

por Soliá, Liérganes, pasando la divisoria oceánica por el puerto de Lunada y siguiendo á Medina de Pomar, Frias y Ameyugo, terminar en la villa de Haro. A este proyecto pertenecen sin duda los trozos de carretera construida y á medio construir que hay entre Frias y Ameyugo y que ignoramos la razon de no haberse continuado. Concluida la carretera de Santander hasta Valdenoceda, la cuestion de la comunicacion de aquella Ciudad con la Rioja estaba ya de hecho resuelta por esta nueva direccion y su continuacion hasta empalmar con la carretera de Haro en las inmediaciones de Pancorbo, fué encargada en 1833 al ya mencionado ingeniero Sr. Calleja. El terreno desde Frias á Ameyugo y Encio es tan elevado y escabroso, y tan difícil por tanto su paso en tiempo de invierno y costosas sus obras, que el ingeniero encargado del proyecto creyó mas conveniente y con sobrada razon á nuestro entender, abandonar aquella direccion por Traspaderne y adoptar la de Valdenoceda á Oña por el Ebro, y siguiendo despues el Oca y Valle de Bureba ir á terminar en Santa Maria de Cubo en la carretera de Irun á una legua de Pancorbo. Esta direccion fué aprobada con la única diferencia de terminar en Cubo y no Santa Maria por gestiones del primero de estos pueblos. Su longitud total de 9 leguas y 5 600 pies, fué presupuestada con inclusion de los grandes muros que han exigido los trozos contiguos al Ebro, 14 pontones y 120 tageas y alcantarillas en 2 650 449 reales. Dividida la linea en trece trozos se subastó separadamente cada uno de ellos con exclusion de los pontones, cada uno de los que fué tambien objeto de una licitacion particular, resultando adjudicarse el importe total de la ejecucion de las obras en la cantidad de 2 478 115 reales ó sea con la rebaja total de cerca de seis por ciento sobre el total de las obras. Las dimensiones y ejecucion del firme y paseos de esta seccion de carretera son las mismas que las de la seccion descrita anteriormente. Dióse principio en el mismo año á la ejecucion de las obras que se terminaron en el siguiente y con ellas quedó concluida la llamada en esta provincia carretera de Rioja y que hoy forma parte de la gran linea transversal de Santander á Zaragoza.

(Se continuará.)

CAYETANO GONZALEZ
DE LA VEGA.

FERRO-CARRIL DEL SEMMERING.

El artículo que á continuacion insertamos, traducido en parte de un periódico alemán, y en parte de otro francés, hará formar una idea bastante clara de las dificultades que ha habido que vencer en la construccion de este ferro-carril y

de los medios que para superarlas se han empleado.

Permitasenos llamar la atencion de nuestros lectores acerca de cuan pequeña es la velocidad con que hasta ahora se puede marchar por fuertes pendientes y curvas de pequeño radio con cargas análogas á las que bajo otras condiciones de trazado se arrastran á gran velocidad.

PARTE HISTÓRICA DE LAS OBRAS (1).

La construccion propiamente dicha del camino de Semmering y su conclusion, pertenecen al primer periodo del reinado del emperador José I. Los trabajos preparatorios debidos á la direccion general se hicieron en la época en que los ferro-carriles estaban bajo la direccion superior del presidente, Baron de Kubeck. Las obras se continuaron bajo la direccion superior del ministro Bruck y del ministro de obras públicas Baumgartner. Cuando en el año de 1842 la direccion general de caminos de hierro dió nuevo impulso á las obras, y se empezaron los estudios del terreno para el establecimiento de la linea del ferro-carril del norte al mediodia, el autor de la memoria emprendió un viaje á los Estados Unidos para estudiar los progresos que se habian hecho alli para subir el limite de las pendientes de los ferro-carriles. Durante su viaje, los reconocimientos hechos por orden de la direccion dieron por resultado que el punto mas conveniente para atravesar los Alpes, en la linea del ferro-carril del mediodia, era el Semmering. A su vuelta el autor fué comisionado para seguir estos estudios. Como resultado de sus investigaciones y de las observaciones que insertó en una memoria, propuso el establecer una linea de ferro-carril, y en el mes de Diciembre de 1842, recibió del Director general Francesconi la orden de estudiar detalladamente el trazado definitivo de esta linea.

Despues de haber estudiado varios trazados y haber espuesto en el año de 1844 el resultado de estos estudios, se decidió por una linea que partiendo de la última estacion pasase por Gloggnitz, se estendiese por el valle cerca de Reichenau, pasase por Adlitzgraben y atravesando por un túnel las alturas del Semmering fuese á terminar en Murzzuschlag. Segun este proyecto, el ferro-carril debia atravesar el rio Schwarz, cerca de la aldea de Reichenau.

(1) Esta primera parte del artículo está extractada de una memoria de D. Carlos Ritter de Ghega, director central de los ferro-carriles austriacos.

El consejo superior decidió, antes de dar su juicio sobre este proyecto, aguardar los resultados del nuevo sistema atmosférico, que según la opinión mas general parecia deber vencer fácilmente las dificultades de la línea del Semmering. Durante este tiempo el autor se ocupó en terminar el estudio de la línea proyectada, disminuyó su desarrollo en el frondoso valle, y le hizo atravesar el rio Schwarz en las cercanías de Payerbach. Al fin del año 1847 estaban completamente terminados los estudios del ferro-carril del Semmering, debiendo emplear en él el sistema de locomoción conocido.

Estos estudios se extendieron á la línea proyectada, á la que va en línea recta desde Gloggnitz hasta Murzzuschlag, pasando por el Semmering, y en fin á otra línea desde Neunkirchen sobre el Semmering hasta Murzzuschlag. De estas la primera y la última son exclusivamente explotadas por locomotoras; la tercera línea parte por locomotoras, parte por caballerías. Mas adelante se calculó tambien para ser explotada por el sistema atmosférico. Entre los muchos proyectos sobre los cuales se hicieron estudios, merece una mención especial el poner carriles al camino existente y explotarlo por medio de caballerías.

Se discutieron ampliamente todos estos proyectos y los miembros de la dirección general se decidieron por mayoría de votos, por la línea proyectada por el autor y por la explotación como él lo indicaba por medio de locomotoras. Al fin ambos proyectos fueron aprobados en el año 1848 por el ministro Baumgartner. En el curso del año se emprendieron algunos trabajos de movimientos de tierras en varios puntos de la línea. Al fin, en el año 1849 se emprendieron en toda ella. Durante la ejecución de las obras el Sr. de Bruk, que en este intervalo se habia encargado del ministerio de obras públicas, decidió el abrir un concurso público para la construcción de locomotoras que facilitarían la explotación económica del ferro-carril del Semmering.

En el verano de 1851 estaba ya el terreno de Gloggnitz hasta Eschberg preparado para el tránsito de las locomotoras que muchas fábricas habian mandando al concurso.

Mientras se decidia cual era la máquina que se debia escoger, no por eso se dudaba que la explotación de esta vía fuese posible por el sistema ordinario de locomotoras; y con estas máquinas, en octubre de 1853, época en la cual estaba colocada ya toda la vía, se recorrió la línea. El pri-

mer viaje tuvo lugar el 23 de octubre de 1853, con la locomotora Lavant, perteneciente á la línea del Sur. Mientras que la obra tocaba á su fin mandó hacer la administración en la fábrica de locomotoras de Seraing y Esslingen una locomotora del sistema mejorado por Engerth. La máquina entregada en noviembre de 1853, se puso en uso al instante en un trozo del camino de Semmering, después que habia sido servida esta vía durante algunas semanas por las locomotoras ordinarias. Desde esta época, á pesar del invierno, de la nieve, y del hielo, lo mismo las máquinas nuevas que las antiguas han hecho el servicio de explotación con toda regularidad.

El 12 de abril de 1854 fué el emperador Francisco José I por primera vez de Murzzuschlag á Gloggnitz y visitó con detenimiento las obras. El emperador dirigió al autor algunas palabras benévolas que probaban el interés que se tomaba en estos trabajos. Desde entonces se sirvió el emperador con frecuencia del ferro-carril, y el 16 y 17 de mayo emprendió un viaje acompañado de la emperatriz desde Payerbach hasta Murzzuschlag y volvió de Murzzuschlag á Gloggnitz. Los trabajos y la colocación de la segunda vía se terminaron en junio de 1854.

Sigue aquí la lista de los ingenieros que se ocuparon en los trabajos del ferro-carril del Semmering, ya sea en el ante-proyecto para la determinación de la línea, en los estudios perfeccionados de esta línea ó en la construcción del ferro-carril. Sentimos no poder disponer de espacio suficiente para citarlos aquí.

El Semmering se eleva entre Gloggnitz y Murzzuschlag, y constituye una estribación de los Alpes y separa el valle de Leith del valle de Murth. La cúspide cortada por el camino real está á 3132 *pies de Viena*, sobre el nivel del mar adriático, á 1828 pies sobre la estación de Gloggnitz y 1066 pies sobre el camino real de Murzzuschlag, que está á 762 pies mas elevado que el de Gloggnitz.

Gloggnitz es un pueblo de la Austria baja en la estrechidad Sur del ferro-carril de Viena á Gloggnitz, situado á la salida de un frondoso valle, á la orilla del rio Schwarz, rodeado hacia el Oeste por la cima del Silberberg y al Sur por los picos del Gotscha.

Entre el Gotschakogel y el Hartkogel se estiende el valle de Schottwein, formando en este punto un puerto por donde pasa el camino real que sube por la falda del Semmering y lo franquea

después de seis vueltas. Murzzuschlag está en la vertiente Sur del Semmering, en la embocadura del arroyo Froschnitz en el río Murz. El Semmering no constituye una montaña aislada sino que pertenece á una cadena de montañas, cuyas vertientes del Norte miran hacia el Austria y las del Sur hacia Steuermark, mientras que al Noroeste está rodeado por el Prain y al Sudoeste por las montañas Pfaffberg, Umschusberg y Wechsel. Estas últimas montañas pertenecen á los Alpes estirios. El Gotschakogel, las montañas Eichberg y Kaltberg, el Kampalpe y el Wolfsberg son también estribaciones del Heukuppe y del Semmering; constituyen los valles inmediatos del frío Rinne, el Adlitzgraben y el Mirthengraben que se reúnen en Schuss y Schottwein y son conocidos bajo el nombre común de Adlitzgraben.

El Prain es igualmente una estribación del Pranalpe que á su vez es una estribación de los Alpes del Rax. El Prain es una montaña que está á unas 44 toesas de Viena sobre el Semmering. La vertiente Norte de la cordillera de los Alpes del Rax forma con las vertientes Sur del Schneiberg y Saurussel el frondoso valle que baña el río Schwarz de Noroeste á Sudoeste. En este frondoso valle que uniéndose al primero cerca de este pueblo forma una de las más pintorescas provincias del país montañoso del Austria baja, se ven esparcidas algunas casas aldeas y pueblos entre los cuales se cuentan Paierbach, Kuh y Pettenbech á la orilla derecha del Schwarz y Thalhof, Schollogelmühle etc. en la orilla izquierda. Este valle es también rico en prados, bosques y tierras de labor; tiene además numerosas fábricas y en verano está muy concurrido por los habitantes de Viena.

Las laderas de las montañas que cierran este valle son de una formación muy dura de gravaca; se ven también capas esquistosas y cantos rodados desde la cumbre de la montaña: viene luego un frondoso valle donde está Schottwein y que por todas partes está cubierto de prados. Las colinas que lo rodean van elevándose poco á poco hasta las ruinas del castillo de Klam. Desde este punto forma la vertiente, la ladera Sur del valle de Adlitzgraben que se halla en el fondo de un barranco muy escarpado. Si se sigue subiendo se llega al frío Rinne que es una montaña rodeada de rocas tan escarpadas que para una persona poco entendida en estas materias presentan dificultades insuperables á la construcción de un ferro-carril.

Cerca del meson de Spies se llega á la entrada del bajo Adlitzgraben, así llamado para diferenciarlo de un segundo valle que se une hacia el Sur al Adlitzgraben superior y que merece poca atención. El Adlitzgraben inferior está en un barranco más estrecho todavía que el frío Rinne; luego sigue el Adlitzgraben superior.

Todo el terreno comprendido entre el frío Rinne y el Adlitzgraben inferior, hasta el pie del Semmering es de laderas escarpadas, interrumpidas por muchas cortaduras.

Las faldas de las dos montañas cubiertas de bosques presentan un precioso golpe de vista.

La vertiente norte del Semmering es muy escarpada, mientras que la del Sur es bastante suave. El terreno entre la cima del Semmering y Murzzuschlag no es de los más difíciles. Hay sin embargo algunos barrancos, pero también se encuentran laderas suaves cubiertas de hermosísimos bosques y prados. Los valles de Adlitzgraben y del frío Rinne, pertenecen á una formación caliza, y el Semmering y los terrenos circunvecinos á una formación esquistosa con mezcla de cuarzo y dolomias.

Los trabajos preparatorios que la dirección general había, previamente, mandado hacer como hemos dicho antes, le sirvieron al autor que pudo aprovecharlos para los trabajos que tuvo luego que emprender.

Aquí como en todos los proyectos de un ingeniero, lo primero era determinar bien la naturaleza del territorio donde se iba á trazar la línea. La marcha seguida es idéntica á la que se sigue para trazar un camino ordinario, con la única diferencia que aquí las pendientes tenían un límite dado de antemano, lo mismo que las curvas, un radio determinado. En cuanto á las obras de fábrica la experiencia es la que determina los límites, dentro de los cuales se pueden hacer con todas las condiciones de estabilidad necesarias.

TRAZADO, PENDIENTES Y CURVAS.

De la descripción del camino que hemos dado ya, resulta que la colina del Este, á pesar de constituir un terreno muy accidentado se presta sin embargo al establecimiento de una vía férrea. Ciertamente, los valles, los barrancos y los picos de las montañas ofrecen bastantes puntos para el desarrollo de la línea, puesto que tanto los unos como los otros se pueden superar por obras de arte, cuyas dimensiones no escuden los límites de lo posible; así es que la línea del Semmering se

desarrolla sobre las dos laderas del frondoso valle, atraviesa el rio Schwarz, por un viaducto llega á Gotschakogel, y recorre el valle del Adlitzgraben, cuyos riachuelos salva por dos viaductos; atraviesa el Semmering por un túnel, y se precipita en el valle del riachuelo de Froschnitz para terminar en Murzzuschlag.

Aquí siguen en la memoria los principales elementos de la línea, particularmente, tablas de las subidas y bajadas, curvas, viaductos y túneles que por lo reducido del espacio de que podemos disponer no insertamos. En estas tablas se vé que la mayor pendiente (de subida) es de $\frac{1}{40}$ y la curva mas rápida tiene un radio de 100 toesas de Viena (1).

En la pendiente del norte hay una inclinacion media de $\frac{1}{62}$ y en la Sur $\frac{1}{33}$. Las curvas tienen una longitud total de 15 362 $\frac{24}{100}$ toesas, la parte rectilínea del camino 10 869 $\frac{43}{100}$ toesas. Se construyeron 15 túneles, cuya longitud total es de 2254 $\frac{9}{100}$ toesas. El túnel principal de Semmering tiene 753 $\frac{1}{10}$ toesas. Toda la línea está construida para dos vías, y la parte superior lo está del modo siguiente.

Los largueros de pino están colocados sobre una plataforma de piedras de 9 pulgadas de espesor, la que á su vez está cubierta por otro de balastro de 9 pulgadas de altura. Sobre estos largueros se posan los traveseros, también de pino, á una distancia de 3 pies de Viena, una de otra, de eje á eje, y sobre estas los dos carriles. Los carriles tienen la forma de una T invertida y pesan 24 libras por pie de Viena.

El espacio entre los traveseros está lleno con balastre.

ESTACIONES Y CASAS DE GUARDAS.

En cada estremidad del camino hay una estación principal, y las estaciones intermedias están en Payerbach, Eschberg, cerca de Schloss Blam en Breitenstein, y en el túnel principal de Semmering en Spital, en todo seis estaciones, cuyas distancias respectivas son de 3600 á 1990 toesas alemanas (V.) Todas las estaciones tienen depósitos de agua y gruas para cargarla en los tenders. En Gloggnitz y Murzzuschlag hay almacenes para mercancías y talleres de reparacion. El taller de esta última estación está casi exclusivamente destinado para la reparacion de las locomotoras de Semmering.

(1) La toesa de Viena equivale á 6,8 pies españoles.

OBRAS DE FÁBRICA.

Entre las obras de fabrica mas dignas de atencion se cuentan el viaducto sobre el frio Rinne, los dos viaductos de Wagnergraben y Jagergraben, el viaducto sobre el rio Schwarz cerca de Payerbach y uno sobre el Adlitzgraben inferior. El gran túnel de Semmering y los 3 tuneles á lo largo de Weinzettelband, y en fin debe hacerse una mencion especial de la parte superior del camino. El viaducto sobre el frio Rinne, así como los de Wagnergraben y Jagergraben, tienen dos series de arcadas, de las cuales las inferiores por sus formas robustas y sus fuertes dimensiones son como los cimientos de la obra, mientras que la parte superior está formada de arcadas mas ligeras y elegantes. Así es que los arcos y pilas de la parte inferior son de silleria, y los arcos y los pilares de la parte superior son de ladrillo.

El viaducto del rio Schwarz debe su importancia tanto al valle que atraviesa como á su estension. Constituye el vértice de la curva, por medio de la cual pasa de un lado del valle al lado opuesto.

El viaducto sobre la parte inferior del Adlitz es notable por su altura de 12 toesas, y solo tiene una serie de arcadas.

La ejecucion del gran túnel del Semmering ofreció grandes dificultades, tanto por lo difícil que era la estraccion de la piedra, cuanto por la gran masa de 60 toesas de altura que sobre el túnel cargaba y además por las muchas filtraciones que costaba mucho trabajo agotar. El túnel está revestido con ladrillo, y en la parte inferior sobre la cual reposa el camino en los puntos donde podia elevarse el terreno, hay unas bóvedas cóncavas para contrarestar este empuje.

Además, como al dar barreno á la roca sobrevinieron grietas que hacian concebir dudas sobre su resistencia se hizo la escavacion á una profundidad suficiente para no debilitar la roca exterior y se perforó la roca interior. Por medio de las galerías ó viaductos que en las interrupciones de la roca reemplazan el paramento exterior de esta, se reúnen los tres tuneles en uno solo continuo. Así es que parte de la vía reposa sobre la roca y parte sobre las arcadas de los viaductos como sucede en Steurmark cerca de Badlwand.

VIA.

Diremos algo sobre la construccion de la parte superior de la vía que hemos designado, como

una de las partes mas notables del camino de hierro del Semmering. No cabe duda que el sistema empleado aqui ha contribuido mucho al buen éxito de esta empresa.

Todo el mundo sabe que los ferro-carriles están sujetos á cambios en la colocacion actual del balastre y en los carriles por el paso de los trenes. Estos inconvenientes perjudican constantemente á la estabilidad del camino, que es una de las condiciones principales de una explotacion regular y dificultan mucho su conservacion. Hay ademas que tener en cuenta las desigualdades en la via que provienen del rozamiento de las ruedas sobre los carriles.

No pudiendo cortar completamente estos inconvenientes se propuso el disminuirlos lo mas posible. Esto se logró por la capa de piedra que forma un todo sólido con los traveseros que sostienen los carriles.

La capa de piedra que forma la plataforma y recubre la via en todo su ancho, favorece su colocacion al abrigo de la humedad y presta al camino un apoyo fijo. Los largueros si bien dan al camino corta elasticidad, sin embargo se oponen á los hundimientos y á la separacion de los carriles.

Para llenar en lo posible las últimas condiciones, están unidas las barras carriles unas á otras por orejas de hierro que abrazan sus estremidades y que están atravesadas por pasadores de madera. Este sistema de juntas resiste á todo movimiento vertical de los carriles que es sabido es muy perjudicial para las locomotoras.

En fin tenemos que hacer aquí mencion de como se proveen del azua necesaria las locomotoras. La naturaleza del terreno y la estructura compacta de la piedra, hacian imposible el proveerse por pozos ordinarios la cantidad de agua necesaria para alimentar las estaciones intermedias del camino de hierro de Semmering en los diferentes puntos en que se necesita. Sin embargo, Payerbach hace una escepcion, pues allí por medio de un pozo ordinario, se obtenia el agua del Schwarzaflus.

La primera locomotora, construida por el sistema de Engerth que se ensayó, fué en octubre de 1853, y á medida que se multiplican, se aumenta el trasporte de mercancías en el camino de hierro de Semmering tanto desde el invierno de 1853 á 1854 que probablemente no se emplearán otras máquinas que estas de ruedas dentadas.

(Se continuará.)

PUENTES DE VIGAS TUBULARES.

Por William Fairbairn, M. Inst. C. E.

Conclusion (1).

Mr. EATON HODGKINSON decia que le era muy repugnante tener que hacer ninguna observacion en ausencia de Mr Fairbairn, difiriendo de él en muchas de sus consecuencias. Mr. Fairbairn ha presentado en su memoria una fórmula con su coeficiente, para calcular la resistencia de las vigas tubulares de hierro forjado, pero es cuestionable si es ó no conveniente para este objeto, y en el caso de que las vigas se construyeran segun se propone en la memoria, era de dudar si no seria inseguro y peligroso confiar en los resultados que se dedujeran de dicha fórmula. Cuando Mr. Hodgkinson hizo ya hace muchos años sus experimentos, con el fin de fijar la resistencia y formas mas convenientes para las vigas de hierro fundido, pasaron casi desapercibidos en nuestra metrópoli. El empleó la misma sencilla fórmula, con un coeficiente deducido de numerosos experimentos sobre la rotura de dichas vigas: esta fórmula dependia solamente del esfuerzo de tension que sufría la parte inferior de la viga, y tambien de su altura y longitud; datos que consideró suficientes en el caso de emplear el hierro fundido, porque las vigas de este material y de las formas mas perfectas, deben tener en la mitad de su longitud y en su parte inferior mas de dos veces el metal de todo el resto de la seccion (2); pero no se hallaban en este caso las nuevas vigas tubulares. La poca elasticidad del hierro fundido motivaba el que no se pudieran deducir consecuencias tan precisas para un material de mas perfecta elasticidad, tal como el hierro forjado. La fórmula que habia encontrado ser la mas conveniente para las vigas de hierro fundido, concebía que no seria aplicable á las tubulares de hierro forjado, porque el calibre de su parte inferior (no contándose mas que con la resistencia ó tension que esta sufría) era solo una parte pequeña de toda la seccion transversal, y los costados de las vigas tenían tanta parte maciza como habia en todo el resto. Las planchas de los costados por sí solas, y sin contar con las escuadras de hierro destinadas á impedir el cambio de forma, tendrían por lo menos la misma seccion trasversal que las planchas de la parte superior é inferior; y no era conforme al estado actual de la ciencia emplear una fórmula que no tuviese en cuenta la mitad del material de que estaba compuesta la viga, porque la apreciacion de su resistencia no pueda ser facilmente obtenida por un cálculo sencillo. Puede no obstante decirse que la fórmula seria aplicable á vigas tubulares semejantes de una cierta forma; pero como las vigas á que se refiere la tabla de Mr. Fairbairn no eran semejantes, la apli-

(1) Véanse las páginas 90 y 106. La lámina que se cita en este artículo se repartirá con nuestro próximo número.

(2) La viga de hierro fundido que presenta la máxima resistencia, debía tener segun resultaba de los experimentos mencionados, considerada en la mitad de su longitud, las secciones de los nervios de su parte inferior y superior, próximamente en la relacion de 1 á 6; y el nervio de la parte inferior debería tener de seccion 2,4 veces la de todo el resto.