

nota, dar algunas cifras, á título de indicación, de las economías posibles en los servicios que no hacen uso todavía de este nuevo método.

La supresión de 9 peones camineros, con un sueldo medio de segunda clase, da una economía anual de $9 \times 828 \dots \dots \dots = 7.452$ francos.
La de 3 peones capataces: $3 \times 1.116 \dots \dots \dots = 3.348$ »
Total..... 10.800 francos.

De 1891 á 1898, con créditos para la conservación próximamente semejantes á los que había anteriormente, los 184km,2 de carreteras afirmadas del distrito, han ganado en volumen 12.750 metros cúbicos.

Admitiendo que un metro cúbico de piedra partida no dé más que 0m³,80 de firme después de la compresión, este volumen correspondería á un cubo de piedra de

$$\frac{12.750}{0,80} = 15.937m^3,50$$

ó sea por año:

$$\frac{15.937,50}{7} = 2.276,78.$$

A razón de 16fr.,20 término medio por metro cúbico, equivale á una economía anual de: $2.276,78 \times 16,20 \dots \dots \dots = 36.883,84$ francos.
Añadiendo la economía de los camineros. 10.800,00 »
Total..... 47.683,84 francos.

Se obtiene un beneficio por kilómetro de carretera de $\frac{47.683,84}{184,2} \dots \dots \dots = 258fr.,87$

y por kilómetro y 100 colleras $\frac{47.683,84}{50.977} \dots \dots \dots = 93fr.,54$

y además, carreteras más hermosas, más tersas y más fáciles para la circulación, beneficio directo que aún obtiene el público.

P.

EL VIDRIO ARMADO

En estos tiempos en que se manifiestan tantos adelantos en cada ramo de la industria, muchos se esfuerzan en descubrir nuevas materias con cualidades desconocidas que puedan satisfacer á las necesidades continuamente originadas por estos progresos; pero el descubrir cuerpos nuevos resulta ahora casi imposible, atendido el actual desarrollo de la química; de modo que no queda otro recurso sino el de las combinaciones de distintos materiales, para unir en uno solo las ventajas que separadamente ofrecen.

El arte de la construcción moderna, por ejemplo, dió un gran paso con la aplicación del hormigón armado: los lectores de esta REVISTA recuerdan sin duda el artículo que bajo este título salió en el núm. 1.299, del 16 de Agosto. En éste se daba cuenta de una comunicación muy interesante que hizo el Sr. Flament sobre las construcciones de hormigón armado, en la sesión de Junio de este año, celebrada por la Sociedad de Ingenieros civiles de Francia. Lo mismo como el hormigón armado existe también y desde mucho tiempo otra semejante combinación entre el vidrio y el hierro, llamada «Vidrio armado» ó «con alambre interior», pero anteriormente de aplicación muy limitada, hasta que aparezca un nuevo método privilegiado de fabricación, con el que se obtenga por fin una aleación perfecta é íntima entre los dos cuerpos, y resulte de la combinación el material deseado, resumiendo las calidades del vidrio y del hierro aislados, es decir, pareciendo al vidrio por su claridad y al hierro por su resistencia y su fortaleza.

Este vidrio, todavía poco conocido en España, lo está mucho más en su país de origen, la Bohemia, y goza de muy buena fama en toda Europa del oriente, y del centro donde cuenta numerosos empleos en muy grandes Administraciones y en casi todos los ferrocarriles, además de la industria particular. Atendiendo á tantos empleos, se puede considerar, pues, al vidrio armado como material de gran porvenir, luego que se haya extendido bastante su conocimiento, y, para eso, era conveniente darlo á conocer en esta REVISTA.

El vidrio armado se compone de chapas de vidrio en cuyo interior va incrustada una reja de hierro, pero incrustada de tal modo y con tanta fuerza y cohesión con el vidrio, por el nuevo procedimiento de fabricación, que ni un pedazo del vidrio quebrado puede apartarse de la armadura de hierro. Se ha hecho muchos ensayos sobre este particular, pues resulta de sumo interés desde el punto de vista de la indestructibilidad. También se ha procedido á otros experimentos respecto á la acción del fuego sobre el vidrio armado, entre los cuales se puede recordar los que se verificaron en Gante en Septiembre y Octubre de 1899. Una construcción enteramente hecha de hormigón armado y cuyas ventanas eran de vidrio armado, así como las puertas, estuvo incendiada por dos veces, y con una temperatura máxima adquirida de 11 ó 1200° centígrados, durante una hora la primera vez, y dos horas unos días después. Bajo el calor se resquebró el vidrio en toda la superficie, pero sin que se aparte un solo pedazo de ello, aunque se haya dirigido intencionalmente sobre este vidrio las mangueras alimentadas por una distribución de agua de cuatro atmósferas.

Una de las placas colocada en una puerta, y mediando casi dos metros cuadrados con 15 mm. de espesor, habiendo servido antes para ensayos de fuerza portativa, pudo soportar durante una hora un peso de 2.000 kg. Al alcanzar la carga 1.500 kg. el marco de madera habiendo cedido se quebró el vidrio con una flecha de 2 cm., pero sin destruirse, y la carga estuvo aumentada hasta 2.000 kg. y sostenida durante una hora sin otro accidente.

Este vidrio encuentra numerosos empleos en el arte de la construcción, para las vidrieras, lo mismo como en baldosas y losas, pero en particular las vidrieras en cubierta aprovechan mucho mejor su fortaleza para resistir al granizo; así en Madrid, por ejemplo, se recordarán los grandes huracanes del pasado año, durante los cuales muchas vidrieras se rompieron, mientras que unas partidas de vidrio armado, que empleaba una Compañía de tranvías eléctricos, no sufrieron perjuicio alguno.

Otra fábrica de hilados de algodón en la provincia de Barcelona tiene empleados cerca de 800 metros cuadrados de vidrio armado para la cubierta de sus talleres, y que le está dando excelentes resultados por su resistencia, sobre todo á los pedriscos.

Con este material se obtienen también locales muy bien enclarecidos, y, por lo tanto, completamente asegurados contra la propagación de los incendios, pues el vidrio armado no permite que extiendan las llamas sus estragos.

LAS VÍCTIMAS DE LA ELECTRICIDAD

(CONTINUACIÓN)

Mr. Walckender, Ingeniero de minas de París, ha presentado en Julio de 1899, en el Consejo de higiene del Sena, una Memoria en la que ha demostrado que el único medio de instalación de conductores á alta tensión, si se ha de procurar á la vía pública una seguridad absoluta, es el de una canalización subterránea convenientemente instalada; todo el mundo se ha encontrado evidentemente conforme con él, y sus conclusiones han sido votadas por unanimidad. En vista de esto, el Prefecto ha dictado una disposición en virtud de la cual las autorizaciones concedidas por los reglamentos serán, en adelante, nulas para todas las instalaciones aéreas en París y su distrito, para co-

rientes continuas de tensión superior á 600 voltios y para las alternativas de 120 voltios. Esta decisión está, sin duda, justificada por la aglomeración parisién, pero sería desastrosa en cuanto á la transmisión de energía si fuese extensiva á la provincia, porque los gastos de instalación son tan grandes en las canalizaciones subterráneas que en la mayoría de los casos impiden establecerlas. Mr. Walekender ha fijado en 600 voltios el límite de las corrientes continuas, para no extender su prohibición á los tranvías; pero es incontestable que los 600 voltios de la corriente continua no son siempre inofensivos y, por otra parte, existen sistemas de tensión de corrientes superficiales ó subterráneas, de las que los tranvías podrán tener también algún día que servirse por necesidad.

Como quiera que sea, vemos que en Francia la administración vela sobre nuestras cabezas; encontramos la misma solicitud en el extranjero. Las prescripciones son casi las mismas en todas partes, y los reglamentos redactados hasta aquí no difieren más que en pequeños detalles. Señalemos, sin embargo, algunos principios especiales adoptados por la Asociación alemana de Electricistas (*Verband Deutscher Elektrotechniker*) en sus reglas oficiales referentes á las instalaciones á alta tensión. Es obligatorio, en primer lugar, el empleo de hilos al descubierto cuando se trate de cables aéreos, lo que ha acabado con la leyenda de los aisladores *ministeriales*. Por otra parte, no se prescribe ningún valor de resistencia de aislamiento, atendido á que es difícil fijarla de una manera absoluta; pero se imponen verificaciones periódicas. Los hilos y redes de protección y las envolventes metálicas de las cajas y cubiertas de protección de las partes conductoras de corriente deben estar unidas á tierra directamente y sin exceptuar ninguna; recomiendan también unir á tierra los cimientos de las máquinas. Todas estas prescripciones son muy atinadas y muy justas, y es indudable que, ateniéndose á ellas, los Ingenieros electricistas disminuirán, en lo que humanamente es posible, la probabilidad de un accidente.

Existen, por otra parte, fuera de las disposiciones generales que acabamos de señalar, aparatos especiales de seguridad que tienen por objeto hacer inofensivas las canalizaciones eléctricas, en cuanto se haya producido una avería, suprimiendo instantánea y automáticamente el paso de la corriente.

Estos aparatos protegen, es verdad, más eficazmente los dinamos y los alternadores que las personas; pero contribuyen, sin embargo, á disminuir los riesgos generales consecutivos á todo corto circuito producido accidentalmente sobre una línea. Tales son los interruptores y cortacircuitos que se les instala sobre los cuadros de distribución en las fábricas generatrices de electricidad. Vamos á pasar rápidamente revista á esta clase de instrumentos.

La práctica ha demostrado que los aparatos de seguridad constituidos por hilos de plomo fusibles no ofrecen en realidad ninguna protección eficaz contra los débiles aumentos de intensidad de la corriente; se calculan los diámetros por aplicación de la ley de Joule, sin tener en cuenta la distancia de los extremos de conexión, su masa, la posición vertical ú horizontal del hilo fusible, los fenómenos de licuación producidos en la aleación empleada, las modificaciones moleculares sobrevenidas después de un largo servicio, etc. También se ven con frecuencia plomos que resisten á una enorme sobrecarga.

Es preciso reconocer que los hilos de cobre y plata que se han ensayado para sustituir al plomo no ofrecen más seguridad. Los aparatos electro-magnéticos funcionan mejor; tales son, por ejemplo, los interruptores automáticos americanos, llamados *inverse-time-element*, que cortan el circuito con una rapidez tanto mayor cuanto más exceda la corriente de su intensidad normal; se dice que regulan la corriente á cerca de 5 por 100. Desgraciadamente, estos aparatos no son utilizables para las corrientes alternativas.

Resulta de lo que precede que es una ilusión el admitir que los cortacircuitos deben obrar necesaria é instantáneamente cuando se establece un corto circuito á través del cuerpo de un hombre

entre dos polos contrarios ó en la tierra. La variación de intensidad es desde luego demasiado pequeña; así una corriente alternativa de 2.000 voltios de tensión, con 40 pulsaciones, recorriendo una línea de un cuarto de *microfaraday* de capacidad, someterá á una persona no aislada que la toque á una corriente de cerca de un décimo de *ampere* (100 *milliamperes*), más que suficiente para causar la muerte sin remedio, y que, sin embargo, no podría de ningún modo hacer funcionar el aparato de seguridad. Es necesario observar además que el efecto térmico producido, según la ley de Joule, es función del tiempo, mientras que el choque eléctrico determina una acción fisiológica instantánea. No se debe, pues, contar en realidad con los cortacircuitos más que para interrumpir la corriente en caso de rotura de línea y caída al suelo de las canalizaciones: nos consta que ni aun entonces funcionan siempre.

Se puede sacar mejor partido de los aparatos de seguridad, aumentándolos y colocándolos al comienzo de cada rama, de modo que se separe del circuito toda parte de canalización en la que se produjera un accidente; se puede dar así á los aparatos un máximo de sensibilidad que sería intolerable tratándose de líneas principales; porque cortaría con mucha frecuencia la corriente, haciendo imposible toda explotación regular.

Se han dado numerosas disposiciones para evitar los peligros de un contacto de hilos telegráficos ó telefónicos con canalizaciones de transporte de energía. Como resultado general, estos hilos deben pasar siempre por encima de las canalizaciones; la protección debe, pues, estar aplicada sobre éstas. Para los conductores aéreos de tranvías, que deben quedar abordables por debajo, el medio más sencillo y extendido consiste en recubrir estos conductores con una lámina aisladora de madera; pero este sistema es poco estable. Mr. Ernest Gérard ha propuesto el revestir la parte superior del conductor con una tira de caucho, perfectamente adherida sobre el metal, lo que asegura una protección perfecta y duradera.

Para las canalizaciones de transporte de energía, la Administración francesa impone generalmente el empleo de una especie de jaula, cubriendo el cable en todas partes donde el contacto es peligroso; impide en absoluto á todo hilo superior que pudiese romperse el tocar el conductor á alta tensión.

Frecuentemente se tiende entre los conductores que se cruzan una red ó alambrada formada de hilos paralelos, bien de hierro de 4 milímetros de diámetro, bien de cobre de 2 milímetros, unidos cuidadosamente á tierra. En caso de rotura del hilo telegráfico ó telefónico, y de contacto con el conductor inferior, á pesar de la protección de la red, el hilo será recorrido por una corriente muy intensa, que lo fundirá, cortándolo inmediatamente. Es fácil calcular la resistencia máxima x que debe tener la toma, á fin de que la corriente no alcance una intensidad F suficiente: para un voltaje E de la distribución de energía se tendrá $F = \frac{E}{x}$.

Los hilos telegráficos y telefónicos, cuya luz es generalmente enorme, se rompen con más frecuencia que las canalizaciones aéreas de transporte de energía, cuya división, en general bastante considerable, da un aumento de garantía por el metal, y que son tendidas á trechos de 40 á 60 metros de más.

AIMÉ WITZ

(Concluirá.)

MINISTERIO DE AGRICULTURA INDUSTRIA, COMERCIO Y OBRAS PÚBLICAS

REAL ORDEN.—(Conclusión.)

5.ª Que se manifestase al Ingeniero Jefe de la División de ferrocarriles, que había extrañado á la Junta que en su informe