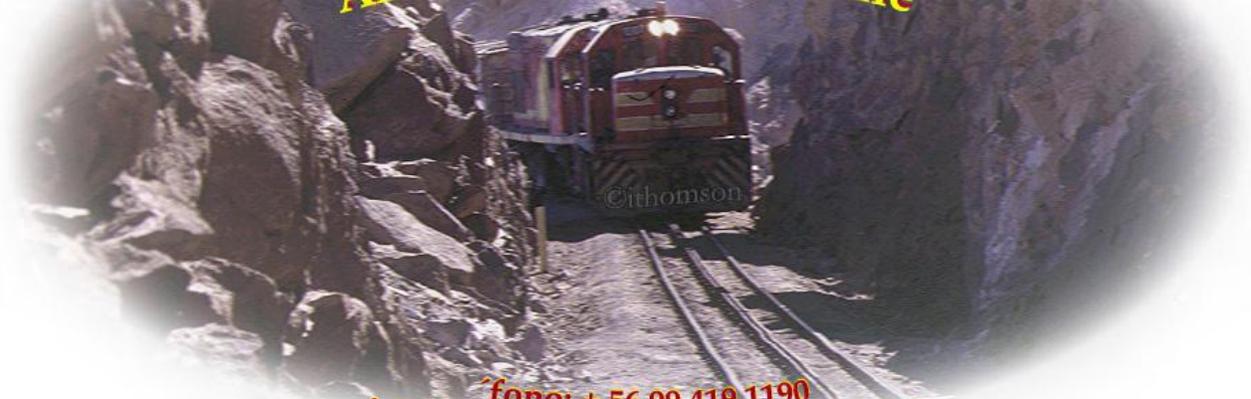


EL TRAMO A CREMALLERA DEL FERROCARRIL DE ARICA A LA PAZ

IAN THOMSON NEWMAN
economista de transporte
Arica y Santiago de Chile



fono: + 56 99 419 1190
ian.thomson.newman@gmail.com

EL TRAMO A CREMALLERA DEL FERROCARRIL DE ARICA A LA PAZ

Ian Thomson Newman, Arica, 2005, revisado Santiago, 2009.

1. Introducción, resumen y conclusiones

Hasta un punto de quiebre, ocurrido en 1987, el tráfico del Ferrocarril de Arica a La Paz (FCALP), en un año normal, fluctuaba alrededor de 100 000 toneladas, y se considera que sólo en un par de años en su historia casi centenaria, ha transportado más de 300 000 toneladas. Existen varias explicaciones de los bajos volúmenes de tráfico del FCALP, entre las cuales figura destacadamente el hecho de que, entre las estaciones de Central y Puquios, durante 55 años, hasta 1968, los trenes subieron, y bajaron, arrastrándose o frenándose, respectivamente, por un sistema de cremalleras, colocadas sobre ese tramo de 43 kms, donde, sin contar algunas cortas secciones en las estaciones intermedias, la pendiente es de un 6% continuamente, o sea, dos veces lo que se considera el límite para un ferrocarril convencional, a adherencia. Ese tramo a cremallera restringía tanto la velocidad comercial de los trenes como la capacidad de transporte del Ferrocarril, y además aumentó los costos de operación y, por ende, las tarifas que había que cobrar para intentar cubrir los gastos. Para el FCALP, la explotación deficitaria fue la norma.

Ahora, durante más de cuarenta años, la cremallera ha quedado desocupada y parcialmente desmantelada (causando algunos problemas de integridad de la vía) y los trenes suben, y bajan, a pura adherencia. En principio, en cuanto a la capacidad y la velocidad, tuvo un impacto muy reducido el reemplazo de las locomotoras a vapor, a cremallera, por las a diesel, a adherencia, aunque debería haber ocurrido una reducción significativa en los costos de operación.

El FCALP, tal como construido, incluía ese largo tramo a cremallera, puesto que habría sido mucho más costoso construir un ferrocarril desde Arica hasta La Paz de pendientes más suaves, operable sin grandes complicaciones y a pura adherencia. En distintas ocasiones, se evaluaron opciones para suprimir el uso de la cremallera, proponiéndose variantes de pendientes menores (y recorridos más largos). Sin embargo, por la alta inversión que habría exigido la reubicación de la línea, desde su inauguración, el trazado del Ferrocarril siempre ha permanecido básicamente inalterado.

En el presente trabajo, se analizan las propuestas para un ferrocarril entre Arica y La Paz, elaboradas a partir del decenio de 1870, y los motivos de la elección de ruta y de contratista. Termina con una reseña, lo más completa posible, sobre las locomotoras dedicadas al arrastre de los trenes sobre el tramo a cremallera, que es un tema sobre el cual aún permanece un conocimiento bastante incompleto.

2. Los motivos de colocar la cremallera y los intentos de suprimirla.

2.1. Conceptos generales del ascenso ferroviario de montañas.

Muchas veces, la ruta más barata para la construcción de un ferrocarril es la más directa. Separan Arica del Altiplano menos de 75 kms, y, en principio, un ferrocarril entre los dos no tendría que cubrir una distancia mayor que eso. Sin embargo, se convierte en un problema para muchas rutas ferroviarias directas el hecho de que los trenes no pueden vencer fácilmente pendientes superiores al 3%, especialmente en los días del vapor. La geometría elemental señala que trenes que asciendan a 4 000 metros sobre una distancia de 75 kms enfrentarán una pendiente media de 5.3%. Había locomotoras a vapor relativamente convencionales que eran capaces de arrastrarse por gradientes como esa, pero no tenían energía sobrante

para poder llevar consigo una cantidad comercialmente interesante de carros o coches, y, de todos modos, tendrían que detenerse a más o menos cada 15 kms para reabastecerse de agua, y a más o menos cada 45 kms para cargar más carbón. Como alivio, algunos ingenieros inspirados desarrollaron conceptos como: (i) los “zig-zag”, o reversos, favorecidos por Ernesto Malinowski y Enrique Meiggs, y ocupados, destacadamente, sobre el Ferrocarril Central del Perú, y en escala muy inferior, en la salida de Iquique de la Ferrocarriles Salitreros de Tarapacá, y en la subida de Tocopilla del ferrocarril de la *Anglo Chilian Nitrate*; (ii) los planos inclinados, o ascensores de carga, que había en Chile en sitios como Caleta Buena y la Caleta Junín, y; (iii) la cremallera, de la cual había distintas variantes técnicas (Fell, Abt de 2 ó 3 carreras, etc.) adoptada, en Chile, sobre la Red Norte, por el Ferrocarril Transandino, y para el Ferrocarril de Arica a La Paz (FCALP).

2.2. Las iniciativas del Ferrocarril de Arica a Tacna.

A principios del decenio de 1870, por cuenta del Ferrocarril de Arica a Tacna, el ingeniero Guido de Vignau identificó una ruta mediante la cual ese Ferrocarril pudiera prolongarse, para llegar a La Paz, con una pendiente máxima de $2\frac{3}{8}\%$, y un largo de 568 kms. Es decir, de ser construido, podría haber sido operado a pura adherencia, sin recorrer a un sistema de cremalleras, de la misma manera que ya se había demostrado factible entre Santiago y Valparaíso, donde los trenes, ya en esa época, montaron la cuesta de El Tabón, cuya pendiente es de más de 2%, a pura adherencia, siendo necesario simplemente acoplar locomotoras de remolque, para ayudar a la locomotora titular de trenes pesados. Los costos de operación habrían sido altos, pero la operación misma no habría presentado serios problemas técnicos. A partir de principios del mismo decenio de 1870, los hermanos Montero, propietarios pioneros de la empresa que se iba a transformar en la de los Ferrocarriles Salitreros, compraron, a precios bastante mayores que los de máquinas convencionales, locomotoras de tipo Fairlie doble, que operaron con éxito, durante unos 30 años, el tramo entre Iquique y la estación Molle, donde la pendiente supera el 4%.

La ruta identificada por de Vignau pasó por el valle de Palca y la quebrada de Pulumí, hasta llegar a Hualillas de Potosí, y parece que su trazado altiplánico, entre Charaña y La Paz, habría sido muy semejante al del actual Ferrocarril. Cabe aclarar que la iniciativa de ese estudio fue propia de la empresa privada del Ferrocarril de Arica a Tacna (*Arica & Tacna Railway Company Limited*), y pertenece a una época en que el territorio litoral de la zona estaba bajo jurisdicción peruana. El costo de construcción estimado por Vignau, de una manera aproximada, fue de unas £ 4 485 000, que era una suma muy grande en esa época, pero el ingeniero Manby, que en 1872 estudió más al fondo el trazado Vignau, consideraba que sería aún más alto. El Ferrocarril Central del Perú, entre El Callao y La Oroya, una distancia de 222 kms, costó £ 4 129 000; la topografía de esta línea es parecida a la del tramo proyectado de Tacna al Altiplano, de modo que, en principio, sería razonable anticipar que una suma comparable habría sido necesaria para construir la sección Tacna a Charaña. La sección de Charaña a La Paz habría costado otras £ 1 000 000, implicando un costo total de algo más de £ 5 000 000. Tal como resultó, se comprobó factible construir el FCALP, por un valor inferior que ese, debido básicamente a la introducción de economías en los costos de construcción, por adoptar la cremallera y una trocha más angosta, lo que trajo como consecuencia mayores gastos de operación, precisamente por la propia cremallera y las abruptas pendientes del tramo donde esa se colocó.

Habría sido imposible reunir una suma de más de cuatro millones de libras para financiar un ferrocarril de montaña, cuyo tráfico potencial era interesante, pero no masivo. Por las dificultades de financiamiento, hubo que buscar otras opciones. Por eso, en 1879 (en plena Guerra del Pacífico), el ingeniero Benjamín Handley averiguó que sería posible efectuar economías en el costo de construcción, identificando una opción de una pendiente máxima de $3\frac{3}{4}\%$, todavía manejable (pero apenas) mediante las locomotoras a vapor de las variantes más avanzadas de la época, como las Fairlie doble, que eran máquinas articuladas, de dos calderas. Aún así, las curvas de radio de solamente 40 metros, que formaban parte de la propuesta Handley, habrían sido excepcionalmente difíciles de acomodar. Curvas tan cerradas merecen el descriptor “esquinas”, y la

resistencia que ofrecían habría servido para limitar severamente el poder de arrastre de las locomotoras. Habrían obligado el uso de máquinas articuladas de nada más de cuatro ruedas por boguie, lo que habría puesto un límite muy reducido en el tamaño de la locomotora y, por lo tanto, su poder de arrastre. Habría sido muy costoso operar el ferrocarril propuesto por Handley.

La Empresa del Ferrocarril de Arica a Tacna siguió buscando maneras financieramente viables de prolongar su vía hasta La Paz, y, en fecha desconocida (pero después de que el Departamento de Tacna había sido incorporado en territorio chileno), mandó realizar otro estudio que concluyó que sería posible rebajar el costo de construcción de la extensión, identificándose un trazado de 530 kms de largo que costaría £ 2 250 000, es decir, casi la mitad del valor del ferrocarril proyectado por el ingeniero de Vignau. Sin embargo, esa economía en el costo de construcción tuvo un contrapeso, es decir, hacer inevitables muy altos gastos de operación, puesto que habría significado pendientes de hasta 6½% y la colocación de cremalleras sobre un tramo de 77 kms. El ferrocarril se habría ubicado entre los más difíciles de operar en el mundo entero. Por otra parte, la curva de menor radio habría sido de 150 metros, que es mucho menos inaceptable que la propuesta de Handley. La trocha habría sido de un metro (y supuestamente se habría contemplado el retrochaje de la línea existente entre Tacna y Arica, que era de una separación más ancha entre los rieles).

En 1903, la Empresa propuso al gobierno de Chile (que en esos momentos administraba el Departamento de Tacna) su construcción pidiéndole una garantía de 6% sobre la inversión de £ 2 250 000. Además, pidió que, al fin de un período de cinco años para la construcción y 20 años de operación, lo pudiera vender al Estado en el mismo valor, más 10% como lucro cesante. Esa oferta fue rechazada por el gobierno.

2.3. El trazado Harding.

En el mismo año de 1903, el ingeniero Josías Harding, de origen neocelandés, fue contratado por el gobierno de Chile, para identificar la ruta más indicada para un ferrocarril entre Arica y La Paz. Trazó una ruta totalmente diferente de las del Ferrocarril de Tacna, a lo menos por el lado chileno de la frontera. Su largo total era bastante reducido, de 469 kms, y ese ferrocarril habría pasado por Chacalluta, luego subiendo por el Cajón del Lluta, pasando por Poconchile y Jamiraya. El costo se estimó, quizás en unas £ 2 354 395, incluidos el material rodante y las maestranzas, siendo ese monto parecido al de la última propuesta del Ferrocarril de Tacna. Igual que ésta, la trocha proyectada fue de un metro y habría sido necesaria la colocación de una cremallera sobre unos 31 kms de la vía, por sus pendientes superiores al 3%, alcanzándose esas, en algunos puntos, al 6%. Harding consideró que sería necesario construir unos 48 puentes, un viaducto y una galería cubierta (túnel artificial) de un largo de unos 3 kms, para evitar la caída de rocas sobre la línea, además de 79 cortos túneles de verdad, de un largo total de 4.23 kms, los costos de los cuales habrían difícil de compatibilizar con su presupuesto de £ 2 354 395. Presentó como posibilidad la adopción de la tracción eléctrica.

Es evidente que el ingeniero Harding había subestimado las dificultades de construir un ferrocarril por el Cajón del Lluta. A partir de Jamiraya, por unos 27 kms, el valle efectivamente desaparece “transformándose en un cañadón de 4 a 6 metros de ancho entre paredes casi verticales de mil i más de altura”. La vía tendría que ubicarse en los faldeos, saltando de un costado al otro, por los recodos del río, obligando la construcción de a lo menos 70 túneles y 60 puentes (es decir, más de los que había considerado necesarios Harding) solamente en la sección entre Jamiraya y Patapatani. Véase la figura 1.

Sin embargo, se empezó a construir el Ferrocarril de Arica a La Paz (FCALP) de acuerdo con el trazado Harding, dándose cuenta, después de haber tendido varios kms de rieles desde Poconchile hacia arriba, por el Cajón, que tendría que haber una opción menos mala para la ruta. No construirlo ya no era opción, por las obligaciones asumidas por Chile a raíz de la firma, el 20 de octubre de 1904, del Tratado de Paz y Amistad con Bolivia.

2.4. La construcción del Ferrocarril de Arica a La Paz, a cargo del gobierno de Chile.

Por la cláusula tercera de ese Tratado, Chile debía contratar la construcción de un ferrocarril entre el puerto de Arica y el Alto de la Paz. Para poder cumplir esas obligaciones, mediante el decreto 1496 del 14 de agosto de 1905, el gobierno solicitó propuestas para la construcción de un ferrocarril entre los señalados puntos, incluidos ramales a las minas de azufre de Tacora (en Chile), al mineral de Corocoro y a un puerto sobre el río Desaguadero (los dos últimos en Bolivia), colocando a disposición de los interesados los estudios del señor Harding, aunque dejando a los proponentes la elección de trazado. Las ofertas recibidas fueron las siguientes:

- (i) Manuel Ossa, por £ 2 397 000, con un trazado pasando por Tacna
- (ii) El Banco Alemán, *Deutsche Bank*, de Berlín y la empresa constructora Phillip Holzmann & Co., de Francfort, por £ 2 490 000.
- (iii) *The Chile & Bolivia Railway Construction Company Ltd.*, de Londres, representada por el chileno, pionero del Ferrocarril Transandino, don Mateo Clark, por £ 2 619 000.
- (iv) El Sindicato de Obras Públicas de Chile, que presentó cuatro alternativas:
 - a) £ 2 152 000, por una opción que proponía extender la vía por el valle del río Lluta (a vapor);
 - b) £ 2 317 000, por una opción por el valle del río Lluta (con tracción eléctrica entre Arica y Tacora);
 - c) £ 2 251 000, por el valle de Tacna (a vapor), y;
 - d) £ 2 361 000, por el valle de Tacna (con tracción eléctrica entre Arica y Tacora).



Figura 1: El cañón de Jamiraya.
El sendero indica la traza del ferrocarril proyectado

El gobierno optó por la oferta de £ 2 152 000 del Sindicato, es decir, a vapor, por el Lluta; en otras palabras, prefirió la propuesta (que parecía en ese momento) más barata en términos de costos de construcción. El 5 de septiembre de 1906, se puso a trabajar el Sindicato, pero no con la rapidez contratada, y el 3 de agosto de 1907, se liquidó el contrato, con unos 31.7 kms ya enriados. El gobierno llegó a un acuerdo con el Sindicato de pagarle el monto de £ 306 701 con 15s y 4d (306.701 libras esterlinas, con 15 chelines y cuatro peniques), por la obra que había realizado. Sin embargo, en términos absolutos, construir 32 kms de ferrocarril en menos de un año, no debiera considerarse un fracaso, tomando en cuenta el entorno geofísico y que la única otra experiencia de construcción de ferrocarriles en la zona fue la del Ferrocarril a Tacna, que había sido inaugurado cincuenta años antes. Investigadores del Archivo Histórico de la Universidad de Tarapacá han descubierto que habrían atrasado las obras dificultades respecto a las expropiaciones.

La construcción continuó a cargo del ingeniero Benjamín Vivanco, por cuenta directa del gobierno. Bajo la dirección del ingeniero Vivanco, se enriaron unos 65 kms de vía, a un costo modesto, equivalente de

£ 80 812 (considerando un tipo de cambio de un peso = un chelín). Mientras tanto, se intentó relicitar la construcción entre los consorcios que “se habían interesado por la construcción” del Ferrocarril, adjudicándose la obra al Banco Alemán, que luego intentó imponer al gobierno de Chile algunas condiciones financieras consideradas inadmisibles, por eso siendo rechazada su oferta. Esa segunda oferta del Banco Alemán era de tres millones de libras, sin contemplar los ramales. Vale observar que esa segunda licitación no se restringió a las entidades que habían entregado ofertas en la primera oportunidad, puesto que sometió una propuesta la casa británica de *Pearson & Sons*, que supuestamente habría expresado interés en la primera licitación, sin llegar al punto de entregar una oferta.

Las obras continuaron por administración directa, ahora bajo la dirección del ingeniero Manuel Ossa, a un costo de £ 285 138, y fue en esos momentos que se propuso cambiar radicalmente el trazado, abandonando la subida por el Cajón del Lluta, a partir de Poconchile, a favor de la ruta finalmente elegida, por Pampa Central, significando el abandono de las obras ya efectuadas por el Cajón, allende el Km 36.75. (En la realidad, la ruta considerada más indicada habría arrancado de la vía ya tendida en el km 10, pero elegirla habría implicado desaprovechar la gran mayoría de la inversión ya hecha en el trazado Harding.)

El 3 de agosto de 1908, la obra se relicitó, admitiéndose nuevos proponentes. A pesar de la nueva preferencia de una ruta por Pampa Central, el trazado especificado era el propuesto por Harding, hasta el km 166, quedando libres los proponentes de indicar nuevas variantes, entre ese punto y el pueblo de Viacha. Se aceptó, el 1 de mayo del año siguiente, la oferta de *Sir John Jackson (Chile) Ltda.*, a la que ahora representaba don Mateo Clark, de £ 2 950 000, considerando el trazado Harding, sin contar el material rodante o los ramales. Puesto que la ruta por Pampa Central, ahora favorecida por el gobierno, sería menos costosa y más rápida de construir que la de Harding, las dos partes se pusieron de acuerdo para rebajar el valor del contrato a £ 2 750 000, comprendido unas £ 300 000 por la obra ya entregada, principalmente por el Sindicato.

Sir John Jackson (Chile) Ltda. logró terminar satisfactoriamente la construcción del Ferrocarril. El costo total, de las obras llevadas a cabo tanto por *Jackson* como por el Sindicato y la administración directa, había crecido a unas £ 3 334 121, suma a la mitad del camino entre la estimada inicialmente, por de Vignau para la *Arica & Tacna Railway*, de un ferrocarril de trocha 4'8½", totalmente a adherencia (y por eso bastante más fácil de operar) y la de uno a cremallera, de trocha métrica estimada por la misma empresa británica.

2.5. Los intentos de suprimir el uso de la cremallera.

El Ferrocarril de Arica a La Paz, tal como construido, incluía un tramo a cremallera, de unos 42.75 kms, la gran mayoría del cual presentaba una pendiente de 6%, y cuyos únicos segmentos planos se ubicaban en las estaciones, desde donde los trenes tuvieron que partir de nuevo, después de que las locomotoras hubiesen rellenado sus estanques de agua.

La operación de ese tramo era siempre laboriosa, y en distintos momentos a lo largo de la vida del Ferrocarril, se analizaron opciones para reemplazarlo, como hacia fines del decenio de 1940, impulsado por la mayor competencia que surgía como consecuencia de una serie de inversiones que venían realizándose en ferrocarriles y puertos en Bolivia y Perú. Esas inversiones incluían la construcción tanto de un nuevo puerto en Matarani, que sería mejor equipado y ubicado que el de Mollendo, que se había ocupado hasta ese momento, como de una conexión ferroviaria entre ese y el Ferrocarril del Sur peruano, de propiedad de la *Peruvian Corporation*, cuyas líneas llegaban hasta Puno, a orillas del Lago Titicaca, y que poseía vapores que llevaban pasajeros y carga al Ferrocarril de Guaqui, de la misma propiedad, que terminó su recorrido en plena ciudad de La Paz. También, en la misma época, el Ferrocarril de Antofagasta a Bolivia (FCAB) puso en servicios seis adicionales locomotoras articuladas, de gran potencia y del tipo Beyer-Garratt; además, el parque tractor del Ferrocarril de Villazón a Atocha incorporó dos locomotoras grandes, de marco rígido,

modelo 2-10-2, y la *Peruvian* compraba tanto adicionales máquinas de tipo Andes para el Ferrocarril del Sur como nuevos carros bodega. Por esa reforzada competencia por el transporte terrestre del comercio de ultramar de Bolivia, tres nuevas locomotoras a cremallera se adquirieron para el Ferrocarril de Arica a La Paz. Sin embargo, esta respuesta chilena a las inversiones hechas en los países vecinos, aunque interesante, fue insuficiente y no logró mejorar de una manera notable la competitividad del FCALP.

La incorporación de esas tres locomotoras fue nada más que un alivio, o solución de parche, y, de todos modos, aunque nuevas, no trajeron ninguna novedad tecnológica, puesto que sus características eran iguales a algunas entregadas a la Red Norte veinte años antes. En 1949, Ferrocarriles del Estado pidió a la Dirección de Obras Públicas un estudio de la construcción de una variante que permitiera suprimir el tramo a cremallera entre Central y Puquios. Dos alternativas se propusieron, partiendo ambas de la Estación Central, empalmándose con la línea existente en Huaylas (a km 131) ó Humapalca (km 155). En cualquier caso, el largo de la sección chilena del Ferrocarril se habría aumentado en unos 15 kms, pero en cambio se podría abandonar el uso de la cremallera, puesto que la pendiente máxima de la variante sería de 2,7%, y no incluiría curvas de radio inferior a 150 metros. Al llegar a fines de 1951, no se habían terminado los estudios, los que, de todos modos, nunca se convirtieron en obras realizadas.

Luego, a mediados del decenio de 1960, dentro del marco del Programa de Colaboración Técnica Chile-California, se evaluó una serie de opciones para mejorar la operación del Ferrocarril de Arica a La Paz.

Las opciones consideradas eran:

1. La construcción de una variante, de una pendiente máxima de 3% y de curvas de no menos de 100 metros de radio. Se consideró la posibilidad de dirigir el Ferrocarril por el Cajón del Lluta, prefiriendo finalmente una reubicación de la línea dentro del mismo corredor donde se había construido el FCALP. Esta alternativa exigiría una inversión de USD 14.7 millones.
2. La rehabilitación del tramo a cremallera, y su operación mediante la tracción eléctrica. Se renovarían los rieles de rodado, la cremallera y los durmientes, se colocaría lastre y se mejoraría la plataforma de la vía. Sobre algunas secciones en corte o terraplén, la plataforma se ensancharía. Se adquirirían tres locomotoras eléctricas, a cremallera, y dos a diesel, a adherencia, y la maestranza de Chinchorro se adaptaría para poder mantenerlas. El costo de esta opción sería de USD 8.3 millones.
3. La rehabilitación del tramo a cremallera, y su operación mediante la tracción a diesel. En lugar de las tres máquinas eléctricas a cremallera, se compraría tres a diesel, también a cremallera, a un costo total de USD 7.0 millones.
4. La operación de los trenes sobre el tramo a cremallera mediante locomotoras a diesel, pero a adherencia. La vía se mejoraría, pero de una manera más modesta que con las opciones segunda y tercera. Se adquirirían nuevas locomotoras a diesel. El costo total de esta alternativa sería de USD 4.8 millones.

Fue la cuarta opción que se decidió aplicar, básicamente por su menor costo de inversión. Sin embargo, la opción de menor costo inicial no siempre es la más conveniente en el largo plazo, y la decisión fue criticada por la Asociación Latinoamericana de Ferrocarriles (ALAF), por una serie de razones:

- Seguía siendo necesario fraccionar los trenes para que cupiesen dentro del poder de arrastre de las nuevas locomotoras, sobre el tramo antes a cremallera.
- Los costos de operación siguieron siendo altos.

- El mantenimiento de la vía era costoso, por el peso de las locomotoras, y subiría aún más una vez que se cambiaran los durmientes metálicos y se retirara la cremallera (que proporcionaba una mayor resistencia a la vía).
- Hubo un deterioro en los índices de seguridad, sin que las velocidades se hubiesen mejorado de una manera significativa.

2.6. Dudas que surgen.

Esas críticas de ALAF, aunque en general válidas, quizás fuesen demasiado fuertes, y no necesariamente siempre bien fundadas. Por ejemplo, las nuevas locomotoras a diesel tenían el mismo peso total y menor peso por eje que las locomotoras a vapor, de tipo Ua, que reemplazaron. Además, por ser más flexibles que la Ua, se habrían inscrito con mayor facilidad en las curvas, de esa manera rebajando, más bien que aumentando, los costos de mantenimiento de la vía.

Una de las flamantes locomotoras a diesel, de la marca *General Electric* y modelo U13C, pudo arrastrar trenes de hasta 130 toneladas brutas sobre el tramo que ahora era ex-cremallera, de Central a Puquios. Una de las máquinas a vapor, de tipo Ua, que desplazaron, era capaz de subir con 120 toneladas. En la bajada, una de las *General Electric* no fue permitida circular con más de 200 toneladas, por no poder usar la cremallera como freno; ese tonelaje fue la mitad del autorizado para una de las Ua. Se redujeron los costos de mantenimiento y, especialmente, del combustible, pero en lo que se refiere a la eficacia del Ferrocarril, su capacidad y la rapidez de los traslados, eran más discutibles las ventajas de la sustitución de la operación a cremallera y a vapor por la adherencia y a diesel.

La planta de profesionales del programa Chile-California incluyó profesionales estadounidenses, como el señor Robert Brown, q.e.d.p, ex-jefe en la CEPAL del presente autor, que consideraban la tracción a vapor como intrínsecamente obsoleta. Sin embargo, pesaba también en su decisión (implícita) de descartar la posibilidad de continuar con el uso de la tracción a vapor, la inhabilidad del Departamento de Tracción del FCALP de asegurar la operatividad, en un día cualquiera, de más de una locomotora a vapor, entre un parque de ocho máquinas de ese género, tres de las cuales contaban con menos de veinte años de servicios.

3. Las locomotoras y la operación de trenes sobre el tramo a cremallera.

3.1. Las locomotoras ocupadas en la construcción del tramo Central y Puquios.

Las primeras locomotoras a cremallera encargadas para operar sobre el FCALP, fueron recibidas antes de que se había completado la construcción del Ferrocarril, y es evidente que fueron adquiridas para prestar servicios relacionados con la propia construcción. Antes, el Sindicato de Obras Públicas, es decir, la empresa a la cual se había adjudicado el primer contrato de construcción, compró dos locomotoras de tipo Shay, a adherencia, para colaborar en las tareas de construcción. Estas dos máquinas fueron fabricadas por la empresa *Lima* del Estado de

La tipificación de las locomotoras a vapor

En el presente estudio, se refiere a las locomotoras a vapor por su clasificación según el sistema Whyte, que las describe, normalmente, por un conjunto de tres dígitos, el primero de los cuales indica el número de ruedas no motorizadas ubicadas delante de las ruedas motrices. Luego, sigue un segundo dígito que señala la cantidad de ruedas motorizadas, en la modalidad adherencia. (Las ruedas motrices en cada lado de la locomotora son conectadas tanto entre sí como, mediante una biela, con el pistón, actuado a vapor, que se mueve dentro un cilindro y que transmite la fuerza motriz a las ruedas.) El último dígito indica la cantidad de ruedas no motorizadas ubicadas detrás de las motrices. Si la letra "T" sigue el conjunto de dígitos, señala que la locomotora es del tipo "tank", en inglés, o sea, tiene estanques de agua colocados sobre el marco de la propia locomotora, evitando que arrastre detrás de ella un "tender", que es un carro que contiene el suministro de agua y combustible. El sistema Whyte no acomoda bien las locomotoras a cremallera, que tienen, además de una máquina a adherencia, otros cilindros, normalmente dos, que actúan el mecanismo a cremallera.

Ohio, Estados Unidos, en agosto de 1907, y parecen haber sido asignadas los números 30 y 31 en la nómina del parque el Sindicato, que también construía en esos momentos ferrocarriles en otras partes del país. En la serie de productos de la empresa *Lima* les fueron asignados los números de fábrica 1914 y 1915. Hacia fines de 1928, la Nº 30 se encontraba arrendada a la compañía boliviana, devolviéndose al FCALP el año siguiente, siendo reemplazada en Bolivia por la Nº 31, que fue vendida por el FCALP en CLP 132 912.50. Véase la figura 2.

Las máquinas Shay eran técnicamente distintas de la gran mayoría de las locomotoras a vapor, y, en general, pudieron desarrollar una gran potencia y transitar por líneas precariamente tendidas; sin embargo, su velocidad máxima era muy limitada. (El presente autor pudo observar en operación, la Shay número 508 en la flota de la Empresa Nacional de Ferrocarriles, de Bolivia, haciendo maniobras en la estación de La Paz, en 1971.) No cabe duda que las locomotoras 30 y 31 pudieron subir desde Central a Puquios a pura adherencia, sin tener que recurrir al uso de la cremallera, llevando consigo trenes de bajo peso. El Sindicato las habrá comprado para arrastrar trenes de materiales para la construcción de la línea.



Figura 2: Locomotora Shay de 70 ton. adherencia total, usada en la construcción.



Figura 3: Locomotora Esslingen

Esas dos máquinas Shay habrían llevado a cabo bastante bien sus tareas; sin embargo, en 1911, es decir, dos años antes de la inauguración oficial del FCALP, la empresa fabricante de locomotoras del nombre *Esslingen*, establecida en la ciudad alemana del mismo nombre, produjo dos locomotoras a cremallera para el incipiente FCALP. Aunque ocupadas por *Sir John Jackson (Chile) Ltda.*, es decir, por el contratista que logró completar la construcción del Ferrocarril, uno concluye que

estas máquinas habían sido encargadas por el gobierno, que habrían contemplado ocuparlas, en años posteriores, en la operación comercial del Ferrocarril. Esas dos máquinas eran de la disposición de ruedas 0-8-2T, y de un tipo que, a partir de 1916, fue clasificado “U” de parte de Ferrocarriles del Estado. Sus números de serie de la *Esslingen* eran el 3561 y 3562, e inicialmente recibieron los números 1 y 2 en la nómina del FCALP. Véase la figura 3. Las características técnicas de las locomotoras “U” se incluyen en el cuadro 1.

3.2. Las locomotoras a cremallera encargadas para la inauguración del FCALP.

Para la inauguración del FCALP, el gobierno de Chile encargó, también a la *Esslingen*, tres nuevas locomotoras a cremallera. Se deseaba adquirir máquinas de un mayor poder de arrastre que las de números 1 y 2, y la empresa alemana ofreció locomotoras de un nuevo diseño, que resultaron verdaderas monstruosidades. Su disposición de ruedas era 0-4-10-0T. Véase la figura 4. Las únicas



Figura 4: Locomotora Esslingen/Saronno 0-4-10-0T

Locomotoras de esta disposición de ruedas, en el mundo entero, fueron esas tres encargadas para el FCALP.

Cuadro 1: Especificaciones básicas de locomotoras a cremallera del FCALP de origen europeo				
Característica	U	0-4-10-0T	Uc	Ua
Peso vacía (ton)	s/i	75,5	55,53	64
Peso en servicio (ton)	63,6	93	73,26	85
Peso adherente (ton)	51,2	s/i	56,9	58
Cilindros adhesión (mm)	480x500	500x500	500x500	500x500
Cilindros cremallera (mm)	430 x 450	480x480	450x450	450x450
Capacidad agua (lts)	8.000	s/i	8.000	9.000
Capacidad carbón (ton)	2.0	s/i	s/i	4.0
Capacidad petróleo (ton)	-	s/i	-	2.9
Ruedas motrices (mm)	940	950	940	940
Superficie parrillas	2.4 m ²	3.2 m ² (34.44 ft ²)	s/i	2.8 m ² (a petróleo)
Presión caldera	12 atm	15 atm	180 lb/pg ²	14 atm
Caballos de fuerza	s/i	s/i	1.050	1.085
Esfuerzo de tracción (kgs)	s/i	s/i	15.830	11.000*

* a 60% de la presión máxima de vapor en la caldera.

El mecanismo a cremallera fue llevado por el boguie delantero, de cuatro ruedas, dos en cada lado. La máquina a adherencia consistió en dos cilindros, uno por lado, que transmitieron poder a diez ruedas motorizadas, cinco en cada lado. Estas locomotoras fueron diseñadas por la *Esslingen*, pero parece que esa distinguida empresa alemana habría preferido no asociarse directamente con su construcción, la que fue delegada a una empresa hermana en Italia, llamada *Saronno*, en cuya serie de productos llevaban los números 479 al 481. Italia ha desarrollado una merecida fama como productor de autos de carrera, corbatas de seda y máquinas de café express, pero nunca se distinguió como productor de locomotoras a vapor. Esas tres locomotoras a vapor fueron las únicas de fabricación italiana que han prestado servicios en Chile. Por sus cinco ejes rígidos, les habría sido difícil inscribirse en las curvas del tramo a cremallera, algunas de sólo 100 metros de radio. Llevaron los números 21 al 23 en la flota del FCALP, y parecería que todas recibieran también nombres de personajes chilenos; aunque no se ha podido identificar los asignadas a todas las tres, se sabe que la N° 22 llevó placas en homenaje del Presidente “Jermán Riesco”.

Las máquinas *Esslingen/Saronno* son identificadas en el cuadro 2, y sus características técnicas principales se presentan en el cuadro 1. Habían sido todas dadas de baja al llegar a mediados del decenio de 1920. Habría sido evidente desde los primeros momentos de la operación comercial del FCALP, que las 0-4-10-0T de la agrupación *Esslingen/Saronno* no iban a constituir la solución definitiva al problema de operar la sección a cremallera entre Central y Puquios. Por eso, la administración del Ferrocarril probó otras locomotoras a cremallera, de fabricación estadounidense, precisamente de la marca *Baldwin*.

El arrastre de los trenes sobre el tramo entre Arica y Central estaba en manos de locomotoras semiarticuladas, del tipo Mallet, habiendo dos versiones de ese tipo, una alemana y otra norteamericana. Las máquinas de procedencia alemana habían sido encargadas al fabricante *Hanomag (Hannoversche Maschinenbau AG)*, que produjo cuatro de ellas, en 1913. Luego, en 1918, la *Baldwin* suministró tres, del mismo estilo general, aunque de diferentes dimensiones. Entre Arica y Central, la experiencia con las locomotoras alemanas y estadounidense convenció a administración del FCALP que estas últimas eran las más indicadas. Sin embargo, para el tramo entre Central y Puquios, que era aún más difícil de operar, después de probar productos de los dos países, llegó a optar a favor de la alternativa alemana.

3.3. Las locomotoras a cremallera de origen estadounidense.

El FCALP encargó tres locomotoras a cremallera estadounidenses, todas de la marca *Baldwin*. Se identifican en el cuadro 2 y dos están ilustradas en la figura 5, pero su historia está todavía rodeada por nubes de misterio y desconocimiento.

La primera en llegar habrá sido la N° 24. De acuerdo con los señores Copeland y Kirchner, se trataba de una 0-8-2T producida por la *Baldwin* en 1916, número de serie 43337. Siempre que realmente hubiera nacido como una 0-8-2T, en algún momento posterior habría sido reconstruida en la mastranza de Chinchorro, donde le fuera agregado un eje delantero, de esta manera convirtiéndola en una 2-8-2T. Sin embargo, puesto que la ilustración inferior de la figura 5 habría sido tomada en la propia planta de la *Baldwin*, mostrando la máquina como era cuando recién salida del taller de pintura, puede haber sido construida como una 2-8-2T.

La misma locomotora en su condición final



Figura 6: Locomotora Baldwin en la mastranza de Chinchorro

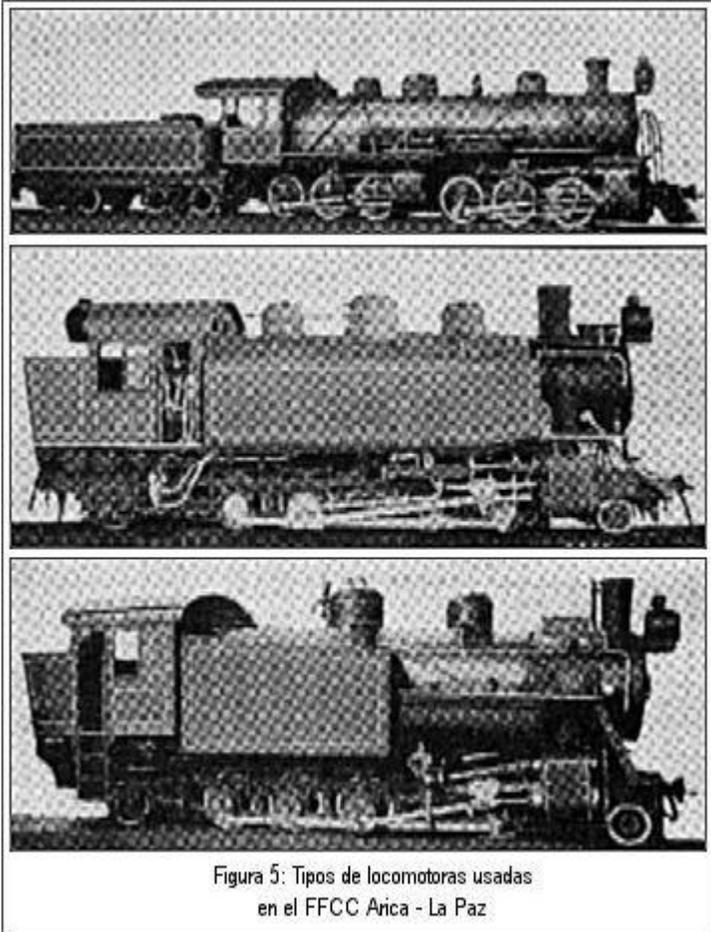


Figura 5: Tipos de locomotoras usadas en el FFCC Arica - La Paz

se presenta en la figura 6, basada en una foto sacada por el señor David Ibbotson, quien en 1955 recorrió los patios de la mastranza de Chinchorro. Es ese año, esa máquina, portadora del número 3355 en el parque de EFE, ya había sido retirada de servicios, y es sorprendente que hubiera sobrevivido hasta un momento tan tardío, puesto que, por sus dimensiones relativamente rebajadas, no habría sido de gran utilidad para subir con trenes entre Central y Puquios. Quizás haya servido como máquina de maniobras en los patios de Central.

Luego, primero en 1920 y después en 1923, la *Baldwin* entregó al FCALP otras dos 2-8-2T a cremallera, de números de serie 52814 y 57078, las que fueron asignadas inicialmente los números 26 y 27 en la flota del Ferrocarril.

La de número 26 se ilustra en la segunda ilustración de la figura 5. De esas dos, no se ha podido descubrir mucho de su historia. En 1947, EFE dio de baja una locomotora de número 3356, que pudo haber sido una de ellas, aunque también sería posible que fuera una de las dos 0-8-2T entregadas a la *Sir John Jackson Ltd.* en 1911, específicamente la original N° 1.

3.4. Las locomotoras definitivas del tramo a cremallera, de la marca *Esslingen*.

Después de probar los productos norteamericanos, el FCALP volvió a adquirir locomotoras a cremallera de la marca *Esslingen*, esta vez encargándolas directamente a la planta alemana de esa empresa, más bien que aceptando una entrega de su socio en Italia. Entre 1923 y 1927, la *Esslingen* produjo seis locomotoras a cremallera, de modelo 2-8-2T, para el FCALP. En años posteriores, EFE las clasificó de tipo Uc. Las primeras dos en llegar, productos del año 1923, fueron asignadas los números 28 y 29 en la flota del FCALP, pero a poco tiempo después de su arribo, el FCALP revisó el sistema numérico de sus locomotoras, y esas dos asumieron los números nuevos 78 y 79. Las otras cuatro se asignaron los números 80 al 83 en el nuevo sistema, sin haber llevado números del sistema anterior. Esas seis locomotoras se identifican en el cuadro 2, y sus características técnicas se incluyen en el cuadro 1.

Una de las Uc ha sobrevivido hasta el presente momento, y está exhibida en la plaza delante la estación del FCALP en Arica. Véase la figura 7.



Figura 7: Una de las locomotoras del tipo Uc exhibida en una plaza frente a la estación del FCALP en Arica.

Número			Fabricante	Año	Modelo	Km recorridos en 1929	Momento de dares de baja, etc
1°	2°	EFE					
1	¿76?		Essl 3561	1911	0-8-2T	2.658 (N°76)	No es seguro que esta fuera la máquina renumerada 76
2	¿77?		Essl 3562	1911	0-4-10-0T		
21			Saro 479	1913	0-4-10-0T		
22			Saro 480	1913	0-4-10-0T		
23			Saro 481	1913	0-4-10-0T		
24	75	3355	BLW 43337	05/1916	2-8-2T*	17.125	
26	¿76?		BLW 52814	01/1920	2-8-2T		Una de esas pudo haber recibido el 3356, y fue dada de baja en 1947
27	¿77?		BLW 57078	09/1923	2-8-2T**		
28	78	3315	Essl 4127	1923	2-8-2T,Uc		mitad de decenio 1960
29	79	3316	Essl 4128	1923	2-8-2T,Uc	12.314	mitad de decenio 1960
-	80	3317	Essl 4153	1925	2-8-2T,Uc	19.836	Mitad de decenio 1960
-	81	3318	Essl 4154	1925	2-8-2T,Uc	19.604	Mitad de decenio 1960
-	82	3320	Essl 4188	1927	2-8-2T,Uc	21.087	1949
-	83	3320	Essl 4188	1927	2-8-2T,Uc	15.065	Mitad de decenio 1960
-	-	3312	Essl 4231	1930	2-8-2-T,Ua		1968 (ex Red Norte)
-	-	3313	Essl 4232	1930	2-8-2T,Ua		1968 (ex Red Norte)
-	-	3314	Essl 4233	1930	2-8-2T,Ua		1968 (ex Red Norte)
-	-	3330	Essl 4963	1950	2-8-2T,Ua		1968
-	-	3331	Essl 4964	1950	2-8-2T,Ua		1968
-	-	3332	Essl 4965	1950	2-8-2T,Ua		1968
-	-	3408			2-8-2,Vr		en servicio hasta 1956

Essl = Esslingen; Saro = Esslingen/Saronno; BLW = Baldwin Locomotive Works
 * Quizás construida como una 0-8-2T
 ** Llevó el nombre "Francisco Mardones"

Durante muchos años, esa máquina ha llevado placas numerales que la identificaba, equivocadamente, como la N° 3331, de tipo Ua. En 1995, se sostuvo una serie de intercambios de opinión, entre los señores Osvaldo Sepúlveda, en ese momento Gerente del FCALP, Eduardo Espinoza, su suplente, un funcionario (cuyo nombre tengo olvidado) del FCALP, y el autor del presente artículo, concluyéndose que se tratara realmente de la locomotora número 3317. El Gerente General de EFE en ese momento era el señor Enrique Méndez, quien autorizó la elaboración de placas con el número correcto, la que constituyó la última tarea jamás efectuada por la fundición de la histórica Maestranza Central de San Bernardo. Véase la figura 8.



Figura 8: El último disco numeral fundido en la Maestranza de San Bernardo.

El autor llevó las placas (un disco delantero, y dos rectangulares para colocar al costado de la cabina de la locomotora), a la oficina de Torres de Tajamar de la antigua empresa de buses Tramaca, donde fueron embarcadas para Arica, dirigidas al funcionario del FCALP. No se sabe qué haya sucedido con esas placas, que hasta el momento no han sido colocadas en la locomotora.

Al llegar a fines del decenio de los años veinte, la flota de locomotoras a cremallera del FCALP consistía en ocho unidades. Seguramente seis de ellas eran de tipo Uc (números 78 al 83); una habrá sido la máquina numerada 43337 en la serie de la *Baldwin* (inicialmente número 24 en la flota del FCALP, pero en ese momento ya renumerada 75); y la octava podría haber sido la 0-8-2T numerada originalmente 1, luego 76. Sin embargo, esa octava máquina no se ha podido identificar con un margen aceptable de seguridad.

3.5. La transferencia al FCALP de locomotoras desde la Red Norte.

En 1930, la *Esslingen* fabricó tres nuevas locomotoras a cremallera, de disposición de ruedas 2-8-2T, para un cliente en Chile. Este cliente fue EFE, que las había encargado para operar sobre los tramos a cremallera de la Red Norte. Estas se clasificaron de tipo Ua, y eran de mayor potencia que las 2-8-2T del FCALP, las que posteriormente se clasificaron Uc. Los números de las Ua de la Red Norte eran 3312 a 3314. Véase el cuadro 3.

Merece una explicación la clasificación por tipo de los distintos modelos de locomotoras a cremallera. En 1930, el FCALP era una empresa estatal independiente de EFE, y no ocupaba el sistema de clasificación de esta última empresa. La flota de tracción de la Red Norte de EFE incluía algunas locomotoras parecidas a las 0-8-2T, de marca *Esslingen*, del FCALP, y sobre la Red Norte habían clasificado de tipo U. La clasificación Ua se asignó a las 2-8-2T que recibió la Red Norte en 1930, y estas máquinas retuvieron la misma clasificación una vez que, posteriormente, fuesen transferidas al FCALP. Las 2-8-2T adquiridas nuevas por el FCALP de la *Esslingen*, en los años 1920, al incorporarse el FCALP en EFE, fueron clasificadas Uc. La diferencia más importante entre el tipo Uc y el Ua se trata de la caldera de mayores dimensiones del último, permitiéndole generar y almacenar un mayor volumen de vapor. Es probable que las locomotoras numeradas 3355 y 3356 por EFE (ambas de modelo 2-8-2T, de marca *Baldwin*, incorporadas al parque del



Figura 9: Locomotora Baldwin que habría sido transformada de cremallera a adherencia.

FCALP alrededor de 1920) hayan sido clasificadas Ub, pero no se ha encontrado evidencia directa que compruebe eso. El cuadro 2 muestra los números nuevos, de EFE, de las locomotoras a cremallera del FCALP.

Las tres locomotoras de tipo Ua construidas en 1930, prestaron servicios sobre la Red Norte, hasta la supresión de los últimos tramos a cremallera de esa, en 1944. Luego, la Nº 3312 fue despachada directamente al FCALP, y la 3313 al Ferrocarril Transandino Chileno (FCTC). Dos años después, en el primer semestre de 1946, también arribó al FCTC la Nº 3314. No se sabe donde habría estado esta locomotora en los dos años anteriores. La 3313 abandonó el FCTC en aproximadamente el mismo momento en que llegaba la 3314, y esta última partió hacia fines de 1946. En ambos casos, su nuevo destino fue el Ferrocarril de Arica a La Paz. La incorporación de esas tres poderosas máquinas de tipo Ua, permitió al Administrador del FCALP dar de baja la antigua máquina N° 3356.

La Red Norte había ocupado además otras locomotoras a cremallera, que fueron dejadas cesantes por la supresión de los tramos a cremallera de esa Red. Hasta el momento de esa supresión, estaban asignadas a la Red Norte las locomotoras a cremallera identificadas en el cuadro 3. Debido a que en 1944 el mundo se encontraba en un conflicto bélico de enormes proporciones, Chile no pudo adquirir locomotoras en los países, como Alemania, Estados Unidos y el Reino Unido, que tradicionalmente las habían suministrado. Por eso, EFE buscaba nuevos destinos para las desocupadas locomotoras a cremallera de Red Norte, las que, en circunstancias normales, habrían sido simplemente desarmadas para chatarra. Una de las seis máquinas de la Red Norte del tipo U, es decir, la Nº 3301, se transformó primero en una locomotora a adherencia, de tipo Ur, de número 3403, antes de decidir ocuparla sobre la sección a cremallera del FCALP. Por eso, en 1948, se ordenó su reconversión para la operación a cremallera. Iba a reenumerarse 3303, y enviarse a Arica. Sin embargo, la reconversión, encargada a la Maestranza Central de San Bernardo, nunca se terminó, y finalmente se dio de baja, en junio de 1953, sin haber jamás recorrido al norte de La Serena.

Por otra parte, sí prestó servicios sobre el FCALP una locomotora de número 3408 - véase la figura 9 - que habría sido una transformación a adherencia de la máquina a cremallera de la Red Norte de número 3308. Esta locomotora era de la marca *Baldwin*, y sobre el FCALP habría sido ocupada sobre la sección entre Puquios y Visviri. Se dio de baja en 1956.

Cuadro 3: Flota de locomotoras a cremallera de Red Norte de FFCC del Estado, inmediatamente anterior al abandono del último tramo a cremallera, en 1943.			
Tipo	U	V	Ua
Disposicion de ruedas	0-8-2T	2-8-2T	2-8-2T
Peso en toneladas	63.5	75.5	85
Diametro de ruedas motrices en mm	940	940	940
Dimensioes de cilindros	480x500 (adherencia) 430x450 (cremallera)	483x508 (adherencia) 432x450 (cremallera)	500x500 (adherencia) 450x450 (cremallera)
Superficie de parrillas en m ²	2.40	2.65	s/i
Año de fabricación	1910	1919	1930
Cantidad de máquinas	6	5	3
Numeros de EFE	3301-06	3307-11	3312-14
Fuente: I. Thomson, Red Norte: la historia de los ferrocarriles del norte chileno, Instituto de Ingenieros, Santiago, 2003.			

3.6. Los últimos años de la operación a puro vapor.

En 1949, el parque de máquinas a cremallera del FCALP se había rebajado en una unidad, por mala suerte más bien que por un acto administrativo, puesto que en ese año, la locomotora N° 3319, de tipo Uc, se descarriló en el Km 102 del Ferrocarril, donde la vía sube por la orilla norte de un cajón. La máquina se descarriló, se volcó, cayéndose en un lugar desde donde no era factible su recuperación, dándose de baja como consecuencia. Todavía es posible ver los restos de un accidente en el Km. 102, y es posible que sean del descarrilamiento que terminó con la vida activa de la N° 3319. Véase la figura 10.

En esos momentos, es decir, hacia fines del decenio de 1940, según ya mencionado, causaba preocupación en Arica, la rehabilitación de ferrocarriles y puertos en el sur peruano, los que se ponían en mejores condiciones para competir en el mercado del transporte del comercio entre Bolivia y países de ultramar, por la costa del Pacífico. En octubre de 1947, se habilitó el nuevo puerto de Matarani, y se inició la construcción de una conexión entre ese y la estación de La Joya, en el ferrocarril existente entre Mollendo y Puno. Desde Puno salían vapores sobre el Lago Titicaca al puerto boliviano de Guaqui, que era el punto terminal del Ferrocarril de Guaqui, que conducía a Viacha y la ciudad de La Paz. Como parte de una respuesta a esa reforzada competencia del corredor peruano, EFE consideraba importante renovar la flota de tracción del FCALP. Se recomendó la adquisición de nuevas locomotoras, precisamente tres a cremallera,



Figura 10: Los restos de lo que parece un accidente, a km 102 del FCALP.

para el tramo de Central a Puquios, y tres de modelo “Santa Fe” (de ruedas 2-10-2), supuestamente para operar entre Arica y Central, donde las Mallet llegaban a fines de su vida útil. Esa recomendación de EFE se convirtió en realidad, durante los próximos años, a través de la transferencia (transitoria) a Arica de locomotoras de tipo Santa Fe del Ferrocarril de Iquique a Pintados, y de un encargo entregado al fabricante *Esslingen* para tres nuevas locomotoras de tipo Ua. Las Santa Fe pasaron poco tiempo en el FCALP, por ser llamadas al sur, a la Red Norte, donde un alza muy importante en la demanda de transporte de minerales de fierro generó una mayor necesidad de tracción para atenderla, pero las tres nuevas Ua quedaron sobre el FCALP durante la totalidad de su vida activa, de unos 17

años.

Las tres Ua fabricadas para el FCALP en el año 1950, eran idénticas a las tres producidas para la Red Norte veinte años antes. Véase la figura 11.

EFE asignó a esas tres los números 3330 al 3332, y, en la lista de productos de la *Esslingen* llevaron los números 4963 al 65. Véanse los cuadros 2 (numeración) y 1 (especificaciones técnicas), además de la figura 12. Fueron las últimas locomotoras a cremallera adquiridas para el FCALP. Un informe, publicado en una revista especializada, señaló que EFE habría encargado, en 1950, cinco locomotoras a cremallera nuevas a la *Esslingen*. (Véase la revista *The Locomotive*, edición del 15 de diciembre, 1950.) Sin embargo, no ha sido posible confirmar la existencia de las otras dos; no se ha descubierto evidencia de su llegada al FCTC, que, en

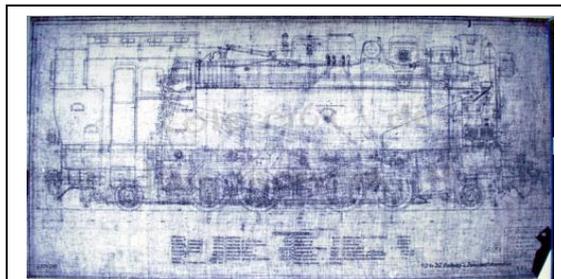


Figura 11: El plano general, originario del fabricante *Esslingen*, de una locomotora de tipo Ua, fotografiado en la Oficina Técnica de la antigua Maestranza de San Bernardo, donde no hubo fotocopiadora.

esos momentos, era el único otro ferrocarril operado por EFE que incluía tramos a cremallera.

3.7. La dieselización del tramo Central a Puquios.

La dieselización del arrastre de trenes FCALP comenzó en 1954, pero las máquinas *General Electric*, de tipo Dt-6000, que arribaron en ese año, operaron solamente entre Arica y Central. Desde este último punto y Puquios, siguieron reinando las Ua y Uc, y entre Puquios y la frontera, los trenes continuaron a cargo de locomotoras de modelo mikado, semejantes a las de tipo W de la Red Norte. (Una mikado, ex-FCALP, sigue existiendo, en la casa de máquinas de Baquedano, en la II Región.). No fue hasta 1962 que partió la dieselización parcial del tramo Central a Puquios. En ese año, se entregaron al FCALP las últimas cuatro de un envío de diecinueve locomotoras de marca *General Motors*, modelo GR12, destinadas principalmente al arrastre de trenes de minerales de hierro sobre la Red Norte. Su disposición de ruedas era de Co-Co, y pudieron desarrollar una potencia de 1 300 hp (en el enganche). A partir de la llegada de esas locomotoras, conocidas en Chile como de tipo Dt-13 000, las locomotoras a cremallera vaporinas se relegaron al servicio de remolque, o al arrastre de convoyes fraccionados. En la subida, los trenes fueron arrastrados por una o dos locomotoras de tipo Dt-13 000, operando a adherencia, y empujados por una locomotora a vapor, de tipo Ua ó Uc, operando a cremallera. Este modo de operación no era satisfactorio, pero, en el momento, surgió como la mejor manera a aprovechar el poder de arrastre de las máquinas Dt-13 000.

En esa época, constituía un gran problema el mantenimiento de las locomotoras a vapor a cremallera. La maestranza de Chinchorro ya se había adaptado a la conservación de la máquinas a diesel, y parece que el cuidado de las a vapor se relegaba a un segundo plano. El parque de locomotoras a vapor consistía en seis de tipo Ua, y dos Uc, pero el Departamento de Tracción a veces no logró poner en marcha más de una entre las ocho. Esa baja disponibilidad de máquinas a cremallera, tuvo una influencia crítica sobre la capacidad de transporte del FCALP. Véase la figura 12.

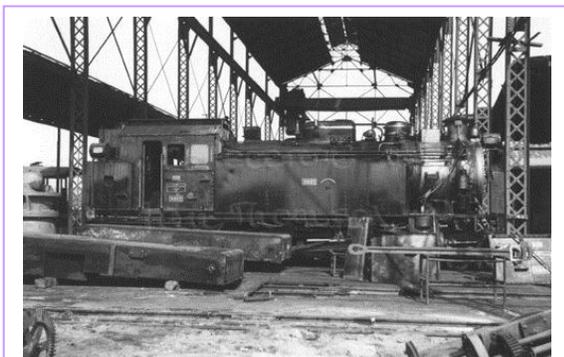


Figura 12: A la extinción de la tracción a vapor entre Central y Puquios, contribuyó la incapacidad del Ferrocarril de mantener operativa más de una pequeña fracción de las máquinas a cremallera. Aquí vemos la Nº 3332 en reparaciones en la maestranza de Chinchorro, 1955. (foto: D. Ibbotson)

El estudio del Programa Chile-California, ya citado, recomendó operar a pura adherencia el tramo a cremallera, ocupando locomotoras a diesel. No fue fácil encontrar en el mercado, locomotoras a diesel con una potencia suficiente de poder ascender pendientes de 6% con trenes de un peso comercialmente viable, sin superar el peso por eje máximo muy limitado, determinado por la calidad reducida de la infraestructura del FCALP, siendo especialmente importante en ese respecto el peso de los rieles originarios, de tipo Arica. Las locomotoras que se decidieron adquirir eran de la marca *General Electric*, modelo U13C dotadas con sobrecargador, que desarrollaban una potencia, en el enganche, de 1 320 hp. Estas locomotoras llegaron a Chile a partir de fines de febrero de 1967, entregándose inicialmente a la Red Norte. Sin embargo, su destino final fue el FCALP, llegando a Arica los primeros ejemplares en ese mismo año. A fines de 1967, sobre el

FCALP, había tres locomotoras de tipo Dt-13 000 y otras tres Dt-13 100. A fines de 1968, había todavía tres de las primeras, pero cinco de las últimas. Finalmente, las Dt-13 000 se concentraron en la extendida Red Norte, entre La Calera e Iquique, y las ocho máquinas de tipo Dt-13 100, se asignaron al FCALP.

A partir de principios de decenio de 1990, se repotenciaron los motores de las locomotoras Dt-13 100, subiendo su poder efectivo en el enganche, de 1 320 a 1 600 caballos. El poder de arrastre de una

locomotora de tipo Dt-13 100, en su condición original, de Central a Puquios, era de 130 toneladas brutas; cada máquina repotenciada pudo llevar 160 toneladas.

El poder de arrastre de las locomotoras a vapor, en la subida entre Central y Puquios, se había fijado en entre 100 y 120 toneladas. Véase el cuadro 4. La mejora traída por la introducción de las locomotoras Dt-13 000 y Dt-13 100, en términos de poderes de arrastre, no fue muy significativa, y, por eso, la capacidad teórica de transporte del FCALP tampoco creció en valores significativos por el reemplazo de la tracción a vapor, a cremallera, por la a diesel, a adherencia, entre Central y Puquios.

Tramo	locomotora	Ua	Uc	Ua+Dt-13.000	Uc+Dt-13.000
Central a Puquios		120	100	210	190
Puquios a Central		400		s/i	s/i
Fuente: Trenes de carga, 1970, EFE. En algunas épocas, las máquinas de tipos Ua y Uc, sólo fueron permitidas a subir con 110 y 90 toneladas, respectivamente					

Es interesante observar que las pautas de arrastre de las locomotoras a vapor sobre el FCALP, en la subida, parecen haber sido fijadas de una manera bastante conservadora. Las pendientes del FCTC llegaron a 8%, o sea, a una inclinación de una tercera parte mayor que las del FCALP. Sin embargo, sobre el Transandino, las locomotoras de tipo Ua fueron autorizadas a llevar trenes de 140 toneladas. Por otra parte, en la bajada, las Ua del FCALP eran permitidas a guiar trenes de pesos muy superiores que las del Transandino.

El FCALP dejó de funcionar, durante unos 18 meses, a partir de principios de 2001, a raíz de la destrucción de infraestructura causada por una crecida del río Lluta. Una vez repuesto en marcha, los ingresos generados por los reducidos volúmenes de tráfico que llevaba, fueron insuficientes para cubrir los costos del concesionario, dando como consecuencias una conservación inadecuada y crecientes tasas de indisponibilidad de locomotoras. En los últimos meses de operación normal, en 2005, a veces locomotoras bolivianas penetraron al territorio chileno, para reforzar el parque de tracción del FCALP.

En 2009, se inició la rehabilitación del FCALP, y, para arrastrar los convoyes que llevan material de Arica a Puquios, pasando por el antiguo tramo a cremallera, fueron transferidas a Arica unas tres locomotoras, de propiedad de la empresa Ferronor. Son de disposición de ruedas Co-Co, del modelo U9C de la *General Electric*, repotenciadas con motores del mismo tipo (567C de la *General Motors*), que están instalados en las máquinas de la serie Dt-13 000. Las máquinas GE/GM de Ferronor se ocuparían transitoriamente para el arrastre de servicios comerciales, mientras se reparen unas tres locomotoras de la serie Dt-13 100.

REFERENCIAS

1. I. Thomson, Red Norte: la historia de los ferrocarriles del Norte Chileno, Instituto de Ingenieros de Chile, Santiago, 2003.
2. A. Decombe, Historia del Ferrocarril de Arica a La Paz, Ministerio de Industria y Obras Públicas, Santiago, 1913.
3. Los ferrocarriles internacionales de Sudamérica y la integración económica regional, Naciones Unidas, Nueva York, 1972.
4. I. Thomson, La historia oculta del Ferrocarril Trasandino, revista En Tren, edición 5ª Santiago, 1995.
5. H. Stones, International Railways over the Andes, P.E. Waters & Associates, Inglaterra, 1999.
6. Distintas ediciones de las revistas *Latin Tracks*, *Locomotives International* y otras mencionadas en el texto.
7. Apuntes recopilados en la Oficina Técnica de la Maestranza Central de San Bernardo y documentación de la Maestranza de Chinchorro y las oficinas del FCALP, Chinchorro, Arica.
8. Santiago Marín V., Los ferrocarriles del Chile, IV edición, Santiago, 1916.
9. Danuta Bartkowiak, Ernesto Malinowski, 1818-1899, Banco Central de Reserva del Perú, Lima, 1998.

Las ilustraciones fueron obtenidas de los libros de Decombe y Long, y de fotografías sacadas por David Ibbotson (6, 9, 12) e Ian Thomson (7, 8, 10, 11, colección 4). Se agradece, además, el apoyo de la Corporación de Desarrollo de Arica y Parinacota, la CEPAL, el Museo Ferroviario Nacional del Reino Unido y los señores: Juan Morales, Eduardo Espinoza, Patricio Negrón y Osvaldo Sepúlveda, Ernesto Vargas y David Ibbotson.