

Malacate.—Los ensayos en la pista son laboriosos y no pueden realizarse más que en tiempo tranquilo, lo que reduce el número de días que pueden consagrarse á ellos. Una parte de los ensayos que son de preparación más que de aplicación, pueden hacerse en el malacate, que se presta mejor á la diversidad y á las modificaciones de los experimentos y que, además, permite ejecutarlos en todo tiempo y con menores gastos.

El malacate es, pues, el complemento indispensable de la pista rectilínea, sin que esto quiera decir que la sustituya. Consiste esencialmente en un brazo horizontal móvil alrededor de un eje vertical y llevando en su extremidad la superficie portadora ó el propulsor que se quiere estudiar.

La velocidad de rotación del brazo es variable y el aparato está provisto de todas las disposiciones que permiten medir las magnitudes buscadas.

El malacate se presta, hasta cierto punto, á la determinación de la correspondencia que puede existir entre los valores encontrados para el esfuerzo de tracción de una hélice en función de su consumo de energía en los dos casos en que la hélice esté fija ó animada de un movimiento de translación.

El malacate se halla en una rotonda de 38 metros de diámetro; el eje de los planos ó de las hélices está á 16 metros próximamente del centro, lo que da un recorrido circular de 100 metros.

El mecanismo es de doble movimiento; un primer motor fijo de 20 caballos acciona, por el intermedio de engranajes, el brazo giratorio en cuya extremidad se colocarán las superficies sustentadoras ó los órganos que hacen nacer resistencias pasivas, es decir, no propulsores.

Otro motor de 25-30 caballos colocado en el centro del brazo y girando con él, proporcionará el movimiento á los propulsores montados en la extremidad del brazo giratorio.

Biblioteca y colecciones.—En una biblioteca se coleccionarán todos los trabajos, dibujos, impresos ó manuscritos relativos á la ciencia y á la técnica aeronáutica, así como todas las obras, revistas y periódicos especiales.

Se han reservado también locales suficientes para las colecciones de aparatos científicos, aparatos de ensayos, modelos reducidos ó en su verdadera magnitud.

Finalmente, los recursos del Instituto Aerotécnico pueden ponerse á disposición de personas no afectas al establecimiento mediante ciertas condiciones (permiso del Director, pago de los gastos, etc.).

La biblioteca estará abierta para las personas provistas de una autorización del Director.

La sala de conferencias, que puede contener 200 personas, se pondrá gratuitamente á disposición de toda persona que quiera hacer conocer sus ideas ó sus proyectos sobre la ciencia ó la práctica aeronáuticas, si estas ideas ó proyectos se encajan en el cuadro de los trabajos del Instituto.

Además del *Bulletin* de que hemos hecho mención trata este mismo asunto M. Ch. Dantin en *Le Génie Civil* del 8 de Julio.

El ferrocarril trasandino.⁽¹⁾

Tiene esta línea, de cuya inauguración dimos cuenta oportunamente, condiciones técnicas y económicas tan especiales de construcción y explotación, y es tan grande su importancia, no solamente como obra de ingeniería, sino por la influencia que ha de ejercer en los países que atraviesa, unidos á España por innegables vínculos, que nos parece que han de interesar á nuestros lectores los datos que los periódicos americanos han publicado sobre esta colosal empresa que ha tenido que vencer enormes dificultades hasta llegar á la realización de sus proyectos.

La línea, como es sabido, une el Atlántico con el Pacífico y ha de poner en producción riquezas considerables, no explotadas aún, como son los carbones, hierros y maderas de Chile, creando corrientes comerciales de verdadera intensidad.

Además, como vamos á ver, se trata de una línea sumamente curiosa por las regiones que atraviesa, muchas de ellas cubiertas casi constantemente de nieves y otras tan difíciles de recorrer, que el tanto por ciento de la longitud de la línea que ha habido necesidad de construir en túnel es muy considerable.

La longitud del ferrocarril es de 1.444 kilómetros y une á Buenos Aires con Valparaíso, recorriendo las inmensas llanuras de las pampas argentinas y atravesando las grandes montañas de la cordillera de los Andes. Con sólo decir esto se comprenden las dificultades enormes que ha habido que vencer y las vicisitudes y variaciones que ha sufrido este proyecto, concebido por primera vez hacia 1850, cuando se construía el primer ferrocarril en América del Sur, que fué el de Caldera á Copiapó, que ya entonces se pensaba que pudiera ser el primer trozo de un ferrocarril interoceánico.

El iniciador de estas empresas fué Guillermo Weelwright, hombre extraordinario que ha dejado en las repúblicas americanas una memoria imperecedera por sus grandes concepciones industriales y económicas y por las notables empresas debidas á su esfuerzo.

Había también organizado la navegación á vapor desde Panamá á Valparaíso para unir á Europa con las costas del Pacífico y con Australia á través de la América Central.

En los primeros estudios y trabajos se consideró el puerto de San Francisco como el más fácil de atravesar por estar menos expuestos á cerrarse por las nieves. Weelwright hizo estudiar entonces un primer proyecto, pasando la línea por Fiambalá y terminando cerca de la actual estación de recreo de la línea de Córdoba á Tucumán; la longitud estudiada era aproximadamente 840 kilómetros.

Por aquella época se iniciaba ya la construcción de ferrocarriles en la República Argentina, siendo los primeros estudios de líneas que habían de recorrer el interior de la República, hechos por el Ingeniero Allan Campbell y por J. B. Buschenthal, los cuales proyectaron, entre otras, la línea de Rosario á Córdoba.

En 1855 se dictó un decreto por el cual se autorizaba al Sr. Buschenthal para proponer y contratar en Europa un ferrocarril trasandino, desde un punto de Paraná hasta Chile, y en la ley dictada poco después sobre el mismo



(1) De *Ingeniería*.

asunto se ampliaba la autorización concedida para el caso en que el ferrocarril pudiera extenderse á Cuyo ó hacerse trasandino por su unión con el de Santiago á Valparaíso.

Pero vencieron los plazos estipulados sin que empezaran las obras, y no se adelantó un paso hasta 1863, año en el que Buschenthal se unió con Weelwright, firmando ambos un contrato con el Gobierno, por el cual se les otorgaba la concesión para la construcción de un ferrocarril de Rosario á Córdoba, con el derecho de prolongar la línea hasta los Andes, por el camino que encontraran más conveniente.

Esta línea se inauguró en 1870, y Weelwright proyectaba entonces prolongarla desde Córdoba al Chañar, de allí á Horqueta, luego á Rioja para salir con dirección á Copacabana, al pie de los Andes, calculando que el puerto de San Francisco, por el que pensaba atravesarlos, tendría una altitud de 5.000 pies (después se ha visto que es de 4.750 metros sobre el nivel del mar) para bajar luego hasta Copiapó y Caldera en las costas del Pacífico, pero poco después murió y sus proyectos quedaron abandonados bastantes años.

Más tarde, en 1872, dos industriales chilenos, ingleses de origen, llamados Mateo y Juan Clark, que habían construido el telégrafo trasandino, pidieron al Congreso argentino la concesión de un ferrocarril trasandino.

El Congreso argentino dictó aquel año una ley autorizando al Gobierno para contratar la concesión y construcción de cinco vías férreas, entre ellas una de Buenos Aires á Mendoza y otra de este punto á San Juan, en dirección á San Felipe de los Andes (Chile) hasta el límite de la República, utilizando el paso llamado de los Patos ó el de Uspallata. Por esta ley se garantizó á la Empresa constructora el 7 por 100 de interés durante veinte años sobre un precio kilométrico de 30.763 pesos oro, empezando el período de garantía en 1891. Sacadas á subastas estas obras, se quedaron con la concesión de las dos líneas de Buenos Aires á Mendoza y de Mendoza á la frontera chilena, los hermanos Clark, los cuales decidieron adoptar el paso de Uspallata por considerarlo más fácil y accesible.

Esta empresa fracasó por completo; el trasandino no se construyó, y el de Buenos Aires á Mendoza lo fué diez años más tarde por el Estado que lo vendió á una Compañía inglesa, á la que sirvió de base para el Gran Oeste Argentino. Los hermanos Clark construyeron, algunos años más tarde, el ferrocarril de Buenos Aires al Pacífico, pasando por Villa Mercedes y San Luis, el cual acorta considerablemente el trayecto á Mendoza.

En 1874 el Gobierno de Chile dictó otra ley por la cual se otorgó á los mismos hermanos la concesión de un ferrocarril hasta la frontera argentina por el paso de Uspallata, garantizándoles también el 7 por 100 de interés al capital empleado, ley que fué modificada dos veces para rebajar la garantía al 5 y más tarde al 4, si bien se aumentaba el capital garantido de 3 á 5 y luego á 12 millones de pesos oro.

La inauguración oficial de las obras de construcción en el lado argentino tuvo lugar el 3 de Enero de 1887 en la ciudad de Mendoza.

La parte financiera del proyecto presentaba tantas dificultades, que del lado argentino los trabajos sufrieron constantes interrupciones, algunas casi de diez años (1893-1902). En 1887 Clark se vió obligado á transferir la conce-

sión á una Empresa formada en Londres para construir y explotar el ferrocarril transandino en su parte argentina. Del lado chileno no pudieron tampoco los hermanos Clark hacer frente á los enormes gastos imprevistos, y tuvieron que entregar á sus acreedores la concesión unida con el trozo de 27 kilómetros que ya habían logrado terminar desde los Andes hasta el Salto del Soldado. El Banco Edwards se adjudicó la sección chilena y la vendió después á la misma Compañía inglesa que era ya dueña de la sección argentina.

La construcción del trasandino ha encontrado muchas dificultades técnicas; además del agua y de la piedra, que se han encontrado abundantemente en todo el trayecto, ha sido necesario transportar todos los materiales á lomo, obligando á la construcción y mantenimiento de muchos kilómetros de caminos de herradura por los que se han subido los materiales para la vía y los puentes, los comestibles, combustibles, explosivos, etc.

Los diferentes trozos de la sección argentina han sido inaugurados en las siguientes fechas:

Mendoza á Uspallata, el 22 de Febrero de 1891.

Uspallata á Rioblanco, el 1.º de Mayo de 1892.

Rioblanco á Punta de Vacas, el 17 de Noviembre de 1893.

Punta de Vacas á Puente del Inca, el 1.º de Mayo de 1902.

Puente del Inca á Paramillo, el 7 de Febrero de 1903.

Paramillo á Las Cuevas, el 23 de Abril de 1903.

De la sección chilena, los primeros 50 kilómetros hasta la estación Juncal se inauguraron el 26 de Junio de 1906, y la sección Juncal al Portillo, el 19 de Marzo de 1907.

Las cuadrillas de obreros que perforaban el túnel de la cumbre del lado argentino y del lado chileno, se encontraron el 27 de Noviembre de 1909.

La sección del ferrocarril trasandino en territorio argentino es la comprendida entre la ciudad de Mendoza y la línea divisoria de las dos naciones en el interior del túnel de la cumbre; tiene una longitud total de 178.707 kilómetros, de los cuales hay 174.055 en explotación. Los últimos 1.679,53 metros de esta sección comprenden la parte argentina del túnel de la cumbre.

La sección chilena comprende desde la estación de Santarrosa de los Andes á la unión con la línea argentina; de ella hay 63 kilómetros en explotación, correspondiendo los últimos 1.350 metros á la parte chilena del túnel de la cumbre.

Actualmente, la ciudad de Mendoza está directamente unida por líneas de vía ancha con los puertos del Rosario, Buenos Aires y Bahíablanca.

Las distancias son:

De Mendoza á Rosario, 873,728 kilómetros.

De Mendoza á Buenos Aires, 1.047,561 kilómetros.

De Mendoza á Bahíablanca, 1.054,458 kilómetros.

Las dos últimas uniones se hacen por las vías del ferrocarril de Buenos Aires al Pacífico, cuya administración tiene superintendencia sobre varias Compañías, que son, además de la de su nombre, la de Bahíablanca y Noroeste, el gran Oeste argentino y el transandino.

La vía entre Buenos Aires y Mendoza se bifurca entre las estaciones J. Daract y La Paz; uno de los trayectos se hace pasando por Villa Mercedes y la ciudad de San Luis; el otro, recientemente construido, tiene casi la misma longitud que el anterior y no pasa por ninguna ciudad de la

importancia de Villa Mercedes y San Luis, pero presenta rampas y pendientes mucho más suaves, y, por lo tanto, más favorables para el tráfico.

Entre Bahíablanca y Mendoza no hay actualmente más vía en explotación que la que pasa por Huinca Renancó y va a empalmar entre J. Daract y Río IV con la línea directa de Buenos Aires á Mendoza. Pero actualmente se está construyendo otra que, partiendo de Bahíablanca, pasará por Toay y Guadales, para empalmar con la línea directa cerca de Mendoza. Según este nuevo trayecto, la distancia por vía férrea entre Bahíablanca y Mendoza quedará disminuida en unos 200 kilómetros.

Entre Rosario y Mendoza la unión no es tan directa, pues se hace con vías explotadas por varias Compañías distintas; desde el Rosario hasta Villa María pertenecen al ferrocarril central argentino, hoy fusionado con el ferrocarril de Buenos Aires y Rosario; de Villa María á Villa Mercedes pertenecían al ferrocarril andino, antes propiedad del Estado, y hoy vendido parte al ferrocarril central argentino y parte al Pacífico. En Villa Mercedes se empalma con la vía directa del Pacífico de Buenos Aires á Mendoza.

Todos los ferrocarriles que llegan á Mendoza son de vía ancha, y, por lo tanto, es imprescindible un transbordo para pasar á la del Trasandino, que es estrecha. La línea de Algarrobal á Mendoza, actualmente en estudio, permitirá suprimir este transbordo para las comunicaciones con Rosario y Buenos Aires.

Del lado chileno, la unión con la red general de los ferrocarriles se hace en la estación de Santarrosa de los Andes, donde se hace necesario un transbordo para pasar á la vía ancha; desde allí á Santiago ó Valparaíso se sigue por ferrocarriles de propiedad del Estado.

En resumen: una vez en explotación la línea trasandina, resultarán las siguientes distancias totales en números redondos entre los puertos del Pacífico y del Atlántico.

De Valparaíso á Rosario, 1.262 kilómetros.

De Valparaíso á Buenos Aires, 1.444 kilómetros.

De Valparaíso á Bahíablanca, 1.443 kilómetros.

De Valparaíso á San Nicolás, 1.352 kilómetros.

De Valparaíso á Santa Fe, 1.205 kilómetros.

El trasandino argentino empieza en Mendoza, ciudad situada á 720 metros de altitud aproximadamente; en sus primeros kilómetros la línea sigue casi paralelamente al canal Zanjón, dirigiéndose hacia el valle del río Mendoza, en el cual entra hacia el kilómetro 22, cerca de la estación Blanco Encalada (1,019 metros sobre el nivel del mar). Desde este punto en adelante el trazado sigue la dirección del río Mendoza, al cual cruza varias veces, la primera por medio de un puente de 130 metros de luz. Para ganar alturas sin desarrollar mucho la línea ni forzar las pendientes, la línea va de una falda á otra del valle, formándose así una sucesión continua de puentes y túneles, casi todos ellos en curva y pendiente.

Además hay un gran número de alcantarillas, muros de contención, etc. Puede decirse que desde el kilómetro 32 se encuentra ya la línea en plena cordillera de los Andes.

Al llegar á Uspallata se ha ganado una altura de 960 metros desde Mendoza, con un recorrido de 92,020 kilómetros, en el que presenta 256 curvas y 336 cambios en la inclinación de la rasante. A la salida de Uspallata la línea sigue la llamada *Pampa de Uspallata*, para volver de nue-

vo á tomar la dirección del río Mendoza, que recibe aquí el nombre de Tupungato, al que cruza en el kilómetro 142,641, con un puente de 20 metros, con pendiente de 55,6 por 1.000 y, por lo tanto, con vía á cremallera. Desde la estación Punta de Vacas (kilómetro 144,130) en adelante se divisan las cumbres de los volcanes Tupungato y Aconcagua.

En Punta de Vacas la línea está ya á una altura de 2.350 metros sobre el nivel del mar; sigue después en dirección casi paralela al río de Las Cuevas, al que cruza en el kilómetro 151,805 por un puente de dos tramos de 20 metros y uno de 45, y en el kilómetro 159.105 por otro de dos tramos de 45 y uno de 20; en el kilómetro 161,215 hay otro puente que cruza un arroyo afluente del río de Las Cuevas, de tres tramos de 20 metros y uno de 45. Este es el último de los grandes puentes que hay antes de llegar á la estación Las Cuevas, punto terminal de la parte en explotación regular.

Los túneles en esta última parte del trazado no son tan numerosos como en la primera.

En total, la línea entre Mendoza y Las Cuevas tiene un largo de 174,955 kilómetros y un desnivel de 2,441 metros entre los puntos extremos. De la largitud total no hay ninguna parte del trazado que pueda considerarse como en terreno llano.

El número total de curvas es 541. El radio mínimo es de 100 metros en curva, que tiene hasta 110 de desarrollo. No se emplean curvas de transición en el pasaje de recta á curva.

En horizontal hay 23,575 kilómetros, ó sea el 16,33 por 100 del total.

En rampa 135,540 kilómetros, ó sea el 77,47 por 100 del total.

En pendiente 10,840 kilómetros, ó sea el 6,20 por 100 del total.

Hasta el kilómetro 135 las pendientes no pasan de 20 por 1.000, salvo algunos pequeños trozos en que alcanzan hasta 25. En el kilómetro 137,780 empieza el primer trozo á cremallera, con pendiente de 61 por 1.000 en 600 metros, 63,7 en 150 y 58,9 en 100. Vuelve después la adherencia, interrumpida por pequeños trozos á cremallera, ninguno de los cuales tiene pendiente superior á 60 por 1.000. El más importante está comprendido entre los kilómetros 169,500 y 172,898, y contiene 22 curvas y una inclinación de 60 por 1.000 durante 3.398 kilómetros.

En toda esta última parte del trazado, el primitivo proyecto de Clark tenía pendiente y rampas que llegaban al 80 por 1.000, pero las numerosas variantes introducidas en el proyecto lo han mejorado notablemente, permitiendo no sólo reducir la inclinación de la rasante, sino disminuir el número y longitud total de los túneles.

Hay proyectados 1.625 kilómetros de techados para cubrir la vía y resguardarla de la nieve, y sobre todo de los aludes y avalanchas de cantos rodados que se desprenden de las montañas faldeadas por la línea.

La vía es sencilla y de un metro de anchura. Los carriles son de acero, del tipo *Vignole*, y de un peso variable entre 25 y 27 kilogramos por metro lineal en la parte á adherencia. Se ha empleado el carril de 25 kilogramos hasta el kilómetro 120, y el de 27 de allí en adelante.

Las nuevas estaciones principales, sin contar la de cabeza de Mendoza, abiertas al tráfico de pasajeros y carga son:

NOMBRE	Alturas sobre el mar.	Distancias desde Mendoza.	Distancias paralelas.
	Metros.	Metros.	Metros.
Blanco Encalada.....	1.069,23	22.200,44	16.669,16
Cacheuta	1.246,29	38.869,60	29.130,40
Kilómetro 68.....	1.509,77	68.000,00	24.220,30
Uspallata	1.752,45	92.020,30	16.279,70
Kilómetro 108,300	1.981,27	108.300,00	24.809,43
Zanjón amarillo	2.208,73	133.109,43	11.020,27
Punta de Vacas	2.397,11	144.129,70	16.205,80
Puente del Inca	2.721,26	160.335,50	14.420,00
Las Cuevas	3.152,36	174.755,50	—

La distancia media entre dos estaciones es de 19,44 kilómetros. La distancia máxima es de 29.130,40 entre las estaciones de Cacheuta y kilómetro 68. Entre estaciones y apeaderos hay 24.

Los datos que ahora pueden darse sobre el material móvil tienen solamente un interés histórico, puesto que las condiciones del tráfico van á variar y el material va á ser aumentado y modificado por completo.

Hasta ahora se ha usado el siguiente:

Doce locomotoras mixtas, sin tender; peso, vacías 33,6 toneladas; en servicio 36,5.

Siete locomotoras de carga, sin tender; peso, vacías 36,7 toneladas; en servicio 46,5.

Una locomotora de maniobras, sin tender, de tres ejes; peso, vacía 22 toneladas; en servicio 28.

De este total de veinte locomotoras hay, por término medio, dieciséis en servicio y cuatro en reserva ó reparación.

Diecinueve coches de pasajeros con setenta y seis ejes y seiscientos noventa y cinco asientos.

Diecisiete furgones con cuarenta y cuatro ejes y capacidad para 128 toneladas.

Ciento treinta y seis vagones de carga con ciento noventa y cuatro ejes y capacidad para 1.108 toneladas.

Dos coches de servicio y treinta y seis vagones especiales de distintas clases.

El material móvil se utiliza mal; el recorrido medio por locomotora y por año es 23.575 kilómetros, comprendiendo las maniobras contadas á razón de 10 kilómetros por hora de maniobra, y los recorridos de los trenes de balasto; el de un eje de coche de pasajeros es 19.452, y el de un vagón de carga ó furgón 7.559; normalmente se considera que estos recorridos deberían ser, respectivamente, 36.000, 32.000 y 10.000 kilómetros.

Como combustible se emplea algarrobo, de 450 kilogramos de peso por metro cúbico; el recorrido obtenido por tonelada de combustible es de 42 kilómetros con trenes de 90 toneladas, marchando á la velocidad media de 22 kilómetros, y consumiendo 3,5 metros cúbicos de agua por tonelada de combustible, ó sea 83 litros por kilómetro, de recorrido.

El costo del combustible es de 0,156 pesos por kilómetro, pero estos coeficientes van á variar mucho cuando la vía esté recorrida por el nuevo material rodante móvil.

El número de pasajeros transportados por año es cien mil de primera, con un recorrido de 20 kilómetros por pasajero, y ciento sesenta mil de segunda, con un recorrido medio de 12 kilómetros. En total, veintidós mil doscientos viajeros por kilómetro de vía.

El tráfico anual de mercancías es poco considerable.

El ferrocarril trasandino ha trabajado hasta ahora con pérdidas constantemente, excepto en los años 1904 y 1905. Los datos de 1908, aún no definitivos, acusan una pequeña ganancia, que es de suponer se vea aumentada cuando esté concluida la línea, y pueda ser un hecho la unión de Valparaíso y Buenos Aires por una línea férrea no interrumpida.

La parte del ferrocarril trasandino, actualmente en construcción, aunque haya sido abierta ya al servicio provisionalmente durante algunos días del verano pasado, comprende desde la estación Las Cuevas, en la sección argentina, hasta la estación El Portillo, en la sección chilena.

Entre estos puntos hay una distancia de 11.302,92 metros, los cuales corresponden 3.752,01 á la sección argentina y 7.550,91 á la chilena.

El túnel de la cumbre tiene una longitud total de metros 3.030,44, de los cuales 1.679,53 son de la sección argentina y 1.350,91 de la chilena.

A últimos de 1909 se concluyó de perforar el túnel de La Cumbre, pudiendo saludarse argentinos y chilenos á través de la galería abierta en la roca, habiendo sido muy festejado este acontecimiento. El encuentro de las dos cuadrillas de obreros se verificó el 27 de Noviembre de 1909 á las nueve de la mañana.

Según el trazado primitivo del proyecto Clark, desde Las Cuevas empezaba una rampa en cremallera de 80 por 1.000 y 4.700 metros de longitud hasta la boca misma del túnel; éste tenía 1.683 metros en la sección argentina, con rampa de 3 por 1.000 á los efectos del desagüe; y en la chilena 3.500 y pendiente de 80 por 1.000. Se tenía así un túnel de más de 5 kilómetros en el interior, del cual había que establecer todos ellos con vía de cremallera; después de la salida de este gran túnel, se sucedían una serie de túneles más pequeños, cremallera á 80 por 1.000 de pendiente; uno de estos túneles, el llamado de El Juncalillo, era helicoidal, ó sea que la línea describía un paso de hélice en el interior de la montaña, volviendo á salir en la misma vertical por donde había entrado.

El largo total de este trozo en cremallera era de 12,300 metros, y en todo él se mantenía la misma inclinación de 80 por 1.000; terminaba un poco antes de la estación Juncal, en la cual empezaba un nuevo trozo con cremallera de 10,043 metros de largo y pendiente de 55 por 1.000. En esta parte del trazado la línea seguía la dirección general del río Juncal, yendo de una falda á otra del valle para desarrollar convenientemente la línea de modo análogo al empleado en la parte argentina al atravesar el valle del río Mendoza. Un poco antes del cruce del río Blanco, se encontraba el último trozo en cremallera que tenía 1.958 metros de largo y 80 por 1.000 de pendiente. El trazado llegaba finalmente al Salto del Soldado, atravesando dos puentes, uno de 40 metros y otro de 15, sobre el río Aconcagua y un túnel de 240 metros, y después seguía con pendientes suaves y sin grandes obras de arte hasta la estación de Santa Rosa de los Andes, donde se unía con la red general de los ferrocarriles chilenos.

Esta forma de cruzar la cumbre, á pesar de sus imperfecciones, era el resultado de muchos años de continuos estudios sobre el terreno, y se presentaba como la mejor solución entre todas las numerosas variantes estudiadas; fué adoptado como definitivo y se empezó á llevar á la práctica.

Pero en 1903, el entonces administrador del ferrocarril trasandino, Ingeniero Grant Dalton, propuso desviar la línea desde Las Cuevas, ascendiendo por la falda occidental del valle de ese nombre, en busca de un punto más favorable para la construcción del túnel; el nuevo túnel resultó más corto que el anterior en más de dos kilómetros, aunque era necesario excavarlo en roca más dura y resistente que la atravesada por el primero. Esta modificación del trazado, hecha en el lado argentino, permitió otras modificaciones favorables del lado chileno, llegándose a suprimir los largos trozos en cremallera con pendiente máxima y el túnel helicoidal.

Desde Las Cuevas hasta la entrada del túnel hay un trecho algo menor de tres kilómetros, en los que no existen obras de arte importantes, salvo los muros de contención de desmontes y defensa de los terraplenes de los puentes; el mayor es de 20 metros de luz. La boca natural del túnel está á 3,189 metros sobre el nivel del mar; una boca artificial ha sido hecha 100 metros adelante de la verdadera boca del túnel para defender la entrada de la vía.

La altura de la sección transversal libre del túnel, ó sea sin contar el espesor del revestimiento que es de 0,50 metros, es de 5,50 desde la cara superior del carril; la anchura es de 5, la altura de 2 y 4,50 metros el nivel del suelo. La parte superior abovedada tiene un perfil en forma de arco de círculo de 2 metros de radio que se une por medio de otro de 4,50 de radio, con los pies derechos.

El área de excavación del túnel es 37,78 metros cuadrados, y la de la luz libre 23,62; el espesor del revestimiento, que es 0,50 metros en la bóveda, aumenta algo en los pies derechos.

El avance de la perforación fué muy lento en 1907 y 1908, y bastante rápido en 1909.

A fines de 1907 había en la sección argentina 21 metros de túnel hecho completamente y revestido, 99 de túnel sin revestimiento y 36 de galería de avance en sección de reducida.

A fines de 1908 quedaban hechos 476 metros de túnel completo, 7 de túnel sin revestimiento y 180 de galería de avance.

A fines de 1909 fué hecho el resto, y el 31 de Diciembre de ese año faltaban solamente unos 600 metros de revestimiento y 394 de ensanche de la galería de avance.

El túnel pasa unos 1.000 metros debajo de la cumbre.

La verificación del trazado del túnel se hizo en los primeros días del mes de Enero de 1910.

El resultado fué sumamente satisfactorio, pues las diferencias halladas entre las dos líneas que se trataba de unir fueron en el punto de unión 0,07 metros de desviación en planimetría y 0,017 de diferencia entre las nivelaciones llevadas desde Las Cuevas y desde Caracoles, punto de la parte chilena que había sido ligado trigonométricamente con Las Cuevas.

La medida directa de las distancias entre las bocas del túnel resultó 2,14 metros más corta que la calculada por triangulación.

En la bajada por el lado chileno la línea va casi toda ella en cremallera con fuertes pendientes; al salir del túnel de la cumbre, describe una gran curva en el valle del río Juncalillo, aproximándose á la laguna del Inca, y después cuatro túneles más, llega á la estación Portillo (kilómetro 63 de la línea chilena desde Santa Rosa de los Andes), donde empalma con la línea chilena ya en explotación.

Exceptuando los túneles, las obras de arte en esta parte del trazado son poco importantes, y se reducen á puentes de pequeña luz; los mismos túneles, aunque numerosos, son muy cortos.

La línea va casi siempre en terraplén, que en algunas partes alcanza á 15 y 20 metros de altura.

Durante la construcción el peligro más grande ha sido las avalanchas de nieve y cantos rodados que se desprenden casi de continuo desde las altas cumbres faldeadas por la línea.

Muchas veces ha sido necesario desviar líneas ya empezadas á trazar por esta causa; otras ha sido necesario construir galerías de madera para que los obreros pudiesen trabajar á cubierto.

El período de nevadas dura tres meses aproximadamente al año.

El Ingeniero en jefe de la construcción de la línea chilena ha sido el Sr. Carlos F. White, y el representante de los capitalistas ingleses en Chile es el Sr. Mateo Clark. Se calcula que la construcción del túnel de la cumbre costará 2.500.000 pesos oro.

La parte del ferrocarril trasandino en territorio chileno tenía, en el primitivo proyecto de Clark, unos 66,500 kilómetros; tal como ha sido construido alcanza á 70,551, de los cuales había en explotación regular el 31 de Diciembre de 1909 los 63 primeros hasta la estación Portillo. Las estaciones son:

Santa Rosa de los Andes, en el kilómetro 0,000; Salto del Soldado, en el 27; río Blanco, en el 34; El Juncal, en el 50; El Portillo, en el 63; Calavera, en el 65.

La línea arranca de la estación Santa Rosa de los Andes, donde empalma con el ferrocarril del Estado, que es vía ancha; la altura de este punto sobre el nivel del mar es de 830 metros; sigue la dirección general del río Aconcagua, faldeando una de las laderas del valle, sin atravesar el río.

Cerca del kilómetro 35 entra en el valle del río Blanco, y desde este punto en adelante hay numerosos trozos de vía en cremallera, intercalados entre la vía á adherencia.

En el kilómetro 54 entra en el valle del río Juncal, en el que hace una larga vuelta, ganando altura sin necesidad de hacer el túnel en espiral, que fué lo primeramente proyectado.

Entre el túnel de la cumbre y la estación del Juncal, en el kilómetro 50, hay una serie de doce pequeños túneles que tienen en conjunto un largo total de 2.025 metros. El más largo de estos túneles tiene 450 metros y el más corto 70.

El trazado pasa después cerca de la Laguna del Inca y cruza varias veces el río Juncalillo hasta llegar al kilómetro 63, punto terminal de la línea actualmente en explotación.

Los primeros 50 kilómetros hasta el Juncal se inauguraron el 26 de Junio de 1906, y la sección del Juncal al Portillo el 19 de Marzo de 1907.

El tráfico y explotación hasta el Juncal dió el siguiente resultado en 1909:

Pasajeros transportados, 10.271; carga transportada, 28,548 toneladas; gastos de explotación, 373.302 pesos; productos de explotación, 270.240.

Como se ve, la explotación deja una gran pérdida, debido principalmente á que la línea no está terminada. Según datos estadísticos más recientes, pero aún no definitivos.

vos, la explotación en 1910 ha sido más favorable y ha dejado 120.000 pesos de ganancia.

La mayor parte de los datos que anteceden son tomados del informe sobre *Los ferrocarriles de Chile*, por San-

tiago Marín Vicuña, Secretario de la Sección Ingeniería del IV Congreso Científico celebrado en 1909 en Santiago de Chile.

X.

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Dinamo unipolar de corriente continua, sistema Ongrimof.

La *Zeits. des Ver. deutsch. Ingen.* del 25 de Marzo, describe un nuevo modelo de dinamo continua del tipo «unipolar», construido por M. Ongrimof, desarrollando una potencia de 70 kilovatios, y que es notable por su robustez y por la sencillez de la construcción de sus órganos principales.

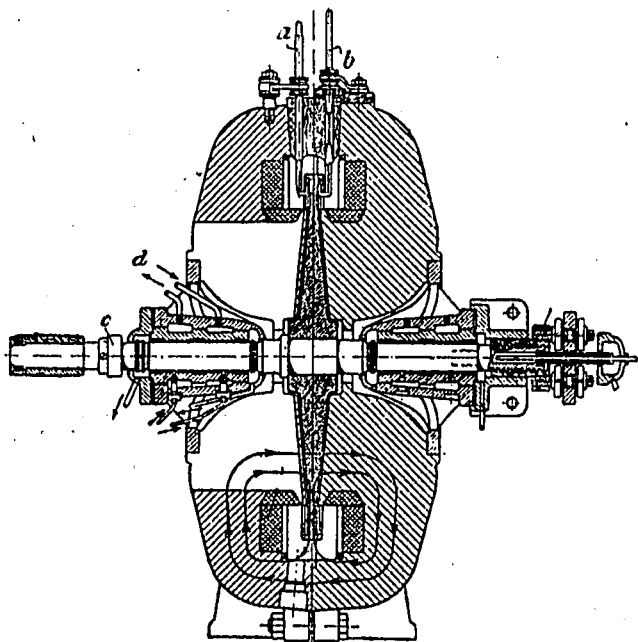


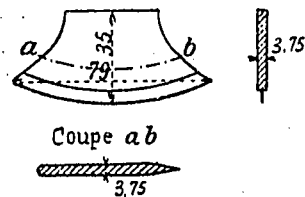
Fig. 1.ª

Esta máquina (fig. 1.ª) se compone esencialmente de un disco de acero cromado macizo, acuñado sobre un árbol, y que gira en la hendidura anular de una armadura magnética, llevando un devanado inductor formado de dos bobinas devanadas paralelamente a este disco. Las líneas de fuerza creadas por este devanado circulan, en esta armadura y a través del disco, de la manera indicada en la parte inferior de la figura 1.ª, y el movimiento de rotación engendra en este disco una diferencia de potencial constante entre su árbol y su periferia.

Para utilizar esta diferencia de potencial en un circuito exterior, se tiene, por una parte, acuñado sobre el árbol del disco, en *c*, un anillo de contacto sobre el cual vienen a aplicarse uno ó varios frotadores; se ha provisto, por otra parte, la periferia del disco inducido de dos rebordes simétricos que forman dos canalillos. Por estos canalillos se hace que llegue mercurio que la fuerza centrífuga reparte uniformemente sobre toda la circunferencia de este disco y en este mercurio se hace que se sumerjan unas escobillas de acero, talladas en láminas de cuchillo de corte cimbrado en arco de círculo y construídas de modo de reducir al minimum los frotamientos entre ellas y el mercurio en el cual están sumergidas (figs. 2.ª a 4.ª).

Como este mercurio, a pesar de todo, se calienta, se hace llegar a su superficie una corriente de agua; uno de los tubos de llegada del mercurio y del agua se indica en *a* en la figura 1.ª, en tanto que *b* es un conductor rígido de toma de corriente que lleva una de las escobillas y que permite introducir ésta a la profundidad que se quiera en el mercurio.

El árbol de la dinamo gira en dos cojinetes de bastante longitud, enfriados por la circulación de agua. Uno de estos cojinetes es un cojinete ordinario, en el cual el agua entra y sale por unos tubos *d* y cuya lubricación se consigue por el aceite que llega por los tubos de su cara inferior. El otro es, por el contrario, un cojinete de estribo; sus anillos de parada fijos son solidarios de un manguito al que unos tornillos permiten moverse axialmente, para determinar con exactitud la posición del disco inducido en la hendidura de la armadura inductora. En este último cojinete se hace circular el agua alrededor del manguito y en el interior del árbol, que está hueco con este objeto.



Figs. 2.ª a 4.ª

La tensión obtenida con una dinamo de 70 kilovatios, cuyo disco mide 700 milímetros de diámetro y da 7.000 vueltas por minuto, es de 40 voltios próximamente. Las pérdidas en marcha se componen de: 13,5 kilovatios para los frotamientos en los cojinetes y en el aire, 2 kilovatios para los de las cuatro escobillas que se sumergen en el mercurio y 0,5 kilovatio para la excitación.

Laminador para tubos sin soldadura, sistema Stiefel.

Los americanos emplean en la actualidad, con mucha frecuencia, para la fabricación de tubos de acero sin soldadura destinados a las calderas de vapor, el procedimiento Stiefel. Este procedimiento consiste en hacer en el centro de un lingote cilíndrico de acero *L* (fig. 4.ª), llevado a la temperatura conveniente, un taladro cilíndrico, haciéndolo pasar entre dos cilindros *C* y *C'*, que le hacen sufrir una compresión circular, al mismo tiempo que se hace penetrar en aquél un mandril *M* destinado a dar al taladro una forma perfectamente cilíndrica. Al tubo diseñado, obtenido de esta manera, se le hace en seguida sufrir un estirado en frío a la longitud deseada, haciéndolo pasar un cierto número de veces entre los cilindros de un laminador de tubos especial, a fin de reducir el espesor de sus paredes y de alisar su superficie estirada en hélice por los cilindros oblicuos.

Las figuras 1.ª a 3.ª, que tomamos del *Stahl und Eisen*, representan al laminador empleado con este objeto. Se compone esencialmente de dos columnas que llevan un par de cilindros de estrías semicirculares, cuya separación se puede hacer variar a voluntad por medio de unos tornillos que obran sobre los cojinetes superiores de estos cilindros y gobernados simultáneamente por un volante. Detrás de estos cilindros principales se encuentran otros dos cilindros más pequeños, cuyo uso veremos después, y que están normalmente separados de manera de dejar pasar libremente al tubo sobre que se trabaja. Detrás de este segundo par de cilindros están dispuestos dos listones con muescas que sirven de soporte a una barra terminada por un mandril cónico agudo, que puede introducirse en cada una de las estrías de los cilindros y