

# CAPÍTULO I

## La electrificación en Europa

Por R. Jaramillo y H. Edwards.

### Francia

**E**L Gobierno Francés ha concedido a Compañías de Ferrocarriles como las del Midi, de París a Orleans y de París-Lyon-Mediterranée, grandes caídas de agua con el objeto de instalar las usinas necesarias para electrificar una buena extensión de sus líneas.

Ha declarado además de utilidad pública los terrenos necesarios para las centrales, canales, líneas de transmisión, sub-estaciones transformadoras, y en general para todas las instalaciones que requiera la electrificación.

Las Compañías Ferroviarias se obligaron por su lado a producir un porcentaje determinado de energía para la venta al público a un precio que no pasará de un máximum estipulado, y a transportar por sus líneas, previo pago de un peaje establecido, la corriente producida por particulares y que sea destinada a servicios públicos o municipales.

Las Compañías Ferroviarias, deben terminar el programa de electrificar cerca de 10,000 km. de líneas férreas en 10 años, de los cuales van ya transcurridos tres.

Fuera de las ventajas generales de la electrificación, el Gobierno Francés espera con ello ayudar en forma importante a la solución de un problema que tiene vital importancia para el país, y es el de mejorar el cambio internacional.

Francia importa hoy día más de 20 millones de toneladas de carbón al año, de las cuales 9 millones son consumidas por los Ferrocarriles. Salen por este capítulo más de 3 mil millones de francos, que influyen en la desvalorización de la moneda.

### La electrificación del Ferrocarril del Midi

Esta Compañía constituye una de las más importantes redes ferroviarias de Francia. En total cuenta con 4 846 klm. de vías férreas que se extienden desde Burdeos hasta la frontera española.

Es muy fácil encontrar en los Pirineos abundantes fuerzas hidráulicas, las principales de las cuales han permitido ya instalaciones de centrales importantes, algunas de las cuales tienen caídas de más de 750 metros de altura total. La conservación de los bosques naturales y la plantación de forestas

artificiales llevada a cabo por el servicio de Bosques Francés, impide que las laderas de los Pirineos se corran, y por ello apesar de que las corrientes de agua son de gran pendiente, las aguas en general son limpias, y al contrario de lo que ocurre en otros países, no perjudican a las paletas de las turbinas. Con la base de la fuerza producida por estas centrales, el ferrocarril del Midi está llevando a cabo el programa de electrificar 3 200 klm. de líneas. Existen ya 293 klm. electrificados, gran parte de los cuales pudimos recorrer, y apesar de que sus instalaciones no son tan bien construídas como debieran ser, el servicio es satisfactorio.

En el año en curso quedarán terminados otros 300 klm. más. (1904)

Se ha elegido como en toda Francia la corriente continua de 1 500 volts. para la tracción, y la transmisión desde las centrales hasta las sub-estaciones, se hace a 150 000 y a 60 000 volts.

### **Centrales de producción de energía**

Las Centrales de producción de energía comprenden cuatro grupos situados en los altos Pirineos.

- A. Central de Soulom.
- B. Central d'Eget.
- C. Centrales del Valle de Ossau.
- D. Centrales del Alto Ariege.

#### *A. Central de Soulom*

Esta central que tuvimos ocasión de visitar está a pocos kilómetros de la estación de Pierrefitte y en la vecindad de los torrentes de Pau y Cauterets, cuyas aguas aprovecha por medio de dos canales. El agua que viene

de Cauterets conduce un mínimun de 1 500 litros por segundo, y un máximun de 3 100 litros. Tiene un largo total de 4 klm. de los cuales 3 700 metros son de túnel. La caída total es de 250 metros con lo que se obtiene una potencia mínima de 3 750 caballos. Tres tubos de 810 mms. de diámetro construídos de planchas de acero de un espesor que varía desde 7 mm. hasta 20 mms. llevan el agua a tres ruedas Pelton montadas en el mismo eje que los alternadores. El canal que trae el agua del torrente de Pau tiene un largo de 6 klm. 300 metros, y utiliza 4 400 litros de agua por segundo. Todo el canal es en túnel. La caída total es de 116 metros.

Tres cañerías de 1 m. 20 de diámetro construídas de planchas de acero, de 7 a 13 mm. de espesor conducen el agua desde el canal hasta las turbinas Francis montadas sobre el mismo eje que los alternadores. La central de Soulom produce 8 750 caballos.

#### *B. Central D'Eget*

Está situada en la parte alta del valle de Neste d'Aure y aprovecha las aguas de los lagos Oredon de 7 millones de m<sup>3</sup>. Capdelong de otros 7 millones, de Aumar de 1 100 000 metros cúbicos y del Aubert de 4 500 000 metros cúbicos. Como las reservas de esos lagos tienen prioridad para la Agricultura, la Compañía del Midi ha construído un tranque artificial en el valle de Oule con una capacidad de 6 500 000 metros cúbicos que recibe las aguas de una hoya de 30 kilómetros cuadrados.

Las aguas del lago Oredón son conducidas por un canal subterráneo de 3,1 klm. al embalse de l'Oule, y desde

este último, parte otro canal subterráneo con una capacidad de 4 000 litros por segundo, que tiene 5,6 kms., y que llega hasta la cámara de carga desde donde se produce una caída de 710 metros de altura.

Las turbinas son alimentadas por 7 cañerías de acero de un diámetro interior de 560 mms. y cuyo espesor varía entre 5 y 39 mms.

Las 7 turbinas principales son del tipo Pelton y están acopladas elásticamente a alternadores trifásicos, 50 períodos, 6 000 volts. La potencia total de la central d'Eget es de 28 400 caballos.

### C. Centrales del valle de Ossau

Este grupo comprenden las centrales de Hourat, Miagebat y de Artouste. Serán escalonadas aprovechando así racionalmente los recursos de agua de la región. La central de Artouste utilizará las aguas del lago del mismo nombre que tiene una capacidad de 16 millones de metros cúbicos.

La central de Miagebat utilizará las aguas de la anterior y además de las corrientes de Bions, Brousset y Soussoueu.

#### CENTRAL DE ARTOUSTE

Se ha construído un tranque que eleva las aguas del lago de Artouste de 16 m. 40. El canal entre el lago y la central tiene 8 500 km. El gasto del canal será de 3 240 litros por segundo y la caída total de 773 metros. Hay tres cañerías de acero de un diámetro variable de arriba a abajo de 800 mms. a 600 mms.

Han sido instaladas tres turbinas Pelton de 10 000 HP. cada una, y dos

turbinas auxiliares del mismo tipo de 350 HP. cada una.

Cada rueda Pelton moverá un alternador de 7 000 KW. 10 000 volts, 50 períodos.

#### CENTRAL MIEGEBAT

Será construída con un estanque de reserva diaria de 125 000 metros cúbicos.

El canal de conducción desde el torrente de Boius tiene 7 kms. 650 mts. desde la toma hasta el estanque de depósito.

Otro canal capta las aguas del torrente de Brousset y un tercero capta las aguas del torrente Soussoueu.

La caída total es de 395 m. 50.

El número de cañerías es de 4, con un diámetro de 0.95 m. salvo la parte alta que tiene un 1.20 m. y 1 m. de diámetro.

El gasto es de 2 700 m<sup>3</sup>. por cada cañería. La maquinaria de esta central se compone de 5 turbinas Pelton de 10 000 caballos y de dos turbinas auxiliares de 500 caballos. Cada turbina moverá un alternador de 7 000 KW., 10 000 volts 50 períodos p/seg.

#### CENTRAL DE HOURAT

Se consulta con un estanque de reserva de 100 000 m<sup>3</sup>. El canal de conducción tiene 5 kms. 700. La caída es de 204 metros. Hay 4 cañerías que pueden conducir 4 300 m<sup>3</sup>. cada una. Su diámetro en la parte alta es de 1 m. 30 y en la baja de 1 m. 20.

La maquinaria de la central de Hourat es de 5 turbinas Francis de 10 000 caballos, y dos turbinas Pelton de 500 caballos. Cada turbina Francis mueve un alternador de 7 000 kws., 10 000

volts 50 períodos. La potencia continua de este grupo de centrales durante todo el año es de 27 800 kws. La potencia disponible podrá alcanzar de día y noche durante ciertas épocas del año hasta 57 500 kws., y en toda época se podrá asegurar durante algunos minutos potencias hasta 60 mil kws.

#### *D. Centrales del Alto Ariège*

También será compuesto este grupo como el anterior, de tres centrales escalonadas: la superior de Saillens, la media de Merens y la inferior de Aix-les-Thermes. El lago Lanoux a 2 100 metros de altura será embalsado para regular anualmente las tres centrales.

#### CENTRALE DE SAILLENS

Utilizará las aguas del lago Lanoux y de la hoya inferior de Besines. El estanque de Besines será transformado en un regulador diario de 120 000 m<sup>3</sup>. El canal de conducción de 2 330 metros de largo trabajará en carga. La caída será de 695 metros. La maquinaria se compondrá de 3 turbinas Pelton de 10,000 caballos que mueven alternadores trifásicos de 7 000 Kw. 10 000 volts, 50 períodos y dos turbinas auxiliares Pelton de 350 caballos cada una.

#### CENTRAL DE MERENS

Utilizará las aguas de la anterior y la hoya superior del Ariège. Las obras constituirán un estanque regulador diario de 86 000 m<sup>3</sup>., un canal de conducción de 6 klms. La caída será de 118 mts.

La maquinaria se compondrá de 3 turbinas Francis de 10 000 caballos, y dos turbinas Pelton de 350 caballos.

Cada turbina de 10 000 moverá un alternador trifásico de 7 000 kw., 10 000 volts, 50 períodos.

#### CENTRAL DE AIX-LES - THERMES

Utilizará las aguas de la anterior y las de las hoyas bajas de Ariège, de Mourguillon y de Nagear.

Las obras comprenden un estanque de regulación diaria de 62 000 m<sup>3</sup>., un canal de conducción que trabajará en carga. La caída será de 330 mts. La maquinaria se compondrá de 5 turbinas Pelton de 10 000 caballos y dos turbinas del mismo tipo de 500 caballos. Las turbinas principales moverán alternadores trifásicos de 7 000 kw., 10 000 volts, 50 períodos.

La potencia continua del conjunto de las tres centrales será de 22 600 kw. por todo el año. Podrá llegar a 38 700 kw. durante dos horas en ciertas épocas y asegurar potencia momentánea de 50 000 kw.

En un cuadro anexo se resumen las características de las diversas centrales del Midi.

#### TRANSFORMACIÓN DE LA CORRIENTE

Hay diversos grupos de transformadores en cada central que elevan el voltaje de los alternadores de 10 mil a 60 mil volts. Anexos a las centrales o independientes de ellas hay estaciones de transformación al aire libre que elevan el voltaje de 60 mil volts a 150 mil que es la tensión a la que se trasmite la corriente a larga distancia.

ESTACIONES	Grupo de 3 transformadores monofásicos	Transformadores de reserva	Número total de transformadores monofásicos de 6 666 kws.	Potencia de marcha en kws.	Compensadores sincronicos Grupos
<i>Elevadoras de 60 mil a 150 mil.</i>					
Hourat.....	3	1	10	60 000	
Lannemezan.....	1	1	4	20 000	
Aix-Les-Thermes.....	2	1	7	40 000	
<i>Reductoros de 150 mil a 60 mil.</i>					
Dax.....	2	1	7	40 000	2 de 8 000 kw.
Pessac.....	3	1	10	60 000	2 de 15 000 kw.
Portet-St. Simon.....	2	1	7	40 000	2 de 8 000 kw.

#### SUB-ESTACIONES DE FUERZA

Como hemos dicho la corriente para la tracción será continua a 1 500 volts y como las líneas de trasmisión son a 150 mil o a 60 mil volts, corriente trifásica, hay necesidad de transformar dicha corriente para usarla en las locomotoras.

La potencia y distancia entre las sub-estaciones han sido determinadas por el tráfico y el perfil de la sección que ellas sirven admitiendo una caída de tensión máxima de 20%.

Para bajar la tensión de 60 000 a 10 000 se emplean transformadores estáticos corrientes a baño de aceite.

Se usan dos tipos de aparatos para transformar la corriente alterna en

continua; los primeros son conmutatrices y los segundos rectificadores de vapor de mercurio.

La alta tensión funciona en el exterior y la baja tensión en el interior de un edificio standard cuyo largo depende del número de conmutatrices de la sub-estación.

Será de gran interés ver en la práctica el comportamiento de los rectificadores de mercurio, pues son de un funcionamiento sencillito, no tienen otro mecanismo móvil que una pequeña bomba, para asegurar el vacío, cuya acción es intermitente, requieren poco espacio para su instalación y aseguran un rendimiento superior al de las máquinas rotatorias de transformación y, lo que es de gran importancia, independiente de la carga.

Sub-estaciones de la línea Dax Toulouse y ramales

Sub-estaciones y distancia entre ellas	Klm.	GRUPOS DE TRACCIÓN						Transformadores 60 000/10 000 volts. para alimentar circuito de 10 000 volts.	
		Clase de cada grupo	Potencia inst. KW.	Número de grupos	Tensión de alimentación	Proveedor	Potencia unitaria	N.º	Potencia Total KW.
Dax .....	..	2 con de 750 kw. en serie	4 500	3	60 000	Thompson	250	2	500
Puyos.....	30	2 con de 750 kw. en serie	3 000	2	60 000	»	250	1	250
Lacq .....	28	2 con de 750 kw. en serie	1 500	1	60 000	Jeumont	260	1	250
Pau.....	25	2 redr. 600 kw.	3 600	3	6; 000	Elect. Mec.	3 600	1	3 600
Coaraze .....	16	2 con de 750 kw. 1 500 v.	2 250	3	60 000	»	3 600	1	3 600
Lourdes.....	12	2 redr. 600 kw.	3 600	3	60 000	»	3 600	1	3 600
Tarbes.....	21	2 rdr. 600 kw.	3 600	3	60 000	»	3 600	1	3 600
Toumay .....	18	1 con 750 kw. 1 500 v.	3 000	4	60 000	»	3 600	1	3 600
Lannemezan.....	18	2 rdr. 600 kw.	4 800	4	60 000	»	250	2	500
Montrejeau .....	17	2 rdr. 600 kw.	3 600	3	60 000	»	500	2	1 000
Labarthe.....	23	2 con de 750 kw. en serie	1 500	1	60 000	Thompson	250	1	250
Cazores .....	24	2 con de 750 kw. en serie	1 500	1	60 000	»	250	1	250
Longages .....	22	2 con de 750 kw. en serie	1 500	1	60 000	Jeumont	250	1	250
Empalot.....	32	2 con de 750 kw. en serie	4 500	3	60 000	»	250	1	250
Arreau.....	..	2 con de 500 kw. en serie	1 000	1	60 000	Schneider	1 800	1	1 800
Soullom .....	..	2 con de 500 kw. en serie	1 000	1	10 000	»	1 800	1	1 800
Bagnères.....	..	1 con de 500 kw. en 1 500 v.	1 000	2	5 000	Jeumont	1 800	1	1 800
Luchon .....	..	1 con de 500 kw. 1 500 v.	1 000	2	60 000	»	1 800	1	1 800

## LINEAS DE 150 000 VOLTS

En el cuadro siguiente se da un re-

sumen de estas líneas, de su largo en kilómetros y su potencia de transporte.

LÍNEAS:		Largo en kilómetros	Potencia de Transporte Kws.
Hourat—Pau .....	Doble	37	100 000
Pau—Dax .....	»	72	100 000
Dax—Pessac .....	»	140	70 000
Aix-les-Thermes—Portet .....	»	110	100 000
Pau—Lannemezan.....	Simple	71	50 000
Lannemezan—Portet .....	»	113	30 000

Detalles de estas líneas, los postes usados en ellas, la disposición de los cables y aisladores, y la protección contra sobretensiones se encontrarán en el folleto sobre electrificación del Midi, por Leboucher y Ledoux editado por Duurd.

## LOCOMOTORAS

El tipo de locomotoras tanto de carga como de pasajeros es el mismo con la sola diferencia que la relación de engranaje varía a fin de dar mayor esfuerzo en la de carga y mayor velocidad en la de pasajeros.

Ellas se componen de dos bogies de dos ejes cada uno. Cada eje es movido por un motor de 250 caballos suspendido elásticamente del marco del bogie. La potencia continua de las locomotoras es de 1 000 caballos, y dan una potencia horaria de 1 400 caballos. Esta potencia se obtiene, en las de carga, a la velocidad de 33 klms. por hora. Pueden llegar a una velocidad máxima de 55 klms. por hora.

Las locomotoras de pasajeros dan la potencia dicha a la velocidad de 50 klms. por hora, que pueden elevar, por reducción de la excitación, a 74 klms. y como un límite a 90 kilómetros por hora.

La transmisión del motor al eje se hace por dos engranajes situados a cada extremo del motor.

La distribución de alta tensión y los reostatos se encuentran a cada lado de la caja de la locomotora.

El centro sólo está ocupado por el grupo motor generador para producir corriente a baja tensión (a 120 volts) para el manejo, y una generatriz de tensión variable para la excitación de los motores durante la marcha en recuperación.

## ALGUNOS DEFECTOS NOTADOS EN EL FUNCIONAMIENTO DE LA ELECTRIFICACIÓN DEL MIDI

En general los trenes han marchado bien, y el total de interrupciones del servicio es menor que con el antiguo servicio a vapor.

Por economía la Compañía del Midi no colocó eclisas eléctricas que unieran los rieles. Esto ha provocado diferencias bruscas de tensión hasta de 300 volts. En la actualidad se piensa remediar dicha omisión y se estudia el tipo de eclisas que se colocarán.

Por la misma razón y por dificulta-

des con los propietarios de terrenos, se han llevado gran parte de las líneas de alta tensión por la faja misma de la línea, colocándolas encima de la catenaria. Apesar de haber traspuesto las líneas, se ha notado corrientes inducidas en la línea del trolley y se han producido algunos accidentes en las sub-estaciones. También han sido afectados por la misma causa los servicios de telégrafos y teléfonos.

No se sabe exactamente si el funcionamiento de conmutatrices en paralelo con rectificadores de mercurio, sea inconveniente. Se han notado fallas de funcionamiento en los disyuntores de las locomotoras, que se atribuyen a esta causa; pero que bien pueden provenir de las corrientes inducidas en el trolley por la alta tensión; de deficiencia del eclisaje eléctrico; o de la mala construcción de los disyuntores mismos.

En todo caso apesar de los defectos enumerados que saltan a primera vista, y no debieran haberse cometido, el servicio funciona bien y la interrupción más larga hasta la fecha no ha pasado de una hora.

Detalles de la electrificación del Midi serán encontrados en la «Note sur l'Electrification des Chemin de Fer du Midi» por M. P. Leboucher, y M. H. Ledoux publicados por Dunod.

### **Electrificación del Ferrocarril de París-Orleans**

Para abreviar esta exposición no vamos a describir esta obra detalladamente como lo hemos hecho con el Midi.

Si se desean encontrar detalles sobre ella se puede consultar el «Bulletin de la Societé Francaise des Electriciens» número del 23 de Marzo de 1923 donde el Ingeniero Jefe de Tracción de ese Ferrocarril, M. Parodi, hace un estudio detallado de ella.

La primera etapa de la electrificación, en vías de construcción en el París-Orleans, se extenderá sobre 1 625 klms. sin contar patios ni haces de composición de trenes. Ellas comprenden las líneas de París-Brive, de Saint Sulpice a Gannat y de Brive a Clermont.

La energía será producida en las centrales Térmicas de Gennevilliers, Vitry y Brillancourt pertenecientes a la Unión d'Electricité y en las hidráulicas de Eguzón y las de Coindre, de Cellete y de Vernejoux.

La central de Eguzón pertenece a la «Unión Hidroelectrique» formada en parte por el mismo Ferrocarril, y las tres últimas pertenecen únicamente al ferrocarril al cual han sido concedidas por el Gobierno.

El cuadro siguiente da las características principales de las centrales ya citadas.

CENTRAL	Altura de la caída	Superficie de la hoya en Klm. <sup>2</sup>	Gasto medio anual en m <sup>3</sup>	Producción media anual en millones kw-h.	Potencia instalada kw.
Eguzon .....	58	2 400	55,2	120	50 000
Coindre.....	120	540	14,5	104	25 000
Cellette .....	45 a 80	464	12,2	48	25 000
Vernejoux.....	60	2 400	63,2	227	60 000



Los trabajos de estas centrales quedarán terminados entre 1925 y 1927.

#### TRASMISIÓN DE LA ENERGÍA

Habrà dos tensiones de trasmisión. La de larga distancia (hasta 500 kil6metros) que es a 150 000 volts, y la de corta distancia (hasta 120 kil6metros) que repartirá la energía en las diversas sub-estaciones de tracci6n, y que serà de 90 000 volts.

#### TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA

La transformaci6n de la corriente alternativa trifásica, 50 períodos a corriente continua a 1 500 volts serà efectuada en 11 sub-estaciones por medio de grupos de conmutatrices hexafásicas a 750 volts colocadas en series de a dos.

En el cuadro siguiente se da algunos detalles de ellas.

SUB-ESTACIONES	Tensi6n de alimentaci6n en volts.	Potencia instalada en kw.	Potencia normal en servicio	Potencia máxíma
París.....	13 500	6 000	4 000	12 000
Ablou.....	13 500	6 000	4 000	12 000
St. Michel.....	90 000	6 000	4 000	12 000
Etrechy.....	90 000	6 000	4 000	12 000
Monnerville.....	90 000	4 000	2 000	6 000
Chateau-Guillard.....	90 000	4 000	2 000	6 000
Les Aubrais.....	90 000	6 000	4 000	12 000
La Ferte.....	90 000	4 000	2 000	6 000
Nouau.....	90 000	4 000	2 000	6 000
Theilley.....	90 000	4 000	2 000	6 000

Cada conmutatriz puede proporcionar 2 000 kw. de una manera continua, 3 000 kw. durante dos horas, y 6 000 kw. por cinco minutos.

#### LÍNEAS DE CONTACTO

Parte de ellas serán construídas por tercer riel, pero en su mayor largo serán líneas aéreas, compuestas de poste de acero, catenaria de bronce, y dos cables de contacto, de cobre y ranurados.

#### AUTOMOTRICES

Parte del intenso servicio del París-

Orleans, lo constituye el tráfico de pasajeros en los alrededores de París, por este motivo se ha dado mucha importancia a las automotrices de las cuales se han adquirido por el momento 80. Cada una de estas automotrices pesará 62 toneladas y arrastrará dos coches que pesan 32 toneladas cada uno, y que compondrá una unidad. El número de asientos por unidad será 32 de primera, 52 de segunda y 182 de tercera. Cada automotriz tendrá 4 motores de 750 volts, colocados de a dos en serie y que tendrán 167 caballos de potencia continua, y 235 de potencia unihoraria. Los motores accionarán los ejes por medio de engranajes.

**LOCOMOTORAS DE CARGA**

Para este servicio el Ferrocarril ha mandado construir 200 locomotoras. Ellas son de dos bogies motrices. La orden se ha repartido en la siguiente forma: 80 a la Société d'Etudes pour

l'Electrification des Chemins de Fer Francais, 40 a la Société Alsacienne de Constructions Mecaniques de France, y 80 a la Société Batignolles Oerlikon.

Se dan las características de cada una de ellas en el siguiente cuadro:

	Société d'études	Batignolles Oerlikon	Alsacienne
Largo entre boges .....	12.630 m.	12.480 m.	13.030 m.
Base rígida .....	2.70 m.	2.80 m.	2.80 m.
Base total .....	8.80 m.	8.70 m.	8.30 m.
Distancia en centros de bogies .....	6.10 m.	5.90 m.	5.70 m.
Diámetro ruedas motrices .....	1.25 m.	1.35 m.	1.35 m.
Peso total y adherente .....	64 toneladas	64 toneladas	64 toneladas

Estas locomotoras podrán arrastrar en las líneas del París-Orleans trenes de carga de 1 000 toneladas a la velocidad de 40 kilómetros por hora, y trenes de pasajeros de 500 toneladas a la velocidad de 65 klms. por hora.

**LOCOMOTORAS DE GRAN VELOCIDAD**

El París Orleans ha estimado que no había suficiente experiencia en los ferrocarriles electrificados en otros países, para escoger inmediatamente el tipo de locomotora de gran velocidad.

Por este motivo ha adquirido 5 locomotoras de diversas características para hacer ensayos.

**TIPO SIN ENGRANAJES**

Una de ellas será del tipo «gearless», o sea que el inducido está calado directamente sobre el eje motriz y los inductores al chasis. No se emplea así ninguna transmisión entre el eje y el motor. Esta locomotora en construcción en los talleres de la «Société d'Etudes pour l'electrification des chemins

de fer Francais» tendrá las siguientes características.

Constará de dos grupos articulados, cada uno de ellos de tres ejes motrices y de un bogie portante doble. Tendrá, pues, en total 6 ejes motrices. Los motores serán bipolares, de una potencia continua de 350 caballos, y potencia unihoraria de 400 caballos. Trabajarán en serie de a dos, o tres o seis y a una tensión de 750 volts.

**TIPOS CON ENGRANAJES**

Han sido pedidas dos locomotoras con transmisión de engranajes del sistema especial Buchli construidas por Brown Boveri y que ya han sido empleadas en los ferrocarriles Suizos.

Estas locomotoras serán hechas por la Compañía Electro-Mecanique, tendrán cuatro ejes motrices y dos portantes en cada extremo. Los motores serán cada uno de una potencia continua de 750 caballos, y de una potencia unihoraria de 850 caballos, y trabajarán a una tensión de 1 500 volts. La velocidad será regida por el cambio

de acoplamiento de los motores, y por la variación del número de enrollados inductores. El diámetro de sus ruedas motrices será de 1.75 m. y la relación de engranajes de 1 a 2.57.

Su potencia continua total será pues de 3 000 caballos y su potencia total durante una hora será de 3 400 caballos.

#### TIPO CON TRASMISIÓN DE BIELAS

Este sistema que ha sido el preferido en Europa para las locomotoras de gran velocidad, es empleado por los Suizos, Italianos, Alemanes y Suecos. En Estados Unidos lo emplea el Ferrocarril de Pennsylvania.

Tiene el inconveniente de producir variaciones periódicas del esfuerzo de tracción y efectos de inercia, defecto principal en la mecánica de la locomotora a vapor. Además la libertad de los ejes para la inscripción de las curvas es mucho menor. Hay dos tipos de transmisión de bielas, el sistema hiperestático, y el de sistema isostático, según las ligazones que tengan entre sí el sistema articulado de las bielas.

Se han encargado a la Sociedad Ganz de Budapest, dos locomotoras, una con bielas hiperestáticas y otra con bielas isostáticas. Estas locomotoras serán de cuatro ejes motrices, cada grupo de dos ejes será accionado por dos motores. Los motores serán de una potencia de 750 caballos cada uno y de 850 caballos durante una hora. Las ruedas motrices tendrán un diámetro de 1.75 mts.

#### **Electrificación del París-Lyon Mediterráneo**

Comprende todo el servicio suburbano y la electrificación de su red desde Lyon hasta el Mediterráneo. En total electrificará unos 3 000 kiló-

metros de vías. Tiene en ejecución en la actualidad 135 kilómetros. La corriente será continua a 1 500 volts.

El París-Lyon adquirirá la mayor parte de la energía de Compañías particulares.

#### **Electrificación en Italia**

Al comienzo de la guerra los ferrocarriles italianos tenían 433 kilómetros electrificados, en el año 1923 tenían en explotación 770 kllms. En la actualidad tienen en trabajo 400 kllms. más. El sistema empleado es el de corriente trifásica.

La tensión en la línea de contacto es de 3 600 volts a 16 períodos. La experiencia ha demostrado que es admisible en este sistema una caída de tensión hasta de 30% lo que permite en las nuevas construcciones consultar una distancia mucho mayor entre subestaciones. La mayoría de los ingenieros italianos estiman que debe continuarse con la tracción trifásica para mantener la unidad del sistema. Sin embargo se ha decidido ensayar en la parte central y Sur de Italia, donde sólo ahora se inicia la tracción eléctrica, el sistema trifásico para frecuencia industrial (50 p/s.) y el de corriente continua.

Las locomotoras de Vatlina (gradiente 2%) fueron construídas para velocidades de 32 y 64 kilómetros por hora, con acoplamiento en serie y paralelo respectivamente. Las de Liori y Frejees (gradiente 3,3%) sólo alcanzan velocidades de 25 y 50 kilómetros por hora. Las locomotoras destinadas a líneas sin fuertes gradientes desarrollan cuatro velocidades económicas: 37,5—50—75 y 100 kilómetros por hora que se obtienen con acoplamiento de los motores en paralelo y cascada y cambio del número de polos.

Los tipos más recientes de locomotoras pueden desarrollar 2 000 kws. con un peso de 75 toneladas distribuidas en cinco ejes, porque las líneas italianas no permiten exceder 15 toneladas por eje. El esfuerzo de tracción queda limitado a 12 000 kilos por la resistencia de los enganches.

	Klms.
En Silesia .....	264
En Alemania Central .....	177
En Baviera .....	79
En otros FF. CC. de menor importancia .....	54
	574

## Electrificación en Alemania

En este país se ha dado gran impulso a la electrificación.

Existen en explotación en la actualidad 574 kilómetros con 112 locomotoras en servicio. Se está electrificando 816 klms. casi totalmente en Baviera. Se construyen en las fábricas de la A. E. G. y de Siemens Schuckert las locomotoras necesarias para estas nuevas líneas. Ellas serán en número de 176.

Las líneas electrificadas en 1924 eran las siguientes:

Se ha adoptado el sistema monofásico a 162|3 períodos y 15 000 volts de tensión en la línea de contacto (trolley). Los alimentadores se llevan en una línea especial distante 50 a 100 m. de la vía a una tensión de 110 000 volts. Para línea de contacto se usa suspensión catenaria; el conductor tiene 100 mm<sup>2</sup>. y se coloca con una tensión de 1 000 Kgs.

Los tipos de locomotoras se han estandarizado en 6 tipos. La transmisión del movimiento se hace por bielas. El motor (a veces único) es del tipo serie; un transformador ajustable permite regular la velocidad y el esfuerzo de tracción. A continuación se dan las características de una locomotora de pasajeros y otra de carga.

### LOCOMOTORAS DE PASAJEROS

#### 2—D—1

Trocha .....	1.435 mm.	
Diámetro rueda motriz .....	1.250 mm.	
Diámetro rueda guía .....	1.000 mm.	
Potencia horaria en eje del rotor .....		3 000 H. P.
Potencia continua del rotor .....		2 000 H. P.
Esfuerzo de tracción horario en la base de la rueda .		13 000 Kgs.
A una velocidad de .....		60 Km.   hora
Peso total .....		114 200 Kgs.
Peso adherente .....		73 300 Kgs.
Peso por eje motor .....		18 325 »
Peso por eje guía .....		14 600 »
 MOTOR:		
Peso sin eje .....		18 700 »
Número de polos .....		36
Entre hierro radial .....		3 mm.

### LOCOMOTORA DE CARGA

#### C—C

Trocha .....	1.435 mm.	
Diámetro de la rueda motriz .....	1.250 mm.	
Potencia continua en el eje del rotor a .....		1 960 H. P.
Una velocidad de .....		55 Klms.   hora
Peso total .....		11 000 Kgs.
Peso por eje .....		18 500 Kgs.

Un aspecto interesante de la industria electrotécnica en Alemania, es la utilización de los carbones pobres, —los cuales no conviene transportarlos en la forma ordinaria a los centros de consumo por su escaso poder calorífico (2 000 calorías),—en grandes Centrales termo-eléctricas al pie de las minas, y el transporte, de la energía así generada, en líneas de alta tensión, a los centros de consumo.

Una de las Centrales más importante de esta especie es la de Golpa, construída durante la guerra. La Central se encuentra en los mismos depósitos de lignito, cerca de Halle a 120 Kilms. de Berlín. Su construcción se inició en Febrero de 1915. Doscientos ochenta y cuatro días después, en Agosto del mismo año, se terminaba la Central con las siguientes máquinas y edificios:

4 turbo-generadores de 23 000 kw. cada uno con dos condensadores y dos juegos de bombas.

42 calderos cada uno con 550 m2. de superficie de calefacción.

7 chimeneas cada una de 100 mts. de alto y con 5 m. de diámetro interno arriba.

1 Estación de Alta tensión con 2 transformadores de 23 000 K. V. A. cada uno y cuadros de distribución.

1 casa de turbinas de 120 mts. de largo, 16 mts. de ancho y 30 mts. de alto.

3 salas de calderos cada uno de 84 mts. de largo, 36 de ancho y 30 de altura.

1 Instalación completa para el transporte del combustible.

1 línea de transmisión de energía para 60 000 Kw. a 82 000 volts a 25 klms.

Concluída esta Central se decidió ensancharla inmediatamente a 180 000 K. V. A. ensanche que consistió en repetir las construcciones ya hechas. En 1918 se agregó una línea de 100 K. V. a Berlín. Nuevas extensiones se hicieron en 1921. En 1922 la Central tenía una potencia total de 144 000 kws.

La primera idea de construir una Central se tuvo en 1912 con el objeto de suministrar energía a Berlín. Sin embargo el objeto inmediato que se persiguió al construirla en 1915 fué suministrar energía a la Bayerische Stickstoff-Werke A. G. y a la Electro-Nitrum A. G. para la fabricación del Nitrato de cal por el procedimiento Caro-Franck y de ácido nítrico por el procedimiento del arco-eléctrico, en lo que estaba muy interesado el Gobierno que suministró gran parte del capital para la construcción de las instalaciones necesarias. Terminada la guerra, la energía se trasportó casi en su totalidad a Berlín y así la Central de Golpa ha concluído por llenar el objeto con que se pensó construirla en 1912.

\* \* \*

Las Economías obtenidas en los FF. CC. alemanes con la electrificación sobre la tracción a vapor son las siguientes:

FERROCARRIL	Capital invertido	Economía neta	% sobre capital invertido
Halle-Leipzig—Magdeburg (1).....	46 300 000	3 037 300	6,6%
F. C. de Montaña Silesia (2) .....	18 900 000	1 998 000	10,6%
F. C. Baviera (3) .....	155 100 000	14 288 920	10,6%
Líneas de 1.ª clase en Silesia (4) .....	40 161 000	5 544 357	13,8%

- (1) Central térmica que consume lignito.
- (2) Central térmica que consume combustible de desecho.
- (3) Central hidro-eléctrica.
- (4) Central térmica en combinación con cokería.  
A la fecha (1926) hay 800 klms. en explotación y 1,000 klms. en construcción.

## Electrificación en Austria

El motivo que ha inducido a este país a electrificar sus ferrocarriles es evitar las importaciones de combustible y obtener una explotación con trenes más rápidos y de mayor peso.

A fines de 1924 había en explotación 147 klms. El programa inmediato aprobado por la Asamblea Nacional en 1920 abarca 652 klms. y el programa para el futuro 2 300 klms.

Las Centrales, todas hidro-eléctricas, consultadas para la producción de energía son las siguientes:

Centrales	Potencia	Caída
	H. P.	mts.
Spuller-Meer .....	48 000	805
Ruetz .....	16 000	180
Stubach .....	40 000	523
Mallnitz .....	20 000	312
Stegg.....	10 000	...

El sistema adoptado para la electrificación de los FF. CC. es igual al alemán: 16 2/3 períodos por segundo 15 000 volts en el trolley, alimentadores a 55 000 y 110 000 volts; locomotoras con motores monofásicos serie compensados.

En servicio y construcción se encuentran 53 locomotoras de los tipos indicados en el cuadro:

Disposición de los ejes	IC+CI	ICI	E	IAAAA1	E	IDI
Peso total toneladas .	115	71	72½	86	72	86
Tipo arrastre. . . . .	Montaña	Plano	Mont. y Plano	Plano	Mont. y Plano	Plano
Peso tren . . . . .	320	400	1 000	550	1 000	550
Gradiente . . . . .	31,4	10	10	10	10	10
Velocidad . . . . .	45	45	30	50	50	51
Velocidad máxima. . . . .	65	70—80	50	85	67	100
H. P. continuos . . . . .	2 000	1 000	1 000	1 500		
H. P. horario . . . . .	2 400	1 365	1 400	1 980	2 000	2 000
Tipo del motor . . . . .	Monofásicos serie compensados			2 y 4 fases inducción (convert. fases).		
Diámetro ruedas motrices, mms. . . . .	1 350	1 740	1 350	1 350	1 070	1 614
Diámetro ruedas guías, mms. . . . .	670	994		994		994
Constructor. . . . .	Brown Boveri	A.E.G.	Siemens Schuckert	Ganz y Cia.	Budapest	

## Electrificación en Hungría

En este país se estudia seriamente la electrificación de sus Ferrocarriles con el objeto de disminuir el consumo de combustible que es sumamente escaso. Por ser en general, las fuentes de energía de que se dispone, muy reducidas, se ha estudiado a fondo la manera de

tener una sola red de líneas, que puedan servir simultáneamente a los Ferrocarriles y a las industrias, para obtener, en esta forma, un factor de carga favorable en las centrales productoras de energía.

Como se sabe, la adopción del sistema monofásico o de corriente continua exige entre la línea de transmisión de energía y el ferrocarril, sub-estaciones con máquinas rotatorias y aún,

como es la opinión general en Alemania, se estima preferible tener centrales totalmente independientes para el suministro de energía al ferrocarril.

Para salvar estos inconvenientes se ha estudiado en Hungría un nuevo sistema de electrificación ferroviaria ideado por el Dr. De Kandó y del cual hizo una exposición detallada el ingeniero consultor de los Ferrocarriles del Estado Húngaro señor de Verevely en la conferencia mundial de energía celebrada en Londres el año 1924.

De Kandó, después de desarrollar el sistema trifásico en Italia, se dió cuenta que era conveniente abandonar la práctica de alimentar los motores de inducción a voltaje constante y que era preferible hacer variar el voltaje con la carga según una ley definida descubierta por él.

En este sistema de tracción se emplea en el trolley corriente alterna a la frecuencia industrial de 50 períodos, lo que es posible, por colocarse en la locomotora un convertidor de fases que convierte la corriente monofásica en corriente trifásica de 50 períodos que es la que alimenta los motores de inducción de las locomotoras. La regulación de este convertidor es automática y se realiza por medio de un aparato basado en el principio de los contadores de corriente en cuadratura, es decir ejerce un movimiento de torsión sobre el brazo del reostato del excitador de campo en una u otra dirección, según que la corriente en cuadratura esté en avance o en retardo.

Las ventajas principales del nuevo sistema son las siguientes: los motores de tracción trabajan constantemente a su rendimiento máximo cualquiera que sean las variaciones de carga; su factor de potencia es independiente del factor de potencia de la línea, por consiguiente, pueden construirse en forma que su material activo se aproveche al máximo con el resultado de un

menor peso. Las caídas de tensión en la línea no tienen influencia sobre la locomotora y por consiguiente, se pueden situar las sub-estaciones de transformación a distancias mucho mayores que en los sistemas actualmente en uso; la locomotora toma la corriente del trolley en fase con la tensión o ligeramente adelantada en avance con el resultado de poder las locomotoras mejorar el factor de potencia de la línea; por fin la corriente de corto circuito del convertidor de fase es más pequeña que su corriente de plena carga.

Desde el 31 de Octubre de 1923 se ensaya con muy buen resultado una locomotora eléctrica de este tipo de 2 700 H. P. construída por la casa Ganz de Budapest.

## **Electrificación en Suecia**

En 1924 Suecia tenía en explotación el ferrocarril electrificado más largo de Europa: la línea Svartön-Riksgrau sen-Narvick con 476 kilómetros.

La energía para este ferrocarril se obtiene en la Central hidro-eléctrica de Porjus mediante cuatro generadores monofásicos de 6 000 K. V. A. en trabajo continuo.

Las locomotoras reciben la corriente a 16 000 volts monofásica a 15 períodos.

La energía es generada en Porjus a 4 000 volts y elevada a 80 000 volts para alimentar dos líneas de trasmisión de larga distancia, cuyo largo total es de 505 kilómetros. Estas líneas alimentan 15 sub-estaciones a 35 kilómetros unas de otras, en las cuales se baja la tensión de 80 K. V. a 16 000 volts para alimentar el trolley.

El material de tracción comprende: 4 locomotoras de expreso; 1 de pasajeros; 33 de minerales; 12 de carga y manobra y 2 automotrices. El cuadro da las características de estas locomotoras:



	Ejes	Peso total Toneladas	Peso ad- herente Tonelad.	Tracción	H. P.	Velocidad
Expresos .....	2 B 2	90	35	Bielas	1 000	100 Klm.   H.
Pasajeros .....	B + 2	52		Bielas		75 »
Minerales .....	1 C C 1	125		Bielas	3 500	60 »
Carga y maniobras .....	B + B	69		Bielas	2 000	60 »

Fuera de este ferrocarril hay en explotación los siguientes FF. CC. privados electrificados:

FERROCARRIL	Sistema	Longitud Klms.
Stockholm—Dju—sholm.....	D. C. 600 V.	15
Halsingborg—Raa—Ramlosa .....	D. C. 600 V.	8
Mellersta—Ostergotland.....	A. C. 10 000 V. 25 per seg.	72
Stockholm—Saltsjobaden .....	D. C. 1 200 V.	18
Dund—Bjarred .....	A. C. 16 000 V. 162 3 per. seg	11
Nordmarck—Klaralven .....	A. C. 16 000 V. 25 per. seg.	150

La electrificación del ferrocarril Nordmarck-Klaralven ha demostrado que es posible operar un ferrocarril eléctrico monofásico de 150 klms. con alimentación por un punto situado más o menos al centro de la línea. En la electrificación del ferrocarril de Stockholm-Goteborg, en construcción en 1924, se aprovechó esta experiencia y se ubicaron las sub-estaciones a 90 klms. unas de otras. Este último ferrocarril tiene una longitud de 458 klms. y se

ha adoptado el sistema monofásico a 16 000 volts 16 2|3 períodos en el trolley. La energía se toma de una línea trifásica propiedad del Estado que es transformada en corriente monofásica en cinco sub-estaciones a lo largo del ferrocarril. La terminación de esta obra estaba anunciada para fines de 1925.

En resumen a la fecha se tiene en Suecia 1 208 klms. de líneas electrificadas.

## Electrificación en Noruega

En este país por ser muy montañoso la construcción de ferrocarriles requiere inversiones importantes y por esta razón los capitales privados se han man-

tenido alejados de esta clase de negocios, y el desarrollo de las vías férreas existentes se debe así exclusivamente a la iniciativa del Estado. Esto explica que el desarrollo total de vías férreas sólo alcanza en Noruega a 4 200 kilómetros.

De este total se encuentran electrificados los siguientes:

FERROCARRIL	Trocha mms.	Sistema	Longitud Klms.
Thamshavn .....	1 000	Monofásica 6. K. V. 25 per.  seg.	26
Tinnos.....	1 435	Monofásica 10 K. V. 16 2 3 per. seg.	30
Rjukan.....	1 435	Monofásica 10 K. V. 16 2 3 per. seg.	16
Drammen .....	1 435	Monofásica 15 K. V. 15 per.  seg.	53
Ofot.....	1 435	Monofásica 15 K. V. 15 per.  seg.	42

Además se encontraban en construcción en 1924:

FERROCARRIL	Trocha mms.	Sistema	Longitud Klms.
Hovedbanen.....	1 435	Monofásica 15 K. V. 15 per.  seg.	22
II.ª Sección Drammen .....	1 435	Monofásica 15 K. V. 15 per.  seg.	46

La energía es de origen hidráulico. Haremos notar que el ferrocarril Ofot recibe la energía de Suecia donde es generada en la Central de Porjus.

En los primeros ferrocarriles no se usó compensación automática para el trolley, pero en los últimamente construídos se ha estimado conveniente consultarla.

La distancia entre compensadores es de 1 500 mts. Las interferencias con telégrafos y teléfonos se han evitado colocando sus líneas en cables y consultando transformadores auxiliares en el trolley colocados cada tres kilómetros.

El servicio de tracción se hace con 43 locomotoras de los tipos siguientes:

Tipo	H P.	Número de motores	Peso total Toneladas	Observaciones
A A A A .....	160	4	20	
O B B O .....	300	2	44	
A A .....	250	2	23	Motores en los ejes
A A A A .....	500	4	46	Motores en los ejes
O B B O .....	940	2	61	
A B B I .....	1 200	2	78	
A C C I .....	2 800	4	135	Doble
I C C I .....	2 800	4	135	Bogües

En resumen en este país existen en la actualidad 235 klms. de líneas electrificadas en un total de 4,200 klms.

## Electrificación en Suiza

Este país por su situación mediterránea, su falta de carbón, sus abundantes caídas de agua y sus ferrocarriles de montaña, era indicado para que la electrificación tomara gran desarrollo.

La electrificación del Gotardo Ersfeld, Bellinzona, fué decidida en 1913. Ella comprendía 109 klms.

La guerra atrasó la ejecución de los trabajos, pero sirvió a la vez para demostrar, que un país como Suiza que dependía económicamente y geográficamente de otros, debía tratar de independizarse de ellos, utilizando sus

fuerzas hidráulicas en la producción de la energía eléctrica, para reemplazar al carbón importado en la tracción de sus ferrocarriles, en sus industrias y en las necesidades de sus ciudades.

Según el programa hecho por la Administración de los Ferrocarriles Suizos, deberían quedar electrificados en el año 1933 un total de 1 529 klms.

En vista del mejor servicio, de consideraciones de orden financiero, y de la crisis del trabajo que se produjo después de la guerra, se apresuró el programa de modo que los 1 529 klms. quedarán electrificados a fines de 1928.

En la actualidad se encuentran ya electrificados las siguientes líneas con un total de 462 kilómetros:

	Kilms.
Brig-Tello. ....	22
Brig-Seltem. ....	53
Bern-Scherzlingen. ....	34
Chiasso-Luzern. ....	225
Arth-Goldan-Zug. ....	16
Immensee-Rothkreuz. ....	7
Luzern-Zug. ....	28
Zug-Thalvil-Zurich. ....	27
Valle du Lac. ....	50
<hr/>	
Total. ....	462

y por medio de un tranque de 7 metros de altura, se pudo constituir una reserva de 26 millones de m<sup>3</sup>.

El gasto medio utilizable es de 1,5 m<sup>3</sup>. por segundo y la caída es de 800 metros.

La maquinaria consta de 4 grupos de turbinas Pelton de 8 800 kw. cada una, acopladas directamente a generadores de corriente monofásica de 15 volts y 16 2/3 períodos por segundo (Brown Boveri). Más tarde serán colocados otros dos grupos que elevarán la potencia instalada a 53 mil kw.

#### CENTRAL DE AUESTEG

Utiliza la caída del Reuss. Por medio de un tranque se ha constituido una reserva diaria de 200 mil m<sup>3</sup>. La caída neta es de 275 metros.

La maquinaria consiste en cinco grupos compuestos de turbinas Pelton de 10 mil kws. cada una, acopladas directamente a generadores de corriente monofásica, 15 mil volts, 16 3/4 períodos por segundo.

\* \* \*

Para la electrificación de las líneas del Oeste de Suiza, se utilizarán las centrales de Barberine y de Vernayaz.

#### CENTRAL DE BARBERINE

Se ha construido un tranque en plena cordillera de los Alpes, a 1 800 metros de altura. La organización de este trabajo ha sido muy interesante, pues se ha efectuado en una región lejos de toda clase de recursos y que no disponía de medios de comunicación. Se invertirán en la Central 43 millones de francos suizos, que se descomponen en la siguiente forma: a) 56% para los trabajos hidráulicos, tranque, aducción

La intensificación de los trabajos ha sido objeto de críticas de una parte del público, pues no se han bajado las tarifas y porque en la actualidad las pérdidas son mayores que durante la explotación a vapor. La Administración de los Ferrocarriles ha publicado un interesante folleto con fecha 30 de Junio de 1924 que se titula «Le rendement economique de la traction electrique comparé a celui de l'exploitation a vapeur», en que demuestra que dichos cargos son infundados, y que si bien es cierto que las obras intensificadas costarán más que lo previsto en el programa del año 1918, y que se invierte en los actuales presupuestos una mayor suma por intereses de los empréstitos contratados para ejecutarlas, en cambio a partir del año 1928 en que estarán terminadas, habrá una acumulación de las economías en carbón, personal, etc. que compensarán sobradamente el esfuerzo realizado.

#### CENTRALES DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

Para la electrificación de las líneas del Gotardo se construyeron las centrales de Riton y Aursteg.

#### CENTRAL DE RITON

Se perforó un tunel 30 metros más abajo que la superficie del lago Riton,

de otros torrentes, vías de acceso, toma de agua, galería de conducción, conductos forzados, funicular, vertedero y canal de descarga; b) 11% edificios que comprenden casas de máquinas, de transformadores, habitaciones y sus vías de acceso; c) 26% en equipo mecánico y eléctrico, o sea turbinas y sus conductos de distribución, generadores, transformadores, circuitos auxiliares; d) 7% en gastos diversos, de organización, administración, intereses del capital de construcción, gastos de expropiación, etc.

Para la construcción y transporte de los materiales necesarios se construyeron desde la estación de Chate-lard village dos sistemas de comunicación: un andarivel para el transporte de los materiales de poco peso (hasta 700 kilos) y un funicular combinado con ferrocarril decauville para los de mayor peso. Por medio del andarivel fué transportado el cemento a razón de ocho toneladas por hora en forma continua. La gradiente media del andarivel es de 52% y la máxima de 68%. El largo total es de 3 540 metros y tiene un tramo que atraviesa el valle de Barberine con un largo de 666 metros sin apoyos.

Se instaló un campamento para 600 personas, y una central provisoria que comprende 4 transformadores de 180K.V.A. a 15 000/500 volts. oper. seg., para la fuerza motriz necesaria para el andarivel y las maquinarias diversas.

El volumen del concreto empleado en el tranque será de 200 mil m<sup>3</sup>. lo que exigirá 40 millones de kilogramos de cemento. La instalación de acarreo de arena, piedra y cemento es automática y la colocación del concreto se hace por medio de una gran torre y cañería móviles. El muro del tranque es un arco, de 77 metros de altura sobre el suelo con un espesor en la base de 58 m. 50, y en la cresta de 4 m. 50.

El largo en la cresta es de 250 metros.

El concreto utilizado es compuesto de 230 kgs. de cemento y 20 kgs. de cal hidráulica por m<sup>3</sup>. de piedra. A medida que se va depositando el cemento se ahogan en él hasta 15% de grandes trozos de roca. El embalse tendrá una capacidad de 40 millones de metros cúbicos, y se utilizarán poco más de 1,5 m<sup>3</sup>. por segundo, conducidos por un canal de 2 250 metros de largo. Se producirá una caída de 714 metros de altura. La potencia media en las turbinas será de 11 000 H. P. Se instalarán por el momento tres grupos compuestos de turbinas acopladas a generadores de 10 000 K. V. A. Dos grupos más serán instalados más tarde.

#### CENTRAL VERNAYAZ

Será situada un poco más abajo que la anterior y utilizará las aguas del Barberine y de los torrentes de Trient y Eau Noire. No se disponen aún de detalles sobre esta nueva central.

#### SUB-ESTACIONES

Las centrales de Ritom y Amsteg alimentarán las sub-estaciones de Giornico y Melide situadas al sur del Gortardo, y las de Goschemen, Steinen, Silhbrugg y Emmenbrucke al Norte.

Ellas transformarán la corriente monofásica de 60 000 volts, 16 2/3 períodos a 15 mil volts.

Además se contempla la construcción de sub-estaciones del mismo tipo en los siguientes puntos: Coppet, Uverdan, Freiburg, Biel, Burgdorf, Bale, Oerlikon, Eglisau, Winterthur, Gossea y Sulgen.

LÍNEAS DE TRASMISIÓN

Las centrales de Berberine y Vernayaz serán unidas con las de Ritom y Amsteg por medio de una línea a 132 mil volts. Las centrales alimentarán las sub-estaciones por una red de líneas a 60 000 volts.

Detalles completos sobre los trabajos de electrificación en Suiza serán encontrados en el folleto titulado «Zur Electrification des Schweizerbahnen».

comprendidos entre Amsterdam y Rotterdam.

Hay la intención de electrificar 3 677 kms. de su red, tan luego como se decida sobre el sistema definitivo que se empleará.

Igual cosa se hará en 4 230 kms. en la isla de Java.

## Electrificación en Inglaterra

### Electrificación en Holanda

Tiene en la actualidad 33,5 kms. electrificados, y en proyecto 84 kms.

Casi todos los ferrocarriles suburbanos de Londres han sido electrificados y se están haciendo extensiones en cerca de 200 kms. de líneas.

Las líneas electrificadas en explotación en 1924 eran las siguientes:

NOMBRE	Compañía	Sistema	Millas
London sub-urban lines . . . .	L. M. S.	2 rieles D. C. 630 V.	100
Liver-oo- ; Southport . . . . .	L. M. S.	3er. riel D. C. 600 V.	92,50
Manchester & Bury Ry. . . . .	L. M. S.	Riel lateral 1 250 V. D. C.	27,25
Lancaster Morecambe & Heycham Ry . . . . .	L. M. S.	Línea aérea de contacto 6 600 V. 25 per.  seg.	19,20
Tilbury & Campbell Road to Barking Ry . . . . .	L. M. & S.	2 rieles 600 V. D. C.	14,00
Tyueside area Ry . . . . .	L. & N. E. Ry	3er riel 600 V. D. C.	80,00
Shildon & New-ort Ry. . . . .	L. & N. E. Ry	Línea aérea 1 500 V. D. C.	48,00
Hammer-Smith & City Ry .	L. W. Ry	2 rieles 600 V. D. C.	12,00
Ealing & Shephards' Bus hRy	L. W. Ry	1 riel 600 V. D. C.	8,00

NOMBRE	Compañía	Sistema	Millas
S. W. Section & Waterloo & City Ry .....	Southern Ry	3er. riel 600 V. D. C.	163,00
Brighton Section Ry .....	Southern Ry.	Línea aérea 6 700 V. 25 per.   seg.	69,34
Metropolitan District Ry. Londres .....	Met. Dist. Ry	2 rieles 600 V. D. C.	67,00
City lines & extensions .....	Met. Ry Met. Dist. Ry	2 rieles 600 V. D. C.	3,35
Whitechapel & Bow Ry .....	L. M. S. Met. Dist. Ry	2 rieles 600 V. D. C.	4,70
London Elect. Ry .....	London Elect. Ry	2 rieles 600 V. D. C.	62,70
Central London Ry .....	Central London Ry	3er. riel 550 V. D. C.	20,70
City & South London Ry ..	City South London Ry	2 rieles 600 V. D. C.	15,70
Metropolitan Ry (London) .	Met. Ry.	2 rieles 600 V. D. C.	85,20
Mersey Ry. Liverpool .....	Mersey Ry.	2 rieles 650 V. D. C.	12,00
Liverpool Overhead Ry. ....	Liverpool Overhead Ry.	3er. riel 550 V. D. C.	27,20

En resumen existen 1 490 kilómetros de vía electrificados. La mayoría de los ferrocarriles han adoptado C. C. 600 V. con tercer riel y retorno por los rieles de rodado; sin embargo es de anotar que también hay muchos que usan rieles aislados uno positivo y otro negativo, con el objeto de dejar los rieles de rodado libres para la señalización (instalación de circuito de vía).

Unos pocos emplean corriente monofásica 6 600 V. 25 períodos.

Las Centrales son todas térmicas. La potencia máxima exigida por el conjunto de los ferrocarriles ingleses electrificados fué en 1924 de 155 mil Kw. y su consumo de 486 millones de kw.

El factor de carga del conjunto no alcanza al 36%.

