

CANALES INTEROCEÁNICOS

DEL DARIEN AL TEHUANTEPEC

Estudio presentado al Congreso Hispano-Americano, por Don GABRIEL M. CAMPO, Vocal de la Comisión octava de dicho Congreso y autor de varias obras.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Desde que Vasco Núñez de Balboa descubrió el mar Pacífico en la mañana del 25 de Septiembre de 1513, quedó iniciado el problema de la cortadura del istmo americano.

Saavedra, en 1520, proponía cortar el Darien; pero el más explorado fué Tehuantepec, por Sandoval y Ordaz, en Méjico, cumpliendo órdenes de Hernán-Cortés, años de 1535 al 37. Descubierta por Gonzalo de Avila en 1521 el gran lago de Nicaragua, se creyó por un momento resuelto el problema de haber encontrado un paso franqueable á la navegación entre el Atlántico y el Pacífico. En 1781 Inglaterra enviaba á Nelson á Nicaragua con la importante misión de apoderarse del lago, fracasando en su cometido. Algunos años después los Estados Unidos enviaron á Walker con igual misión; pero Inglaterra intervino de nuevo, tomando bajo su protección á los indios de la costa de los Mosquitos.

Hicieron estudios en Colombia por Andoaga, Acosta, el barón de Humboldt, á los que siguió la primera concesión dada á Thierry en 1825, abandonada, y, por fin, la del proyecto de L. N. Wyss, cuyo trazado fué la base de la concesión original otorgada por el Gobierno de Colombia, según ley de 18 de Mayo de 1878, aceptado por la Sociedad Universal presidida por M. Lesseps, y cuyos trabajos, hasta M. Leon Boyer, que pereció víctima de las fiebres del país en Abril de 1886, y que había sustituido á M. Dingler, el organizador de los trabajos (que había perdido asimismo á su esposa y dos hijos, víctimas de las fiebres) son tan conocidos.

Desde estos acontecimientos empezó el pánico, faltó la fe, y el Marqués de Campo, conector de todo, en Junio de 1886 invitaba á Lesseps á aceptar su concurso; mas el comisionado especial que vino á Madrid no pudo llegar á un acuerdo, y siguieron las vacilaciones y las reformas al proyecto con la entrada de nuevos Directores partidarios del establecimiento de esclusas unos, otros del establecimiento de grandes lagunas (es decir, una imitación artificial en terrenos de dudosa consolidación de lo que ya son por naturaleza los pasos de Nicaragua y Tehuantepec); así se han perdido los últimos diez y siete años, pasando el problema íntegro al siglo XX.

Quedan, pues, en igualdad de condiciones los proyectos de Nicaragua y Tehuantepec, que necesariamente habían de construirse con esclusas, cuyo número se reducirá notablemente por nuestro sistema de tunelación en las divisorias economizando los canales de alimentación.

En 1896 escribimos nuestra Solución Práctica para la construcción del Canal á nivel constante en Colombia. Hoy que nos consta la obstinación de la *Nouvelle Société* desnaturalizando el proyecto de la concesión, preferimos por su posición el Tehuantepec ó Nicaragua con climas más benignos para la construcción y la navegación.

SOLUCION PRÁCTICA

El fracaso de la primera Sociedad del Canal de Panamá, debido principalmente al error de querer ejecutar á *cielo abierto* trincheras de más de 100 metros de altura, cuando la mayor construida por los hombres no excedía de 56 metros, y, en general, habiendo demostrado la práctica la necesidad de revestir, cubrir ó tunelar todas las trincheras que exceden de 30 metros de altura, nos hizo pensar en la tunelación de gran sección, empleando los elementos hieno ó acéro y madera; expusimos nuestro pensa-

miento á notables Ingenieros de España y del extranjero y nos celebraron la idea, que había sido olvidada de los Ingenieros de la primera Sociedad de Panamá, idea que habria salvado á Lesseps si hubiera cedido la ejecución del Canal al primer Marqués de Campo, que nos había confiado en América, en 1882, el estudio del problema prácticamente, y que posteriormente enviaba una comisión científica en el vapor *Magallanes*, en su amor y entusiasmo por la grande obra. Al regreso de la comisión científica del *Magallanes*, el Marqués de Campo ofreció á Lesseps el capital necesario, 400 millones, para ejecución y terminación del Canal Interoceánico, á condición de cederle la ejecución de la obra y pasar de uno á otro mar con el primero de sus buques; Lesseps, si bien aceptaba el concurso del Marqués de Campo, no quiso ceder en lo de la ejecución de la obra, y el Marqués pensó entonces en el Nicaragua, que nos mandó estudiar; mas nuestro informe fué el de la preferencia por un *Canal á nivel constante para la grande navegación*, y esto sólo lo creemos posible en el istmo colombiano en Panamá, Darien ó San Blas. *Nuestra tunelación para las grandes trincheras, hace prácticos los pasos del Nicaragua y Tehuantepec*, pudiendo establecer grandes trayectos horizontales, fijando como limite ascendente el nivel de los mayores lagos, *suprimiendo por innecesarias todas aquellas esclusas que necesitaban por su altura alimentarse con canales de derivación*.

La mejora, la transformación, económica y prácticamente considerada, se impone, y es llegado el momento de ejecutar la obra universal, que es la mayor base de engrandecimiento para el porvenir y la llave del comercio del mundo que Dios confíara á las naciones del istmo desde el Darien al Tehuantepec.

Nuestro sistema práctico resuelve de hecho las dificultades de la primera obra del mundo, permitiendo el paso de los mayores buques á *cielo cubierto*, sin entorpecimiento de desprendimiento de terrenos ordinarios, producidos por la acción de los cambios atmosféricos, ó extraordinarios, como los terremotos, pues la elasticidad para la vibración de los elementos componentes de nuestra bóveda, se adapta á la de los fenómenos sísmicos con grande ventaja sobre las bóvedas de fábrica de ladrillo ó sillerías.

En las dimensiones de la concesión para el Canal de Panamá ya estuvo previsto el caso de la *tunelación*, diciendo: «que pudiesen transitar los buques con los masteleros de gavia calados».

Nuestro *cimbraje* se compone de cuchillos compuestos de *dovelas de cruces*, que pueden, como las celosías de los puentes metálicos, *descomponerse ó armarse para el recambio de piezas en caso necesario*. La colocación de un cuchillo de arco apuntado de 22×30 ó de 20×25 cada dos metros lineales, cubriendo el dicho espacio con tablas ó traviesas de madera de roble, caoba, madera-hierro ú otras maderas duras del país, nos dará una bóveda de conservación excelente y de fácil renovación por medio de un bridaje colocado en los cuchillos que da cabida á una traviesa, pudiéndose correr las demás por medio de las palanquetas, manejadas por dos hombres, que, sobre una tabla de 2,50 metros y apoyados en las cruces de los cuchillos, pueden recorrer éstos por medio de este sencillo sistema de andamiaje y hacer la pintura, el embreaje y el recambio de las traviesas con mayor facilidad que lo verificamos en la conservación de los ferrocarriles y con menor riesgo, ó, mejor dicho, con ningún riesgo en la explotación.

Tenemos hierros y bronce de la época romana; tenemos maderas en excelente conservación cubriendo edificios de la época goda, y tenemos roble sacado de debajo del mar, de buques encallados hace más de trescientos años y que seguramente en igual estado duraría otros trescientos; así es que, aunque previsto el caso de recambio de piezas para la conservación, ésta sería casi nula y seguramente menor que la de un canal ordinario ó ferrocarril.

En la antigua y en la nueva Sociedad del Canal de Panamá existían multitud de proyectos y sistemas para la ejecución de la obra; *ninguno se funda en nuestros elementos ni le es parecido*

en lo más mínimo. Presentamos nuestro proyecto á la Comisión liquidadora de la anterior Sociedad y después á la Dirección de la actual *Nouvelle Société*, que, acusándonos recibo la tiene en su biblioteca, creemos que para su estudio. No decimos más por que esperamos que los acontecimientos lleven providencialmente las cosas al destino que Dios las designara.

Sentimos, y no queremos pase sin protesta, que pudiéndose terminar el canal dentro del siglo XIX, á haber creído Lesseps al Marqués de Campo, finalice el siglo sin la obra, por no haberse entendido estos dos genios, á quienes hará justicia el siglo XX al primero, porque en la época de su energía sostuvo la ejecución del canal á nivel constante, como en Suez, y al segundo, porque después de conocido el verdadero obstáculo de Panamá, puso á disposición del anterior todos sus capitales y elementos con tal que se le entregase la ejecución y se le dejase pasar con su primer buque dentro de las condiciones de la concesión calando masteleros, pues la bóveda ó cimbraje de hierro ó acero y madera, era el secreto merced al cual la obra podía desarrollarse y los buques pasar aun antes de cuatro años.

Prácticamente debemos manifestar que la canalización de la cuenca del *Mindi* y *Chagres* no ofrece ni siquiera las dificultades en la canalización y navegación de las avenidas del río *Guadaluquivir*, desde la Barra de Sanlúcar á Sevilla. Las de *Rio grande* es exactamente la canalización del *Nervión* ó ría de Bilbao. Y el centro ó región de las trincheras, un sencillito problema de perforación y revestimiento á sección menor que muchos arcos de puentes y muchas bóvedas de catedrales y donde la mayor altura ó apuntamiento del arco está en razón directa de la mayor estabilidad y resistencia.

Tenemos construido un modelo á escala de 1 : 50 en maderas y arcadas de plancha de cobre, inferior en resistencia al hierro y al acero y lo usamos como más dúctil para el pequeño modelo; hemos verificado con el mismo toda clase de resistencia, hasta un peso cuádruple del natural á su tamaño, y el modelo conserva su perfección como al salir de manos del artífice.

Para la rapidez de la ejecución del trabajo, pensamos utilizar primeramente el sistema de pozos verticales, uno cada 500 metros, á fin de que la sección horizontal de ataque ó avanzamiento quede reducida á 250 metros, una sección general de tres dovelas por costado, aun adelantando sólo un metro por día en cada avanzamiento, nos pondrá en comunicación todos los pozos verticales antes del año de trabajo. Comunicados todos los pozos horizontales por el completo de los avanzamientos, podrá hacerse rápidamente la extracción de los productos de las secciones descendentes de las dovelas 3 al 6 por medio de trenes, comunicando á las bocas de túnel por una vía, y si necesario fuese en las demás, con la colocación de dos y tres vías escalonadas en ladera hasta el suelo del Canal.

Nuestro sistema, pues, permite el recuperar todo el tiempo perdido y hacer el Canal antes de cuatro años.

Asimismo es tres veces más económico que todos los demás sistemas, cinco veces más que la tunelación en sillería y cuatro veces más que en ladrillo.

Como el cubo de terreno á extraer es de unos 25 millones de metros cúbicos en lugar de 120, siendo la masa á renovar cuatro veces menor, aunque se necesitarán obreros más diestros, mineros y montadores, la masa de obreros se reducirá en cuatro quintas partes, así como los artefactos, máquinas y elementos á acumular y los de sostenimiento ó alimentación, bastando para nuestro caso, con raras excepciones, los que facilite el tráfico y comercio establecido en el mismo país de la obra.

CUESTIÓN FINANCIERA.—Grandes son las dificultades con que tropieza la actual *Nouvelle Société* del Canal de Panamá, por falta de decisión en la resolución del problema, científica y prácticamente; el mundo financiero necesitaba de claras decisiones de los nuevos hombres, no de vacilaciones, y el *raport* publicado por éstos á mediados de 1895, revelando mucho estudio y abnegación de parte de sus facultativos que visitaron el Canal, no lograron infundir al Consejo de la Sociedad la vocación, la ener-

gía y la fe que se necesita para vencer, como la tuvo Fernando Lesseps para dar al mundo la obra de Suez. Si el *raport* hubiera contenido decisiones enérgicas que resolvieran las anteriores dificultades, el mercado financiero hubiera respondido en el acto. No fué así, y el cansancio no sólo alcanzó á los antiguos interesados, sino á los nuevos, y mucho tiempo creemos pasará antes de que los mercados financieros, especialmente de Francia, salgan de su aletargamiento.

La obra de un canal á nivel y en recta entre Colón y Panamá por nuestro proyecto, sólo costaría 274 millones de francos, que, con intereses imprevistos, etc., elevamos nosotros á 300 millones de francos.

Para el Nicaragua nuestro sistema de tunelación en el istmo de Rivas resuelve el problema de conducción de las aguas alimentando por su nivel las esclusas descendentes al mar Pacífico; y en el *Tehuantepec* proyectado con 120 esclusas para cuyas maniobras se calculaban doce días de navegación, podrán reducirse las esclusas á 16, y el trayecto á tres días con tunelación en las divisorias del Coatzacoalcos y Chimalapa á las grandes lagunas de Salina Cruz y de Ventosa en Tehuantepec; economizándose el Canal de derivación de 44 kilómetros que se proyectaba para la alimentación de las esclusas altas de las divisorias, que con nuestro sistema son ya innecesarias, siendo nuestro punto de nivel más alto el de las grandes lagunas en los estiajes reduciéndose notablemente el coste del Nicaragua y á unos 500 millones el coste de Tehuantepec.

El término medio de tránsito será de 7 millones de toneladas que, á 15 francos una, representa anualmente 105 millones de francos; descontados 5 millones por administración y 10 por conservación en los primeros años, nos quedará anualmente 90 millones de francos líquidos, para intereses y amortización del capital que no sea de fundación.

La suscripción á 5.000 particiones de fundación del nuevo Canal á 2.000 pesos una, siendo módica para el país y desembolsada en cuatro años, á 500 pesos cada año, nos da la base del capital nacional ó de naciones confederadas que acudan al llamamiento para esta obra. Los 10 millones de pesos formarán la reserva metálica de la nueva Empresa ó Sociedad del Canal, que estará autorizada á emitir al final de cada mes una suma igual á la invertida en las obras, en billetes llamados «Gold notes Inter-oceanic Canal», los cuales serán admitidos por todo su valor para el pago de los derechos del tránsito del Canal á razón de cinco francos por cada peso ó de una libra esterlina cada cinco pesos, á partir del quinto año de la fecha de su emisión.

El pago de los derechos del tránsito del Canal habrá de ser precisamente en oro, á razón de 15 francos la tonelada de arqueo, al tenor de las reglas establecidas en Suez. La libra esterlina se considerará para el pago de los derechos como 25 francos oro, así como los «Golds notes Inter-oceanic Canal», en las condiciones arriba referidas. Los «Golds notes» recogidos cada mes serán tallados á presencia de una Comisión compuesta de un agente del Gobierno y de los del Cuerpo consular de las Naciones que estén representadas en el territorio atravesado por el Canal, que ellos mismos designen. El sobrante de la recaudación mensual, después de cubiertos los gastos de conservación del Canal y amortización de los «Golds notes» que se presenten como efectivos se repartirá entre los socios fundadores y el Tesoro nacional, según se convenga en la nueva concesión, ó haya de darse una participación por la reivindicación de las anteriores concesiones.

Los «Golds notes» ó billete del Canal tendrán curso universal y voluntario y se dividirán en cinco series:

A De 100 soles, equivalente á 500 francos, ó sean 20 libras esterlinas al quinto año de su fecha.

B De 20 soles, equivalente á 100 francos, ó sean cuatro libras esterlinas, al quinto año de su fecha.

C De 10 soles, equivalente á 50 francos, ó sean dos libras esterlinas al quinto año de su fecha.

D De cinco soles, equivalente á 25 francos, ó sea una libra esterlina al quinto año de su fecha.

E De un sol, equivalente á cinco francos, ó sean cuatro cheques, al quinto año de su fecha.

La reserva metálica del capital de fundación cambiará en todo tiempo á los trabajadores del Canal los «Golds notes» de la serie *E* por pesos del país.

Las series *D* y *C* se canjearán por «Golds notes» de la serie *E* á los contratistas, destajistas y abastecedores de efectos para el trabajo, autorizados oficialmente por la Empresa como intermediarios.

Las series *B* y *A* se destinarán á los pedidos que de todas partes del mundo se reciban para utilizarlos al pago de los derechos del tránsito del Canal, sin perjuicio del curso universal de las series *D*, *C* y *E*, que también serán admitidas á la par establecida para el pago de los derechos del tránsito del Canal, á partir del quinto año de su emisión.

Nuestro presupuesto fué formulado como sigue para el trayecto en recta y á nivel entre Colón y Panamá:

	Millones de francos.
25 millones de metros cúbicos de terreno á remover y extraer á cielo cubierto y á 5 francos la unidad.....	125
100 pozos estaciones para extracción de productos, con sus máquinas de vapor, á 100.000 francos una.....	10
25.000 arcadas, pesando 7 toneladas una, ó sean 175.000 toneladas, á 300 francos tonelada.....	52½
2.500.000 tablas ó traviesas roble, de 2 m. $\times$ 0,25 $\times$ 15, á razón de 5 francos una.....	12½
1.500.000 metros cúbicos de mampostería hidráulica, á 30 francos el metro cúbico con andamiaje.....	45
Material de extracción, vagones, carriles, locomotoras, etc.....	5
Imprevistos y agotamientos.....	20
Gastos de administración, cuatro años, á un millón de francos cada año.....	4
Son francos en millones.....	274

Sólo las arcadas de hierro ó acero, los cementos y el material de carriles, vagones, locomotoras y máquinas de los pozos tendría que adquirirse de Europa ó Norte América, importante todo ello unos 67 millones de francos; lo demás se obtendrá en el país ó con brazos que vivirán en el sitio de la obra y aceptarán la moneda del país ó el «Gold notes», serie *E*, que proponemos.

Obtenidas las arcadas, la obra en general se reduce á una cuestión de alimentación. El establecimiento de verdaderos almacenes de Economatos que faciliten á los obreros cuanto necesitan en vestido, calzado y alimento, será una de las primeras atenciones que deben prevenirse poco antes de empezar las obras. Las industrias de las naciones que quieran acudir en apoyo de la obra, ya se reunirán para facilitar los medios, alentadas por el beneficio que el grande consumo asegurado de la obra pueda reportarles. La población trabajadora será tan importante para el consumo como una plaza abierta al comercio que en la región del Canal viniera á establecerse.

Como elementos de este servicio, serán muy convenientes dos vapores que en turno vengán mensualmente y regresen cada uno de ellos en servicio alterno para llevar y traer, ya de Norte América, ya de Europa, tanto el personal como la alimentación, hasta que éste se acostumbre á los alimentos del país ó identifique con el mismo. Debería darse ventajas á los trabajadores que viniesen organizados en familias, concediéndoles el Gobierno los lotes de terrenos para su establecimiento en la zona del Canal, á fin de que, terminadas las obras se dedicasen estos brazos á la agricultura ó industrias, pues conocemos el istmo y podemos asegurar que tanto en la región del Darien ó San Blas, pero mejor aún en la de Colón á Panamá, pueden derivarse de sus ríos las aguas suficientes á convertir más de 100.000 hectáreas en fertilísimas huertas, por medio de los sistemas de irrigaciones iguales á los empleados en España en las frondosas huertas de Valencia y Murcia, y para las industrias existen cuantiosos saltos de agua que, combinados con los sistemas de riegos, podrán

subvenir á todas las necesidades de la fabricación del país y molinos, á las del Canal para su alumbrado eléctrico en los túneles y á la acumulación de fuerzas eléctricas sobrantes, ya para remolcadores, y en general para evitarse el empleo de carbones de procedencia europea, carísimos á tan larga distancia para el movimiento de sus artefactos. *Estas mismas ventajas é industrias serán aplicables á la zona del río San Juan en el Nicaragua y al Coatzacoalcos y Chimulapa y trayecto descendente al Pacífico en Tehuantepec*, y deben pedirse á los Gobiernos en las nuevas concesiones las zonas necesarias á ambos lados del Canal para su establecimiento.

Para los Estados hispanoamericanos la región del istmo con la obra del Canal Interoceánico, será el emporio de su riqueza y el centro donde se reunirán las flotas de todas partes á tomar órdenes, y sabido es que en las épocas de contra monzones en Asia, gran parte de la navegación del extremo Oriente y Oceanía, le convendrá más tomar este paso para regresar á los mercados de Europa con sus expediciones.

Para terminar, diremos «que nos consideramos simples soldados al lado de Lesseps y del Marqués de Campo; que de ellos aprendimos muchísimo que nos sirve de experiencia para esta obra».

Que al pedir la concesión, ya los Gobiernos de Colombia, por medio de su Ingeniero representante, previeron el caso de la tunelación y que la gran dificultad de la obra sería la de sus grandes trincheras, mayores que las conocidas hasta la fecha, hechas por los hombres.

Que el primer Marqués de Campo estudió con verdadero entusiasmo la obra, y conocidas sus dificultades por mí y por sus delegados en la expedición del *Magallanes*, tuvo la abnegación de ofrecer á aquél su apoyo y cooperación con capitales suficientes á terminar la obra, si le entregaba la ejecución para el paso de su primer buque, y no habiendo llegado á un acuerdo con Lesseps, aparentó ser de su opinión, para no perjudicarlo en Panamá, y renunció á la gloria que con sus elementos seguramente hubiera obtenido realizando nueva concesión en el San Blas ó en el Darien. El uso de los elementos de hierro, acero ó madera, no se ocultó al Marqués de Campo, pues era su secreto, que nos dió pie para seguir labrando su idea.

Confesamos que nada seríamos en este asunto sin la labor de los hombres citados; á partir de ellos, y especialmente del último, que nos dió sus medios, nuestra arcada, que verdaderamente tiene de idea propia su *descomposición en dovelas de cruz metálica*, posible de manejar por dos hombres para el roblonaje, con un peso cincuenta veces menor que el de una dovela de sillería de igual efecto útil, imposible ésta de manejar bajo tierra sin el auxilio de gruas, ni éstas de moverse, por impedirlo las entibaciones subterráneas, mientras nuestra dovela y su tablonaje sirven ellas mismas para sostener el terreno sin entibaciones.

En una palabra: para tunelar á grandes luces, bien en sillería, sillarejo ó ladrillo, necesitábase inventar un cimbraje especial que á su vez hiciera la *conquista del terreno en la galería minera*, evitando así la entibación. Inventado nuestro cimbraje de dovela desarmable, éste había de sostener la presión del terreno más la de la bóveda, especialmente en el caso del ladrillo, hasta que se verificase la solidificación ó el fraguado de los morteros, *pues mejor sostendrá nuestro cimbraje el terreno solo*; y si el hierro y la madera, puestos en buenas condiciones de conservación, está hoy empleado en los mejores edificios del mundo, ¿por qué no dejarlos perennes en la bóveda de un túnel cuando la conservación puede realizarse, y cuando la descomposición de los elementos hierro y maderas escogidas, es menor que la del ladrillo y de algunas calizas y areniscas y aun graníticas, que se descomponen á la acción del sol ó á la humedad? En el túnel de bóveda de obra en ladrillo ó sillería, ¿dónde apoyaríamos los andamiajes, en el caso de una reparación, *que no impidieran el paso del Canal*? En nuestras arcadas, ya lo hemos dicho, basta una tabla de 2,50 metros de largo para recorrerlas todas, en el sentido y dirección que se desee, y la subs-

titución de una traviesa de la bóveda es más fácil que la de una traviesa en la vía en un ferrocarril.

Lo decíamos en 1896: «no podemos resignarnos á que termine el siglo XIX sin que los buques de la navegación de altura no hayan cruzado de uno á otro Océano el istmo». Tenemos la solución para terminar el Canal hasta en dos años, si preciso fuese, para no tener improductivos los capitales que acudiesen á la obra.

Nuestro sistema financiero de emisión de billetes oro para el pago de los derechos del tránsito de los buques por el Canal, dejaría libre la propiedad para el Estado y los fundadores, á partir del sexto año de la inauguración y desde ella misma la transformación en un capital, sólo apreciable por el resultado que dieron las fundaciones de Suez.

Elegidos hombres enérgicos para llevar adelante y desarrollar las ideas, sobraremos soldados para ejecutarlas.

Confiamos en los designios de la Providencia que contribuiremos á la obra, en lo que se nos designe por ella, y que nuevas resoluciones serán adoptadas para la ejecución rápida de la obra universal.

REVISTA EXTRANJERA

Accidentes causados por la electricidad.—(Continuación.)

Entro á tratar de otro género de accidentes: de los que ocurren en las líneas exteriores.

En esta parte, acaso más que en las fábricas, se deja sentir la necesidad de las reglas fijas.

Hé aquí un accidente ocurrido en Southampton en Diciembre de 1898:

Trátase de una instalación de 2.000 voltios.

Un jefe envía á un operario á reparar una junta de la canalización, pero había olvidado que por aquel circuito pasaba una corriente de 2.000 voltios, y tuvo el descuido de no cortar la corriente. Va el operario á realizar su trabajo, toca los conductores y cae muerto. ¿Por qué? Porque el jefe no estaba imbuido de sus deberes de comandante y no había observado en sus órdenes la regla de sucesión indispensable.

Otro accidente se produjo en Saint-Denis, en la línea de Epinay. Un operario encargado de tender un hilo telefónico. En el mismo poste había un hilo de alta tensión; el operario lo tocó, recibió el choque y cayó medio muerto.

Cerca de Besançon, el año último, se produjo un accidente del mismo género. Varios hombres encargados de tender una nueva línea paralela á otras existentes, son víctimas del accidente por olvidar que las líneas antiguas estaban en carga.

Dando bien las órdenes se evitarían estos accidentes.

Varias veces han ocurrido accidentes por lanzar la corriente en una línea donde estaban trabajando varios operarios, sin avisarles previamente.

Se aplica en Alemania un medio bastante sencillo (aunque no deja de tener inconvenientes) para impedir que se produzcan accidentes de este género.

Cada operario tiene una medalla ó chapa, y en la sala de máquinas, en un cuadro especial, cada medalla tiene un sitio marcado y pintado de blanco, de tal manera que si falta alguna medalla, esta falta se observa inmediatamente. No se puede lanzar la corriente á la línea sino cuando todas las medallas están en el cuadro. Ocurre á veces, que un operario, al regresar á la fábrica, se olvida de poner en su sitio la medalla, pero la disciplina exige que sea castigado por su negligencia, y lo es de tal manera que no se le vuelve á olvidar.

Este sistema no es práctico para líneas de mucha longitud; en este caso se puede hacer uso del teléfono.

Hasta ahora no hemos tratado más que de los profesionales, pero hay también otra categoría de víctimas: los transeúntes.

Puede ocurrir que un conductor caiga sobre un transeúnte. En principio, no admito que pueda caerse un alambre. Se han cometido en ciertos países, en Francia principalmente, faltas graves. Para el transporte de corrientes muy fuertes, se han empleado alambres de diámetros muy pequeños, de 2,50 mm para corrientes de 4.000 voltios. Un hilo de ese grueso no puede tener las condiciones de resistencia mecánica necesarias para los choques y las intemperies.

Hasta se han empleado alambres de teléfono para conducir corrientes peligrosas.

El remedio es sencillo:

1.º No se debe permitir descender de cierto límite en el grueso del hilo.

2.º En el cruce de los caminos, se debe colocar á cada lado un poste de retención.

3.º La separación mínima de los postes debe limitarse.

Creo que el remedio es este, porque es mucho más prudente disponer las cosas de modo que el conductor peligroso no se caiga, que tratar de hacerle inofensivo cuando se cae.

He aquí algunos ejemplos de accidentes provocados por corrientes de alta tensión.

En Saint-Ouen, el 1.º de Julio de 1899, un hilo de bronce por el cual pasaba una corriente de 2.000 voltios, se rompió de modo que uno de los extremos se sumergía en un foso lleno de agua, y el otro se apoyaba en un seto y luego en el suelo.

El tiempo estaba húmedo y el circuito se completó tan perfectamente por la tierra que las lámparas continuaron luciendo á pesar de la rotura.

Dos hombres pasaron por el lugar de la rotura. Uno de ellos tocó el alambre y no experimentó sacudida alguna; así lo hizo notar al otro, y éste á su vez agarró el alambre, pero con violencia suficiente para romper el contacto del hilo con el agua del foso. Entonces toda la corriente le pasó por el cuerpo y cayó muerto.

En Watreloos se rompió una línea de 2.200 voltios. El electricista de la fábrica notó ciertas anomalías en el funcionamiento de las máquinas y envió un hombre en bicicleta á recorrer la línea.

Llegó éste á un punto en donde, por ser fiesta, estaba el camino lleno de gente. Al llegar al sitio de la rotura, se detiene para impedir que la gente se acercara. Llega un grupo de borrachos, se burlan de lo que dice el operario, tocan el alambre y dos de ellos caen muertos. Aquí los electricistas no fueron culpables.

En 1895, en la avenida de Brugman en Bruselas, un hilo telefónico cayó sobre el hilo de trabajo de un tranvía de trole. Un transeúnte quiso retirarlo y sufrió una fuerte conmoción. Un sargento de caballería que veía el sufrimiento de la víctima, quiso cortar el hilo de un sablazo, sin pensar que la corriente seguiría por el sable como por el alambre, y el sargento cayó al suelo junto á la primera víctima. Afortunadamente no ocurrió nada grave al uno ni al otro, pero es de creer que ninguno de los dos volverá á tocar en su vida un conductor eléctrico.

Todavía hay otra especie de accidentes. Son los originados por contacto indirecto con la línea.

Recientemente se ha observado uno cerca de Roubaix: se transportaba una caldera cuyo gálibo era mayor que el del tranvía. Púsose en contacto con el alambre y todos los caballos de una fila cayeron muertos. Las personas sintieron algunas sacudidas, pero felizmente ninguna murió, ni siquiera fué herida.

A 550 voltios, que es la tensión generalmente empleada en los tranvías, es muy raro que ocurran accidentes mortales, á menos de que la víctima esté en condiciones fisiológicas inferiores, estando, por ejemplo, alcoholizada.

No continuaré con esta lúgubre enumeración de accidentes, pero me permitiré añadir algunas palabras más.

En general, lo que se le puede reprochar á la electricidad, es la invisibilidad del peligro, y contra esto no hallo más remedio que el de difundir el conocimiento de este peligro, por todos los medios que estén á nuestro alcance.

El asomarse al pretil de un puente, el cruzar un camino de hierro, se hace con precauciones, porque el peligro es visible.

Pero lo que no se ve, lo que no tiene nada que lo indique, es que ese alambre que estamos acostumbrados á ver desde la infancia y que nunca ha hecho mal á nadie, se haya convertido en peligroso desde que no se limita á transmitir despachos telegráficos.

Creo que debemos anunciar ese peligro á todo el mundo, para que todo el mundo sepa que si la electricidad nos presta grandes servicios, exige en cambio muchas precauciones y mucho respeto.

Cuando ocurra un accidente en nuestras líneas, no debemos ocultarlo, por el contrario, debemos hacer que se sepa por todos. El público no cree en el peligro y hay que desengañarlo.

No hay que hacer más que una cosa, instruirlo; para eso están la escuela y el ejército.