

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.

FERROCARRILES

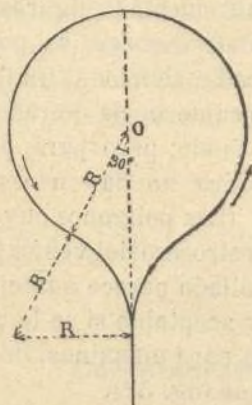
Trazados en retroceso.

(Extracto de una Nota de M. Goupil, Ingeniero Jefe de Puentes y Calzadas.)

La longitud considerable de los tipos modernos de locomotoras potentes, y también la que corresponde á sus tén-
ders obliga á la construcción de puentes giratorios de una
luz doble de la hasta ahora empleada, esto es, 24 metros en
vez de 12. Se trata, pues, de la construcción de obras de bas-
tante importancia y que puede ser excepcional por lo que
afecta á los cimientos en algunos casos, á más de que en ta-
les puentes la maniobra había de ejercerse por medio de
motores especiales y mecanismos delicados.

Una avería, por insignificante que sea, será suficiente muchas veces para interrumpir el servicio por algunas semanas, y aun con servicio normal, el desgaste de las partes que trabajan en estos puentes es mucho más rápido que en las de tablero fijo.

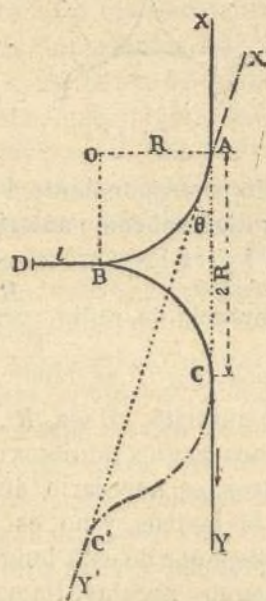
La experiencia ha demostrado, y lo seguirá demostrando cada vez más, que allí donde exista espacio suficiente, es preferible á los puentes giratorios el empleo de combinacio-

Fig. 1.^a

nes de vías en retroceso (por ejemplo, el triángulo) para efectuar el giro de las locomotoras, pues estas combinaciones tienen las ventajas de no exigir ningún cimiento y de no necesitar más que la ordinaria conservación y reparación á cargo de las brigadas corrientes de la vía, y de permitir al mecánico y al fogonero hacer por sí solos el giro de la máquina.

El estudio geométrico de las vías en retroceso que permiten el giro de las locomotoras, tiene un interés práctico por lo que afecta á la necesidad de determinar, en los distintos casos particulares, cuál es el espacio mínimo en el cual la solución puede realizarse con un cierto radio mínimo R . Estudiemos, pues, las distintas soluciones.

Ante todo recordemos que la solución completa más sencilla es la de la curva en forma de raqueta (fig. 1.^a), que, trazada en el radio mínimo R , comprende dos arcos de em-palme de 60° cada uno, y un arco principal de 300° . El es-pacio necesario está inscrito, por lo tanto, en un rectán-gulo de $R(1 + \sqrt{3})$ de longitud, por $2R$ de anchura y la extensión exigida en el terreno para esta solución será en general demasiado grande, pues aun admitiendo que R des-

Fig. 2.³

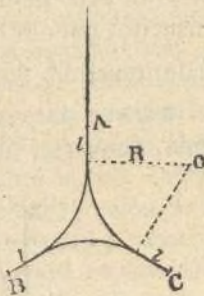
ciende á 120 metros, será necesaria una longitud de 318 metros y una anchura de 240.

Esta solución no podrá ser aplicada sino en casos muy particulares, por ejemplo, cuando se trate de una estación terminal de viajeros.

Después de esta disposición, que corresponde á un número de retrocesos igual á *cero*, viene la solución (fig. 2.^a) que contiene un retroceso único, *A, B, C*, y que comprende dos cuartos de círculo de radio *R* y una línea de fondo *BD*, cuya longitud *l* se determina con arreglo á la del vehículo.

La longitud necesaria no es más que de $2R$, en vez de $R(1 + \sqrt{3})$ y la anchura de $R + l$ en vez de $2R$; pero esta anchura tiene que tomarse toda ella del mismo lado de la vía AB , y podrán ocurrir casos en que no haya bastante espacio por este lado, y entonces habrá que reducir la distancia de D á AC inclinando la línea de fondo BD sobre la línea XY , lo que equivale como movimiento relativo á suponer que la línea XY ha girado sobre el arco de círculo AB hasta tomar la posición $X'Y'$, y que á continuación de C se hace el empalme mediante la curva $C'C'$. Según sea el valor dado al ángulo θ de XY con $X'Y'$, así se compensarán más ó menos los espacios necesarios á la derecha y á la izquierda de la alineación, estableciendo para este objeto sobre un papel de calco un dibujo sencillo que utilice siempre los mismos arcos de circunferencia y aplicándolo sobre el plano del trazado definitivo de las vías.

Con el empleo de dos retrocesos se llega á la solución del triángulo curvilíneo (fig. 3.^a) que ya se ha empleado en algunas estaciones importantes y que en su forma más regular queda inscrita en un triángulo equilátero que tiene por lado $2(R + \frac{l}{\sqrt{3}})$ y cuya altura es de $R(\sqrt{3} + l)$. Los dos retrocesos y la entrada de este trazado comprende tres cambios de vía simétricos iguales con radio R . Será siempre fácil encontrar en los tipos de las grandes redes aparatos de cambio que se aproximen mucho á este radio.

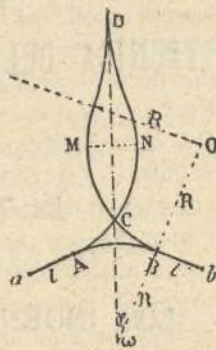
Fig. 3.^a

El espacio ocupado correspondiente á esta solución, suponiendo la figura equilátera como anteriormente sus líneas de fondo de longitud l para los retrocesos, estará representado por una circunferencia de radio $\frac{R}{\sqrt{3}} + l$, y la distancia entre los dos toques B y C se medirá por el lado del triángulo equilátero inscrito, ó sea $R + l\sqrt{3}$. Se ve, pues, que en la práctica con los mínimos ordinarios $R = 120$ metros y $l = 24$ metros, es necesario disponer para BC de una longitud de 161,56 metros, y no es sino en casos muy raros que se puede disponer de esta longitud, por lo que las aplicaciones del triángulo regular, llamado también triángulo americano ó ruso, para el giro de las locomotoras es poco empleado.

En los trazados que hemos descrito hasta aquí, las vías recorridas no se cortan, y es de suponer que admitiendo estos nuevos encuentros ó cruzamientos, es decir, construyendo figuras estrelladas, se llegue á disminuir el espacio ocupado, si bien es cierto que á costa de una ligera complicación en el aparato, puesto que no se trata más que de introducir cruzamientos de vía sencilla.

En la práctica hay siempre una dimensión para la cual no hay obstáculos; la dificultad no existe más que para la dimensión perpendicular. Pero ésta puede reducirse sensiblemente en el caso del triángulo curvilíneo adoptando la

forma de florón (fig. 4.^a). Teóricamente la disposición más favorable á la reducción de anchura será la que dé al espacio MN una longitud igual á la distancia de los dos toques a y b de las líneas de fondo, es decir, una longitud tal que las

Fig. 4.^a

tangentes paralelas al eje de simetría en los puntos M y N pasen respectivamente por a y b . Designando por 2φ el ángulo en el centro del arco AB , esta condición se expresa por la igualdad:

$$l \cos \varphi + R \sin \varphi = R(1 - 2 \sin \varphi)$$

ó poniendo:

$$\frac{l}{3R} = \operatorname{tg} \lambda$$

$$\sin(\varphi + \lambda) = \frac{\cos \lambda}{8}$$

lo que permite calcular simplemente el ángulo φ y la longitud ab que es igual á $2(l \cos \varphi + R \sin \varphi)$.

La aplicación de estas fórmulas para el caso ordinario de $R = 120$ metros y $l = 24$ metros da $\varphi = 15^{\circ}36'11''$, y $ab = 110^m,85$; se ve que se han ganado 50 metros, próximamente, con relación á la solución del triángulo equilátero.

El autor de esta nota ha estudiado una aplicación de esta solución y de la siguiente para el giro de las máquinas en un depósito que debía ser ejecutado en la Grande Ceinture, formando solamente un poco la figura para poderla mejor adaptar al espacio disponible que no era exactamente rectangular.

Es evidente que introduciendo figuras aisladas que tengan un mayor número de vértices, se podrá reducir más y más la extensión ocupada, siendo el límite para un número infinito de lados la circunferencia de radio l , igual á la longitud de las líneas de fondo; pero para permanecer dentro del dominio de la práctica no hay necesidad de pasar del pentágono estrellado. (Los polígonos cuyo número de lados es par no realizan el retroceso del vehículo que los recorre.)

El pentágono estrellado parece susceptible de dar una solución práctica muy aceptable si se le puede intercalar en una vía de circulación para máquinas, donde no introducirá más que tres retrocesos (fig. 5.^a).

Designado el radio de las curvas y la longitud de las líneas de fondo, como en el caso anterior, por R y l , las fórmulas conocidas para el pentágono estrellado darán:

$$OG = \frac{4R}{\sqrt{10 + 2\sqrt{3}}}$$

$$\text{y } OB = \frac{R(3 - \sqrt{5})^{\frac{1}{2}}}{(5 + \sqrt{5})^{\frac{1}{2}}}$$

El radio OG del círculo correspondiente al espacio ocupado será finalmente:

$$l + R \sqrt{\frac{3 - \sqrt{5}}{5 + \sqrt{5}}},$$

ó sea, próximamente,

$$l + 0,32 R.$$

Con los valores precedentes de $R = 120$ metros y $l = 24$ metros, la figura estará comprendida en un círculo de 62,50 metros de radio, próximamente.

Es fácil, además, prolongando un poco el arco AC por delante de A y el arco BD por detrás de B , colocar las alineaciones XA y DY en prolongación una de otra.

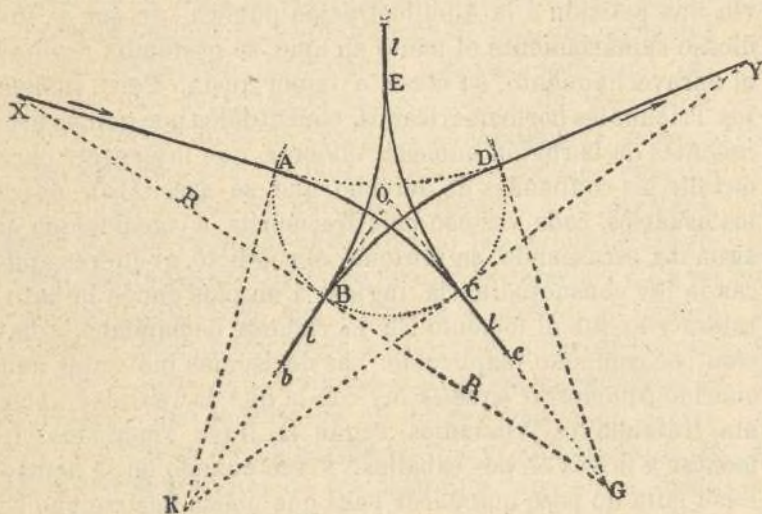


Fig. 5.ª

Las modificaciones de esta figura son, por otra parte, definidas por la deformación de un cuadrilátero articulado de tres lados iguales.

Si se asigna á las máquinas un sentido invariable para recorrer el circuito, se podrían colocar las agujas DCE en el sentido de este movimiento y funcionar sin necesidad de maniobra. Está igualmente indicado para facilitar el retroceso dar á las líneas de fondo una ligera contrapendiente.

El tiempo necesario para la maniobra sobre los diversos trazados puede evaluarse á razón de cuarenta segundos por retroceso, según las observaciones hechas en el triángulo del depósito de Mantes. Se necesitan, por lo tanto, menos de tres minutos por el pentágono estrellado completo. — O .

LA REGIÓN ÁRIDA DE LOS ESTADOS UNIDOS ⁽¹⁾

Colonización.

En los Estados Unidos, con la excepción de Tejas, se consideran de dominio nacional las tierras vacantes no reservadas para los indios ó para bosques y que no han sido objeto de apropiación. Ésta ha tenido lugar de un modo relativamente rápido, por compra directa al Gobierno en los Estados del Este,

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

donde la abundancia de lluvias permite sin dificultad el cultivo remunerativo de la tierra, y donde los bosques y los prados se desarrollan fácilmente, haciendo ventajosa la explotación de la madera y la cría del ganado. Mas agotadas las tierras de la región húmeda y de algunas zonas de la vertiente del Pacífico, los colonos dirigiéronse á las dilatadas planicies centrales, preferentemente á la parte alta del valle del Misisipí y á la cuenca del Ohío, su principal tributario, donde, por punto general, las lluvias son bastante seguras y abundantes para permitir el cultivo sin necesidad de recurrir al riego artificial. La ley concede á toda persona cabeza de familia ó de más de veintiún años de edad, que sea ciudadano de la Unión ó que haya solicitado naturalizarse, el derecho á colonizar una extensión de tierra vacante de menos de 65 hectáreas, y á perfeccionar el derecho de propiedad, obteniendo el título correspondiente, mediante la residencia en la finca y su cultivo durante un plazo de cinco años; el colono, además de abonar por cada hectárea ocupada de 12,50 á 6,25 pesetas (1), según que la tierra se halle ó no comprendida dentro de los límites asignados á las concesiones otorgadas por el Gobierno á algunas Empresas ferroviarias, ha de pagar ciertos derechos, variable entre 0,30 y 1,25 pesetas por hectárea, según la extensión de la finca y según los Estados en que esté enclavada.

Este medio de apropiación de las tierras de dominio nacional, conocido con el nombre de «homestead entry», es el que ordinariamente se ha seguido en los últimos tiempos para la colonización de las inmensas superficies vacantes en los distintos Estados de la Confederación, con excepción tan sólo del Estado de Tejas, que al entrar en aquélla como República independiente se reservó el derecho exclusivo de administrar sus tierras de dominio público. Pero aparte de este medio, han sido concedidas, por vía de subvención, fajas considerables de terrenos á las Compañías que han construído algunas de las más importantes vías férreas que atraviesan el Continente, así como se han hecho otras concesiones y ventas para las explotaciones mineras y forestales, para edificación de poblaciones y establecimiento de escuelas, para saneamiento de terrenos pantanosos ó áridos, para establecimiento de ferrocarriles, pantanos, canales, caminos etc.

Como se comprenderá por los anteriores detalles, las leyes de colonización, más bien que á dar rápidamente valor á las inmensas extensiones de terrenos incultos generalmente improductivos en su estado natural, que existían en casi todos los Estados y territorios, tenían por objeto directo é inmediato proporcionar medios de subsistencia á las clases trabajadoras más aptas para soportar con éxito la ruda lucha que requería el hacerlos laborables y productivos, creando de esta suerte una especie de ciudadanía rural, si vale emplear esta frase, formada por pequeños propietarios agrícolas, no dependientes, como los obreros de los grandes centros, de la industria fabril y manufacturera, y no sometidos, por lo tanto, á las graves crisis y á la vida dura y harto estrecha, á que aquéllos se hallan sujetos muchas veces. Mientras han existido terrenos vacantes en la región húmeda y

(1) Á fin de poder prescindir del variable estado de los cambios, referiremos los valores en todo el curso de esta Memoria á la peseta oro, que, para mayor sencillez, supondremos equivalente á un quinto de dólar. En realidad, con los cambios vigentes en 1907 y 1908, un dólar vale aproximadamente 5,80 pesetas de nuestra moneda, y para obtener los valores con relación á ésta deberán aumentarse los que figuran en el texto en un 16 por 100.

aun en la semiárida, no puede desconocerse que, si bien luehando con dificultades, se han alcanzado los fines perseguidos, como lo prueba la colonización y la reducción al cultivo de los valles citados del Misisipí y Ohío y de parte de los Estados de Wáshington, Oregón y California, que cuentan ya con una población rural relativamente nutrida; pero cuando el colono ha tenido que establecerse en la región árida, los resultados obtenidos sólo han sido favorables, por punto general, donde ha sido posible aplicar el riego á las tierras. Por eso, sin duda, concediendo á este hecho notorio todo el valor que realmente representa, facultó al Gobierno el Acta de 3 de Marzo de 1877 para otorgar concesiones más amplias que las que hasta la sazón autorizaba la ley, pudiendo alcanzar cada una hasta 259 hectáreas de extensión, siempre que el concesionario dispusiese de agua para el riego y se tratase de tierras que sin él no fuesen susceptibles de producción agrícola remuneradora.

Las leyes colonizadoras, no sólo en la región árida han sido menos eficaces y favorables para el colono que en la húmeda, por no tener suficientemente en cuenta las condiciones climatológicas de aquélla, sino que han dado lugar, en no pocos casos, á la ocupación, más ó menos efectiva, de los terrenos, con fines de mera especulación que entorpecían la verdadera obra colonizadora y, en otros, al fracaso de ésta y á la ruina de los colonos.

Legislación sobre aguas públicas.

En materia de propiedad de aguas los Estados Unidos adoptaron desde su constitución la ley consuetudinaria y la jurisprudencia de Inglaterra, aplicadas ya en los tiempos coloniales, que se basa en el principio de los derechos del propietario ribereño. Éstos, en el sentido estricto de la frase, son los adscritos como parte esencial de la misma á la propiedad de los terrenos contiguos á la corriente; todo propietario de finca ribereña tiene derecho á emplear el agua de la corriente, siempre que con ello no altere su curso ordinario, no disminuya sensiblemente su caudal, ni la contamine, salvo los casos en que semejante derecho haya sido limitado por concesión, licencia ó prescripción. No obstante, el propietario no puede usar el agua con perjuicio de otro de aguas arriba ó aguas abajo, á menos que medie concesión, licencia ó prescripción, entendiéndose, en todo caso, que no hay verdaderamente derecho de propiedad sobre el agua, sino mero usufructo de la misma, y que los llamados derechos ribereños no requieren apropiación para consolidarse, ni se pierden por falta de uso, pero pueden ser objeto de expropiación por causa de utilidad pública.

El derecho se limita á hacer del agua un uso razonable, es decir, á emplearla en la bebida, lavado y demás necesidades domésticas, incluso las que represetan la existencia en la finca de un número proporcionado de cabezas de ganado; puede igualmente el propietario ribereño destinar el agua, á más de estos usos ordinarios, á otros extraordinarios, tales como el riego, producción de fuerza, industrias manufactureras, etc., pero á condición de no ejercer este derecho, que queda sometido al que tienen todos los demás propietarios á los usos ordinarios del agua, mientras no exista exceso suficiente de ella.

Cuando se trata de países húmedos, como Inglaterra y la parte oriental de los Estados Unidos, donde el problema principal del cultivo agrícola suele con frecuencia consistir en privar al terreno del exceso de agua que las lluvias le

comunican, semejantes principios pueden practicarse sin grandes inconvenientes para la agricultura y aun para las industrias que, como la minería, requieren muchas veces la derivación y consumo de caudales considerables. Pero al querer aplicarlas á los Estados de la región semiárida, y especialmente de la árida, los Tribunales han tropezado con las mayores dificultades.

Mientras en el Oeste y en el Sur se observaron, más ó menos rigurosamente, los principios en que descansa nuestra legislación en materia de apropiación de aguas públicas y que con nuestras costumbres llevaron á América los conquistadores y gobernantes españoles, ninguna dificultad se presentó ni podía presentarse; con arreglo á ellos, en los primeros tiempos, solía bastar, para adquirir el derecho, la derivación y aprovechamiento efectivos sin oposición y la prescripción subsiguiente; más tarde, se consideró necesaria una petición á la Administración pública, en que se indicase sumariamente el punto en que se pretendía realizar el aprovechamiento, su clase é importancia. Pero cuando los Tribunales norteamericanos, constituidos por gentes procedentes de la región húmeda, tuvieron que intervenir para dirimir las contiendas de derecho que se suscitaban entre los usuarios, cada vez con más frecuencia á medida que el agua iba escaseando, se presentó el conflicto al querer aplicar la ley consuetudinaria inglesa á un país donde la naturaleza y lo que el fomento de la riqueza demandaba la hacían por completo inaplicable. Las decisiones judiciales han querido cohonestar aquella ley con la que la realidad imponía, tratando los Tribunales, según la frase americana, de montar á la vez en dos caballos; y aun cuando en la actualidad falta no poco que hacer para que pueda decirse que se ha llegado á un sistema jurídico basado en las doctrinas que la experiencia de todos los países de lluvias insuficientes para el cultivo ha sancionado como más acertadas para la distribución y apropiación de las aguas públicas, hay que reconocer que el progreso en esta materia, en los últimos años, ha sido en los Estados Unidos considerable, y que no sólo se han adoptado los principios reputados como más justos y convenientes, sino que se están introduciendo innovaciones y perfeccionamientos dignos, á nuestro entender, de ser conocidos y aun, en algún punto, de ser imitados.

La administración de las aguas públicas corresponde, casi enteramente, á los distintos Estados y territorios. Las leyes federales hasta ahora dictadas con carácter general, respetan las de cada Estado, así como los fallos de los Tribunales y las costumbres locales; pero tienden á aceptar, para la región árida al menos, los nuevos principios; así, en la ley de 17 de Junio de 1902, que autoriza al Gobierno federal para construir obras de riego, se adopta el de que el derecho al uso del agua que con ellas se haga posible, se considere anejo á la tierra regada, y que el aprovechamiento que se realice constituya la base, la medida y el límite de aquel derecho. Igualmente el Tribunal Supremo, al intervenir en una contienda que sobre aprovechamiento de aguas ha surgido recientemente entre los Estados de Kansas y Colorado, ha admitido los principios del derecho de apropiación basados en el aprovechamiento, enfrente de la doctrina de los derechos ribereños que se deriva de la ley consuetudinaria.

Existen en la actualidad en el Oeste, en lo que hace referencia á la legislación de aguas y al riego, casi tantos Códigos como Estados; sus prescripciones suelen figurar en las Constituciones, en los Códigos civiles ó en leyes que tratan especialmente esta materia. Empero la legislación va-

ría poco, realmente, de unos Estados á otros, y la tendencia á la uniformidad en todos va acentuándose más fuertemente cada día. Colorado, Nevada, Nuevo Méjico, Utah y Wyoming siguen el llamado sistema Colorado, basado en el principio de que las aguas de dominio público son susceptibles de apropiación por el orden cronológico de su aprovechamiento, sin conceder á los propietarios ribereños á las corrientes derecho alguno especial, lo que constituye fundamentalmente la doctrina de nuestra legislación. En California, donde desde su descubrimiento por los españoles fué adoptada aquélla, y donde los Tribunales habían partido de ella, más ó menos explícitamente, para dirimir las contiendas de derecho sobre el uso privado de las aguas públicas, ha acabado por aceptarse una nueva doctrina que aun cuando conduce próximamente á los mismos resultados prácticos que la de Colorado, se basa en la de los derechos ribereños: puesto que la tierra, se dice, ha sido por entero de dominio nacional, á ella se hallaba anejo el derecho al uso del agua que por los cauces públicos discurriera, y el Gobierno pudo, por tanto, ceder este derecho con independencia del de propiedad de las tierras antes de cesar en el dominio de éstas; y pudo igualmente, aun después de haber conferido este dominio juntamente con los derechos ribereños á él adscritos, conceder á otras personas el del uso de las aguas de las corrientes, mediante expropiación de dichos derechos á los terratenientes, con tal de que la nueva concesión se hiciera para usos públicos, habiéndose considerado como tales aquellos en que el agua recibe alguna aplicación beneficiosa, es decir, siempre que se trata de un aprovechamiento. En resumen: el sistema de California es una modificación de la doctrina de los derechos de los ribereños, que sirve, hasta cierto punto, para proteger éstos, y que, mediante sutiles razonamientos y supuestos, puede aceptar en materia de aguas públicas el principio de la apropiación, según la prioridad en el aprovechamiento. Este sistema ha sido aceptado por Nebraska, Dakota del Norte, Dakota del Sur, Oklahoma, Tejas, Oregon y Wáshington, Estados donde existen partes áridas, semiáridas y hasta húmedas. Otros del Oeste han adoptado una legislación basada en principios semejantes, mientras que en toda la región húmeda sigue aplicándose la ley consuetudinaria inglesa.

Wyoming promulgó en 1891 un Código de riegos, en que aparece regulada, con indudable acierto, la misión del Poder público en materia de aguas. Encomiéndose la administración, distribución y policía de éstas á un Ingeniero nombrado cada seis años por el Gobernador y confirmado en su cargo por el Senado, y á una Junta con facultades principalmente inspectoras, presidida por aquél y formada por cuatro Superintendentes, correspondientes á otras tantas demarcaciones en que el Estado se divide. Los peticionarios de aguas públicas han de dirigirse al Ingeniero, en quien reside la facultad de otorgar las concesiones, y que sólo puede denegarlas cuando envuelvan perjuicio para el interés público ó le conste que no existen aguas sobrantes. De las resoluciones del Ingeniero cabe alzarse ante la Junta y de las de ésta ante los Tribunales ordinarios.

Se encomienda además á dicho Ingeniero la práctica de los aforos, de las corrientes (empezando por aquellas en que exista mayor caudal aprovechado), la reunión de datos para determinar su mejor utilización, fijando los embalses y obras de riego convenientes, y la propuesta de las modificaciones y perfeccionamientos que pueda requerir la legislación. Para responder al fiel cumplimiento de sus deberes y

á la entrega, al cesar en ellos, de los documentos y fondos que tenga en depósito, ha de prestar una fianza de 25.000 pesetas. Al Ingeniero se le concede también la facultad de nombrar otro que le auxilie en sus trabajos.

Bajo su inspección cuidan los Superintendentes de División de la distribución de las aguas, según los derechos de cada usuario, dictando las reglas necesarias al efecto, siendo auxiliados por otros agentes inferiores, nombrados á su propuesta, encargados de realizar la distribución y de tomar cuantos datos necesiten aquéllos para desempeñar debidamente su cometido.

El Código detalla el procedimiento que ha de seguirse para el otorgamiento de nuevas concesiones, para la fijación del caudal que debe asignarse á las existentes y para la determinación de la prioridad relativa de los aprovechamientos. Esto último se encomienda especialmente á la Junta inspectora, la que marca el orden que en la determinación ha de seguirse con respecto á las corrientes que existen en el Estado, para cada una de las cuales se abre una información pública, única y total, al propio tiempo que se practica el aforo de todos los caudales derivados y la medición de las respectivas superficies regadas y regables, en la inteligencia de que en ningún caso puede exceder de un litro por segundo, por término medio, la cantidad de agua dedicada al riego de una hectárea. Las resoluciones de la Junta, si no son objeto de apelación ante los Tribunales ordinarios, constituyen la base de los registros de aprovechamientos. El Código de Wyoming, debido al Ingeniero Mr. Mead, representa un gran progreso sobre lo que acerca de estas materias se había legislado hasta su publicación, habiendo sido adoptado con ligeras alteraciones, por los Estados de Idaho, Nebraska, Nevada, Nuevo Méjico, los dos Dakotas, Oklahoma, Utah y Oregon.

Otro proyecto de código, análogo al anterior, redactado por el Ingeniero Mr. Bien, Inspector de la Sección de asuntos legales en el Servicio federal de obras de riego, ha servido también de base á los que rigen en otros varios Estados. En él se incorporan los mejores principios de los antiguos y se agregan algunas nuevas sugerencias, por lo cual juzgamos oportuno darlo á conocer á continuación en sus puntos esenciales.

Todas las aguas son de dominio público y, con excepción de las destinadas á facilitar la navegación, susceptibles de expropiación, basada en su aprovechamiento, que, en todo caso, ha de constituir la base, medida y límite del derecho á usarlas. El agua empleada para el riego, que no podrá exceder de un litro por segundo y hectárea de la tierra á que haya de aplicarse, se considerará adscrita á ésta; pero si el riego llegase á ser impracticable ó inconveniente, el derecho podrá transferirse á otra tierra, sin pérdida del de prioridad. Todo usuario puede variar el uso, punto de derivación ó de embalse del agua á que tenga derecho, siempre que no cause perjuicio á tercero y mediante autorización del Ingeniero del Estado. Éste, después de realizar en cada corriente los estudios y aforos convenientes y de tomar todos los datos precisos sobre los aprovechamientos existentes, remitirá al Fiscal general los antecedentes necesarios para entablar una demanda ante el Tribunal ordinario, con objeto de que éste fije los derechos de todos los usuarios que, si lo desean, pueden ser parte en el pleito. La concesión de nuevos aprovechamientos se encomienda al Ingeniero del Estado, en forma análoga, en los puntos principales del procedimiento, á la establecida en España. La distribución y poli-

cía de las aguas ha de hacerse de un modo semejante al prescrito en el Código de Wyoming; pero los Superintendentes han de ser nombrados por el Tribunal Supremo del Estado, con lo que tendrán el carácter de funcionarios judiciales. Los gastos que ocasione la distribución de las aguas serán de cuenta de los usuarios.

Las que proceden de filtraciones se consideran susceptibles de apropiación en la misma forma que las demás.

Todas las decisiones del Ingeniero y Superintendentes, en cuanto afecten á derechos de prioridad, son apelables ante los Tribunales ordinarios.

Como se ve por lo que precede, la nueva legislación de riegos de los Estados áridos de la Unión, además de los principios que contiene la nuestra, aplica el de la centralización é intervención activa en la distribución y policía de las corrientes y la determinación integral de los derechos relativos de los usuarios, mediante proceso administrativo ó judicial, en virtud de los títulos de cada uno y del empleo real que el agua haya recibido, representando todo ello una mejora de gran importancia práctica en lo que se refiere al cometido y deberes de la Administración en el régimen y utilización de las corrientes de aguas públicas.

Las consecuencias á que conduce el concepto que de éstas se tiene modernamente, y que da lugar á la intervención activa y directa del Poder público en su empleo y distribución, parece que no quedarán reducidas á esto solo, pues ya se nota en los Estados Unidos alguna tendencia á abandonar, por lo menos en parte, el principio estricto de la prioridad como base del derecho, sustituyéndole, más ó menos completamente, por el del máximo beneficio, que desde hace cuarenta siglos viene imperando en Egipto, y que conduce á la derivación y distribución de las aguas por la Administración pública, según las necesidades de cada momento, á fin de obtener el mayor provecho posible para los intereses de la comunidad entera. Con arreglo á este principio, se ha implantado en algunas partes el prorratio de las aguas entre todos los usuarios de una misma corriente, sin distinción alguna en unos casos, y en otros dentro de grupos de usuarios cuyos derechos arrancan de la misma década.

Los nuevos Códigos y prácticas, basados, como nuestra moderna legislación, en el concepto de que el agua es un bien de dominio público cuya apropiación sólo puede ser legitimada por su aprovechamiento, producen en la región árida un bien inestimable, pues al definir concretamente los derechos, han disminuído los pleitos y han dado á la propiedad y á la riqueza general del país una estabilidad y solidez de que anteriormente carecían en buena parte.

(Concluirá.)

Las Construcciones Marítimas en el principio del siglo XX ⁽¹⁾

Antiguas obras portuarias para defensa.—Las costas de Italia son riquísimas en golfos, radas, ensenadas encantadoras para el artista y para el viajero. Son relativamente mediocres bajo el punto de vista náutico, para refugio de las naves.

Puertos naturales, en el verdadero sentido de la palabra, no

existen sino tres: Spezia, Augusta y Taranto. Sobre todo el resto de la misma costa italiana, los puertos naturales y aun aquellos famosos en la historia, no sirven sino para los pequeños buques, que constituían las flotas de la antigüedad y de la Edad Media; ninguno de aquellos podría llamarse capaz de proteger contra la furia del mar á los colosos navales del comercio ó de guerra que hoy día surcan los océanos.

De ahí que en Italia, quizá más aún que en otras partes, los puertos deban formarse artificialmente con grandes obras y gastos, mediante la construcción de diques ó muelles, á menudo fundados en abismos con 30 á 35 metros de agua, aprovechando, siempre que es posible, las condiciones naturales de la costa.

Es en estas obras foráneas de defensa, eternamente en lucha con el mar, que se requiere mayormente sagacidad, larga experiencia, perseverancia tenaz, tanto en los Ingenieros que las proyectan, cuanto en los constructores que las ejecutan.

Si hubiéramos de escribir la historia de los muelles italianos—que, por lo demás, es más ó menos la misma que la de los construídos en el exterior—deberíamos enumerar una serie de fracasos y de victorias, quizá estas últimas en menor número que aquéllos; esfuerzos titánicos para acumular escollos ó bloques artificiales, según disposiciones más ó menos variadas é ingeniosas y aun á menudo, casi en general, arrebatados ó dispersados por el mar. Y la lucha continuó hasta que las olas, por una cierta fuerza selectiva, dispusieron estos elementos siguiendo taludes de equilibrio en relación con la dimensión y peso de los mismos. Estos taludes para los seis primeros metros á partir del nivel de aguas bajas, varían de 15 de base por uno de altura en las defensas de Civita Vecchia, formado con escollos de pequeñas dimensiones, y son más rápidos y respectivamente del 10, 7 y 8 por 1 en los diques de Plymouth, de Holyhead, de Portland, á medida que pudieron emplearse piedras siempre mayores y más pesadas, llegando al 4 y 3 por 1 en los muelles viejo y nuevo del puerto de Génova, defendidos con escollos naturales de 10 y 20 toneladas cada uno, y quizá aún mayor.

Obras de defensa más recientes.—Este era el estado de cosas en la mitad del siglo pasado, en que, debido á Poiré, Rennie, Coode y quizá de nuestros ilustres—tal vez muy modestos y por lo mismo casi ignorados—maestros Parodi, Mati, Cialdi y Cornaglia, se dispó poco á poco la visión, ya bastante clara y definida, de las leyes que regulan la acción de las ondas del mar y del empleo útil de grandes masas artificiales para resistir á su incesante trabajo.

Y á esta evolución y al mejoramiento de los métodos de construcción contribuyeron naturalmente los medios siempre más poderosos y la suma mayor que la mecánica y las finanzas pusieron á disposición del Ingeniero marítimo.

Las masas de escollos naturales, de dimensiones y peso limitado por el poder de los instrumentos primitivos empleados á principios del siglo pasado fueron poco á poco, como en Génova, Portland, Dalaware, revestidas con piedra de dimensión siempre mayor, ó también—donde el terreno no los suministraba—con blocks artificiales con hormigón de 15 á 20 toneladas, como se hizo en Algeri, en Livorno primero, y luego en Marsella, Puerto Said, y en tantos otros puertos, disponiéndolos según rampas del 2 por 1 y con resultados sumamente satisfactorios.

Aumentando el poder de los medios mecánicos, pudiéronse empear blocks desde 20 á 50 toneladas, ensayando rampas más rápidas del 1 $\frac{1}{2}$ por 1, y luego ajustando íntimamente los blocks entre sí y en trozos regulares—como se hizo la primera vez en Génova y luego en muchos puertos italianos y del extranjero—se llegó á poder mantener rampas de 1 por 1 con notable economía de materiales y de gastos, tanto en la construcción cuanto en la conservación.

La idea, más poética que práctica, adoptada durante tantos años como dogma de romper la furia de las olas con escolleras de pendiente suave, donde—como en holocausto á Neptuno—debían anualmente sacrificarse grandísimas moles de piedra ó blocks artificiales arrojados hasta reflorcer sobre la superficie

(1) De una Memoria del Ingeniero Sr. Luigi que publica *La Ingeniería* de Buenos Aires.

del agua, se ha ido modificando en virtud de la diferencia bien grande observada entre los efectos de las olas, que rompiéndose sobre una empalizada se transforman en flujos de traslación—que arrastran, hacen rodar y desgastan las piedras y blocks sueltos—y los efectos de las olas que hallan una alta superficie vertical, mantienen en forma y movimiento oscilatorio orbital, limitando sus efectos en aumentar la presión hidrostática contra las paredes verticales, ó á producir chorros de agua de poco volumen, y, por consiguiente, de escasos efectos dinámicos destructores.

De ahí la tendencia de hacer el frente de los muelles hacia el mar lo más inclinado posible, casi vertical, y los esfuerzos de los Ingenieros de estudiar formas constructivas para tal objeto, pasando así por grados, de los tipos clásicos de muelles exteriores con grandes rampas de Cherbourg, de Plymouth y de Holyhead, á los de frente casi vertical de Dover, de Tyne, de Peterhead, de Bizerta y de Zeebrugge; y en Italia, pasando de los tipos primordiales de antemuro de Civita Vecchia y del muelle Vecchio de Génova, á aquellos de muros casi vertical del antemuro de Nápoles, de Villa San Giovanni, de Trapani, todos de reciente adopción.

El movimiento evolutivo de esta idea fué perfeccionándose siempre más aún merced á la adopción de los blocks de hormigón plástico, hasta que hoy parece que el tipo ideal se halla representado por un muelle con subestructura de escollera bien maciza, limitada á 10 metros bajo cero próximamente, coronada por monolitos de 5.000 toneladas cada uno ó á lo menos por estructuras de blocks artificiales de más de 50 toneladas cada uno, dispuestos en fracciones regulares, bien unidos entre sí, con el frente hacia el mar inclinado bajo un ángulo aproximado al recto y con su pie bien definido contra los remolinos producidos por los flujos del fondo, que con dirección casi normal golpean la pared vertical.

Este tipo que ya, como se dice, se está ensayando en Italia, y que está muy generalizado en el extranjero, dió excelente resultado en Dover, en Surederland, en Peterhead, ó dió mal resultado como en Imuiden, en el Tyne, en Madras, ó también dió lugar á inconvenientes sensibles como en Bizerta y en Zeebrugge, según el caso y su aplicación más ó menos racional, y según que el fondo natural ó la escollera de base pudiera más ó menos resistir á la acción de socavar del flujo de fondo.

Este tipo, aplicado con las precauciones necesarias, especialmente en lo que concierne á la defensa del pie de la sobreestructura, es el que debería ser preferido en las nuevas obras autorizadas por la reciente ley portuaria. El mismo tipo puede ser adoptado en localidades donde careciendo de espacios oportunos, no fuese posible fabricar grandes monolitos como los empleados en Bizerta ó en Zeebrugge ó proyectados para Valparaíso; permite ese tipo utilizar casi completamente todos los productos de la excavación en rocas con notable economía de tiempo y dinero; limita á la sola sobreestructura el empleo de trozos artificiales de 50 á 100 toneladas cada uno, que no requieren para la maniobra ó colocación mecanismos de costo superior á los comunes. La sobreestructura, además de ser lo suficiente sólida como para resistir al empuje de las olas, aun durante el período de la construcción en el que más temidas son las averías, es también el que más se adapta para seguir los asientos de la escollera del basamento, inevitables por más cuidado que se tenga.

Tipo de muelles modernos.—Un muelle de este tipo, adaptado á los puertos italianos expuestos á las mayores marejadas del Mediterráneo, menores no obstante que las del Atlántico, debería tener fundaciones formadas con piedras mixtas, grandes y pequeñas, de 300 á 500 kilogramos, donde resulte mínima la proporción de los vacíos y, por consiguiente, menores los asientos; revestida con piedras de dos toneladas término medio en la parte superior que llegará de (— 8) á (— 12) metros según las condiciones locales y la violencia de las olas. Las rampas tendrán inclinaciones de 2 de base por 1 de altura hacia la

parte interior, de 3 por 1 hacia la exterior para la profundidad de (—15) y luego de 2 por 1 á profundidad mayor, y revestida con piedra de 2 á 5 toneladas hacia el interior y de 2 á 10 ó más toneladas hacia el exterior y posiblemente hasta 20 toneladas—y según el caso, con blocks artificiales de tal peso ó mayores—en el trozo comprendido entre el pie de la sobreestructura y la cota (—15) metros.

Sobre este basamento, de ancho tal que permita amplias bermas de 8 á 10 metros á lo largo del pie de la sobreestructura, se dispondrá los macizos artificiales del máximo peso compatible con los elementos de que se disponga para su fácil manejo, posiblemente de 100 toneladas cada uno y en cualquier caso no menos de 50, que es un tipo de block fácil y económico para maniobrar y que se presta hasta para resistir á las fuertes marejadas, aun cuando no á las violentísimas.

Los macizos estarán dispuestos en capas regulares, y horizontales en cuanto sea posible, bien unidos entre sí y el frente hacia el mar con pequeña inclinación, casi á pared vertical hasta cerca de un metro fuera del agua, donde, por ser máxima la acción de las olas, deberá darse al ancho de la estructura 10 á 15 metros según la exposición al mar. Como dato de experiencia personal durante veinte años, será útil indicar que el ancho de 12 metros á nivel del mar demostró que fué necesario y suficiente en el caso del muelle Galliera de Génova, expuesto casi normalmente al viento ábrago. Los tres macizos de 4 metros cada uno, bien estrechos entre sí, resistieron siempre durante la construcción, y por consiguiente en el período peor, á las más violentas marejadas que con obras de 6,50 metros próximamente de altura, los batían de lleno y los desmontaban sin sacudirlos. Análogas dimensiones resultaron oportunas en Dover y en Malta, pero insuficientes en Peterhead, en el impetuoso mar de Escocia, donde fué necesario un ancho de 17 metros á nivel del mar para resistir las olas—según las observaciones del Ingeniero Shield, director de los trabajos—que en las marejadas ordinarias miden 9 metros y excepcionalmente también 12 metros de alto, tienen de 150 metros á 210 metros de largo y período oscilatorio de trece á diez y siete segundos.

Se observó también rompientes (breakers) de 15 á 16 metros de alto, á las que también resistió el muelle perfectamente durante los veintiocho años que duran los trabajos.

Precauciones especiales para el mejor éxito de los muelles.—Los macizos de coronamiento ó sobrecarga deberían llegar con su vértice hasta 3,50 metros ó 4 metros á lo menos, sobre el nivel medio del mar, procurando una carga de 7 á 10 toneladas por m² sobre los macizos interiores. Sobre todo—y este es un punto de capital importancia—deberán estar dispuestos de modo que carguen dos á dos los macizos inferiores y seguirlos, manteniendo siempre la sobrecarga en los inevitables movimientos á que está siempre expuesta toda obra marítima que no apoya directamente sobre la roca.

Se evitará así las dolorosas experiencias acaecidas durante el decenio 1890-900 con las sobreestructuras monolíticas ó donde, debido á movimientos de la escollera, la sobrecarga fué deslizándose hacia el mar, siendo poco á poco insuficiente.

En el dique de la Vegliata en Livorno, fué la sobreestructura monolítica la causa de los graves daños acaecidos, porque insistiendo aquellos sobre los macizos, no los cargaba á todos de modo uniforme, y así, aquellos cargados insuficientemente, fueron fácilmente removidos por las olas, que pudieron abrir brechas á través del dique.

En el muelle Galliera de Génova el asiento general de la escollera inferior hizo disminuir poco á poco la sobrecarga; los macizos de coronamiento dispuestos al principio á 4,0 metros en media sobre el mar, descendieron poco á poco hasta 3 metros,—y que en realidad ocasionó la anormal alta marea de 0,60 metros sobre cero observada durante el marremoto del 27 de Noviembre de 1898—y llegó luego á 2,50 metros. En estas condiciones de sobrecarga insuficiente los macizos inferiores fueron en varios trechos movidos y llevados por las olas, ocasionando

todos los perjuicios tan bien descritos por el Ingeniero Bernardini y que todos conocemos.

Reconstruidos los macizos de sobrecarga, de manera á cubrir á lo menos dos de los macizos inferiores y levantándolos á 3,50 metros sobre cero, el muelle ha resistido perfectamente hasta ahora.

Este ideal de grandes macizos para sobrecarga, difícil de realizar en el pasado, es posible en la actualidad gracias á los felices resultados que se obtienen agregando 100 kilogramos de cemento portland al hormigón preparado con mezcla de puzolana; así se obtiene con poco gasto una mezcla de fragüe mucho más rápida y menos expuesta á las eventualidades del mar, que permite construir blocks también de 200 toneladas directamente sobre el muelle.

Formada así la estructura esencial del muelle, resta la defensa esmerada del pie para evitar la socavación de la escollera inferior, que causó los graves perjuicios en la Tyne y en Zeebrughe, donde el mar abrió verdaderas brechas en la escollera y apoyo del muelle.

La berma exterior de la escollera al pie de la estructura de macizos artificiales, debería estar revestido con blocks de 30 á 50 toneladas, dispuestos lo más regularmente posible, á manera de enlozado, para resistir bien á los remolinos producidos por los flujos de fondo, que desviando de casi 90° ejerce así la máxima acción destructora. Análogamente la berma interior deberá estar defendida con un revestimiento de macizos semejante, si bien algo menores, de 20 á 30 toneladas, para protegerla de los chorros de agua que cayeran hacia el interior en el pie del muelle, una vez movida íntegramente la sobre estructura. De esta manera se evitarán socavaciones como las acaecidas en Bizerta, donde monolitos de 5.000 toneladas cada uno fueron levantados y notablemente inclinados, no ya por el solo efecto de las olas externas, sino porque, socavado el paramento interior de las escolleras, faltó á los monolitos el apoyo precisamente donde era menester la mayor resistencia.

La experiencia felicísima de casi diez y ocho años obtenida en el muelle de Peterhead, construido con las ideas expuestas, y en condiciones de un mar mucho peor que los del Mediterráneo, incita á creer que también se obtendrían excelentes resultados en los nuevos muelles construidos en Italia.

En muchos casos será necesario agregar aún una banquina interior para amarrar los buques, así como también el correspondiente muro de defensa, puesto que en Italia los muelles deben á menudo servir en las operaciones de trasbordo; pero respecto de estos detalles nada habría que cambiar en lo que se acostumbra comunmente desde muchos años en los puertos italianos.

Se podría objetar que este tipo de muelle, debido al mayor empleo de macizos artificiales, en vez de bloks naturales, resultará algo más costoso—como primera instalación—del tipo usual; pero si tenemos en cuenta las continuas y onerosas obras de conservación que requieren los muelles italianos, las que anualmente importan de 40.000 á 100.000 francos de costo por cada metro lineal de muelle y que ahora se evitaría, y capitalizamos esta suma al interés actual, mucho menor del correspondiente al siglo pasado, se tendrá suficiente compensación también bajo el punto de vista financiero, así como también se tiene indudablemente una mejora en la parte técnica y náutica.

Obras de protección de las playas—Muy á menudo acontece en nuestro litoral (Italia) la necesidad de defender las playas, poblaciones y líneas férreas de las fuertes erosiones del mar, y las obras correlativas, las que aun cuando de poca importancia en comparación de las ya descritas, dan lugar á ciertas observaciones, tanto mas que la ley autoriza un gasto de casi 3 millones de liras para estas obras, que corresponde gastar con mucho juicio.

Las escolleras de frente paralelas á la ribera, golpeadas de lleno por las olas, son pronto descalzadas y envueltas por los

remolinos que se forman á su pie, debido al choque de las olas que se estrellan contra ellas.

Las líneas férreas del litoral, especialmente la zona frente á Cornigliano de la Génova-Savona, la de la salida de la galería de las Grazie á Chiavari, numerosas partes á lo largo del Tirreno y el Adriático, son ejemplos característicos de la impotencia de este artificio contra las insidias del mar, y las fuerísimas sumas por haberse obstinado en esta errónea vía, son una lección para el porvenir.

Los espigones más ó menos normales á la playa y más ó menos salientes al mar, si pueden ser eficacísimos para detenerla corrosión, y también para rellenar la playa en aquellas partes donde haya transporte de materiales arrasados por cursos de agua ó de las costas, en descomposición—como sucede en ciertos puntos de la Liguria, y en vasta escala á lo largo de las costas de la Manica—no son suficientes en general para evitar radicalmente el mal. La playa concluye, más ó menos lentamente, pero inexorablemente, por corroerse, debido al arranque continuo de los materiales que la forman, los que con el recíproco choque se hacen cada vez más menudos hasta que las olas llegan á mantenerlos en suspensión y arrastrarlos á otra parte.

En cambio dan óptimos resultados los espigones cuando están combinados con la defensa frontal, que en este caso puede ser menos poderosa, formada con piedras de dimensiones bastante reducidas, puesto que las olas ya rotas y desviadas de los espigones llegan á la orilla con menos fuerza.

El mismo trayecto citado antes de la línea Ligure del litoral, delante del Cornigliano, interrumpida así frecuentemente por la marejada cuando la defensa era solo frontal, no dió ya lugar á inconvenientes después que los espigones fueron convenientemente acoplados; también la playa, antes fuertemente corroida, fué lentamente avanzando con los materiales transportados por el vecino torrente de Polcevera.

La estructura, tanto de estas defensas frontales cuanto de los espigones generalmente empleada en Italia, es la de escollera, que se presta muy bien á seguir los asentos y descalses del pie y no habría así motivo para cambiar sistema, tanto más que en Italia abunda generalmente la piedra para escollera.

En Inglaterra, en vasta escala, en Holanda y en la Argentina, á lo largo de una gran extensión de la playa de Bahía Blanca, se adoptó para los espigones estructuras un tanto diferentes y más económicas, empleando maderas en vez de escolleras, y se obtuvo excelentes resultados.

La estructura llamada «Case», por su inventor, consiste en disponer normalmente á la playa defensas de madera enterradas en la arena dejando fuera de ella 50 centímetros; éstas son luego prolongadas por medio de tabloncillos de 30 centímetros á medida que la playa se rellena y los entierra.

Este sistema da óptimos y halagüeños resultados, especialmente si, como se hizo últimamente en Hornsea y en Brighton, se substituye la madera por el cemento armado que resiste al teredo naval.

Playas de fuertísima corrosión sobre la costa oriental de Inglaterra fueron completamente salvadas de perjuicios ulteriores, y muchas de esas con nivel aumentado, entre las cuales son consideradas como típicos la playa de Dimchurch con pilotes de madera y la de Hornsea con pilotes formados de tablestacas, ó mejor dicho tabloncillos de cemento armado, cuya altura es luego aumentada en un trayecto de varios metros.

La experiencia demuestra luego que en cada caso la construcción de los espigones debe siempre preceder y nunca seguir la de la defensa de frente á la costa, como casi en general se hace, en la creencia que aquélla basta, y pueda evitarse el gasto de pilotes.

En casos generalmente excepcionales se tentó, con buen resultado, una disposición de pilotes casi paralelos á la costa, no adyacente á la misma, sino construida á una cierta distancia, á semejanza de los cordones litorales, destinados á recibir

el primer golpe de la ola y no dejar pasar sino el flujo roto, el cual por ello ataca la costa con poca fuerza.

Este tipo de defensa fué aplicado con buenos resultados en el ferrocarril litoral cerca Ancona y en cortos trayectos en Spezia y en Nápoles.

Si luego se tiene la precaución de disponer los espigones inclinados á la costa, de manera de dejar pasar las olas de menor fuerza provenientes del sector del oleaje reinante que tienen tendencia á traer materiales, y en cambio se procura detener y romper completamente las olas del sector del oleaje dominante que tienden á dispersar los materiales arrastrados por las primeras, este sistema, que fué propuesto por el inspector inglés para defensa de la playa de Chiavari, tendría mucha probabilidad de feliz resultado.

Necesidad de profundizar los puertos.—Nuestros puertos (Italia), aparte de que deben ser mejorados respecto de sus defensas, á fin de ofrecer superficies de aguas más en calma que las actuales á las naves que efectúan operaciones comerciales, tienen en general necesidad de ser profundizados en relación con la mayor profundidad ó inmersión de los buques modernos.

Estos han alcanzado dimensiones que habrían parecido fabulosas años atrás; la competencia entre las diversas marinas y la necesidad de reducir al mínimo los gastos generales y los consumos de carbón, posible sólo con los grandes motores, ha conducido al aumento de capacidad de los buques.

El *Great Eastern*, que durante dos generaciones pareció obra de visionario, y apenas utilizable para surcar los mares más profundos, es hoy día sobrepasado por buques que frecuentan el Mediterráneo, y que á menudo admiramos en los antepuertos de Génova y Nápoles. Y decimos antepuertos, porque—debido á la deficiencia de los fondos—no pueden entrar en el puerto interno y mucho menos atracar á los muelles.

El *Deutschland*, el *Celtic* y tantos otros colosos del mar, abandonan durante el invierno las líneas Norte del Atlántico para

recorrer las del Sur, preferidas por los viajeros americanos, que acuden en gran número á las apacibles y cálidas playas del Mediterráneo; pero una vez allí no pueden atracar y tienen que recurrir al trasbordo—con perjuicio nuestro—por medio de embarcaciones menores, no siempre seguras.

Probablemente los dos más grandes colosos y más modernos, el *Lusitania* y el *Mauritania*, de 33.000 toneladas de carga y 45.000 de desplazamiento cada uno, vendrán también á nuestras costas, si su inmersión de más de 35 pies, ó más bien dicho, más de 10,50 metros y longitud mayor de 240 metros, no hace peligrosa su maniobra en los dos únicos antepuertos italianos, Génova y Nápoles, en que podrían entrar.

Pero el arte naval, nacido de la competencia entre las diversas Compañías de navegación, prepara buques también mayores, razones por las cuales el Ingeniero especialista en puertos no debe perder de vista el porvenir.

La Compañía White Star Line tiene en los diques de Belfast, en construcción, dos buques de un largo de 266 metros con 40.000 toneladas de capacidad y 50.000 de desplazamiento; es decir, una cuarta parte mayor del *Lusitania*. La Compañía Cunard, por mantener la supremacía, trata en Glasgow la construcción de un buque también mayor, que se dice de 50.000 toneladas—y lo propio está haciendo la Compañía Hamburgo Americana. El Director de los célebres astilleros del Harland y Wolf de Belfast, declaró que «no está muy lejano el día en que buques de 1.000 pies, es decir, de 305 metros de largo, sean muy generales», agregando que este día llegará cuando el combustible líquido quede sustituyendo al carbón, y cuando cada libra de vapor sobrecalentado sea primero utilizado en una máquina de émbolo y luego expandido completamente en una máquina á turbina. Y el Almirantazgo inglés se ha decidido ya por la adopción del combustible líquido, como la marina italiana lo ha hecho ya desde hace tiempo.

(Se continuará.)

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Precios unitarios de las canalizaciones eléctricas subterráneas, comparados con los de las líneas aéreas.—(Conclusión.)

Comparando el autor cables de dimensiones y voltages muy variados, ha examinado los valores que conviene adoptar para los coeficientes que entran en esta fórmula, y ha llegado así, para las diferentes categorías de cables armados, á las fórmulas siguientes que se aplican, con una suficiente exactitud, en las condiciones normales del mercado, que son para el plomo en lingotes 40 francos los 100 kilogramos y 200 francos el cobre.

En estas fórmulas, la sección ω de los conductores se expresa en milímetros cuadrados:

TIPO DE CABLES	PRECIO DEL KILOMETRO	
	A + B en francos.	Relación $\frac{A+B}{A}$
1.º Cable de un conductor:		
Para tensiones inferiores á 2.000 voltios.....	1.500 + 30 ω	— 1,5 + $\frac{75}{\omega}$
2.º Cables de tres conductores con punto neutro en tierra:		
Para tensiones de 3.000 voltios ó inferiores.....	2.000 + 32 ω	— 1,6 + $\frac{100}{\omega}$

TIPO DE CABLES	PRECIO DEL KILOMETRO	
	A + B en francos.	Relación $\frac{A+B}{A}$
Para 5.000 voltios.....	— 2.600 + 32 ω	— 1,6 + $\frac{130}{\omega}$
— 10.000 —	— 4.600 + 35 ω	— 1,75 + $\frac{230}{\omega}$
— 15.000 —	— 6.500 + 38 ω	— 1,90 + $\frac{325}{\omega}$
3.º Cables de tres conductores con punto neutro aislado:		
Para tensiones de 3.000 voltios ó inferiores.....	2.200 + 33 ω	— 1,65 + $\frac{110}{\omega}$
Para 5.000 voltios..	3.200 + 35 ω	— 1,75 + $\frac{160}{\omega}$
— 10.000 —	5.600 + 38 ω	— 1,90 + $\frac{230}{\omega}$
— 15.000 —	8.000 + 42 ω	— 2,10 + $\frac{400}{\omega}$

Si se examinan de cerca estos resultados se observa fácilmente:

1.º Que el precio de las canalizaciones subterráneas crece muy rápidamente con las tensiones en servicio.

Este incremento es tal, que á densidad de corriente igual no hay apenas interés en aumentar la tensión por encima de 15.000 voltios, desde el punto de vista del coste de la canalización con relación á la potencia eléctrica transportada.

2.º Que la relación del precio total al precio del cobre, relación que puede considerarse como característica del coste del aislamiento, crece muy rápidamente á medida que la tensión se eleva y que la sección de los conductores disminuye.

Para los cables de muy baja tensión y de gruesa sección de cobre, esta relación es, en general, inferior á 2 y puede bajar hasta cerca de 1,75; para los cables á 15.000 voltios es, en general, superior á 3,5 y llega ordinariamente á 4 y 5.

Si se examina, por otra parte, el coste de las líneas aéreas se llega á observaciones sensiblemente diferentes.

Este coste varía muy poco con la tensión, al menos para todas las tensiones inferiores á 15.000 voltios; en efecto, para estas tensiones, las separaciones de los conductores y las dimensiones de los apoyos están únicamente determinadas por consideraciones de orden mecánico, y las tensiones no intervienen en el precio de coste más que para aumentar, en una medida relativamente mínima, el coste de los aisladores y de sus soportes.

Si se hace abstracción, como se ha hecho para las canalizaciones subterráneas, de ciertos gastos accesorios, que dependen sobre todo de las condiciones locales, tales como indemnización por la colocación de los postes, instalaciones especiales para las travessías de las carreteras y vías férreas, cambio de lugar de las líneas telegráficas y telefónicas, estudio del trazado y piquetado de la línea, y si se admite, como anteriormente, un precio del cobre de 2 francos el kilogramo, el coste de las líneas aéreas podrá representarse con una aproximación suficiente por las fórmulas siguientes:

TIPO DE LÍNEAS AÉREAS	PRECIO DEL KILOMETRO	Relación $\frac{A+B}{A}$
	$A+B$ en francos.	
1.º Líneas con postes de madera:		
Para tensiones de 5.000 voltios ó inferiores.....	$1.200 + 28 \omega$	$- 1,4 + \frac{60}{\omega}$
Para ídem de 10.000.....	$1.300 + 23 \omega$	$- 1,4 + \frac{65}{\omega}$
Para ídem de 20.000.....	$1.600 + 30 \omega$	$- 1,5 + \frac{80}{\omega}$
Para ídem de 50.000.....	$2.500 + 35 \omega$	$- 1,75 + \frac{125}{\omega}$
2.º Líneas con postes metálicos ó de cemento armado:		
Para tensiones de 5.000 voltios ó inferiores.....	$2.300 + 30 \omega$	$- 1,5 + \frac{115}{\omega}$
Para ídem de 10.000.....	$2.500 + 30 \omega$	$- 1,5 + \frac{125}{\omega}$
Para ídem de 20.000.....	$3.000 + 32 \omega$	$- 1,6 + \frac{150}{\omega}$
Para ídem de 50.000.....	$4.500 + 35 \omega$	$- 1,75 + \frac{225}{\omega}$

Para las líneas aéreas la relación del precio del cobre al precio total es casi siempre superior á la mitad y llega frecuentemente á 0,6.

Comparando estos resultados con los encontrados para los cables subterráneos, se observa que, á débiles tensiones, la diferencia es poco sensible entre el coste de las líneas aéreas y el de las líneas subterráneas, siendo las primeras siempre más económicas en todos los casos.

Á 10.000 voltios, la diferencia es mucho más sensible, y para una conductibilidad igual, bajo esta tensión, las líneas aéreas no cuestan apenas la mitad ó los dos tercios de las canalizaciones subterráneas.

La diferencia de precios entre los dos sistemas de canalizaciones, se acentúa más y más á favor de las líneas aéreas, á medida que la tensión aumenta, principalmente para las pequeñas secciones de los conductores.

Este hecho puede explicar en parte por qué las canalizaciones subterráneas han sido, hasta el presente, poco empleadas por encima de 10.000 voltios, no obstante las posibilidades técnicas ofrecidas.

Para llegar, para las canalizaciones subterráneas, á precios de coste comparables á los que pueden realizarse con las líneas aéreas, es necesario que se pueda disponer de materias aislantes que posean una rigidez dieléctrica 2,5 á tres veces superior á la de las empleadas actualmente y que permitan disminuir en proporción los espesores del aislante.

La comparación no tiene en cuenta, en verdad, las diversas categorías de gastos de que se ha hecho abstracción en uno y otro caso; pero los resultados apenas si serían modificados si se les tuviera en cuenta, porque en la mayoría de los casos, los gastos no estimados serán más elevados para las canalizaciones subterráneas que para las canalizaciones aéreas.

Sin embargo, no es sólo cuestión á considerar los gastos de primer establecimiento, hay otros que es igualmente necesario tener en consideración.

Son estos en particular:

1.º Los gastos de vigilancia, de conservación y de amortización, que son sensiblemente más elevados en las líneas aéreas que en las líneas subterráneas y cuya diferencia puede corresponder al interés del capital que representa la diferencia de los gastos de primer establecimiento.

La duración de las líneas subterráneas, cuando están al abrigo de la electrolisis, puede considerarse como casi indefinida, en tanto que el período de amortización de las líneas aéreas hay que apreciarle en quince ó veinte años.

2.º La seguridad y la continuidad de la explotación. Las líneas aéreas, por muy bien hechas que estén, nunca están completamente defendidas de cierta clase de accidentes, como los debidos á la malevolencia y á las perturbaciones atmosféricas, y por lo tanto no puede decirse que aseguran de una manera completa la continuidad de la explotación; es necesario siempre contar con paradas en el servicio, pues aunque raras, no son jamás suprimidas.

Con los cables subterráneos, por el contrario, cuando están convenientemente proporcionados y establecidos, se puede llegar á una seguridad casi absoluta y á una continuidad en el servicio, por decirlo así, perfecto. Las palabras «convenientemente proporcionados y establecidos» van subrayadas intencionadamente, porque si esta condición no está satisfecha y se producen roturas en el cable por insuficiencia en la resistencia, la explotación puede resultar aún más defectuosa que con las líneas aéreas, pues la investigación y la reparación de los defectos son mucho más difíciles y más largas.

3.º La seguridad de las personas y de las propiedades, la cual está asegurada de una manera completa con las canalizaciones subterráneas.

4.º Las condiciones locales, que pueden impedir la elección imponiendo tal ó cual sistema. Por ejemplo, las canalizaciones aéreas pueden ser de un establecimiento prácticamente imposi-

ble en ciertas regiones de población densa, cuyos terrenos privados tengan un excesivo valor para ser adquiridos, y en las que las carreteras atraviesen importantes poblados á más de estar ya muy ocupadas por los árboles, las líneas telegráficas y telefónicas ó por otras canalizaciones eléctricas anteriores.

Por el contrario, las canalizaciones subterráneas podrán ser casi impracticables en otras regiones muy accidentadas, desprovistas de caminos practicables, ó en las que los caminos existentes tengan un trazado tan sinuoso que no puedan ser utilizados.

Se ve, pues, que la elección entre uno y otro sistema es una cuestión compleja y cuya solución no puede darse *à priori* de una vez para siempre.

Al Ingeniero corresponde examinar atentamente en cada caso las ventajas y los inconvenientes de ambos sistemas, antes de decidirse en uno ú otro sentido.

Bases de la mecánica tecnológica.

Con este título, M. Sudwick expone en el *Oesterr. Wockens* del 17 de Octubre las bases de una nueva teoría de la resistencia de los materiales que están sometidos á deformaciones permanentes. Es, en efecto, á éstas á quienes se deben una gran cantidad de procedimientos mecánicos de transformación de la materia.

Hasta ahora se ha admitido generalmente la teoría del Profesor Retjő, de Budapest, basada en que la transmisión de un esfuerzo no puede hacerse más que según la línea de los centros de gravedad de las moléculas; que el ángulo de esta línea con la dirección de la fuerza depende de la forma de las moléculas, y que el rozamiento interior varía proporcionalmente al cambio de dirección, sea del esfuerzo de tensión, sea de la normal al esfuerzo de compresión.

Sin pretender condenar esta teoría, el autor expone la suya, cuyas bases son diferentes. Supone el cuerpo constituido por elementos elásticos infinitamente pequeños que puedan sufrir un deslizamiento permanente. Estos elementos están sometidos, por un lado, á una fuerza normal (extensión) capaz de hacer cesar el contacto de dos elementos próximos y denominada «cohesión», y por otro lado, á una fuerza tangencial (esfuerzo cortante) capaz de producir un deslizamiento permanente y denominada «rozamiento interior». Su valor depende de la naturaleza del cuerpo, de la importancia de los deslizamientos interiores, de la magnitud de los esfuerzos normales á la superficie de deslizamiento y de la velocidad de deslizamiento.

El autor examina á continuación el caso de un cuerpo sometido, ya á esfuerzos de extensión ó de compresión, ya á esfuerzos de torsión, ya, en fin, á la acción combinada de dos de ellos. Como resultado de su examen han trazado unas curvas que dan á conocer el rozamiento interior en función del deslizamiento de los elementos y que denomina «curvas de desagüe», porque indican, en cierto modo, el grado de fluidez de la materia.

Sin embargo, la aplicación rigurosa de esta teoría tiene algunas dificultades, á causa de la imposibilidad de aislar prácticamente los esfuerzos de torsión, los esfuerzos de tensión ó de compresión, lo que tiene por consecuencia una falta de precisión muy considerable en la determinación de las constantes físicas.

Termina el autor manifestando que es necesario investigar un método preciso de medida de estas constantes.

Estructura y material de la vía en los caminos de hierro alemanes.

Las numerosas investigaciones teóricas hechas en Alemania sobre la resistencia de la vía no han dado resultados prácticos satisfactorios, por lo que ha habido necesidad para fijar la estructura y la clase de material de apoyarse con preferencia en los datos de la experiencia.

En la *Revue générale des Chemins de fer* de Noviembre, M. Blum expone el conjunto de procedimientos y de tipos sancionados para estos ensayos prácticos y los más extendidos en las redes alemanas.

Los largueros, muy en boga en otro tiempo, así como los carriles género Hartwich, están por completo abandonados. Se emplea únicamente para las vías principales, las traviesas, bien de madera ó de metal, en la proporción de un 70 por 100 para las primeras y de un 30 por 100 para las segundas. Las maderas más usadas son el pinabete (78 por 100), la encina (14 por 100) y el haya (8 por 100). Las maderas de encina se emplean rara vez inyectadas; pero las de pinabete y haya lo son siempre con una mezcla de creosota y cloruro de zinc. Las traviesas metálicas tienen la forma de canchales invertidos, con las extremidades replegadas para apisonar el balasto, é impedir en lo posible su movimiento.

Para el balasto se usa la piedra machacada dura con preferencia á la grava ordinaria, aun cuando su precio es más elevado.

Los carriles de acero Thomas son de patín y su longitud llega hasta 15 metros. Se apoyan sobre las traviesas por intermedio de placas de asiento que aumentan sensiblemente la superficie de apoyo; cuando son de reborde sirven de guía lateral al patín del carril y protegen las uniones. Para la sujeción del carril sobre las traviesas de madera se hace uso casi exclusivamente de tirafondos; para las traviesas metálicas, la fijación de los carriles se hace generalmente por medio de la placa de asiento Haarmann.

Las juntas de los carriles van al aire, con cubrejuntas en ángulo dobles muy resistentes; cada vez se reduce más la distancia entre las traviesas. El autor describe numerosos sistemas que impiden el corrimiento de los carriles.

Termina el artículo por una serie de gráficos que dan la separación de las traviesas, según la longitud de los carriles, por algunos cálculos sobre la repartición de los esfuerzos en las juntas y por un cuadro que da las dimensiones, pesos y gastos de establecimiento de los diversos sistemas de vías.

Ventilación y calefacción de los coches de viajeros.

En un informe presentado á la Asociación de los Master Car Builders, en Atlantic City, en Junio de 1908, por MM. S. G. Thomson, B. C. Flory y T. H. Goodnow, y cuyo extracto reproduce el *Bulletin du Congrès international des Chemins de fer*, de Diciembre, se estudia bajo todos sus aspectos la cuestión de la ventilación y de la calefacción de los coches de viajeros y de los vagones-camas.

Una exposición de carácter general da á conocer en primer término el estado actual de la cuestión, después de lo cual desarrolla el informe todas las proposiciones concernientes á las mejoras proyectadas, que van seguidas de las conclusiones siguientes:

Convienes emplear un sistema indirecto de calefacción y de ventilación en todos los coches nuevos, debiendo penetrar el aire con preferencia por el piso y salir por el techo;

Amplias aberturas para la admisión del aire fresco deben establecerse por debajo de las camas inferiores de los vagones-camas;

Un ligero exceso de presión debe mantenerse en el interior de los coches cuando las ventanas y las puertas estén cerradas, á fin de impedir las entradas de aire por las juntas y rendijas;

Sería un sistema ideal aquel en el cual las presiones estuvieran equilibradas, y además que el volumen de aire que penetrase en los coches fuera independiente de la velocidad de los trenes;

Los ventiladores de escape, contruidos de manera que se pueda regular completamente el movimiento del aire en un co-

che, no deben emplearse más que en el material Pullman actual.

Los vagones-camas afectos á un servicio que requiere su parada en las estaciones durante una parte considerable de la noche, deben ir provistos de un sistema auxiliar de ventilación de tiro forzado, á más del sistema de ventilación regular del coche.

La admisión y el escape del aire deben regularse de manera que no se produzcan corrientes de aire que choquen directamente con los viajeros.

Un volumen de 25 á 30 metros cúbicos de aire fresco por hora y por viajero, es el mínimo necesario para una buena ventilación.

Los ensayos de ventilación deben ir acompañados de la dosificación del anhídrido carbónico en muestras de aire tomadas á diferentes alturas y en diferentes partes del coche.

El autor hace varias consideraciones sobre el período durante el cual los viajeros dejan abiertas las ventanas de los coches. La duración de este período tiende á disminuir á medida que las condiciones de calefacción y de ventilación se mejoran. Esta reducción es un signo del progreso y de las mejoras realizadas en este asunto.

La educación de los alumnos de Ingenieros en las Universidades inglesas.

La enseñanza técnica superior, algo abandonada en otro tiempo en Inglaterra, ha sufrido grandes modificaciones desde hace una quincena de años. El número de Universidades que dan diplomas de Ingeniero ha crecido considerablemente.

En un estudio publicado por el *Engineering* del 8 de Enero, el Profesor J. Fleming discute los programas y las pruebas de los exámenes de ciertas Universidades, señalando lo que juzga bien adaptado á las necesidades actuales de la industria y lo que considera discutible, proponiendo en su vista algunas modificaciones.

Enumera después las cualidades que se requieren para ser un buen Ingeniero, é investiga las condiciones que deben llenar los programas para desarrollar dichas cualidades y las que deben cumplir los exámenes que las han de poner de manifiesto.

Los exámenes de admisión han de ser de modo que permitan descubrir las aptitudes esenciales para la profesión que posean los jóvenes, aptitudes que la enseñanza no puede crear, pero sí desarrollar.

Las pruebas finales deben evitar toda especialización prematura y permitir juzgar, no sólo los conocimientos adquiridos por los candidatos, sino también su originalidad y la manera de conducirse ante las dificultades de la técnica práctica. El diploma no debe ser un objetivo, sino la prueba de que el diplomado ha seguido un ciclo de enseñanza adaptado á sus futuras funciones.

El autor toma como ejemplo la Facultad técnica de la Universidad de Londres, y examina las diversas secciones, terminando con la exposición de ciertas modificaciones.

Entre las cualidades á las cuales atribuye el autor la mayor importancia están la originalidad, la iniciativa y el espíritu inventivo que no son fáciles de precisar en los exámenes. Hay además que evitar el recargar los programas indebidamente, pues ello contribuye á desarrollar la memoria y las facultades de asimilación con detrimento de las otras preciosas cualidades.

La explotación de los caminos de hierro del Estado italiano durante el ejercicio 1907-1908.

El *Monitore Tecnico* del 20 de Diciembre analiza el informe del Director general de los Caminos de hierro del Estado italia-

no correspondiente al ejercicio cerrado el 30 de Junio de 1908.

La longitud de las líneas explotadas ha aumentado en 180 kilómetros, y la de las líneas de doble vía en cerca de 80 kilómetros. No obstante la crisis económica mundial, los ingresos por mercancías han crecido en un 7,30 por 100, que corresponde á un aumento de tonelaje de 9,60 por 100.

Un cuadro recapitula los ingresos y los gastos en los distintos servicios, y el informe explica las causas de los principales aumentos de los gastos. En resumen: el coeficiente de explotación, que era de 72,73 por 100 en las redes italianas en 1905, ha llegado á 75,58 por 100 en 1907-1908. Las causas de este aumento parecen pasajeras, siendo la principal de ellas el precio elevado del combustible.

El informe da también una reseña sobre las recepciones del nuevo material móvil durante el año, así como de las órdenes dadas para prepararse al desarrollo del tráfico en el año siguiente. Señala en este sentido lo que corresponde á las industrias nacionales y extranjeras, explicando las razones de por qué se sostienen todavía algunos pedidos al extranjero. En un cuadro se hace el inventario del material móvil en 30 de Junio de 1908.

Los estudios en el servicio de tracción se han hecho principalmente sobre las locomotoras de gran velocidad, sobre el vapor recalentado, sobre los coches con comunicación con un salón central y sobre el material de socorro.

El autor del informe hace constar la buena utilización del nuevo material y compara las locomotoras compound con las de vapor recalentado. Señala los ensayos hechos sobre la línea Bussoleno-Madane con objeto de suprimir el humo en los túneles mediante el empleo de petróleos pesados como combustible en los hogares de las locomotoras provistos del pulverizador Holden. Finalmente, establece una comparación entre los sistemas de tracción eléctrica adoptados respectivamente en la Valtelina y sobre la línea de Milán, á Varese y calcula el precio de la tonelada kilométrica, según que se recurre á la tracción eléctrica ó á la tracción con vapor.

Estación central eléctrica del Estado sueco en Gota-Elf.

Esta estación, descrita en el *Engineering* del 18 de Diciembre, está destinada á utilizar la potencia de los saltos de Trolhättan, total que tienen una altura total de 33 metros. Está á punto á terminarse.

Comprende esta instalación una presa móvil con dos aberturas cerradas por cilindros móviles verticalmente y una abertura de descarga cerrada por compuertas ordinarias. El canal de toma está construido para un gasto máximo de 350 metros cúbicos de agua por segundo, á una velocidad de 2,2 metros y casi abierto por completo en la roca. La altura de caída neta disponible en la estación central es de 30,5 metros y permite desarrollar sobre el eje de las turbinas una potencia de 80.000 caballos próximamente.

Las turbinas forman ocho grupos, que accionan cada uno un alternador de 7.000 kilovatios. La corriente de excitación está suministrada por tres grupos electrógenos de 340 kilovatios cada uno y el conjunto de estas máquinas consume á carga normal 250 metros cúbicos de agua por segundo.

El estado al cual pertenece esta estación cuenta con poder vender 58.000 caballos de energía eléctrica bajo la forma de corriente á 50.000 voltios en las villas lejanas, y el resto de la corriente suministrada por la fábrica en las proximidades, bajo una tensión de 10.000 voltios solamente.

El presupuesto estima los trabajos de construcción de la estación en 15.700.000 francos.