

Llegamos ahora, siguiendo á la revista citada, á un punto de bifurcación, de donde se puede llevar, de un lado, las aguas del lago de Oredon; y de otro las del lago del Oule. De aquí parte un nuevo canal de 5,5 kilómetros de longitud, próximamente, que puede consumir 3.000 litros por segundo.

Este canal termina en un depósito de 3.000 metros cúbicos de capacidad formado por un túnel de gran sección de 100 metros de longitud que termina directamente en la cámara de puesta en carga.

*Organización de la fábrica.*—Sin entrar en detalles respecto á los estudios hidráulicos diremos que ellos han demostrado la posibilidad de asegurar un caudal continuo de 2.050 litros por segundo en estío y de 1.600 litros en invierno, correspondiendo, para el salto neto de 110 metros á la entrada de las turbinas, á una potencia media de veinticuatro horas, igual á 14.600 *pon-celcts* en estío y 11.400 en invierno.

La fábrica contendrá siete grupos generadores independientes, correspondiendo á unos alternadores de 3.300 kilovoltamperios cada uno, debiendo estar seis grupos simultáneamente en servicio y el séptimo en reserva, ó sea en total un equipo de 23.100 kilovoltamperios.

De la cámara de puesta en carga parten siete cañerías de 560 milímetros de diámetro interior, pudiendo consumir 675 litros á la velocidad de 2,75 metros por segundo.

Como el nivel en la cámara de puesta en carga varía entre las cotas 1.765,60 y 1.761,24 y el piso de la fábrica está en la cota 1.016,50, se obtiene así un salto bruto de 746,50 metros ó uno neto medio de 710, deducidas las pérdidas de carga en las cañerías.

*Instalación interior.*—Esta instalación constará de siete grupos electrógenos, comprendiendo cada uno una turbina hidráulica de 5.000 caballos, girando á la velocidad de 500 vueltas por minuto, acoplada á un alternador trifásico, del tipo uniforme ya indicado.

Dos grupos electrógenos comprendiendo cada uno una turbina de 450 caballos, acoplada: a) á una primera dinamo, de corriente continua á 125 voltios, de una potencia de 55 kilovatios, destinada á la alimentación de los servicios auxiliares de la fábrica; b) á una segunda dinamo de corriente continua, también de 125 voltios, capaz de asegurar la excitación de los siete alternadores, suponiendo que funcionan simultáneamente. La potencia de esta dinamo es de 195 kilovatios.

**D. GRUPO DE LAS FÁBRICAS DEL VALLÉ DEL TET (PIRINEOS ORIENTALES).**—Se compone de dos fábricas ya construídas, las de La Cassagne y Fontpédrouse.

1.<sup>o</sup> *Fábrica de La Cassagne.*—Para alimentar á esta fábrica se ha transformado un estanque natural, llamado Les Bouillou-ses, en un depósito de embalse, cerrando su desagüe por un muro de 15 metros de altura y de 300, próximamente, de longitud; estas aguas se utilizan para elevar el caudal del Tet en caso de penuria. Una toma practicada en el río, varios kilómetros agua abajo de la presa, las lleva á una cámara de puesta en carga, de donde parten las cañerías forzadas. La altura del salto es, próximamente, de 430 metros. La fábrica está equipada para 5.000 caballos; las generatrices suministran á la vez corriente continua á 800 voltios para abastecer la porción de línea próxima, y corriente trifásica que se envía á las subestaciones alejadas para ser transformada en corriente continua.

Los nuevos proyectos, todavía poco adelantados, comprenden la creación de un estanque artificial de 6 á 10 millones de metros cúbicos en las cercanías de los Bouillousés. El aprovechamiento de esta nueva reserva es verosímil que lleve un refuerzo á la fábrica de La Cassagne.

2.<sup>o</sup> *Fábrica de Fontpédrouse.*—Inmediatamente agua abajo de la fábrica anterior, está establecida la toma de agua de la de Fontpédrouse que utiliza las aguas del Têt y las de su afluente Riberolle:

El caudal mínimo de 1.500 litros por segundo, y el salto neto

de 175 metros, aseguran una potencia continua disponible de 2.600 caballos sobre el árbol de las turbinas (esta potencia puede elevarse á 3.600 caballos durante una ó dos horas gracias á las reservas de agua disponibles). El precio de costo del caballo instalado es, próximamente, de 250 francos.

Los dos grupos electrógenos comprenden cada uno una turbina doble del género Pelton y un alternador monofásico de 1.375 kilovatios á 13.500 voltios, 16  $\frac{2}{3}$  períodos.

Están en estudio otras fábricas, pero, según el artículo que extractamos, no pueden todavía darse sobre ellas datos precisos.

## Los Estados de la Europa Central y la Convención Internacional del Metro

por

**CH.-ED. GUILLAUME**

Director de la Oficina internacional  
de Pesas y Medidas.

### LOS TRABAJOS DE LA OFICINA INTERNACIONAL DE PESAS Y MEDIDAS

En el *Le Génie Civil* se ha dado la traducción de un artículo publicado en la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieuer*, por el Dr. Plato, Consejero íntimo de Gobierno y miembro de la Comisión imperial de Pesas y Medidas. Después del comentario hecho á esta exposición por el Sr. Perot, concebido en un espíritu particular, y tratándose de un asunto que me es familiar, me creo obligado á hacer algunas consideraciones.

El autor se formula en resumen la siguiente pregunta: ¿Es de desear que los Imperios centrales queden adheridos á la Convención del Metro? Se contesta con las dos proposiciones siguientes:

1.<sup>o</sup> En los años posteriores á la guerra actual, los representantes de los Imperios centrales tendrán que sufrir en muchos países una acogida totalmente desprovista de cordialidad, lo que hace deseable su abstención en lo referente á las Asociaciones internacionales.

2.<sup>o</sup> Respecto al Servicio de Pesas y Medidas, ésta abstención llevará consigo inconvenientes incalculables, debido á las excelentes instalaciones metrológicas que Alemania posee.

Sobre esta segunda proposición es únicamente en lo que yo deseo insistir.

**Comparación de las unidades.**—La afirmación sobre que gravita toda la argumentación del autor, es de tal naturaleza, que arroja el descrédito sobre los trabajos de la Oficina internacional, y se comprende que yo salga á su defensa. Dice: «Las primeras comparaciones ejecutadas en París llevan la marca de una conciencia admirable y de una meticulosidad notable. ¿Ha existido el mismo cuidado de exactitud en los ensayos aislados que se han practicado más adelante bajo forma más sencilla, y no empleando más que dos unidades de comparación? Esto es lo que no está fuera de duda....».

Es conveniente explicar primeramente la alusión.

La Oficina internacional de Pesas y Medidas debía, antes que todo, realizar, con la cooperación de la Sección francesa de la Comisión internacional del Metro, los prototipos provisionales é internacionales del metro y del kilogramo, pasar después á los prototipos definitivos y determinar las ecuaciones de sus copias nacionales. En este sentido dirigió por consiguiente sus primeros esfuerzos.

Habiendo fijado los métodos de comparación, perfeccionado la termometría, constituido un personal práctico y estudiado los instrumentos auxiliares, dedicó cuatro ó cinco años de un trabajo

incesante, con un efectivo reforzado hasta el punto de aumentar en bastante cantidad el presupuesto regular, á efectuar las medidas principales y accesorias, referentes todas á la terminación de esta primera etapa de su programa. En los años 1885 á 1889 se consiguieron reunir en esta forma 30 metros y 42 kilogramos nacionales, cuyas intercomparaciones y comparaciones con los prototipos internacionales debían permitir extender por todo el mundo las unidades métricas, con la mayor precisión posible de alcanzar entonces.

Ahora bien, estas circunstancias se realizaron una vez, pero verdaderamente no podrán realizarse más, porque jamás los Estados de la Convención querrán, todos en conjunto, abandonar por varios años sus unidades, con objeto de hacerlas participar de una revisión total y simultánea de todas las ecuaciones. De hecho, cuando el Comité internacional decidió hacer la primera revisión de los kilogramos, solamente una parte de ellos volvió á la Oficina, y esto en pequeños grupos y escalonados en un período de una docena de años. Las comparaciones, sin embargo, condujeron al siguiente y muy satisfactorio resultado: Respecto á la gran mayoría de las unidades, los antiguos valores fueron hallados nuevamente dentro de los límites de la centésima de miligramo, ó sea por lo menos, aproximadamente, en unas 100 millonésimas de las cantidades medidas. No se había podido pretender más en las comparaciones fundamentales.

Respecto á los metros, las comparaciones debían comenzar en la segunda mitad de 1914; el metro núm. 18, prototipo del Imperio de Alemania, debía formar parte del primer grupo y su llegada estaba anunciada para el mes de Julio; hubiera entonces participado en las comparaciones regulares y bien ordenadas, presentando en cierta forma la solidez de las determinaciones primitivas.

Ahora bien, como lo hace saber el Dr. Plato, este metro había sido enviado prematuramente para una determinación fuera de serie. Se halló disminuido en un  $0,7 \mu$ , y este resultado es el que ha dado lugar recientemente á que los metrologistas de Berlín y Budapest duden de las actuales determinaciones de la Oficina internacional. Para justificar la duda, el Dr. Plato hace resaltar el hecho de que el prototipo del que es él uno de los guardianes, no ha sido comparado en la determinación ocasional que de ello se había hecho entretanto más que á dos unidades de la Oficina.

Por tanto, los textos están claros (1). El prototipo internacional y sus principales testigos están encerrados en un sótano profundo y por varias puertas de hierro, no disponiendo el Director de la Oficina más que de una llave de las tres que deben reunirse para poder tener acceso al sótano. Las otras dos llaves no pueden ser llevadas por sus poseedores al Pabellón de Breteuil, más que por una orden del Comité internacional y la apertura no puede tener lugar más que en presencia de dos de sus miembros. Cierto es que si la Comisión imperial de Pesas y Medidas hubiese expresado el deseo de mayores garantías, el Comité hubiera procurado complacerle dentro de los medios posibles, pero este deseo no ha sido expresado y la Oficina ha procedido como para las mejores determinaciones que le han sido pedidas fuera de los períodos previstos para las comparaciones en grupos.

La Oficina pensaba, además, haber hecho lo necesario y se va á ver que los resultados, para cuya obtención el Sr. J. René Benoit aplicó toda su ciencia y conciencia de metrologista, estaban bien hechos para confirmarle en esta idea.

Las unidades de que dispone la Oficina en tiempo ordinario

son la núm. 26 y la regla tipo III (símbolo [26] y  $[T_3]$ ); las comparaciones han dado los valores reducidos á  $0^\circ$  (1):

$$[18] - [26] = -2,54 \mu \quad [18] - [T_3] = -3,21 \mu.$$

Ahora bien, los valores admitidos para las unidades de la Oficina, en la forma en que han sido establecidas por las comparaciones en grupo con el prototipo internacional son

$$[26] = 1^m + 0,8 \mu \quad [T_3] = 1^m + 1,5 \mu (1).$$

Combinando ambos grupos de resultados, se halla para el prototipo alemán:

$$[18] = 1^m - 1,71 \mu, \text{ según } 26$$

$$[18] = 1^m - 1,74 \mu, \text{ según } T_3.$$

La diferencia es, pues, 3 centésimas de micrón, cantidad que, aparte del empleo de los métodos interferenciales, está considerada por los metrologistas como inferior á la de que puede afirmarse la realidad (2). En otros términos, las dos unidades de la Oficina dieron valores idénticos para el núm. 18.

Siendo la antigua ecuación de este último  $-1,0 \mu$ , la disminución de  $0,7 \mu$  aparece con evidencia.

Debo decir que este resultado nos causó penosas angustias, porque si no nos hubiese venido ninguna aclaración, nos habría conducido á abandonar el credo metroológico de la invariabilidad de las unidades de platino iridiado. La explicación que muy pronto se nos dió nos produjo un inmenso consuelo. Debo ahora tomar el siguiente texto de una obra más reciente del Dr. Plato, *Die Mass und Gewichtsordnung*, pág. 10: «En 1891 el metro prototipo alemán núm. 18, sufrió un accidente que hizo necesaria una nueva determinación de su ecuación» (3).

La Conferencia general de Pesas y Medidas reunida en 1907, acordó plena confianza á la Oficina:

«Oída la declaración prestada ante la conferencia general por el señor profesor W. Foerster, delegado del Imperio de Alemania y Presidente del Comité internacional de Pesas y Medidas, en la que afirma que el metro prototipo núm. 18, perteneciente al Imperio de Alemania, ha sufrido un accidente que ha hecho concebir dudas respecto á la conservación de su longitud.

.....  
»La Conferencia general:

»Declara no estar ya conforme con la realidad de la ecuación del metro núm. 18, sancionado por la primera Conferencia general.....»

Por esta declaración el incidente parecía definitivamente terminado; confieso, no saliendo del terreno de la metrología, que no comprendo por qué el Dr. Plato vuelve otra vez á ponerlo de relieve.

**La iniciativa en la alta metrología.** — Continuemos el debate. En la idea primitiva, la determinación de las unidades nacionales debe ser, no solamente el primero, sino casi el único objeto del programa prescrito á la Oficina internacional. Terminada la primera serie de determinaciones, la Oficina debía caer en un es-

(1) Ver el acta y Memoria de las sesiones de la Cuarta conferencia general, pág. 38.

(2) Las ecuaciones primitivas de los prototipos nacionales han sido redondeadas al décimo de micrón, por parecer incierto el decimal siguiente.

(3) Esta afirmación del Dr. Plato es el único documento que poseemos respecto á la fecha del accidente ocurrido al prototipo núm. 18; añade en su artículo que la nueva determinación se ejecutó en la Oficina internacional en el mismo año 1891. Ahora bien, este trabajo se menciona por primera vez en el informe remitido al Comité internacional por el Director de la Oficina en la sesión de 1901. (Acta 1901, pág. 65). Creo deber hacer esta rectificación, aunque sea de importancia secundaria.

tado de somnolencia, interrumpida por la vuelta, ocasional u organizada, de las unidades nacionales, la llegada eventual de algunas unidades geodésicas ó de termómetros pertenecientes á Institutos universitarios; en fin, la publicación de los más interesantes de aquellos resultados hallados.

Ahora bien, los primeros trabajos de la Oficina habían afirmado su vitalidad y ya cuando se distribuyeron las unidades nacionales el plan se extendió. Los éxitos alcanzados especialmente en las investigaciones termométricas dieron lugar á extender con ellas el programa, se estaban haciendo estudios muy minuciosos sobre las propiedades características de los gases; hoy se ha llegado á comprender todo el valor de ello. Un poderoso interés empezaba á preocuparse de la medida de las bajas temperaturas; se creó el termómetro de tolueno y se determinaron las condiciones de establecimiento de su escala. Se puso también una atención particular en la medida de las temperaturas por los procedimientos eléctricos.

Después se realizaron trabajos análogos en la Sección técnica de la Artillería del Ejército francés y del contacto de ambos establecimientos resultó una cooperación muy fructuosa, cuyo resultado fué la creación de muchas unidades industriales de precisión, que por su penetración en las industrias mecánicas las han facilitado un elemento importante de progreso y de economía. Varios de los Estados adheridos á la Convención del Metro han adquirido series tipos y han asegurado su multiplicación ayudándose de instrumentos copiados de los que habían servido para la ejecución del trabajo fundamental. En esta forma es como ha podido

comenzar, en las realidades tangibles de la industria, la unificación métrica, decidida por las Asociaciones internacionales y cuyo pleno desarrollo no podía ser más que la obra de un organismo técnico internacional.

El trabajo comenzado por las unidades se extendió al examen de las máquinas de medir, y si en este dominio han podido tener muy felices iniciativas los establecimientos industriales dedicados á fabricación importante, es preciso no olvidar que la Oficina internacional ha sido, desde el punto de vista del perfeccionamiento de muchas herramientas, un consejero muy indicado por su experiencia para deber ser escuchado.

La medida precisa de las longitudes de ondas luminosas ha constituido para la Oficina otro dominio de elección. Esta medida lleva consigo una parte metrológica y otra óptica. En esta última nuestras competencias eran mediocres, cuando podíamos prestar un concurso decisivo por la metrología propiamente dicha. Dos investigaciones distanciadas por una docena de años, y en las que los procedimientos interferenciales se habían elaborado primeramente por el Sr. Michelson, después por los Sres. Perot y Fabry, se ejecutaron por ellos mismos en cooperación con el Sr. Benoit, que había establecido los organismos de enlace con el metro internacional. Ambos resultados, hoy clásicos, concuerdan en una diezmillonésima aproximadamente. En esta forma, la onda luminosa ha llegado á ser un instrumento científico de medida de inapreciable valor.

II.

(Continuara.)

## REVISTA EXTRANJERA

### Resistencia al fuego de las cuerdas de amianto.

Se ha propuesto emplear cuerdas de amianto como medio de salvación en los incendios y, últimamente, unos Ingenieros rusos han hecho experimentos acerca de la manera cómo estas cuerdas resisten la acción del fuego. Una Memoria de MM. Bobaricoff y Maumornoff, da los resultados de estos ensayos, y de ella hace un resumen la *Engineering*, de donde tomamos esta nota.

En primer lugar se ha hecho constar que una cuerda de amianto con una ánima interior de diferente materia y con un diámetro de 12 1/2 milímetros soportaba 90 kilogramos con entera seguridad. Se han tomado en seguida tres cuerdas, dos de amianto y una de cáñamo; la cuerda de amianto núm. 1 tenía 25 milímetros y estaba formada de 576 ramales; y la cuerda número 2, más estrecha, de 243 ramales, en tanto que la cuerda de cáñamo estaba formada de 63 ramales. Ninguna de estas cuerdas tenía ánima interior de materia diferente. El amianto procedía del Ural y contenía una proporción de agua hidroscópica de 1,1 á 1,2 por 100.

La primera serie de ensayos se hizo con las cuerdas tal como las entregaba el fabricante. Como las cuerdas sujetas á ser expuestas al fuego son susceptibles de ser regadas, se creyó conveniente experimentarlas después de una inmersión de tres días en el agua. Se ha hecho constar que, en estas condiciones, la cuerda núm. 1 perdía 12,3 por 100 de su resistencia, y la cuerda núm. 2 un 4,4 por 100.

Se hizo una serie de ensayos con ramales extraídos de las cuerdas desarrolladas y calentadas á diversas temperaturas en un horno eléctrico Heraens, manteniendo la temperatura máxima durante tres horas. El cuadro siguiente da los resultados obtenidos.

Temperatura del horno.	CONDICIÓN DEL ENSAYO	Carga de rotura.....	Absoluta.....	PÉRDIDA DE RESISTENCIA CON RELACIÓN AL	
				Ramal no calentado.....	Ramal enfriado.....
220° C.	No calentado.....	kg. 85,0	»	»	»
	Enfriado después de calentado.	87,5	2,5	2,9	»
	Mojado después del enfriamiento.....	64,0	21,0	24,7	27,0
270	No calentado.....	80,0	»	»	»
	Enfriado después de calentado.	72,8	7,2	9,0	»
360	Mojado después del enfriamiento.....	53,5	26,5	33,1	26,5
	No calentado.....	73,0	»	»	»
	Enfriado después de calentado.	54,8	18,2	24,8	»
400	Mojado después del enfriamiento.....	42,5	30,5	41,8	22,5
	No calentado.....	85,0	»	»	»
	Enfriado después de calentado.	66,3	18,7	22,0	»
500	No calentado.....	72,8	»	»	»
	Enfriado después de calentado	54,0	18,8	25,8	»

Se hizo también una serie de ensayos con muestras calentadas y después enfriadas, cuando habían alcanzado la temperatura máxima. Se ha encontrado así que la pérdida de resistencia aumentaba con la duración del calentamiento.

Para dilucidar la cuestión de la pérdida de resistencia á consecuencia del calentamiento, se ha buscado la pérdida de peso sufrida por las muestras á consecuencia de un calentamiento de tres horas en un horno eléctrico, seguido de un enfriamiento en un aparato de desecación. Se ha encontrado que la pérdida de