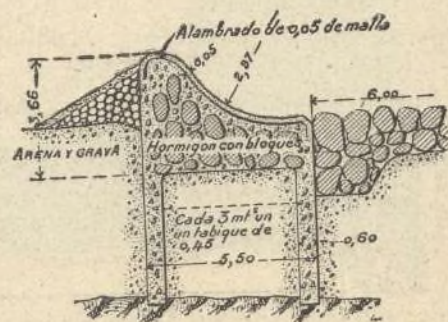
Secciones transversales de la presa vertedero en la derivación del canal del North Platte.

to. Véase á este efecto la sección de la presa de toma del canal para producción de fuerza en el pantano Roosevelt.

En la de derivación de Leasburg (Nuevo Méjico), construida sobre el Río Grande y destinada principalmente para alimentación de los canales existentes de Doña Ana y Las Cruces; se ha recurrido á una combinación de materiales que no suele ser usual. Para sostener la presa se han hincado en el lecho del río, constituido por arenas, gravas y cantos, pilotes formados por rollizos de pino, de 20 centímetros de diámetro como mínimo, sujetos en sus cabezas por una plataforma de hormigón con bloques embebidos de 0,60 de es

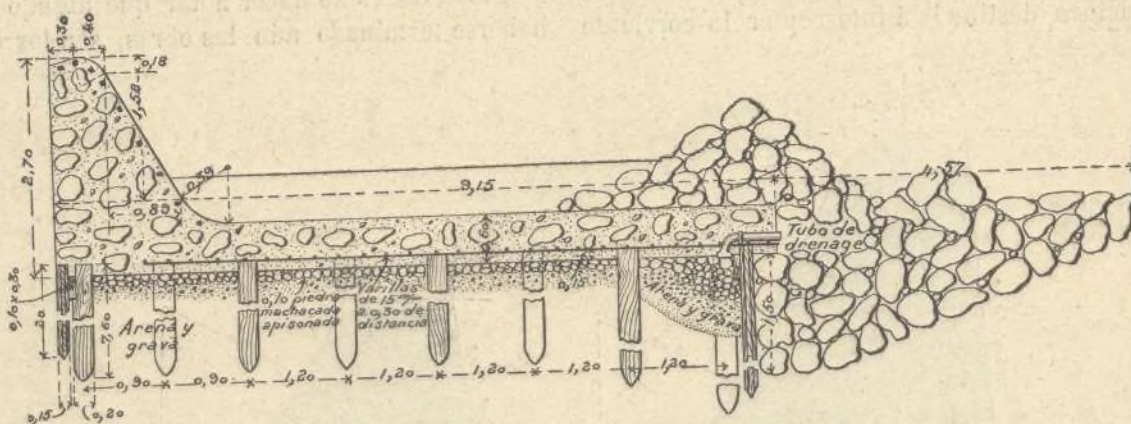


Planta de la presa de derivación del canal para producción de fuerza en la presa Roosevelt.



Sección transversal de la presa vertedero en la derivación del canal para producción de fuerza en la presa Roosevelt.

hormigón termina, por el lado de aguas arriba, en un macizo de la misma fábrica, también con refuerzo de cuadradi- llo de acero en su coronación y paramento de aguas abajo,



Sección transversal de la presa de derivación de Leasburg.

pesor, reforzada por una cuadrícula de cuadradi- llo de acero de 15 milímetros, formando mallas de 30 centímetros delado, colocada á 15 sobre su plano de asiento, el cual á su vez des- cansa sobre una capa de piedra machacada, de unos 10 cen- tímetros de altura, extendida y fuertemente apisonada, por

estando protegida toda la estructura por un escollero en el pie, que sobresale bastante para que se forme colchón de agua que amortigüe los efectos de la caída. La hincada de los pilotes y tablestacas se ha hecho con mucha dificultad por la existencia de cantos grandes.

CONFERENCIA INTERNACIONAL CELEBRADA EN LONDRES SOBRE UNIDADES Y PATRONES ELÉCTRICOS

Memoria de los Delegados del Gobierno español Sres. D. A. Montenegro
y D. J. M. de Madariaga, Ingenieros de Minas.

(CONTINUACIÓN)

Explicación de las causas que motivaron la suspensión de la Conferencia convocada para el mes de Octubre de 1906.

Habíanse señalado en las discusiones del Congreso de San Luis dos tendencias sostenidas respectivamente por americanos é ingleses. Según la primera, perfeccionándose cada día los procedimientos operatorios, el designar las unidades de medida por su relación con las unidades teóricas, tiene el inconveniente de que los tipos ó patrones adoptados en una fecha, pueden no ser representación exacta de aquella relación al cabo de algunos años. Se citaba á este propósito el caso del metro; habíase elegido primeramente, para representar su longitud, la de $\frac{1}{107}$

parte del cuadrante del meridiano terrestre que pasa por París. Prescindiendo de la posible variación de esta magnitud natural, es evidente que medidas posteriores y más perfeccionadas que las que hicieron Delambre, Borda y Mechain, pudieran dar para aquella fracción una longitud distinta de la de los patrones en aquella fecha adoptados. Por esto se ha elegido para representar esta unidad el tipo ó patrón que se conserva en el establecimiento de Sévres, destinado á este objeto con carácter internacional.

Replicóse á esto que es necesario distinguir las unidades propiamente tales, que pueden ser múltiples ó divisores de las teóricas de los patrones contruidos para representarlas con más aproximación cada día, y que admitida esta distinción, no había inconveniente en conservar las relaciones con las unidades c. g. s.

En un punto se convino, y fué la necesidad de definir solamente dos de las tres unidades—el ohm, el ampère y el voltio—, porque estando ligadas entre sí, como lo expresa la ley de ohm, definidas dos de ellas, lo estaba ya desde luego la tercera.

Los perfeccionamientos aplicados á la determinación del valor del ohm, indujeron á considerarla suficientemente exacta, y

á tomar á éste como primera unidad fundamental. Mas no se pudo llegar á un acuerdo respecto á cuál debe ser la segunda, si el ampère ó el voltio.

Trabajábase por otra parte, con grande empeño, en los laboratorios nacionales de Francia, Inglaterra y los Estados Unidos de América del Norte, en la determinación de la fuerza electromotriz de la pila Weston, de sulfato de cadmio, que tiene un coeficiente de variación con la temperatura menor que la Latimer-Clark, menor histéresis con relación á la misma temperatura, dura más y no desprende gases en la superficie de la amalgama como la Latimer-Clark. El deseo de precisar todas estas circunstancias sometiendo á un examen suficientemente largo la pila Weston, y el de determinar con mayor exactitud su fuerza electromotriz, fueron las causas principales de la demora que sufrió la reunión de la Conferencia de que vamos á dar cuenta.

Exposición razonada de los trabajos de la Conferencia de 1908.

Fué inaugurada esta Conferencia el día 12 de Octubre en Burlington House, domicilio de la *Royal Society*, por el Right Hon. Winston S. Churchill M. P., Presidente del *Board of Trade*, el cual, después de recibir á todos los Delegados de los diferentes Gobiernos y darles la bienvenida, encareció la importancia de la Conferencia señalando los importantes trabajos realizados desde el Congreso de Chicago por los eminentes físicos Lord Kelvin, Helmholtz, Rowland y Mascart, fallecidos en este lapso de tiempo.

Los Profesores Lippmann, de Francia, y Warburg, de Alemania, contestaron brevemente al Sr. Presidente, quien de acuerdo con el precedente y los estatutos de la última Conferencia sobre Telegrafía sin conductores, celebrada en Berlín, designó como Presidente de las Unidades eléctricas y patrones de medida, al más caracterizado de los Delegados de la Gran Bretaña, el Right Hon. Lord Rayleigh, actual Presidente de la *Royal Society*.

Designó éste, al ocupar la Presidencia que abandonó el R. H. S. Churchill, los Vicepresidentes y Secretarios de la Conferencia y los individuos que habían de formar el Comité técnico, en cuyas designaciones no fuimos incluidos los Delegados de España. Presentó acto seguido Mr. A. P. Trotter (de la Gran Bretaña) la proposición siguiente, que fué aprobada por unanimidad:

(Concluirá.)

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Calorímetros para gas, sistema Junkers.

En estos aparatos, la determinación de la potencia calorífica de un gas se hace quemándole y transmitiendo sin pérdida á una corriente de agua la cantidad de calor desprendida.

Si se llaman C al poder calorífico buscado, V el volumen de agua que ha atravesado el aparato durante la experiencia θ la elevación de temperatura de esta agua y G el volumen de gas quemado, se tendrá:

$$C = \frac{V \times \theta}{G}$$

El aparato comprende un contador de gas seguido de un regulador de presión y un calorímetro tubular de contracorriente en el cual el gas se quema en un mechero Bunsen, y se transmite á la corriente de agua que lo atraviesa la totalidad del calor desarrollado. Este calorímetro lleva dos termómetros para medir las temperaturas de entrada y salida de la corriente de agua.

Para ensayos permanentes, el Profesor Junkers ha construido un calorímetro registrador basado en el mismo principio y en el

cual se ha hecho constante la relación $\frac{V}{G}$, acoplando solidariamente el contador de gas á un regulador de agua.

En la *Revue générale de Chimie pure et appliquée* del 25 de Octubre, M. L. Fabre da una descripción y presenta algunos dibujos de estos aparatos.

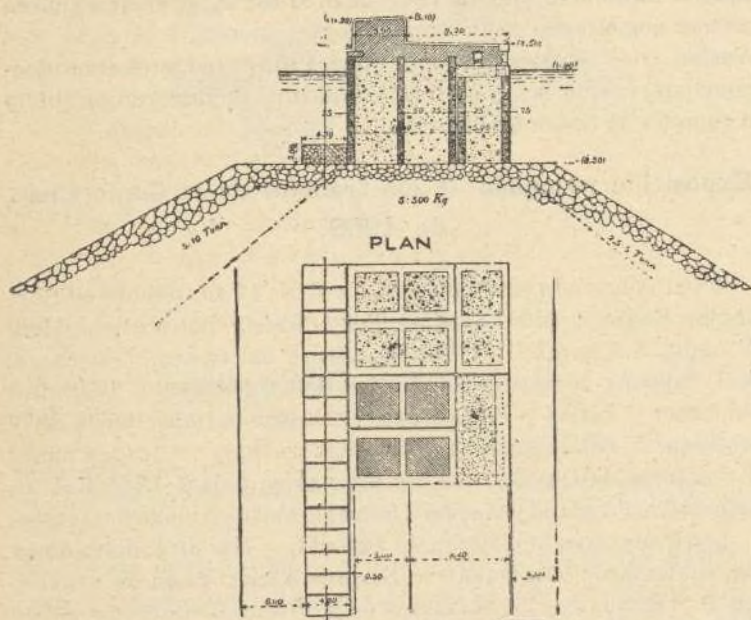
El puerto de Savona. — Construcción del nuevo dique.

Comprende este puerto dos dársenas, cuya entrada está protegida por un dique llamado «Molo di Traversa», orientado hacia el Nordeste y que el Gobierno ha decidido prolongar unos 500 metros. Actualmente se encuentran en vías de ejecución estos trabajos.

La profundidad por debajo de las aguas medias varía en el emplazamiento de la construcción entre 12 y 22 metros. La base del dique está formada por una escollera natural de diversas categorías que se eleva hasta 8,50 metros por debajo del nivel del mar. El dique propiamente dicho tiene 15 metros de anchura y está compuesto de elementos celulares de $10 \times 5 \times 2$ metros

y 100 toneladas de peso cada uno, dispuestos como lo indica la figura.

Estos cajones, abiertos por la parte superior é inferior, van apilados verticalmente, en grupos de cinco, hacia la parte exterior del dique con su gran longitud en el sentido transversal y formando así por su superposición pozos de 10 metros de altura que se rellenan de hormigón, lo que les transforma en un solo bloque de 500 metros cúbicos. Por el otro lado los cajones van apilados por grupos de á cuatro y están dispuestos en el sentido longitudinal.



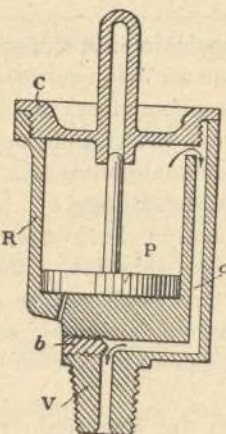
que la disposición esté instalada cerca del transformador ó en un punto lejano.

Se ha hecho una aplicación de las fórmulas obtenidas á un transformador trifásico, cuyo primario corresponde á una canalización á 10.000 voltios y en el que el secundario alimenta una red á 220 voltios y 50 periodos de frecuencia.

El autor considera que esta disposición debe generalizarse, dada su facilidad de montaje y el precio poco elevado de los aparatos que necesita.

Engrasador centrífugo automático.

El engrasador del tipo representado en la figura siguiente, tomada del *Engineering News*, es automático y funciona por la acción de la fuerza centrífuga. Se coloca, pues, en todas las piezas que están sometidas á un movimiento de rotación, principalmente las poleas locas.



Este engrasador, que se atornilla por V al órgano que se quiere lubricar, se compone de un depósito R lleno de aceite ó de grasa consistente, de una tapadera atornillada C y de un émbolo P. La acción de la fuerza centrífuga sobre el émbolo tiende á aplicarle sobre la tapadera y éste impele el lubricante por el canal c. Un tapón de tornillo b, terminado por un puntero, regula la velocidad de salida.

En el caso en que la velocidad del órgano es muy grande, se neutraliza una parte de la fuerza centrífuga, y se disminuye la presión del aceite, colocando un resorte espiral entre la varilla del émbolo y el alojamiento de aquella que lleva la tapadera.

Se ve que el aparato determina una especie de engrase ó presión.

Medio de reconocer la naturaleza de una corriente.

La *Industrie Electrique* del 25 de Noviembre indica un medio muy sencillo de reconocer la naturaleza de la corriente suministrada por una red, y que consiste en aproximar á una lámpara de incandescencia, en servicio sobre esta red, un pequeño imán permanente.

Si la corriente que alimenta esta lámpara es continua, el hilo se dobla simplemente hacia el imán ó en dirección opuesta, según la posición de los polos de este imán. Si, por el contrario, la corriente es alterna, el hilo empieza á vibrar y da la impresión de ser una banda luminosa más ó menos ancha.

Un imán de pequeña dimensión es suficiente para obtener una desviación muy marcada fácilmente observable á simple vista.

El alumbrado artificial de las salas.

El *Electrician* del 27 de Noviembre resume una comunicación de M. H. Bohle, en la que el autor indica las condiciones generales que debe llenar un alumbrado artificial.

Para obtener el máximo de alumbrado sobre una circunferencia de radio a , la mejor altura h de la lámpara es $0,7 a$. Para

iluminar una superficie determinada con una sola lámpara, se limita generalmente el valor $\frac{a}{h}$ á 1,5 para las lámparas de incandescencia y á 3 para las lámparas de arco.

Para el alumbrado interior, una iluminación de 50 lux (bujías-metro) permite leer también como en pleno día.

Es preciso no descender por debajo de 10 lux en los locales de trabajo. Para el alumbrado general de una pieza son suficientes de 7 á 10 lux.

Para obtener una repartición uniforme es necesario emplear un gran número de lámparas (fijadas al techo, por ejemplo, en los vértices de triángulos equiláteros).

El color de la decoración interior influye poderosamente; el papel blanco refleja el 40 por 100 de la luz, el azul el 25 por 100 y el oscuro el 13 por 100.

La intensidad luminosa por metro cuadrado de superficie horizontal debe ser de 4 á 5 bujías para un salón, de 3 á 3,5 para un comedor, de 1,5 á 2 para un dormitorio, de 1 á 2 para una cocina, de 3 á 3,5 para un almacén, de 5 á 6 para un despacho, de 9 á 13 en una sala de conciertos, de 2 á 4 en las habitaciones de un hotel, de 5 á 7 en las salas de reunión, 0,5 á 1 en una estación de camino de hierro.

Las calles grandes y los jardines son en general alumbrados por arcos colocados á 15 metros de altura, la iluminación debe ser próximamente de 1 bujía-metro y de $\frac{1}{10}$ de esta cifra si se trata de vías secundarias.

El autor indica métodos simplificados para el estudio de la repartición luminosa, y da reseñas sobre los fotímetros.

La dirección de las ondas hertzianas por el procedimiento Bellini-Tosi.

El *Bulletin de la Société internationale des Electriciens* de Diciembre reproduce una comunicación de M. Tosi á esta Sociedad sobre la disposición imaginada, en colaboración, por él y M. Bellini, mediante la cual se pueden dirigir en el espacio las ondas hertzianas.

El autor recuerda al principio los ensayos anteriores intentados con el mismo objeto, describiendo después el nuevo procedimiento, que consiste en hacer uso de dos antenas triangulares, situadas en dos planos verticales perpendiculares.

En la sección horizontal inferior de cada una de estas antenas triangulares va intercalada una gran bobina de eje horizontal, que son idénticas en los dos circuitos y tienen igualmente sus espiras contenidas en planos perpendiculares entre sí.

En el centro de estas bobinas se coloca una tercera bobina horizontal, muy pequeña con relación á las otras dos y móvil alrededor de un eje vertical, que constituye el circuito primario de acoplamiento del conjunto de la antena.

Cuando la pequeña bobina es recorrida por una corriente de alta frecuencia, el campo creado por la antena compuesta es siempre máximo en la dirección del plano de las espiras de esta pequeña bobina, y también es máxima la intensidad de recepción cuando este plano contiene la antena de la estación con la cual se corresponde. En las demás direcciones, el campo creado no es enteramente nulo, pero es tanto más débil cuanto más se separa de la dirección máxima. Es nulo para la dirección perpendicular á esta última.

Finalmente, MM. Tosi y Bellini añaden á su doble antena triangular una antena simple dispuesta en la intersección de los planos de los dos triángulos, cuyas ondas, compuestas con las de estos últimos, detienen las radiaciones hacia atrás, transformando por consecuencia el conjunto de la antena en un sistema transmisor unilateral.

Se puede orientar á voluntad la dirección de la intensidad máxima de este sistema, modificando la orientación de la pequeña bobina.

La comunicación de M. Tosi va seguida de cinco notas, en las cuales el autor demuestra matemáticamente las propiedades fundamentales de sus antenas y da cuenta de los ensayos emprendidos para comprobar que la emisión de las ondas de intensidad máxima tienen lugar, en efecto, en una sola dirección.

Influencia de la sobrecarga de los coches de tranvía en ciertos accidentes.

El 15 de Junio de 1906 un coche de tranvía de los alrededores de Roma produjo un accidente grave al descender una rampa sobre la cual estaba parado, hecho análogo al ocurrido en Madrid en la Carrera de San Jerónimo hace algunos años.

La información pericial abierta con motivo del accidente demostró que éste había sido debido á la sobrecarga del coche, invadida por la muchedumbre.

La *Ingeniería Ferroviaria* del 1.º de Enero publicó la tesis del Ingeniero Guido Vallechi, que es la de los nuevos peritos. El problema se plantea así:

Dado un coche de tranvía en las condiciones en que se produjo el accidente, ¿es admisible que pueda ponerse espontáneamente en movimiento bajo el efecto de una sobrecarga muy superior al máximo normal, aunque los frenos estén apretados?—M. Vallechi examina tres hipótesis, según que la sobrecarga se sumase después, antes ó durante el acto de enfrenar.

Antes de abordar la cuestión, describe el perito un dibujo detallado, el sistema de suspensión y de frenos mecánicos del coche, y examina la repartición de las cargas sobre los apoyos. De su estudio preliminar deduce que toda sobrecarga en el coche produce un descenso de las zapatas del freno con relación á las ruedas, y un diagrama que dibuja pone en evidencia que en estas condiciones la superficie de contacto entre las zapatas y las bandas de las ruedas se reduce considerablemente, decreciendo, por lo tanto, la acción del freno de un modo rápido para un débil desplazamiento de las zapatas. Además, en estas condiciones, un esfuerzo hecho sobre el volante de maniobra del freno no da por resultado un aumento de adherencia.

Según las declaraciones de los testigos, el número de personas que habían invadido el coche fué de 260 á 300, número muy superior en todo caso al máximo de 96 prescrito en el reglamento.

En los ensayos de los peritos se colocó el coche en un tramo horizontal, se le recargó de un peso equivalente á 260 personas, se observó el descenso de las zapatas y se determinó, por medio de dinamómetros, el esfuerzo de tracción necesario para provocar su puesta en marcha. Este esfuerzo fué de una magnitud comparable á la de la componente del peso total del coche que hubiera podido determinar la rodadura sobre la pendiente de 3,4 por 100, en la cual estaba el coche parado antes del accidente. El cálculo probó que con 300 personas la diferencia entre el esfuerzo necesario á la rodadura y esta componente era tan débil que fué suficiente un simple empuje de la muchedumbre ó de un ligero movimiento del volante del freno para determinar el movimiento de bajada.

El informe termina con el estudio de la puesta en marcha espontánea del coche bajo el efecto de la sobrecarga en las tres hipótesis considerados.

Empleo de teléfonos automáticos en las redes urbanas.

M. de Wehrenalp, Jefe del Servicio técnico de Correos y Telégrafos en Viena, se dedica desde algunos años á efectuar en-

sayos sobre varios modelos de teléfonos automáticos, ya muy usados en los Estados Unidos, y con tal motivo ha dado una conferencia en el Congreso internacional de telégrafos y teléfonos celebrado en Budapest en Septiembre último. He aquí el resumen de esta conferencia.

La intercomunicación automática no es desde luego aplicable á las transmisiones interurbanas, á la transmisión de telegramas y á otros servicios para los cuales es necesario un operador personal; pero nada impide que al lado del aparato automático que pone en comunicación á los abonados á él unidos exista una estación con operador á quien cada abonado pueda llamar á voluntad para pedirle las comunicaciones especiales antes mencionadas.

Por el contrario, el aparato automático bien conservado será de un funcionamiento más seguro y más rápido que los múltiples hoy empleados, pues las dimensiones de los órganos son más grandes y, por consecuencia, éstos son de construcción más robusta.

El autor examina especialmente el funcionamiento del sistema Strowger, instalado en Viena sobre una pequeña red de 200 abonados, que pueden comunicar también con la red de aparatos múltiples ordinarios, y critica ciertas disposiciones, señalando á la vez los perfeccionamientos que se han llevado para su servicio á los órganos defectuosos.

En fin, trata de la cuestión de los gastos de explotación según el número de abonados servidos, y demuestra con un cuadro numérico detallado que estos gastos se elevan mucho más rápidamente con el número de abonados servidos, en el caso de los múltiples ordinarios que en el caso de los múltiples automáticos.

Como conclusión, M. de Wehrenalp recomienda absolutamente el sistema automático para todas las grandes redes (10.000 abonados ó más), y la prefiere aun en las redes medias, á partir de 500 abonados.

Traviesas de madera y traviesas metálicas.

El *Bulletin du Congrès international des Chemins de fer* de Diciembre publica un estudio comparativo desde el punto de vista económico sobre las traviesas de madera y las traviesas metálicas.

Según M. Haarman, uno de los partidarios de las traviesas metálicas, las traviesas de madera cuestan un 85 por 100 más caras que aquéllas, y eso que, según él, los cálculos establecidos para demostrarlo están aún muy lejos de dar una idea completa de la superioridad económica de la traviesa metálica, porque además del aumento de seguridad—elemento que se escapa al cálculo—es necesario también considerar la ventaja indirecta que una industria metalúrgica, trabajando activamente y con gran regularidad, procura al conjunto de la Nación.

Por el contrario, M. E. Biedermann ha demostrado que un kilómetro de vía nueva sobre traviesas metálicas y balasto de piedra partida, con todos los gastos accesorios, cuesta hasta un 20 por 100 más cara que el kilómetro de vía sobre traviesas de madera en las mismas condiciones, y que los gastos anuales de conservación son, por término medio, de un 8 á un 10 por 100 más elevados en la vía sobre traviesas metálicas.

Este autor estima, además, entre otras ventajas á favor de la vía sobre traviesas de madera, que ésta se presta mucho mejor á simplificaciones que la vía sobre traviesas metálicas, y que, en definitiva, la traviesa de madera es sensiblemente más ventajosa.