



DOCUMENTOS
RELATIVOS AL PROYECTO
DE UN FERROCARRIL
ENTRE SANTIAGO Y VALPARAÍSO

Allan Campbell



BIBLIOTECA FUNDAMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHILE

CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
BIBLIOTECA NACIONAL

BIBLIOTECA FUNDAMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHILE

INICIATIVA DE LA CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN,
JUNTO CON LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
Y LA DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS

COMISIÓN DIRECTIVA
GUSTAVO VICUÑA SALAS (PRESIDENTE)
AUGUSTO BRUNA VARGAS
XIMENA CRUZAT AMUNÁTEGUI
JOSÉ IGNACIO GONZÁLEZ LEIVA
MANUEL RAVEST MORA
RAFAEL SAGREDO BAEZA (SECRETARIO)

COMITÉ EDITORIAL
XIMENA CRUZAT AMUNÁTEGUI
NICOLÁS CRUZ BARROS
FERNANDO JABALQUINTO LÓPEZ
RAFAEL SAGREDO BAEZA
ANA TIRONI

EDITOR GENERAL
RAFAEL SAGREDO BAEZA

EDITOR
MARCELO ROJAS VÁSQUEZ

CORRECCIÓN DE ORIGINALES Y DE PRUEBAS
ANA MARÍA CRUZ VALDIVIESO
PAJ

BIBLIOTECA DIGITAL
IGNACIO MUÑOZ DELAUNOY
I.M.D. CONSULTORES Y ASESORES LIMITADA

GESTIÓN ADMINISTRATIVA
CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN

DISEÑO DE PORTADA
TXOMIN ARRIETA

PRODUCCIÓN EDITORIAL A CARGO
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DIEGO BARROS ARANA
DE LA DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS

IMPRESO EN CHILE / PRINTED IN CHILE

PRESENTACIÓN

La *Biblioteca Fundamentos de la Construcción de Chile* reúne las obras de científicos, técnicos, profesionales e intelectuales que con sus trabajos imaginaron, crearon y mostraron Chile, llamaron la atención sobre el valor de alguna región o recurso natural, analizaron un problema socioeconómico, político o cultural, o plantearon soluciones para los desafíos que ha debido enfrentar el país a lo largo de su historia. Se trata de una iniciativa destinada a promover la cultura científica y tecnológica, la educación multidisciplinaria y la formación de la ciudadanía, todos requisitos básicos para el desarrollo económico y social.

Por medio de los textos reunidos en esta biblioteca, y gracias al conocimiento de sus autores y de las circunstancias en que escribieron sus obras, las generaciones actuales y futuras podrán apreciar el papel de la ciencia en la evolución nacional, la trascendencia de la técnica en la construcción material del país y la importancia del espíritu innovador, la iniciativa privada, el servicio público, el esfuerzo y el trabajo en la tarea de mejorar las condiciones de vida de la sociedad.

El conocimiento de la trayectoria de las personalidades que reúne esta colección, ampliará el rango de los modelos sociales tradicionales al valorar también el quehacer de los científicos, los técnicos, los profesionales y los intelectuales, indispensable en un país que busca alcanzar la categoría de desarrollado.

Sustentada en el afán realizador de la Cámara Chilena de la Construcción, en la rigurosidad académica de la Pontificia Universidad Católica de Chile, y en la trayectoria de la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos en la preservación del patrimonio cultural de la nación, la *Biblioteca Fundamentos de la Construcción de Chile* aspira a convertirse en un estímulo para el desarrollo nacional al fomentar el espíritu emprendedor, la responsabilidad social y la importancia del trabajo sistemático. Todos, valores reflejados en las vidas de los hombres y mujeres que con sus escritos forman parte de ella.

Además de la versión impresa de las obras, la *Biblioteca Fundamentos de la Construcción de Chile* cuenta con una edición digital y diversos instrumentos, como *softwares* educativos, videos y una página web, que estimulará la consulta y lectura de los títulos, la hará accesible desde cualquier lugar del mundo y mostrará todo su potencial como material educativo.

COMISIÓN DIRECTIVA - COMITÉ EDITORIAL
BIBLIOTECA FUNDAMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHILE

CAMPBELL, ALLAN, 1815-1984

625.100983 DOCUMENTOS RELATIVOS AL PROYECTO DE UN FERROCARRIL ENTRE SANTIAGO Y VAL-
C187d PARAÍSO /Allan Campbell; EDITOR GENERAL, RAFAEL SAGREDO BAEZA. -[1ª ED.]-
2010 SANTIAGO DE CHILE: CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN: PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CHILE: DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS, c2010.
LIX, 141 P.: IL., FACSIMS., 23 CM (BIBLIOTECA FUNDAMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN
DE CHILE)
INCLUYE BIBLIOGRAFÍAS.
ISBN: 9789568306083 (OBRA COMPLETA); ISBN: 9789568306403 (TOMO 36)

1.- FERROCARRIL DE VALPARAÍSO A SANTIAGO (CHILE) I.- SAGREDO BAEZA, RAFAEL,
1959- ED

© CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN, 2010
MARCHANT PEREIRA 10
SANTIAGO DE CHILE

© PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE, 2010
AV. LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS 390
SANTIAGO DE CHILE

© DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS, 2010
AV. LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS 651
SANTIAGO DE CHILE

REGISTRO PROPIEDAD INTELECTUAL
INSCRIPCIÓN N° 193.854
SANTIAGO DE CHILE

ISBN 978-956-8306-08-3 (OBRA COMPLETA)
ISBN 978-956-8306-40-3 (TOMO TRIGÉSIMO SEXTO)

IMAGEN DE LA PORTADA
DISCO NUMERAL DE LOCOMOTORA DEL NORTE

DERECHOS RESERVADOS PARA LA PRESENTE EDICIÓN

CUALQUIER PARTE DE ESTE LIBRO PUEDE SER REPRODUCIDA
CON FINES CULTURALES O EDUCATIVOS, SIEMPRE QUE SE CITE
DE MANERA PRECISA ESTA EDICIÓN.

Texto compuesto en tipografía *Berthold Baskerville 10/12,5*

SE TERMINÓ DE IMPRIMIR ESTA EDICIÓN, DE 1.000 EJEMPLARES,
DEL TOMO XXXVI DE LA *BIBLIOTECA FUNDAMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHILE*,
EN VERSIÓN PRODUCCIONES GRÁFICAS LTDA., EN JULIO DE 2010

IMPRESO EN CHILE / PRINTED IN CHILE

ALLAN CAMPBELL

DOCUMENTOS
RELATIVOS AL PROYECTO
DE UN FERROCARRIL
ENTRE
SANTIAGO Y VALPARAÍSO



SANTIAGO DE CHILE
2010



Allan Campbell

ALLAN CAMPBELL Y LOS INGENIEROS DEL FERROCARRIL ENTRE SANTIAGO Y VALPARAÍSO

Ian Thomson

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Allan Campbell fue estadounidense, nacido y fallecido en el estado de Nueva York. Igual que su compatriota y varias veces jefe, William Wheelwright, fue uno de los pioneros que trajeron el ferrocarril a Chile y también a Argentina, aunque, a diferencia de Wheelwright, no se quedó para convertirse en un ciudadano sudamericano honorífico. Fue un ingeniero que se dedicó principalmente al área ferroviaria, hasta convertirse en un servidor público más versátil durante sus últimos años de vida. Todo señala que se trataba de una persona que reunió las características de competencia profesional y simpatía como ser humano, y en estos dos sentidos, parece que aventajó al inglés William Lloyd, que, en 1854, fue nombrado para el cargo de ingeniero jefe del ferrocarril entre Santiago y Valparaíso, dos años después de que Campbell había optado por abandonar ese puesto.

Junto con su hermano Alexander, que falleció en tierra chilena, vino a Chile por primera vez en 1856, traído por Wheelwright, para colaborar en la dirección de las obras del ferrocarril de Copiapó. Luego, antes de que ese ferrocarril nortino hubiera sido inaugurado, fue propuesto por don William para elaborar un “Informe sobre el proyecto de Ferro-Carril de Valparaíso a Santiago”, tarea que realizó en 1851. Ese Informe se publicó en Valparaíso, en febrero de 1852, y constituyó el principal fundamento técnico de las obras de construcción que se iniciaron más tarde durante ese mismo año.

Antes de la elaboración del mencionado Informe, se habían realizado estudios parciales de un ferrocarril entre la capital de la República y su entonces puerto principal, cuyo instigador principal fue el propio Wheelwright. Hasta el Informe de Allan, una ruta por Melipilla había sido considerada la más indicada, opción que fue rechazada con gran convicción por el ingeniero norteamericano, quien

propuso una alternativa que, partiendo del Puerto, subía principalmente por la costa hasta Concón, desde donde doblaba hacia el interior por el valle del Aconcagua, pasando por Quillota y ascendiendo a la altura de la capital a través del paso de El Tabón. A la mitad del siglo XIX, no existía en ninguna parte del mundo un ferrocarril que venciera barreras geofísicas tan difíciles como las que enfrentaba ese proyectado ferrocarril chileno. Otras repúblicas sudamericanas con ciudades capitales apartadas de la costa, tuvieron que esperar cincuenta y hasta casi cien años para poder contar con una conexión ferroviaria comparable con la que tenía Chile a partir de 1863.



Bodegas de la máquinas. Colección Guillermo Burgos C.

La ruta del ferrocarril, tal como fue inaugurado, sólo difirió radicalmente de la propuesta por Allan Campbell en el sector de Viña del Mar a Quillota, donde la faena de construcción ya estaba en plena marcha en momentos en que arribó al país el inglés William Lloyd, en mayo de 1854. Dos meses más tarde, el recién llegado ingeniero británico había logrado persuadir al directorio de la empresa del ferrocarril de cambiar la ruta en ese sector, con el objeto que pasara por Quilpué en lugar de por Concón. A la justificación técnica del cambio, ofrecida por William Lloyd, le faltaba profundidad. No obstante, para el directorio de una empresa ferroviaria, que no contaba con experiencia en obras ferroviarias, le habría sido difícil no aceptar los argumentos de un ingeniero reconocido, escogido hacía pocos meses en Inglaterra por uno de sus integrantes y quien, evidentemente, se destacaba como orador. William Lloyd tenía una actitud soberbia, y consideraba la ingeniería británica como intrínsecamente superior a la estadounidense. En esa época, los ferrocarriles en Inglaterra sí eran superiores a

los de Estados Unidos, pero ello no significa necesariamente que los ingenieros ingleses fueran mejores.

Aunque nunca sabremos con certeza si Allan Campbell o Lloyd tenían la razón en cuanto a la ruta entre Viña y Quillota, sí sabemos que la decisión de redirigir el Ferrocarril por Quilpué fue muy costosa en términos monetarios y de tiempo, y que, según Vicuña Mackenna, condujo a la ruina de la empresa mixta, pública – privada, que lo construía.

A la mitad del siglo XIX, ingenieros extranjeros como Allan Campbell y Lloyd tenían muchísima más experiencia en la construcción y operación de ferrocarriles que sus contrapartes nacionales. Por ello, para solucionar diferencias de opinión entre ambos, la empresa o el gobierno tendió a pedir el arbitraje de otros ingenieros extranjeros, quienes a veces contribuyeron a una mayor confusión porque, en lugar de preferir una u otra de las soluciones ya propuestas, sugirieron nuevas alternativas como la referente a la ubicación de la línea por el paso de El Tabón. Tanto Allan como William Lloyd prefirieron dirigir el ferrocarril por el Tabón, pero no se eliminó fácilmente la reiterada opción de conducirla por Melipilla. El único ingeniero que realmente logró establecer una base sólida para elegir entre las opciones fue el estadounidense Horacio Blis, cuyo análisis de la materia merece considerarse una obra clásica, y totalmente no reconocida, de la ingeniería económica.

Allan Campbell no solamente identificó una ruta factible para un ferrocarril entre Valparaíso y Santiago, sino también estimó su tráfico, tanto de carga como de pasajeros, de una manera bien fundada, realista y conservadora. Calculó además una versión primitiva de la tasa de retorno que cabía anticipar sobre la inversión necesaria para construir y equipar el Ferrocarril, la que había estimado en \$7.150.000, casi un 40% menos que el monto realmente gastado para completarlo. El sobrecosto se explicaba, entre otras causas, por el cambio de ruta recomendado por William Lloyd y una larga interrupción de las obras, por falta de fondos, cuando los rieles llegaron a Quillota. Corregida por el mayor costo de la inversión, la tasa que Allan había estimado se aproxima bastante bien a la tasa que realmente se producía a principios del decenio de 1870.

Aunque en los días de Allan Campbell, no se conocía el concepto de la evaluación social de proyectos de infraestructura de transporte, una evaluación *post facto* señala que el Ferrocarril entre Santiago y Valparaíso trajo importantes beneficios para el país, y una parte significativa de eso se debe a su contribución. El Ferrocarril sigue existiendo y hoy en día, 150 años después de su construcción, y sigue llevando, sobre tramos específicos, cantidades impresionantes de pasajeros o de carga.

RESEÑA BIOGRÁFICA DE ALLAN CAMPBELL

Su nacimiento y formación

El autor de la obra que tratamos es el ingeniero estadounidense Allan Campbell, nacido en la ciudad de Albany, en el estado de Nueva York, en 1816. Formado

como ingeniero civil, se ocupó en distintas obras ferroviarias o fluviales en Estados Unidos, antes de ser contratado, junto con su hermano Alexander, por el también estadounidense William Wheelwright, para colaborar en la construcción del Ferrocarril de Copiapó¹.



Estación Puerto. Colección Guillermo Burgos C.

Su carrera ferroviaria en Estados Unidos y Sudamérica

Es difícil estar seguro respecto a los inicios de su carrera, debido a errores evidentes en las pocas fuentes que es posible ubicar. Según la publicación regional *Atacama sobre rieles*, había llegado a Chile días antes de fines de junio de 1850, y esta información es congruente con lo señalado por Fifer, en su libro *William Wheelwright: steamship and railroad pioneer*, que está basado en investigaciones históricas muy profundas de fuentes sudamericanas, inglesas y estadounidenses. Además, Emilio Schickendantz, en su obra *Los ferrocarriles argentinos en 1910: historia de su desarrollo*, considera que Allan Campbell habría renunciado al puesto de primer ingeniero del ferrocarril entre Nueva York y Haarlem, para desplazarse a Chile. Mario López coincide con Emilio Schickendantz en su libro *Historia de los ferrocarriles argentinos, 1866 a 1886*, lo cual no debería considerarse como una confirmación absoluta, puesto que pudo haber ocupado como fuente de información el libro de Emilio Schickendantz.

¹ En los nombres oficiales de algunas empresas ferroviarias tempranas, las de Copiapó y Santiago a Valparaíso incluidas, se usa la redacción 'ferro-carril'. En el presente documento, se adopta la versión actual, es decir, 'ferrocarril'.

En un homenaje a Allan Campbell, publicado en el diario *New York Times*, edición del 20 de marzo de 1894, se señala que en 1850 había aceptado una oferta del gobierno de Perú, y se dirigió a Sudamérica, donde proyectó el ferrocarril entre Lima y el puerto de Callao, el que, según ese periódico, fue el primero en el continente de América del Sur. Esas informaciones son evidentemente equivocadas, sin lugar de dudas, puesto que el primer ingeniero contratado, en 1849, para los estudios y ejecución del primer ferrocarril entre Lima y el Callao fue el británico John England, quien se enfermó, siendo sustituido por su compatriota George Ellis, ayudado por el también inglés (o posiblemente escocés) Alexander Forsyth. Y, de todos modos, el primer ferrocarril en el continente había sido inaugurado en 1848, en la Guyana Británica.

El reportaje del *New York Times* señala además que Allan Campbell regresó a Estados Unidos, asumiendo el cargo de ingeniero jefe del Ferrocarril de Nueva York a Haarlem, siendo nombrado posteriormente presidente de la compañía correspondiente, cargo que se dice que retuvo durante seis años. No menciona que en algún momento hubiera regresado a América del Sur. Por otra parte, señala Emilio Schickendantz que Allan Campbell “después (de trabajar en el Ferrocarril de Copiapó) construyó numerosos ferrocarriles en la República Argentina”, sin especificar cuales fueron.

Sea como fuere, es innegable que en 1854 Allan Campbell fue contratado por el gobierno de la Confederación Argentina (que en esos momentos no contaba con un ferrocarril) para elaborar el Informe sobre un ferrocarril entre Córdoba y el Río Paraná, en Rosario, que fue publicado en 1856 en Buenos Aires. Emilio Schickendantz hace mención de ese Informe de Allan Campbell en su libro, en que cita un extracto del decreto fechado el 5 de septiembre de 1854 que autorizó la contratación de Allan Campbell; entre los considerandos del este decreto hay uno que señala que, circunstancialmente, en esos momentos Allan Campbell se encontraba en la zona del Río de la Plata. Es bastante improbable que Allan Campbell hubiera estado de paso por Argentina si en los mismos momentos ocupaba un cargo alto en el ferrocarril de Nueva York a Haarlem, puesto que, a la mitad del siglo antepasado, desplazarse entre continentes era muchísimo más caro y complicado que lo que es hoy en día, y casi nadie tenía los recursos monetarios y de tiempo necesarios para hacer viajes intercontinentales con fines de pasear. En definitiva, es evidente que varios aspectos de la biografía de Allan Campbell, aun no escrita, están aún por aclararse.

El autor Andrew Graham, en su libro *The Forgotten Colony*, considera que Allan Campbell entregó los planos de ese ferrocarril (de Córdoba a Rosario), a William Wheelwright, en 1864, a pesar de que el citado diario neoyorkino informa que, durante la Guerra Civil estadounidense (1861-1865) colaboró como ingeniero en las defensas del puerto de la ciudad de Nueva York. Parece probable que, para esa época, la fuente estadounidense sea la más fiable, aunque no es imposible que se pudiera haber dedicado a ambas tareas en momentos diferentes. 1864 fue el año de inauguración, más bien que de planificación, del primer tramo, de Rosario a Roldán, de ese ferrocarril argentino². El diario agrega que en distintas oportuni-

² Reg Carter, *Railways and motive power of Argentina*.

des Allan Campbell fue superintendente de las obras de mejoramiento del ferrocarril de Haarlem e ingeniero jefe de la construcción del *Ferrocarril del Pacífico*, y además presidente del la Consolidated Coal Company of Maryland.



Estación Bellavista de la línea de ferrocarril de Santiago a Valparaíso, 1863.
Félix Leblanc, *Álbum vistas de Valparaíso*.

Sus últimos años en el servicio público no ferroviario

Hacia fines de su carrera profesional, se dedicó principalmente al servicio público, desconectándose de las labores ferroviarias propiamente tales. En 1876, asumió un cargo de alto nivel en el Departamento de Obras Públicas de la ciudad de Nueva York y entre 1880 y 1883 fue contralor de la ciudad, logrando reducir gastos. Era integrante de distintas comisiones de la administración de la ciudad y, en 1882, se presentó en las elecciones municipales como candidato para alcalde, recibiendo el patrocinio del Partido Republicano. Tuvo un cargo en la iglesia de la Trinidad y participó en distintas instituciones de caridad.

Falleció en 1894, en su casa en la avenida Lexington, número 126 en la ciudad de Nueva York.

Los ingenieros ferroviarios, profesionales muy solicitados

Hasta 1876, había destinado una gran parte de su vida profesional al tema de los ferrocarriles, que durante la mayor parte del siglo XIX, en muchos países, estaban

en una época de expansión tan notable que es bastante de difícil de comprender hoy en día. Los ferrocarriles constituyeron el único medio de transporte capaz de fomentar el desarrollo económico en territorios no bendecidos por vías acuáticas. Nacidos en Inglaterra, los ferrocarriles se establecieron en Estados Unidos en 1830. En estos dos países, y luego en otros, el área de la construcción ferroviaria y, en seguida, la de la fabricación de equipos para operar sobre la red creada, atrajeron a los mejores ingenieros, además de otros que no estaban entre los mejores, y otros que ni siquiera habían sido formados como tales.



Puente de Los Maquis, hacia 1870.

Recaredo Tornero, *Chile Ilustrado; guía descriptiva del territorio de Chile, de las capitales de provincia, de los puertos principales.*

A principios de 1830, la red ferroviaria estadounidense era de cero kilómetros, pero ochenta años más tarde había llegado a unos 400.000 km. Allan Campbell habría iniciado su carrera profesional alrededor de 1840, justo en los momentos en que comenzaba la mayor expansión de la red ferroviaria en su país³. Tuvo la suerte de poder ganar experiencia profesional en un sector en auge. Después de Gran Bretaña y Estados Unidos, los ferrocarriles empezaron a conquistar el mundo, generando una alta demanda de los servicios técnicos de ingenieros, tanto británicos como estadounidenses.

³ Cristián Pedro y Vicente F. Ottado, *Planificación ferroviaria sudamericana.*

*Chile, un país donde escasas personas
habían visto un tren*

En Chile, en la década de 1840, casi nadie había visto un tren, y aún menos acumulado experiencia en la construcción u operación de los ferrocarriles. Dicen que el escocés Juan Mouat, primer promotor de un ferrocarril entre Caldera y Copiapó, jamás había visto un tren, lo que habría contribuido al fracaso de su iniciativa, la que fue asumida por el estadounidense William Wheelwright. Quien sí sabía, en términos generales, de los ferrocarriles, puesto que a fines de 1836 viajó a Nueva York con el fin de atraer fondos de inversión. En esta tarea no tuvo éxito, aunque no se debería haber sorprendido puesto que, en esa época, Estados Unidos eran un fuerte importador de capitales. Además, a principios de 1837, ese país entró en una crisis financiera. Aunque es posible que en ese viaje no hubiera visto un ferrocarril, sin duda habrá escuchado a gente hablando de ellos.

Por no lograr su objetivo en Nueva York, William Wheelwright se trasladó a Londres en su busca de capitales para la empresa naviera que quería constituir. En Inglaterra, sin mucha duda, debe haber visto ferrocarriles, y no es improbable que haya viajado en un tren. Permaneció en Inglaterra hasta diciembre de 1838, y es casi seguro que se debe haber desplazado, a lo menos una vez, a Liverpool, que en esa época era la capital marítima del mundo. El primer ferrocarril interurbano en el mundo, había sido inaugurado entre Liverpool y Manchester, en 1830, lo cual habría sido de utilidad limitada para personas que, como William Wheelwright, estaban interesadas en viajar entre Londres y Liverpool. Sin embargo, durante su estadía en esa oportunidad en Inglaterra, se inauguró la mayor parte de la ruta ferroviaria entre Londres, Manchester y Liverpool. La prensa británica publicaba abundantemente las noticias sobre el avance de la red ferroviaria, las que debe haber visto William Wheelwright cada vez que leyera un periódico. Y para llegar a Liverpool, debería haber tomado el tren.

Wheelwright y Campbell

William Wheelwright era capitán de barco convertido en empresario, bastante emprendedor, resuelto a transferir tecnología a Sudamérica. Trajo a Chile, y a otros países del continente, unos de los últimos adelantos de los países más desarrollados, como la navegación a vapor, el telégrafo, los ferrocarriles y la iluminación a gas. No era ingeniero, y aún menos técnico ferroviario, pero por sus viajes a Estados Unidos e Inglaterra, estaba en condiciones de ubicar a los técnicos más indicados para desarrollar sus proyectos. Y uno de ellos fue Allan Campbell.

Según se explica más adelante en la presente exposición, en general la ingeniería estadounidense era más indicada para las condiciones sudamericanas que la británica, y por esa razón, junto con el hecho que, a lo menos hasta la mitad del siglo XIX, William Wheelwright tendió a solicitar primero apoyo para sus proyectos en su país natal, buscó también allí a los ingenieros para el proyecto del ferrocarril de Copiapó, cuya aprobación para la construcción le fue otorgada en noviembre

de 1849. No se conoce el mecanismo ocupado por William Wheelwright para identificar y contratar a Allan Campbell y a su hermano Alexander, también ingeniero, pero es seguro que se debió a que mantuvo buenos contactos, empresariales y diplomáticos, con el país de su nacimiento. Junto con los hermanos Campbell, William Wheelwright llevó a Copiapó a Walton Evans, quien había trabajado como altero a Allan Campbell en la extensión a Albany del ferrocarril de Nueva York y Haarlem, además de varios mecánicos y obreros de distintas especialidades. Allan Campbell y el resto de su equipo fueron contratados por William Wheelwright debido a sus buenas referencias.

Campbell en Argentina

Después de trabajar en el proyecto del ferrocarril de Copiapó, Allan Campbell se trasladó a la zona central para proyectar el ferrocarril entre Santiago y Valparaíso. Como ya se ha mencionado, un autor le atribuye una colaboración en otros proyectos ferroviarios, en la Argentina. Sin embargo, el único que se ha podido comprobar es el entre Córdoba y el río Paraná, cuyo Informe de evaluación se publicó en Buenos Aires en 1856. Sin mucha duda, William Wheelwright recomendó al gobierno de la Confederación Argentina la contratación de Allan Campbell para la elaboración de ese estudio.

II. LA OBRA REEDITADA

Los orígenes de la obra

El 2 de noviembre de 1850, el gobierno decretó encargar a William Wheelwright la elaboración de un estudio de un ferrocarril entre Santiago y Valparaíso. La orden correspondiente fue firmada por el presidente Manuel Bulnes y su ministro del Interior, Antonio Varas. Seguramente con la aprobación del gobierno, delegó la tarea a Allan Campbell, quien le había servido bien en el caso del ferrocarril de Copiapó; recibió como remuneración la suma, bastante considerable, de \$2.000 mensuales, con la cual, supuestamente, habría contratado a sus ayudantes⁴.

El 15 de mayo de 1851, Allan Campbell entregó a William Wheelwright un informe preliminar, en que declaró factible la construcción de un ferrocarril a través de Concón, Quillota y el paso del Tabón, dirigiéndolo finalmente a un terminal a la orilla norte del río Maipo, al sur de Santiago, después de pasar por ésta.

El documento final del estudio de Allan Campbell, titulado *Informe sobre el proyecto de Ferro-carril de Valparaíso a Santiago*, fue entregado en Valparaíso el 1 de enero de 1852, es decir, el mismo día en que, por coincidencia, se abrió al servicio

⁴ En esa época, el peso chileno y el dólar estadounidense valían casi lo mismo. Un sueldo mensual del equivalente de USD2.000 es bastante mayor al que reciben hoy en día muchos chilenos, aún sin reajustar por la inflación. Con reajuste, equivaldría a, a lo menos, USD42.000 por mes.

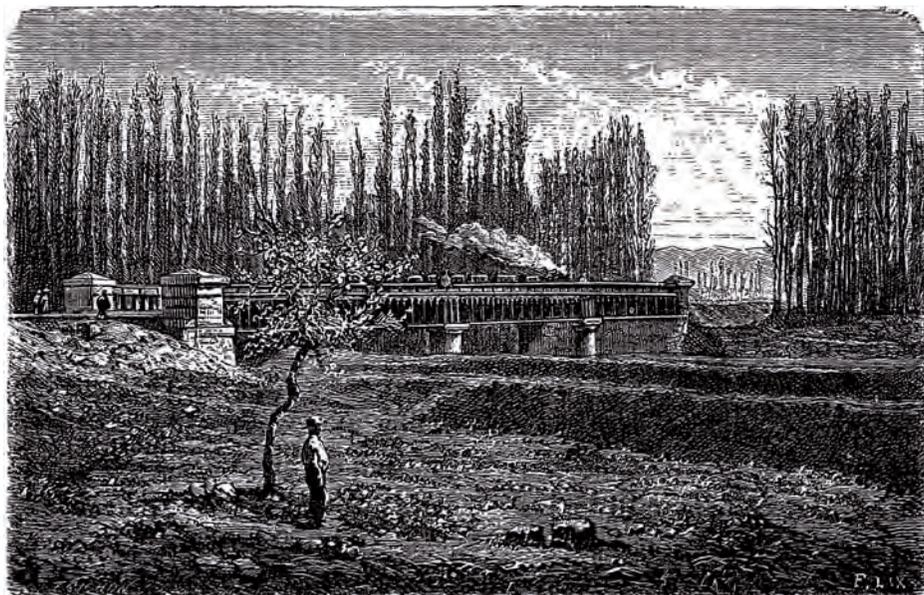
público el ferrocarril de Copiapó. Mantuvo en general el trazado del informe preliminar. Es evidente que fue redactado en inglés, siendo posteriormente traducido al castellano. La traducción es bastante buena, aunque algunas palabras parecen haber confundido al desconocido traductor, quien, a modo de ejemplo, a veces ocupa la palabra 'país' fuera de contexto; evidentemente, Allan Campbell habría escrito *country*, que en inglés puede significar 'país' o 'terreno o territorio rural'. En general, ocupó medidas del sistema inglés, las que se retienen ordinariamente en la edición traducida. Se refiere a las pendientes en términos de pies (verticales) por milla (horizontal), que era la norma en esos momentos en Nueva York. Posteriormente, en Estados Unidos, se refiere a las pendientes mediante porcentajes; este sistema también fue adoptado por muchas de las empresas activas en Chile (aunque no por todas). Una pendiente de 1% corresponde a 53 pies por milla.

El informe sobre el Ferrocarril de Córdoba a Rosario elaborado posteriormente por Allan Campbell, también fue redactado en inglés. Igualmente lo eran sus cartas enviadas al periódico *El Mercurio* de Valparaíso.

El contenido del libro

El libro no tiene índice o lista de contenido. Está repartido entre las siguientes secciones:

- El decreto del 2 de noviembre de 1850, del presidente Bulnes, que autoriza el Estudio;
- p. 11 Reconocimiento i descripción topográfica;
- p. 17 Ruta de Melipilla;



Puente del ferrocarril sobre el río Mapocho, hacia 1870. Tornero, *op. cit.*

- p. 22 Ruta de Quillota;
- p. 47 Plan de construcción;
- p. 47 Excavaciones;
- p. 48 Terraplenes;
- p. 48 Tajamares i terraplenes;
- p. 48 Socavones (*tunnels*);
- p. 51 Obra de albañilería;
- p. 51 Malecones o murallas de protección contra los ríos;
- p. 52 Cañerías (*culverts*);
- p. 52 Puentes;
- p. 53 Huella o vía permanente;
- p. 54 Locación del camino i reconocimientos finales;
- p. 59 Gradaciones;
- p. 75 Tabla de gradaciones – ruta de Quillota;
- p. 77 Alineación;
- p. 81 Cuadro que presenta datos físicos y costos de construcción de varios ferrocarriles;
- p. 81 Anchura;
- p. 87 Presupuesto de costos;
- p. 96 Tiempo que se necesita para concluir el camino;
- p. 101 Tráfico del camino;
- p. 102 Tráfico de cargas;
- p. 108 Cuadro (sin título) de entradas y gastos de tres ferrocarriles estadounidenses;
- p. 113 Presupuesto del tráfico del ferro-carril (resumen de entradas, por tipo de tráfico);
- p. 114 Gastos;
- p. 115 Cuadro de ganancias y gastos de una serie de ferrocarriles en distintos países;
- p. 120 Cuadros de gastos, por específico del ferrocarril Baltimore i Ohio y estimaciones correspondientes para el ferrocarril de Santiago;
- p. 127 Nómina de planos (los que el autor de la presente nota, no ha podido ubicar);
- p. 128 Observaciones generales;
- p. 133 Cuadro de alturas i distancias de la ruta de Quillota;
- p. 134 Cuadro de alturas i distancias de la ruta de Melipilla;
- p. 138 Acta de una reunión pública de comerciantes i hacendados.

Cobertura y estilo

Se observará que el contenido del Informe es muy completo, cubriendo la ruta que debería tomar el ferrocarril, la estimación de los costos de construcción y operación, la estimación del volumen de tráfico y de los ingresos correspondientes y, en general, todas las materias pertinentes a una evaluación de la factibilidad técnica y económica del ferrocarril. En la realidad, su cobertura es más completa

que la de muchos estudios posteriores, realizados en tiempos en que obtener información por correo tradicional, telégrafo, teléfono, fax o internet, era mucho más fácil que en la era de Allan Campbell.

El Informe consiste de sólo cien páginas, todas llenas de informaciones sustantivas. Allan Campbell fue ingeniero, no poeta; hay muchos otros informes, de otros autores, que dicen menos en muchísimas más palabras. El Informe no es para estudiantes de literatura, sino para historiadores de la ingeniería. Constituye un hito importante en la elaboración de estudios de factibilidad de sistemas de transporte en Chile.



Camino de Valparaíso a Santiago, siglo XIX, Claudio Gay,
Atlas de la historia física y política de Chile, tomo I.

Recepción del texto en su época

Al principio, todo indica que el Informe de Allan Campbell, en el que declara técnica y financieramente factible un ferrocarril entre Santiago y Valparaíso, fue bien recibido; evidencia de eso es el hecho de que se inició la construcción, a partir de Valparaíso, básicamente de acuerdo con el proyecto que él había desarrollado. Hacia 1852, se había ganado el respeto de la comunidad profesional chilena, a raíz de sus conocimientos y contribución a la puesta en marcha del ferrocarril de Copiapó a Caldera. Todo indica que era un profesional serio y estudioso.

Sin embargo, corresponde sugerir que una fracción significativa de la aceptación del Informe de Allan Campbell, y del inicio de la construcción de acuerdo

con su propuesta, se podría atribuir al desconocimiento del tema de los ferrocarriles que en esos momentos había en Chile entre las autoridades y el cuerpo de profesionales, ingenieros y otros. En la nómina de gerentes, técnicos, mecánicos, maquinistas, etc., del ferrocarril de Copiapó, reinaban los apellidos de evidente origen estadounidense, británico o irlandés (aunque sus directores y accionistas eran principalmente chilenos), y antes de que partiera la construcción del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* no había otro ferrocarril en el país en que la comunidad gubernamental y profesional chilena hubiera podido adquirir conocimientos de la construcción y operación ferroviaria. Aunque hubiese entre los personeros empleados en el ferrocarril de Copiapó algunos con dudas sobre la propuesta de Allan Campbell para el ferrocarril entre Santiago y Valparaíso, habría sido improbable que manifestaran su disconformidad, puesto que había sido, hasta muy poco tiempo antes, su compañero de trabajo.

Las críticas empezaron a surgir sólo una vez que llegaron al país ingenieros ferroviarios sin vínculo con el ferrocarril de Copiapó. Inicialmente, las modificaciones sugeridas a su proyecto se refirieron a materias de relativo detalle, pero el nombramiento del ingeniero inglés William Lloyd en el puesto de jefe de la obra encadenó críticas mucho más fuertes, conduciendo en poco tiempo a que el directorio aprobara un cambio fundamental en la ruta propuesta por Allan Campbell. La principal voz que directamente se levantó en contra del proyecto fue la de William Lloyd, quien logró convencer a otras que él tenía la razón. Es evidente que su carácter fue más imponente que el de sus antecesores en el cargo, es decir, de George Maughan y el interino William Robertson (quien investigó una opción a través del paso de Chacabuco, pero a solicitud del directorio más bien que por iniciativa propia⁵).

El propósito del Informe de Campbell

Antes del de Allan Campbell, ya había habido reconocimiento de una ruta ferroviaria entre Santiago y Valparaíso, especialmente uno encargado por el propio William Wheelwright, en 1846, sin que hubieran llegado a conclusiones firmes. El estudio encargado anteriormente por William Wheelwright parece haber quedado inconcluso, por dejar sin precisiones la bajada de la línea a Valparaíso desde Quebrada Verde.

A través de su estudio, Allan Campbell identificó un trazado factible para la construcción de un ferrocarril entre las dos ciudades, aunque, según afirmó el ingeniero, con los recursos a su disposición no estaba en condiciones de recomendar una línea definitiva, llamando la atención hacia una serie de tramos donde correspondería un análisis más profundo, con el fin de optimizar la ubicación de la línea. En general, en su Informe no se ubica detalladamente la vía férrea sino que se

⁵ Rivera, *op. cit.*

señala la ruta que debería tomar⁶. Por ejemplo, presenta variantes alternativas para la línea en las cercanías de Concón, y otras en el sector del valle del Aconcagua, aunque sin dudar que el Ferrocarril debiera pasar por Concón y ese valle, más bien que por otra parte. Dudas a nivel más detallado parece que sí las tenía el propio Allan Campbell, puesto que en sus pocos días a cargo de la obra de construcción, hizo algunas rectificaciones a la línea⁷. Fueron precisamente las dificultades del trazado de la línea en el sector entre Reñaca y Concón las que motivaron una propuesta alternativa, o sea, la de Lloyd, que se adoptó, y tal como fue construido, el Ferrocarril tomó un rumbo distinto del recomendado por Allan Campbell, pasando por Quilpué en lugar de por Concón.



Socavón Paso Hondo. Colección Guillermo Burgos C.

Las resurgentes opciones de dirigir el ferrocarril por ejes alternativos

Hasta 1861 seguían con animada vida las propuestas de adoptar una ruta por Melipilla, y una por el paso de Tabón, y también se perseveró en investigar la opción de dirigir el Ferrocarril por otros senderos, como la cuesta de Chacabuco. Sin embargo, des-

⁶ En su texto, Allan Campbell se refiere a planos acompañantes, los que parecen no haber resistido la marcha del tiempo. A lo menos, no figuran en los archivos de la Mapateca de la Biblioteca Nacional y tampoco en los registros del Archivo Nacional.

⁷ Rivera, *op. cit.*

contando la sección entre Viña y Quillota, la ruta finalmente tomada por los trenes que circulaban entre Santiago y Valparaíso no difirió sustancialmente de la trazada por Campbell.

Aunque decidido a dirigir el *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* por Quilpué, Quillota, Llayllay y el Tabón, a sucesivos gobiernos les seguía interesando la posibilidad de una línea férrea más directa entre la capital y la ciudad que albergaba su puerto más tradicional. Es justo decir que ese interés sigue vigente hasta hoy, y el presente autor no duda que, un día, vayamos a tener un ferrocarril (que pudiere ocupar una tecnología no tradicional) que vincule Santiago y Valparaíso por una ruta más directa. Allan Campbell consideró que una ruta por Melipilla “no bajaría de 100 millas de largo”, comparada con las 110 millas de su trazado por Concón y el Tabón⁸. Una reducción mayor sería posible a través de un túnel por la cuesta de La Dormida, entre Limache y Tiltill, que constituye una propuesta muy vigente en vísperas del Bicentenario. En 1882, se encargó al ingeniero don Victorino Lastarria un estudio de un ferrocarril que, bifurcando del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* en Quilpué, llegaría a Santiago a través de Casablanca y Melipilla⁹. Ése, de haber sido construido, habría duplicado el *Ferrocarril Santiago-Valparaíso*, o sea, habría habido dos ferrocarriles entre la capital y el principal puerto. El proyecto terminado más reciente de un nuevo ferrocarril data de 1996¹⁰.

Los ingenieros jefes de la construcción del ferrocarril

Después de elaborar su Informe y haberse convencido de la factibilidad de la obra, el 12 de marzo de 1852, se le ofreció un contrato para dirigir la construcción del ferrocarril, supuestamente al principio, a lo menos de manera transitoria, como funcionario gubernamental¹¹ más que como empleado de la Sociedad del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso*, la que no se constituyó formalmente hasta junio de ese año. Pero poco tiempo más tarde, él se separó del proyecto por desacuerdos respecto a los términos contractuales.

Allan Campbell había presupuestado el ferrocarril, material rodante incluido, en \$7.150.000, un monto bastante inferior al costo realmente incurrido en su construcción y equipamiento (y además inferior a la estimación, hecha en 1847, de \$12.000.000 para un ferrocarril por Melipilla, supuestamente elaborada por John Bartón, por encargo de William Wheelwright)¹². Sin embargo, nunca sabremos

⁸ Las estimaciones posteriores de Blis son semejantes.

⁹ Aurelio Lastarria, *Informe sobre un ferrocarril de Quilpué a Santiago, vía Casablanca y Melipilla*.

¹⁰ Ian Thomson, *Un análisis de los estudios de la proposición de la obra por concesión de iniciativa privada 76*; Consorcio Fe Grande - Dusan Dujisin Quiroz, Sistema de Tránsito Rápido (STR) Santiago - Viña del Mar - Valparaíso, Proposición de la Obra por Concesión de Iniciativa Privada 76.

¹¹ Rivera, *op. cit.*, p. 44.

¹² Benjamín Vicuña Mackenna parece haber errado respecto a ese monto, citándolo como \$6.150.000.

si el costo real habría excedido su presupuesto, el que de todos modos fue de un monto muy grande, equivalente, por ejemplo, a tres cuartas partes de los ingresos anuales del fisco en la época de la construcción del ferrocarril¹³. Puesto que el propio Allan Campbell admitió que la ubicación exacta de la línea estaba aún por definir en varios sectores, uno debería considerar que su presupuesto no pudo haber sido inmune a revisiones posteriores, probablemente para aumentarlo. Vale mencionar además que los pozos excavados con el fin de conocer las condiciones geológicas del subterráneo, eran superficiales y pocos.

En junio de 1853, sustituyendo a Allan Campbell, llegó al país, como un reemplazante que se esperaba que iba a ser definitivo, el inglés George Maughan, pero se enfermó gravemente hacia fines del mismo año, sin poder continuar en el cargo. En sus escasos meses a cargo de la obra, George Maughan modificó algunos detalles del trazado de Allan Campbell en el sector de la costa al norte de Valparaíso, sin cambiarlo de manera sustantiva. Se murió de tifus en noviembre de 1853, siendo sustituido transitoriamente por su ayudante principal William Robertson, quien también se retiró por motivos de salud, y luego, en mayo de 1854, definitivamente, por otro ingeniero inglés, el señor William Lloyd, que fue contratado a través de un contacto establecido por Ángel Custodio Gallo, un director de la Sociedad del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* que había sido enviado a Inglaterra con el fin de encargar equipos y materiales, e identificar personal técnicamente capacitado para ocupar puestos técnicos y profesionales en ella. Antes de ser contratado, William Lloyd parece haber integrado la planta de ingenieros del reconocido fabricante de equipos ferroviarios Robert Stephenson & Cía., de Newcastle-upon-Tyne en el noreste de Inglaterra, y tenido experiencia fuera de su país natal en, a lo menos, Suecia¹⁴.

La trocha propuesta por Campbell y la finalmente adoptada

Cabe referirse a la trocha del Ferrocarril, la que sí se cambió, probablemente por razones relacionadas con sucesos en la India más bien que como consecuencia de eventuales recomendaciones de George Maughan o de William Lloyd¹⁵. La trocha recomendada por Allan Campbell fue la de 5' con 3", equivalentes a 1.600 mm, un ancho que, aunque no desconocido en el mundo contemporáneo, había sido escasamente adoptado, y a nivel nacional fue preferido como norma solamente en Irlanda, que en esos momentos quedaba bajo la administración de Gran Bretaña. En este último país, la trocha se estandarizó en la de 4' con 8½", equivalentes a 1.435

¹³ Cabe mencionar que el presupuesto entregado por Allan Campbell de un ferrocarril entre Córdoba y Rosario, fue considerado subestimado por el gobierno argentino. Véase Mario Justo López, *Historia de los ferrocarriles nacionales: incluyendo los de Santa Fe, Entre Ríos y Córdoba, 1866-1886*, p. 50.

¹⁴ http://books.google.com/books?id=0-1OH65dKUMC&pg=RA1-PA150&lpg=RA1-PA150&dq=william+lloyd+robert+stephenson&source=web&ots=P_eOsNv051&sig=2FGIhJdkJc51UsX2yBWK31cp7ZM&hl=en&sa=X&oi=book_result&resnum=2&ct=result

¹⁵ Ian Thomson y Dietrich Angerstein, *Historia del ferrocarril en Chile*

mm, que luego se adoptó como la norma mundial. Esta trocha había sido elegida para el primer ferrocarril chileno, es decir, el de Copiapó, donde había trabajado como ingeniero el propio Allan Campbell. La trocha finalmente adoptada para el *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* fue la de 5' con 6", correspondientes a 1.676 mm. La trocha de 5' con 3" sigue siendo ocupada en Irlanda (norte y sur) y en algunas partes de Australia y Brasil, pero en general, hoy en día es tan rara como lo era en los momentos en que Allan Campbell la había propuesto.



Puente de Cucharas. Colección Guillermo Burgos C.

*Gran Bretaña y Estados Unidos: escuelas diferentes
de formación de ingenieros ferroviarios*

Antes de continuar con nuestro análisis, corresponde aclarar que, al llegar a la mitad del siglo XIX, las prácticas de construcción de ferrocarriles eran bastante divergentes entre Estados Unidos y Gran Bretaña, debido no sólo a las diferencias geofísicas entre los dos países, sino también a la mayor concentración de demanda de transporte que había en el país europeo, y a la mayor disponibilidad en él de capital. En Inglaterra, se invertían cuantiosas sumas en la infraestructura, con el fin de asegurar pendientes suaves, de curvas de radio amplio, etc., y como norma las líneas principales (y además muchas otras) tenían dos vías, una para cada sentido de tránsito de los trenes. El propio Allan Campbell observó que la inversión en ferrocarriles en Inglaterra, por milla, quintuplicaba la de los Estados Unidos. La infraestructura ferroviaria británica fue hecha para resistir casi indefinidamente, y hoy en día hay trenes que corren a doscientos kilómetros por hora por puentes y túneles hechos hace ciento cincuenta años, en la primera mitad de la era victoriana.

Las primeras locomotoras exportadas por Inglaterra a Estados Unidos tuvieron que ser adaptadas a las vías locales, tanto para reducir el desgaste de las pestañas



Henry Meiggs, 1881-1877.
Archivo Fotográfico
y Digital de la Biblioteca Nacional
de Chile.

de las ruedas motrices como el riesgo de descarrilamiento¹⁶. El primer ferrocarril en Cuba, que además fue pionero en América Latina, fue inaugurado en 1837; su construcción fue dirigida por un ingeniero estadounidense, que instaló una vía de características tan ajenas de las normas inglesas que las primeras locomotoras, adquiridas en ese país europeo, se descarrilaban con tanta frecuencia que fueran devueltas a su país de origen y reemplazadas por otras de origen estadounidense¹⁷. El regreso de Allan Campbell a su país natal, dejó en manos británicas (primero de George Maughan, luego interinamente de William Robertson, y finalmente de William Lloyd) la construcción del tramo Valparaíso a Quillota del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso*, en la que habría influido la manera inglesa de hacer ferrocarriles, permitiendo el uso de locomotoras del mismo origen, que pudieron correr satisfactoriamente sin peligro de descarrilamiento o de provocar gastos inaceptables de conservación. Aun así, las primeras locomotoras del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso*, británicas de fabricación y faltantes de un boguie o bisel delante de sus ruedas motrices, eran famosas por el desgaste de las pestañas de estas ruedas. Posteriormente varias de ellas fueron modificadas en la maestranza de Valparaíso a la disposición de ruedas 440 (americana), aunque reteniendo algunas características británicas, como cilindros internos dentro del marco de la máquina¹⁸.

¹⁶ John White, *American Locomotives: an engineering history, 1830-1880*.

¹⁷ Ian Thomson, "The first locomotives exported from the U.S.A and the first reimported by England".

¹⁸ Ian Thomson, "The locomotives of the railway between Santiago and Valparaíso".

Como es ampliamente conocido, la extensión del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* desde Quillota a Santiago fue contratada al empresario estadounidense Henry Meiggs. Sin embargo, los planos de construcción fueron elaborados por William Lloyd. Antes de llegar a Chile, Henry Meiggs se había dedicado a las finanzas, la administración de empresas y a asuntos municipales, más que a los ferrocarriles, y por eso, no había estado directamente expuesto a la manera norteamericana de construirlos. (Ref. 35) Aunque existen indicadores que en su apuro de terminar la extensión lo más rápido posible (y de esa manera cobrar un premio por adelanto), habría relegado a segundo plano la calidad de algunas de las terminaciones de la obra, subordinada a la rapidez de construcción, la vía parece haber sido bien construida de una manera que no presentaba dificultades para la circulación de locomotoras de procedencia británica. Los directores y gerentes del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* se mantuvieron fieles a los equipos de origen británico hasta el fin de la vida independiente de la empresa en 1884, aunque sí hicieron modificaciones para adaptarlas mejor a las condiciones locales¹⁹.

Referente a nuestro presente análisis, lo más importante es darse cuenta que los ingenieros estadounidenses, como Allan Campbell, y británicos, como William Lloyd, unos y otros fueron formados en ambientes muy distintos. Para Allan Campbell, las curvas de quinientos pies de radio y pendientes de uno en cincuenta (o ciento seis pies por milla, usando su propia terminología) eran bastante más aceptables que lo que lo eran para William Lloyd. A quien le preocupaba la posibilidad de que un tren con pasajeros, circulando de Cochoa a Concón, pudiera caerse desde una altura de 175 pies, con consecuencias indudablemente mortales. A Allan Campbell el tema de la seguridad no le fue necesariamente menos importante que para William Lloyd; sin embargo, parece que consideraba mucho más remota la posibilidad de un accidente de ese tipo. Empleó esa preocupación como parte de su justificación del abandono de la ruta por Concón, aunque llama la atención que las curvas más cerradas de su trazado por el paso de El Tabón eran de menor radio que las propuestas por Allan Campbell, y el puente de Las Maquis, que figuraba en el proyecto de William Lloyd, pero no en el de Allan Campbell, recibió críticas por sus implicancias respecto a la seguridad operacional.

Las locomotoras norteamericanas (casi todas de modelo 4-4-0, es decir, con un boguie de cuatro ruedas, ubicado delante de las ruedas motrices) se inclinaban mucho mejor en las curvas cerradas que las inglesas (sin boguie delantero y, por tanto, mucho más rígidas), sin peligro de descarrilarse. Ese modelo de locomotoras se llamaba “americana”, por su popularidad en Estados Unidos. Por lo tanto, el trazado primitivo de la línea identificado por Allan Campbell en el sector entre Viña y Concón, era mucho más aceptable para él que para William Lloyd. Vale observar, además, que en el momento de especificar su trazado, Allan Campbell no pudo haber sabido qué tipo de locomotoras iban a ocuparse para correr sobre él, y pudo haber considerado, instintivamente, que serían de origen norteamericano,

¹⁹ Ian Thomson, “El debate entre las bondades de la tecnología ‘americana’ e ‘inglesa’ en los ferrocarriles estatales chilenos en la década de 1870”.

como en el caso del ferrocarril de Copiapó (donde, sin embargo, posteriormente, se demostró una preferencia cada vez mayor por la tecnología británica)²⁰. Al contrario, en el tiempo en que William Lloyd llegó al país, las primeras locomotoras del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* ya habían sido encargadas en Gran Bretaña, y él sabía que las curvas muy cerradas no serían de su gusto²¹.



Estación Central, estación de Santiago, exterior. Colección Guillermo Burgos C.

III. A. DESACUERDOS ENTRE INGENIEROS: ¿POR CONCÓN O QUILPUÉ?

La disputa entre Campbell y Lloyd respecto a la ruta entre Viña y Quillota

Fue William Lloyd quien sembró serias dudas sobre la conveniencia de construir un ferrocarril de acuerdo con el trazado que había recomendado Allan Campbell entre Viña del Mar y Quillota, por Concón. George Maughan había seguido construyendo la vía hacia Concón, con variantes, pero básicamente de acuerdo con la propuesta de Allan Campbell. Corresponde aclarar que, en términos muy generales, William Lloyd no se opuso al proyecto de Allan Campbell, y los dos ingenieros coincidieron en su preferencia por un ferrocarril a través del paso de El Tabón (aunque por alineamientos bastante diferentes), en lugar de una ruta por Melipilla,

²⁰ Ian Thomson, "Early days on the Copiapó Railway".

²¹ Thomson, "The locomotives...", *op. cit.*

que seguía siendo sujeto de averiguaciones de parte de las autoridades muchos años después de que la punta de rieles había llegado a Quillota, a pesar de que esta última ciudad no queda en el camino de un ferrocarril por Melipilla. Lloyd logró mantener la confianza del directorio del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* a lo menos hasta 1860, año en que éste expresó su preferencia por su trazado en el sector de El Tabón, prefiriéndolo al de Allan Campbell y al del consultor francés Eduard Salles.



Laguna de Batuco. Colección Guillermo Burgos C.

La ruta recomendada por Allan Campbell partía desde Valparaíso y continuaba al norte por la franja costera, aunque no siempre pegada a ella, hasta Concón; de allí se ubicaba la línea en el valle del río Aconcagua, pasando por Tabolango hasta llegar a la ciudad de Quillota. Campbell no desestimó la dificultad de construcción de algunas secciones del tramo costero, y usó el adjetivo ‘pesadísimo’ para describir las últimas dos millas antes de llegar a Concón, agregando además que requerirá un “trabajo formidable”. A George Maughan le habían inquietado las dificultades de construir la línea en ese sector, aunque Allan Campbell no dudaba que su trazado fuera perfectamente practicable y que la construcción del tramo fuese posible dentro del presupuesto que había entregado. Rechazó la opción de tender la línea pegada al mar, descartándola por su exposición a la fuerza de las ondas y por las curvas cerradas que implicaría. Aún así, la línea recomendada incluía curvas de un radio de 640 pies, aceptables para ingenieros ferroviarios formados en Estados Unidos, pero no tanto para los educados en Inglaterra, donde el radio mínimo había sido fijado, por ley del Parlamento, en media milla²². De

²² Alexander Campbell, *Observaciones al informe sobre el cambio de la línea del ferro-carril de Santiago*

todos modos, uno tiene la sensación de que Allan Campbell no estaba totalmente seguro del trazado que había sugerido en ese sector, cuyas curvas, aunque aceptables, no eran lo más convenientes.

En 1855, se publicó en Valparaíso una colección de documentos de tres distintos autores, es decir, por una parte, los hermanos Alexander y Allan Campbell, y, por otra, William Lloyd, bajo el título *Documents relating to The Change of Line of the Santiago Rail Road*²³. En ese año, el posterior al de la llegada al país de William Lloyd, ya se había decidido cambiar el trazado del ferrocarril entre Viña del Mar y Quillota, por la oposición de William Lloyd al trazado de Allan Campbell.

Lloyd tuvo una serie de objeciones al trazado elegido por Allan Campbell entre Viña y Quillota, y las presentó al directorio de la Sociedad del Ferrocarril, seguramente en inglés vía un traductor, a escasos dos meses y medio después de haber arribado. Entre dichas objeciones figuraban las siguientes, algunas interrelacionadas entre sí:

- Habría que invertir cuantiosas sumas en proteger el Ferrocarril contra mareas y subidas fluviales, especialmente en los meses del invierno;
- Los arenales de Cochoa y Concón dificultaban y encarecían la construcción de una vía férrea segura;
- Un descarrilamiento en algunos puntos del tramo costero conduciría a un accidente de proporciones catastróficas;
- La velocidad que se podía desarrollar en algunas secciones del tramo costero estaría sujeta a serias limitaciones, no pudiendo exceder a unas 12 millas por hora;
- Los costos de conservación, tanto de la infraestructura como del material rodante, serían excesivos;
- Antes de que la línea por Concón se inaugurara hasta Tabolango, el Ferrocarril no podría captar volúmenes importantes de tráfico, tampoco, por lo tanto, generar ingresos para sus inversores;
- La ruta costera necesitaría un túnel, no previsto, de unos 1.200 pies;
- La ruta nueva, propuesta por William Lloyd, permitiría llegar a Quillota dentro de un lapso de dos años, es decir, en seis a ocho meses menos que la por la costa.

Además, por la ruta del interior, según William Lloyd, los trenes llegarían más rápidamente a Quillota que por la ruta Allan Campbell, a pesar de su mayor distancia, de 32 millas –inicialmente estimada en 35– versus las 31 millas proyectadas por Allan Campbell. William Lloyd hasta insinuaba que no valdría la pena seguir con la construcción si no se pudiera encontrar un trayecto más seguro que el identificado por Allan Campbell.

William Lloyd produjo el cuadro siguiente para resumir las características de las dos rutas.

²³ *Documents relating to The Change of Line of the Santiago Rail Road*

Cuadro 1
*Comparación de las dos rutas entre Viña del Mar y Quillota, según William Lloyd*²⁴

<i>Específico</i>	<i>Trazado Allan Campbell</i>	<i>Trazado William Lloyd</i>
Socavones (túneles)	400 yardas corridas	533 yardas corridas
Puentes	1 500 pies corridos	1 400 pies corridos
Tajamares de madera	1 900 pies corridos	Nada
Tajamares de piedra	5 500 yardas de superficie	Nada
Viaductos de madera	1 116 yardas corridas	Nada
Camino de madera por la playa	11 600 pies de superficie	Nada
Murallas de sostén de terraplenes	200 pies corridos	Nada
Enmaderados en arenales de Concón	26 600 pies de superficie	Nada
Defensas en ríos	132 000 pies de superficie	1 000 pies de superficie
Puentes pequeños y desagües	3 por millas	3 por millas

Por la convicción de sus argumentos o su habilidad como orador, en muy poco tiempo el ingeniero inglés logró convencer al directorio de la Sociedad de la conveniencia de dirigir el ferrocarril a Quillota por Quilpué y Limache, en lugar de por Concón. La decisión había sido tomada ya a “mediados” de 1854²⁵. A pesar de eso, los hermanos Campbell defendieron la línea de Allan en fechas posteriores. La primera defensa fue armada por Alexander Campbell, quien habría permanecido en Chile, sin acompañar a su hermano de regreso a su país natal. Alexander falleció en Chile, en 1856, probablemente sin haber regresado a Estados Unidos. Uno interpreta que la decisión de cambiar la ruta fue tomada sin consultas con los Campbell.

Alexander, después de manifestar no tener preferencias por una ruta sobre la otra, acusó a William Lloyd de una serie de equivocaciones y exageraciones, agregando que Allan había considerado la ruta por Quilpué, rechazándola a favor de la por Concón. (Sin embargo, no aparecen referencias a esto en el Informe de Allan Campbell.) Aunque muchos de los puntos de desacuerdo de Alexander con los planteamientos de William Lloyd se refieren a materias demasiado técnicas para exponer en la presente nota, corresponde destacar los siguientes, de significación más general:

- Alexander señaló que William Lloyd, por haber arribado recién al país, no estaba en condiciones de poder comprender bien en tan poco tiempo las condiciones locales o las expectativas de un ferrocarril entre Santiago y

²⁴ Informe del ingeniero Guillermo Lloyd, sobre el cambio de la línea del ferrocarril, sin fecha, pero evidentemente a mediados de 1854.

²⁵ Rivera, *op. cit.*

Valparaíso, lo que le habría conducido a conclusiones equivocadas, agregando además que las normas británicas de construcción ferroviaria no son necesariamente las indicadas en países donde prevalecen condiciones diferentes.

- Insinúo que William Lloyd exageraba o malinterpretaba algunas características de la ruta de Allan Campbell y, además, que no siempre se daba cuenta que las dificultades de construcción habían sido reconocidas por éste y que en su presupuesto había incluido las medidas indicadas para resolverlas.
- Disputó la afirmación de William Lloyd que, a través de su ruta, los trenes llegarían a Quillota en menos tiempo que mediante la de Allan Campbell, puesto que la primera era más larga, tenía pendientes más fuertes y llegaba a mayor altura, agregando que, aunque los costos de conservación serían inferiores en el caso de la ruta de William Lloyd, los del movimiento de los trenes, que son de mayor importancia, serían mayores.
- Dijo que, en varios casos, las críticas de William Lloyd no se dirigieron a la línea trazada por Allan Campbell sino a una variante, que estaba en vías de construirse en momentos en que llegó al país el ingeniero inglés, implicando que el trayecto había sido alterado en un momento posterior a la entrega por parte de Allan Campbell de sus planos, probablemente por George Maughan (aunque posiblemente por el propio Allan Campbell, durante su breve período a cargo de la construcción de la línea).
- Referente a las dificultades de tender una línea estable en zonas de arena, indicó que esas habían sido resueltas satisfactoriamente en el caso del ferrocarril de Copiapó.
- Señaló que el tráfico que transportaría el ferrocarril no sería mayor si se dirigiera por Quilpué, en lugar de por Concón.
- Criticó a William Lloyd por decir que los costos de construcción de su ruta serían inferiores que los de la de Allan Campbell, sin presentar presupuesto detallado que lo confirmara.

Alexander Campbell presentó un cuadro alternativo al de William Lloyd –véase el cuadro 2, a continuación– comparando las características físicas y presupuestarias de las dos líneas.

Hacia fines de 1854, apareció nuevamente en Chile Allan Campbell, que también respondió a la justificación de William Lloyd para un cambio de ruta, pasando por Quilpué en lugar de por Concón. Parece probable que estaba en tránsito por Chile, en camino a elaborar su proyecto del ferrocarril entre Córdoba y Rosario²⁶. En gran parte, su defensa de la ruta por Concón reflejó la que ya había entregado su hermano, pero además agregó otros argumentos, como, por ejemplo, que se había contemplado agilizar la construcción de la línea por Concón por abrir dos frentes de construcción, es decir, uno a partir de Valparaíso y además otro basado en Concón, a donde se llevaría material por vía marítima, lo que obviamente no sería posible en el caso de la alternativa preferida por Lloyd.

²⁶ Allan Campbell, *Informe sobre un ferro-carril entre Córdoba y el río Paraná*.

Cuadro 2
Comparación de las dos rutas entre Viña del Mar y Quillota, según Alexander Campbell²⁷

<i>Específico</i>	<i>Trazado Campbell</i>		<i>Trazado Lloyd</i>	
	<i>Cantidades</i>	<i>Costo aproximado en pesos</i>	<i>Cantidades</i>	<i>Costo aproximado en pesos</i>
Socavones (túneles)	70 yardas	15 000	533 yardas	15 000
Puentes	400 yardas	40 000	466 yardas	40 000
Tajamares de madera	n/a	n/a	n/a	n/a
Tajamares de piedra	3 000 yardas	10 000	n/a	n/a
Desagües de madera	500 yardas	2 500	n/a	n/a
Vigas longitudinales por la playa de Viña del Mar	8 000 pies	4 000	n/a	n/a
Murallas de protección	1 000 pies	15 000	n/a	n/a
Palizada de los Médanos	n/a	n/a	n/a	n/a
Murallas de protección en los ríos	30 000 yardas	5 000	1 000 yardas	150
Huella o vía permanente	31 millas	263 500	35 millas*	297 500
<i>Otros puntos de comparación</i>				
Dimensión del corto más considerable	400 pies longitudinales y 30 profundidad.		800 pies longitudinales y 40 de profd..	
Radio menor de las curvas	637 pies		(No se sabe)	
Gradiente más rápido	60 pies en milla		88 pies en milla	
Pérdida de la elevación por tener que descender hacia Quillota	180 pies		400 pies probablemente	
Distancia de viaje para los trenes	31 millas		35 millas*	
Costo total	ps. 2.000.000		ps. 3.000.000 probabl.	

Notas: n/a significa no aclarado. En el cuadro original de Alexander Campbell, pone comillas, pero es evidente que no puede significar que el valor correspondiente sea igual que el de la línea anterior, puesto que en muchos casos son diferentes las unidades de medición. Lo más probable será que signifique 'cero', pero no está claro.

* William Lloyd posteriormente revisó su estimación del largo de la línea entre Valparaíso y Quillota, bajándola de 35 a 32 millas.

²⁷ Informe del ingeniero don Guillermo Lloyd, sobre el cambio de la línea del Ferrocarril, sin fecha, pero evidentemente a mediados de 1854.

Una defensa adicional elaborada por Allan Campbell trata de su cálculo para determinar lo que era efectivamente una versión primitiva de la distancia virtual, entre Valparaíso y Quillota, por las dos rutas. El concepto de la distancia virtual, que parece no haber sido plenamente desarrollado a mediados del decenio de 1850, se refiere a la distancia real de un ferrocarril ajustada por la mayor resistencia presentada a la locomotora de un tren por las pendientes, curvas, etc. Allan Campbell estimó que, para ir de Valparaíso a Quillota por Quilpué, se necesitaría una fuerza tractiva de a lo menos 50% más que por Concón, lo que se traduciría en mayores costos operacionales. Es muy interesante ese intento de Allan Campbell de estimar la efectiva distancia virtual por las dos rutas, y pone de relieve su calidad como ingeniero. Uno interpreta que Allan Campbell habría dedicado mucho tiempo a mantenerse actualizado de los últimos adelantos en su área de especialización profesional. Entre los otros ingenieros contratados o consultados respecto al *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* sólo Bliss, que también era estadounidense, hizo cálculos de esa naturaleza, de una manera aún más profunda que Allan Campbell.

Tanto Alexander como Allan se refirieron a una observación de William Lloyd de los daños causados a las obras de construcción durante el invierno anterior, que habría sido el de 1854. Los dos hermanos consideraron que ese invierno fuera excepcionalmente duro, y por eso los daños también habrían sido excepcionales. Sin embargo, respecto a eso, serían los hermanos estadounidenses quienes habrían interpretado la verdad a su manera. Benjamín Vicuña Mackenna clasifica 1854 como un año lluvioso, pero aún así la lluvia que cayó fue menor que en 1850, 1855, 1856 o 1858²⁸. En 1858 las lluvias superaron las de 1854 en más de un 40%. Por eso, la mayor exposición de la ruta por Concón a las mareas y eventuales subidas del río Aconcagua, podría haber significado una dificultad recurrente.

William Lloyd respondió a las observaciones de los Campbell en un artículo publicado en *El Mercurio* de Valparaíso, en una fecha hacia fines de 1854, que hasta el momento no se ha podido precisar. En esa respuesta hizo afirmaciones sin respaldarlas con datos técnicos o económicos sólidos, y adoptó una actitud un poco soberbia. Su respuesta no es muy convincente, y es posible interpretar que consideraba a la ingeniería británica intrínsecamente superior a la estadounidense, haciendo innecesario apoyar sus argumentos con datos. No cabe duda que en esa época los ferrocarriles británicos eran mejores que los estadounidenses, pero no es lo mismo que decir que la ingeniería británica era mejor que la norteamericana.

A pocos días antes de irse de Chile, supuestamente para Argentina, el 9 de enero de 1855, Allan Campbell entregó una réplica a William Lloyd, repitiendo en general los argumentos anteriormente expresados, reforzando algunos de ellos, como la mayor importancia de los costos de transporte sobre los de la conservación y el gasto y atraso que causaría la construcción del túnel de San Pedro, de unos 1.600 pies (488 m) de largo, que formaba parte la nueva ruta recomendada por William Lloyd. En este último, sus palabras fueron proféticas, según se explica más adelante en la presente exposición. Uno interpreta a Allan Campbell como

²⁸ Benjamín Vicuña Mackenna, *El clima de Chile*.

un ingeniero técnicamente más actualizado que William Lloyd, más práctico y más dispuesto a adaptar sus proyectos a las condiciones prevalecientes. Por otra parte, como ya se ha dicho, uno tiene la sensación también que ni siquiera él estaba totalmente seguro de que la construcción y explotación de algunos segmentos de la línea por Concón estaría libre de dificultades importantes.

Los directores de la Sociedad del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* habrían estado en una situación bastante incómoda. Por un lado, estaban un ingeniero ferroviario estadounidense, altamente respetado y confiable, conjuntamente con su hermano Alexander y su también compatriota Walton Evans, una de las personas más experimentadas en las obras ferroviarias chilenas; y por el otro, hubo un ingeniero ferroviario inglés, un profesional reconocido que había sido elegido y contratado por uno de los directores de la propia Sociedad. Y en el directorio mismo, no habría existido una capacidad técnica para poder elegir entre los argumentos de los dos.



Entrada a la estación. Colección Guillermo Burgos C.

¿Quién tenía la razón: Campbell o Lloyd?

Nunca será posible afirmar definitivamente cuál de los dos ingenieros tenían la razón, sobre la ruta del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* entre Viña del Mar y Quillota, puesto que no vamos a poder saber cuán difícil habría sido completar la ruta por Concón. Por otra parte, es innegable que Lloyd exageró el caso a favor de la ruta por Quilpué, lo que se puede comprobar por referir al túnel de San Pedro, según a continuación se explica.

William Lloyd había sostenido que el ferrocarril, por su ruta, estaría habilitado hasta Quillota en dos años, a contar de mediados de 1854, y en eso, sin lugar a dudas, se equivocó, puesto que el túnel de San Pedro, que formaba parte de esa ruta, no se terminó hasta septiembre de 1861²⁹. La decisión de los directores del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* de cambiar la ruta se habría basado, en parte, en esa equivocación de William Lloyd. Por la demora en la construcción de ese túnel, se operó un servicio ferroviario precario hasta Quillota, a partir de junio de 1857, mediante la colocación de una línea transitoria tendida sobre la cuesta, a través de la cual carros fueron arrastrados por bueyes o una locomotora. El presente autor no ha visto descripciones o ilustraciones de esas operaciones, pero no cabe duda alguna que fueron costosas y de muy limitada capacidad. Benjamín Vicuña Mackenna atribuye a complicaciones relacionadas con la construcción del túnel de San Pedro la ruina de “la mayor parte de los contratistas... i por último, la Empresa misma”. Respecto a la empresa, la quiebra se habría debido no tanto al costo de la obra, sino al hecho de que impedía la operación rentable del ferrocarril hasta 1861.

La especialidad de William Lloyd era la construcción de puentes, y dotó liberalmente el tramo Viña a Quillota con estas estructuras, especialmente en el sector de Las Cucharas, donde levantó cinco de ellos, todos de madera. A los pocos años ya no pudieron resistir con seguridad el tránsito de los trenes y, en 1869 se abrió un túnel en el sector; las estructuras de los puentes originales se vendieron para leña. Cuenta Benjamín Vicuña Mackenna que los cinco puentes de corta vida costaron \$354.000. Señaló que el costo monetario –hubo otro, medido en término de vidas humanas– del túnel fue de sólo \$110.000³⁰. Vale observar que esta suma equivale a cuatro años y siete meses de los honorarios pagados a Allan Campbell para la elaboración de su Informe, y, de ser correcta, nos enseñaría algo sobre la distribución de ingresos en la época.

Benjamín Vicuña Mackenna se refiere además a los “327,383 pesos echados al mar”, suma correspondiente al valor de la inversión hecha en la ruta por Concón que se abandonó antes de terminarse. Habla respetuosamente de William Lloyd al referirse a su persona, su manera de comportarse, etc., pero también usa palabras como “orgullo de secta”, “rivalidad de escuela” y “exclusivismo inglés” al referirse a su recomendación de cambiar la ruta del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* entre Viña del Mar y Quillota. El presente autor encontró esa interpretación de Benjamín Vicuña Mackenna después de haber llegado independientemente a la misma conclusión, por el análisis de otras fuentes. La evidencia señala que William Lloyd se equivocó seriamente en lo que se refiere al costo final y la demora de construir el tramo Viña del Mar a Quillota por Quilpué. Lo que no sabemos es si Campbell se equivocó también en lo que se refiere al costo y la demora de construir el tramo Viña del Mar a Quillota por Concón.

La operación del tramo entre Viña del Mar y Quillota no era fácil, aún una vez terminada la construcción del túnel, por las pendientes más abruptas que las

²⁹ Benjamín Vicuña Mackenna, *De Santiago a Valparaíso*.

³⁰ Vicuña Mackenna, *De Santiago..., op. cit.*

relacionadas con el trazado Campbell. En un tramo, entre Peñablanca y Limache, a veces los trenes pesados tuvieron que fraccionarse en dos para poder pasar por las pendientes.

III. B. DESACUERDOS ENTRE INGENIEROS: ¿POR TABÓN O MELIPILLA?

La opción de dirigir el ferrocarril por Melipilla

William Wheelwright fue el primero en proponer al gobierno la construcción de un ferrocarril entre Santiago y Valparaíso, en 1842. En esos momentos, las autoridades no compartieron, o mejor dicho, no comprendieron, su entusiasmo en la materia, debido a que un ferrocarril era un concepto demasiado innovador, puesto considerando que ese sistema de transporte no había sido implantado en ninguna parte de América del Sur (y tampoco en cualquier otra parte del hemisferio del sur). Los ferrocarriles en general eran un concepto novedoso, aún en Europa y Estados Unidos, y una nación recién formada con escasos recursos económicos tenía otras materias, más fundamentales, de que ocuparse.

Un gobierno pide un estudio de un ferrocarril a un ingeniero que quizás nunca hubiera visto uno

De todos modos, después de que William Wheelwright había propuesto la idea, el gobierno habría pedido al ingeniero Hilarión Pullini, director general de Obras Públicas, una “delineación nivelada” de una ruta de un ferrocarril entre Valparaíso y Santiago, lo que constituyó una instrucción bastante audaz, o desesperada, puesto que parece improbable que Hilarión Pullini hubiera visto en su vida, hasta ese momento, un ferrocarril; sin embargo, habría identificado una ruta por Quillota y San Felipe, de un largo, bastante largo, de 135 millas. Uno interpreta que, al igual que Allan Campbell, había contemplado dirigir la línea a Quillota por la costa hasta Concón y de allí al interior por el valle. Según un reportaje del año 1845 del periódico inglés *The Sun*, Hilarión Pullini no había encontrado ninguna dificultad que pudiera impedir la realización del ferrocarril³¹. Respecto a esto, corresponde plantear la posibilidad de que su optimismo hubiera sido una consecuencia directa de no tener mucha idea de a lo que se refería. Enseguida el señor Pullini fue despachado a Europa para conocer los últimos adelantos en la materia³².

³¹ Rivera, *op. cit.*

³² *Ibid.*

La insistencia de Wheelwright

William Wheelwright siguió insistiendo y en 1845 pidió derechos exclusivos, durante noventa años y con intereses garantizados, para la operación de un ferrocarril entre las dos ciudades y luego, en 1846, revisó su petición, haciéndola más aceptable desde el punto de vista del gobierno, solicitando ahora una concesión para solamente treinta años. Finalmente, en junio de 1849 el Congreso aprobó una ley que autorizaba el contrato con William Wheelwright³³. Entretanto se habían producido revueltas políticas y una recesión económica en Europa, lo que implicó que el dinámico y constructivo empresario estadounidense no pudiera reunir el capital necesario para financiar su proyecto. De todos modos, su iniciativa condujo a la aprobación de una nueva ley, el 28 de agosto de 1851, que autorizó la construcción del ferrocarril como un proyecto mixto, del gobierno junto con accionistas privados. La construcción de un ferrocarril que vinculara el puerto principal del país con la capital se había convertido en una especie de reto nacional, bajo la modalidad de un *public-private partnership* (PPP).



Estación Barón, hacia 1870. Pablo Moraga Felú, *Estaciones Ferroviarias de Chile: imágenes y recuerdos*

Para dar mayor sustancia a su propuesta, en 1845 había traído a Chile a dos ingenieros ingleses –los señores John Barton y M. Carter–, con el fin de definir el proyecto. Trazaron una ruta por Melipilla, que partiera desde Quebrada Verde, más bien que de Valparaíso propiamente tal, quedando ese punto a tres millas del puerto en el plano horizontal y a casi mil pies en el vertical. Allan Campbell no logró descubrir indicaciones de cómo se había contemplado subir y bajar los trenes entre Quebrada Verde y el puerto. Trató de identificar un trazado que lo permitiera, concluyendo que sería efectivamente imposible salvo que se ocupara la

³³ J. Valerie Fifer, *William Wheelwright: steamship and railroad pioneer*

tecnología de los planos inclinados, o sea, de ascensores de carros movilizadas mediante máquinas estacionarias a vapor, lo que estuvo dispuesto a admitir sólo como último recurso. Efectivamente, Allan Campbell dedujo que tendría que haber una serie de planos inclinados, más que uno sólo (los que, de construirse, habrían constituido los primeros ascensores de Valparaíso).

Campbell y la opción Melipilla

En general, por varias razones (como los costos de construcción, los planos inclinados y las subidas y bajadas en general) Allan Campbell concluyó que la ruta identificada por Melipilla era

“totalmente impracticable para un ferro-carril, i que si no se encontrase otra mejor, debería abandonarse toda esperanza de un ferro-carril entre Valparaíso i Santiago”.

Consideró además que su costo ascendería a una suma capaz de espantar a sus más decididos sostenedores. (Cabe recordar la estimación de \$12.000.000, entregada por William Wheelwright en 1847.) Sin embargo, a pesar de eso, iban a pasar muchos años antes de que los directores de la Sociedad y las autoridades gubernamentales fueran igualmente convencidos de la impracticabilidad de un ferrocarril entre Santiago y Valparaíso que pasara por Melipilla.

Parece que por su propio carácter, estaba dispuesto a admitir sólo como último recurso las opciones caras de construir y difíciles de operar. Por esto, había descartado la posibilidad de dirigir el ferrocarril por rutas relativamente directas, por las cuestas de Zapata y Lo Prado y Casablanca (sobre el trazado de la actual Ruta 68 carretera), debido a los largos túneles de “varias millas” que habría que perforar. A la mitad del siglo XIX no existían en el mundo entero túneles tan largos, cuya operación mediante locomotoras a vapor habría generado problemas de ventilación muy difíciles de solucionar.

Llama la atención su aversión a los planos inclinados operados por máquinas estacionarias, necesariamente a vapor en aquellos días. En los primeros años de los ferrocarriles mecanizados, la potencia que pudieron desarrollar las locomotoras era muy limitada, obligando a veces a la adopción de los planos inclinados, por ejemplo a la salida de la estación de Queen’s Street en Glasgow, al que se refirió en su Informe, donde la pendiente ni siquiera superaba a la de la cuesta del Tabón³⁴. Los actuales ascensores de Valparaíso son planos inclinados, y a lo menos el de La Concepción, fue en algún momento movilizado a vapor, y en dos localidades en la zona salitrera se aplicó el mismo principio tecnológico para solucionar el problema de transporte presentado por el desnivel entre la pampa y las caletas de embarque. Consideró los planos inclinados, con bastante razón, como impedimen-

³⁴ La maquinaria estacionaria siguió en uso allí hasta 1909, a pesar de que el propio Allan Campbell relató, equivocadamente, en su Informe, que iba a ser sustituida por locomotoras americanas.

tos a la operación fluida de un ferrocarril como el *Ferrocarril Santiago-Valparaíso*. Un ferrocarril que incluyera más de un plano inclinado sería de capacidad muy limitada y velocidad comercial reducida. Por otra parte, en el caso del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso*, desde una perspectiva, pudieran haber rebajado los costos de operación; consideraba que el tráfico de bajada a Valparaíso sería tres veces el de subida, significando que en muchos casos los carros de subida podrían ser arrastrados, en teoría, sin tracción, por la fuerza de la gravedad y el peso de los de bajada. La incorporación en la ruta de planos inclinados habría servido para moderar la pendiente máxima sobre resto de la línea, permitiendo de esa manera ocupar locomotoras más sencillas y de menor potencia y consumo³⁵.

En años posteriores, para que un ferrocarril pudiera escalar cerros, se dispuso de tecnologías como la cremallera y los reversos, ambos usados en Chile. A la mitad del siglo XIX, las dos habían sido aplicadas en Estados Unidos, pero habían sido escasamente desarrolladas, y Allan Campbell pareció haberlas descartado. A lo menos no se refirió a ellas en su texto.



Tren a Quillota en El Salto. Colección Guillermo Burgos C.

³⁵ El *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* ocupó, para el remolque de trenes por la cuesta de El Tabón, tres locomotoras muy grandes por la época, fabricadas en Inglaterra y del modelo 4-6-0. Ha sido sugerido, aunque no confirmado, que eran dotadas con una máquina auxiliar debajo del tender de la locomotora propia. Thomson, "The locomotives...", *op. cit.*

*La perseverancia de la idea de construir
el ferrocarril por Melipilla*

A pesar de que Allan Campbell había descartado cabalmente la idea de dirigir el *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* por Melipilla, hubo otros que no estaban tan seguros, no tanto por entusiasmarse absolutamente por una ruta por Melipilla, sino por considerarla como una opción menos mala que dirigir el ferrocarril por la complicada cuesta de El Tabón. Diez años iban a pasar hasta que el directorio del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* y el gobierno descartara la ruta por Melipilla como opción de una por El Tabón. La ruta por Melipilla parece haber tenido una especie de *mystique* para las autoridades chilenas y persistió como opción a lo largo del decenio de 1850.

*Los estudios del ingeniero francés
Emile Chevalier*

En 1856, con el *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* ya en camino a ser inaugurado hasta Quillota, es decir, tendido en un sentido geográficamente contrario al hacia Melipilla, esa opción volvió a presentarse. En ese año, el gobierno pidió a ingenieros extranjeros estudios de trazados posibles, especialmente de una ruta por Melipilla. Al francés Emile Chevalier le fue solicitado un informe sobre una ruta alternativa para el *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* a partir de Quilpué y pasando por La Magdalena, desde donde continuaría a Santiago. De haber sido construida esa línea, el tramo Quilpué a Quillota habría quedado como mero ramal, siendo planteada su prolongación hasta Llayllay, con el fin de atender mejor el tráfico, como el del trigo de exportación, generado en el valle del Aconcagua, y, sin contar unos relativamente pocos kilómetros entre Valparaíso y Viña del Mar, el proyecto desarrollado por Allan Campbell se habría descartado totalmente.

Posteriormente, se solicitó al mismo ingeniero francés una opinión de la ruta por el Tabón, que había sido identificada por Allan Campbell. Emile Chevalier concluyó que un ferrocarril por cualquiera de las dos rutas sería técnicamente factible, prefiriendo la por Melipilla desde el punto de vista operacional, porque, según sus cálculos, tendría pendientes más suaves y curvas más amplias que la ruta por el Tabón; por otra parte, serían mayores sus costos y tiempo de construcción³⁶. La mayor desventaja de la ruta de Emile Chevalier fue un túnel de un largo de 12 795 pies, equivalente a 3.900 m, que habría sido el más largo en el mundo en aquella época. Ese túnel habría sido excepcionalmente complicado de construir y, salvo que las locomotoras ocupasen el coke como combustible en lugar de carbón, es difícil imaginar que pudiera haber sido adecuadamente ventilado.

Emile Chevalier no llegó a una conclusión definitiva respecto a cuál de las dos rutas sería preferible, puesto que, a diferencia del estadounidense Horacio Blis

³⁶ Emile Chevalier, *Informe sobre la línea del Ferro-Carril de Santiago a Valparaíso pasando por la cuesta de Tabón*

–véase más adelante– no demostró evidencia de saber convertir a una base común los costos de construcción y los de explotación, lo que se pudiera haber hecho por, preferiblemente, capitalizar los últimos o, alternativamente, anualizar los primeros. Sin embargo, interpretó de una manera más positiva que Allan Campbell la ruta por Melipilla, entre las explicaciones de lo cual habrían figurado las siguientes:

- i) a lo largo de la primera mitad del decenio de 1850, se habían realizado reconocimientos más completos de la topografía de la zona, permitiendo identificar trazados menos complicados, y
- ii) la ruta examinada por Emile Chevalier partió desde Quilpué, a donde ya había llegado el *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* a través de Viña del Mar, más que directamente desde Valparaíso.

La ubicación más indicada para la línea en la zona de El Tabón demostraba diferencias significativas entre la propuesta de Allan Campbell y la evaluación de Emile Chevalier, pero los dos estaban de acuerdo en cuanto a la factibilidad técnica de un ferrocarril entre Quillota y Santiago por Tabón.



Puente Viejo. Colección Guillermo Burgos C.

Mayores estudios de la ruta por el Tabón y la actitud irreverente de Lloyd

En 1858, los principales problemas gatillados por William Lloyd por la adopción de su ruta entre Viña del Mar y Quillota por Quilpué, es decir, la demora de la construcción del túnel de San Pedro y sus frágiles puentes de Las Cucharas, aun no se hacían evidentes, y en septiembre de ese año, el inglés fue nombrado ingeniero director del ferrocarril de Quillota a Santiago³⁷. Inició su nueva tarea revisando la ruta elegida por Allan Campbell entre estas dos ciudades, y, según su estimación,

³⁷ Rivers, *op. cit.*

las modificaciones traerían como beneficios un ahorro de \$500.000 en los costos de construcción y una economía de tiempo de un año hasta el momento en que los trenes pudiesen empezar a correr.

William Lloyd no se opuso a Allan Campbell en lo referente a la conveniencia de dirigir el ferrocarril por el paso de El Tabón, pero en ese sector, prefirió una alineación diferente que implicaba la construcción del viaducto de Los Maquis, cuyo largo sería de 548 pies, y la aceptación de curvas modestamente más cerradas que las del trazado de Allan Campbell (el que incluía un túnel de 1.225 pies, no despreciable en esa época, situado en una pendiente, sobre la cual las locomotoras de los trenes ascendientes tendrían que trabajar duro, con sus correspondientes volúmenes de emisiones de humo y vapor). El directorio estaba indeciso respecto al mejor alineamiento, es decir, el de Allan Campbell o el de William Lloyd (o la propuesta de Emile Chevalier), y trajo desde Europa al ingeniero francés Eduard Salles como una especie de árbitro. Pero, en lugar de optar a favor de la alineación de Allan Campbell o de la de William Lloyd respecto de las curvas y pendientes que causaban inquietud, Salles propuso no sólo una opción adicional sino dos, una de las cuales incluía un zig-zag³⁸. Eduard Salles pudo haber sido el primer ingeniero de proponer la construcción de un ferrocarril principal con zig-zag (aunque uno había sido incorporado en un ferrocarril minero norteamericano, en la década anterior)³⁹. En cuanto a los trazados de Allan Campbell y de William Lloyd propiamente tales, Eduard Salles se manifestó a favor del de éste, considerando que la construcción del puente (de Los Maquis) que formaba parte del proyecto de Lloyd sería menos demorosa que la del túnel largo que integraba el de Allan Campbell⁴⁰.

No fue del gusto de William Lloyd ninguna de las propuestas de Eduard Salles, y el ingeniero inglés logró una vez más convencer al directorio de adoptar la ruta que él había identificado, la que fue aceptada en mayo de 1860 y formalmente decretada en agosto de 1861. Anteriormente, en la presente introducción del Informe de Allan Campbell, hemos hecho referencia a la manera soberbia y poco convincente en que el inglés William Lloyd descartó algunos componentes de la propuesta de estadounidense Allan Campbell; sin embargo, la actitud del británico referente al estadounidense fue menos desrespetuosa que al francés Eduard Salles. En el fondo, William Lloyd, refiriéndose a las propuestas de Eduard Salles –probablemente específicamente a la que no contemplaba el zig-zag– manifestó que el ingeniero francés se habría equivocado por no tener tiempo suficiente para analizar bien el problema, agregando que, si hubiera tenido mayor tiempo, seguramente habría estado de acuerdo con su propio proyecto⁴¹. La actitud de William Lloyd parece totalmente repulsiva y a lo menos el presente autor tiende a considerar el carácter de éste como el inverso total del prototipo de los caballeros ingleses de las películas, los libros y las leyendas.

³⁸ Rivers, *op. cit.*

³⁹ Richard Balkwill y John Marshall, *The Guinness book of railway facts and feats.*

⁴⁰ Ernesto Greve, *Historia de la Ingeniería en Chile.*

⁴¹ *Op. cit.*

*Los análisis comparativos majestuosos
del estadounidense Blis*

Otra consideración de la opción Melipilla fue hecha bajo la dirección del estadounidense Horacio Blis, quien entregó al ministro del Interior, en una fecha no especificada, aunque probablemente a principios de 1857, los resultados de su estudio muy sistemático titulado *Informe sobre el reconocimiento practicado para el tránsito del Ferrocarril de Valparaíso a Santiago por la vía de Melipilla*. Horacio Blis costó tres opciones de ruta de un ferrocarril a través de Melipilla, dos de las cuales partieron desde Las Cucharas y la restante desde Peñablanca. Y, admirablemente, a través de una metodología que constituye, efectivamente, una versión temprana del concepto de la distancia virtual que ya hemos mencionado referente a Allan Campbell, calculó los costos operativos relacionados con cada opción, y además para dos opciones de ruta por Quillota que, evidentemente, son las dirigidas una por Concón y la otra por Quilpué.

Este ingeniero no se detuvo allí, sino que logró cuantificar lo que efectivamente constituye una versión primitiva del valor presente del costo de cada una de las cinco rutas, combinando los costos de capital con los de operación. Véase el cuadro 3. El autor de la presente nota no ha podido ubicar antecedentes del mencionado autor, salvo que tenía el grado de coronel, supuestamente del Ejército de Estados Unidos. Ese ingeniero destacable parece ya borrado de la memoria del mundo, lo que es lamentable, puesto que fue un profesional muy competente, honesto y serio. Horacio Blis merece un reconocimiento especial por haber sido uno de los pioneros de la ingeniería económica en Chile.

Basándose en sus cálculos, prefirió que el *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* se dirigiera por Melipilla (tomando en cuenta que ya no era factible resucitar la ruta por Concón originalmente propuesta por Allan Campbell), optando por su ruta número 2, la que sería más cara de construir que una línea por Tabón, pero más económica de operar. Sugirió además que una ruta por Melipilla atraería más tráfico del sur del país, y uno interpreta que contemplaba que compartiría con el *Ferrocarril del Sur* la llegada a Santiago (lo que habría servido para reducir los costos de construcción, por permitir que los dos ferrocarriles, es decir, el *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* y el *Ferrocarril del Sur*, los repartieran entre sí). No negó que la construcción de un ferrocarril por Melipilla presentaría considerables dificultades, relacionadas especialmente con los tres túneles, que serían bastante largos de acuerdo a las normas de hace ciento cincuenta años. Éstos serían el de Ibacache, de 1.775 pies, de las Hormigas, de 1.400 pies, y el del Corral de Mulas, de 1.200 pies. La fuerza laboral necesaria para las obras ascendería a unos dos mil quinientos hombres, que deberían terminarlas en un espacio de cuatro años, siendo el componente más crítico el túnel de Ibacache.

Cuadro 3
Comparación económica entre las dos rutas entre Valparaíso y Santiago por Quillota
y tres por Melipilla, según Horacio Blis⁴²

<i>Ruta</i>	<i>Costo de construcción</i>	<i>Costo capitalizado de explotación</i>	<i>Costo total capitalizado</i>
Por Concón y Quillota (Campbell)	5 324 366	5 104 000	10 428 366
Por Quilpué y Quillota (Campbell, mod. Lloyd)	5 324 366	5 431 350	10 755 716
Por Viña, las Cucharas, valle Reculemu, Casablanca, las Hormigas y cercanías de Melipilla (Blis 1)	5 695 143	5 038 500	10 733 643
Por Viña, Las Cucharas, valle Reculemu, valle Viñilla, luego como Blis 1 (Blis 2)	5 484 050	5 153 675	10 637 725
Por Peñablanca, sector entre estereros de Quilpué y Marga Marga, valle Viñilla, luego como Blis 2 (Blis 3)	5 386 370	5 560 912	10 946 891

Notas: i) los costos de construcción excluyen los correspondientes al tramo ya construido de Valparaíso a Quillota; ii) los costos se expresan en pesos corrientes.

La determinación, poco científica, de Lloyd

A principios de 1857, es probable que hubiera una confusión bastante grande en las mentes de los directores de la Sociedad del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* y de las autoridades del gobierno, en cuanto a cuál sería la mejor ruta, por Tabón o por Melipilla. Allan Campbell había rechazado cabalmente la opción Melipilla; Horacio Blis la prefirió (basando su preferencia en sólidos cálculos de la ingeniería económica); y Emile Chevalier estaba indeciso. Ante esta situación, el ministro del Interior pidió a William Lloyd su opinión al respecto, manifestándose el ingeniero inglés a favor de una ruta por el Tabón.

Sin embargo, su justificación de la ruta por el Tabón no es muy convincente:

- i) Consideró que, en su segundo informe (de noviembre de 1856), Chevalier “admite francamente las ventajas que tiene la línea del Tabón”, lo que no es efectivo, puesto que el ingeniero francés no llegó a ninguna determinación.
- ii) Dijo además que “si el Coronel Blis hubiese examinado el camino del Tabón, además de los que propone, también hubiera adoptado este modo de

⁴² Informe de Horacio Blis sobre el Reconocimiento practicado para el tránsito del Ferrocarril de Valparaíso a Santiago, por vía de Melipilla, entregado al Ministro del Interior en un momento desconocido, probablemente a principios de 1857.

- ver sobre el asunto”, sin darse cuenta, o sin querer reconocer, que Horacio Blis sí examinó la opción Tabón, y la consideró inferior a la de Melipilla.
- iii) William Lloyd dividió las tres líneas (Tabón, Melipilla ruta Chevalier y Melipilla ruta Blis) en tramos de trabajo de construcción “fácil”, “mediano” y “difícil”, aparentemente de una manera subjetiva, (y diferente de la de Emile Chevalier, que también habría sido subjetiva), posiblemente con el fin de justificar una conclusión adoptada de antemano.
 - iv) Dijo que la línea del Tabón sería diecisiete millas más corta que la de Horacio Blis y $18\frac{3}{4}$ millas menor que la de Emile Chevalier, y en eso parece equivocarse seriamente. La distancia por Quillota y Tabón es de ciento doce millas; la de la ruta Chevalier por Melipilla sería de ciento una millas; y la Blis de dos de $104\frac{1}{2}$ millas.
 - v) Consideró que el transporte de materiales para la construcción de la línea sería más fácil si se construyera por el Tabón que por Melipilla, que no parece congruente con la estructura de la red caminera de la época.

William Lloyd demostró su relativa incapacidad técnica, en comparación a la de Horacio Blis, por la manera de comparar entre sí los costos operativos de las tres opciones de ruta que consideraba. Ya nos hemos referido a los cálculos bien fundados de Horacio Blis, que tomó en cuenta especialmente el impacto de las pendientes sobre los costos operativos de los trenes para cada una de las cinco rutas que analizó. En cambio, William Lloyd tomó ingenuamente una tarifa media por kilómetro, por pasajero y por tonelada de mercadería, y la multiplicó, en cada caso, por el kilometraje de cada una de las tres rutas que admitió.



Alameda de Yungay. Colección Guillermo Burgos C.

El proyecto de William Lloyd para el paso de El Tabón involucró la construcción del viaducto Los Maquis, el que, aunque bien construido por el subcontratista (de Henry Meiggs) Esteban Horacio Mayers, se ubicaba inconvenientemente a la salida de un túnel (hacia Santiago) y con una pendiente de 2¼% (de poniente al oriente), de manera que un tren que fuera en descenso no podría detenerse para evitar el impacto con cualquier obstáculo que impidiera su circulación por el puente. Por eso, a fines del siglo XIX, fue reemplazado por un terraplén. Benjamín Vicuña Mackenna insinuó que William Lloyd proyectó la construcción del puente Los Maquis por su gusto por los puentes.

IV. LA OBRA Y CHILE

El significado de la construcción del ferrocarril entre Santiago y Valparaíso en el escenario internacional

Corresponde citar un pequeño segmento del Informe de Allan Campbell: refiriéndose al *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* dice:

“En ningún país en que hasta ahora se han construido ferro-carriles se encuentra obstáculos físicos tan gigantescos”.

Y tenía la razón. A mediados del siglo antepasado, no solamente no había ni siquiera planes de ferrocarriles transandinos sino tampoco se había construido un ferrocarril a través de los Alpes en Europa. No se propuso un ferrocarril por un paso en los Alpes hasta 1848 y el primero de estos se inauguró recién en 1854, por la puesta en operación de la ruta por el paso de Semmering, entre Austria e Italia⁴³. El ferrocarril de Semmering ni siquiera asciende a 900 metros sobre el nivel del mar, poco en comparación con ferrocarriles transalpinos posteriores, los que siempre han incluido largos túneles u otras imponentes estructuras. De todos modos, la construcción del ferrocarril de Semmering fue una obra exigente para los ingenieros de la época, y en 1998 fue declarado por UNESCO parte del Patrimonio de la Humanidad.

Hasta la construcción del ferrocarril de Semmering, todos los ferrocarriles en Austria habían sido productos de inversiones privadas autorizadas por concesiones⁴⁴. Sin embargo, el sector privado, sin subsidio, no demostró interés en construir un ferrocarril transalpino, obligando a la intervención directa del gobierno de ese país (lo que debería haber despertado inquietudes en las mentes de los inversionistas privados en el *Ferrocarril Santiago-Valparaíso*). Sus pendientes más agudas son de 2½%, un poco superior a las 2¼% de la cuesta del Tabón del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso*, y su punto más alto es 880 m sobre el nivel del mar, menos de ochenta más que la cumbre de dicha cuesta.

⁴³ Balkwill y Marshall, *op. cit.*

⁴⁴ Donald Binns, *Articulated locomotives of the World*.



Puente de La Lata. Colección Guillermo Burgos C.

La importancia de la inversión en el ferrocarril en el presupuesto nacional

El costo total de construcción del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso*, hasta 1863, fue de \$11.300.000, equivalentes a más de un 80% de las entradas ordinarias del fisco en ese año o a alrededor de un 11½% de las obtenidas a lo largo de su período de construcción, entre 1852 y 1863⁴⁵. A modo de comparación, la inversión en las líneas 4, 4A y otras del Metro de Santiago durante el período presidencial de Ricardo Lagos, consumió a un 0,6% del presupuesto nacional de esos años.

El costo por kilómetro del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* triplicó el de la línea de Caldera a Copiapó. Tomando en cuenta que fue mucho más difícil la construcción del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso*, el costo de éste no debería considerarse exorbitante en términos absolutos, aunque sí era muy alto comparado con los recursos disponibles de la nación en esa época. Cabe recordarse que una parte importante de los fondos invertidos en el *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* sirvieron poco o nada, como los destinados a la ruta por Concón y los aplicados a los originales puentes de madera de Las Cucharas.

El Ferrocarril Santiago-Valparaíso adelantó obras comparables en otras naciones sudamericanas

A la mitad del siglo antepasado, la mitad de las ciudades capital de Sudamérica, se ubicaban en la costa o a pasos de ésta; tal fue el caso en Argentina, Brasil, Perú,

⁴⁵ Ian Thomson, *Los beneficios privados y sociales de inversiones en infraestructura: una evaluación de un ferrocarril del siglo XIX y una comparación entre esta y un caso del presente*.

Uruguay y Venezuela. Sin contar los países sin litoral oceánico, solamente las capitales de Colombia, Ecuador y Chile se apartaban del mar. Considerando las condiciones primitivas contemporáneas del transporte caminero, en esos tres países fue de importancia primordial conectar por ferrocarril la capital con un puerto. Sin embargo, fue sólo con grandes atrasos que Colombia y Ecuador lograron lo que había logrado Chile en 1863; Quito no obtuvo su conexión ferroviaria hasta casi medio siglo más tarde, en 1908, y Bogotá tuvo que esperar casi un siglo entero, hasta 1960, antes de poder comunicarse directamente por ferrocarril con una costa marítima sin transbordo con un medio fluvial o caminero⁴⁶.

¿A quien sirvió más el Ferrocarril Santiago-Valparaíso: a sus clientes o a la empresa, a los pasajeros o a los dueños de la carga?

Contar con un ferrocarril entre Santiago y Valparaíso, al llegar a la mitad del siglo XIX, se había convertido en una especie de reto nacional. Una vez inaugurado, Chile poseía un modernísimo sistema de transporte entre su capital y entonces puerto principal del país, lo que en ese entonces no tenía eco en ninguna otra parte del continente sudamericano, y, con razón, el *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* se convirtió en un orgullo nacional. Pero, ¿contribuyó realmente al bienestar nacional, más allá de ese orgullo? La respuesta a esta pregunta parece ser positiva, y uno concluye que el *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* fue económica y socialmente conveniente, aunque más para sus clientes que para la empresa a que pertenecía. Véase el cuadro 4.

Se puede apreciar que los beneficios percibidos por los clientes del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso*, en 1864, fueron superiores en un 165% a los recibidos por la empresa. De los beneficios totales, un 49% favoreció a los pasajeros y un 23% a los dueños de la carga; es decir, un total estimado en 62% de los beneficios fueron internalizados por los clientes del ferrocarril, dejando un 38% en los cofres de la empresa. Fue la carga la que generó mayores ingresos para la empresa, pero fueron los pasajeros los que más provecho obtuvieron del ferrocarril (principalmente en la forma de ahorro en tiempo de viaje). Aún así, la política tarifaria aplicada al transporte de carga no habría conducido a una maximización de esos ingresos.

El crecimiento del tráfico del Ferrocarril Santiago-Valparaíso

El tráfico del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* creció rápidamente, a una tasa de 13% entre 1864 y 1872 en el caso de la carga⁴⁷. De esto, sería lógico concluir que el ferrocarril hubiese fomentado la producción (y consumo), por facilitar el transporte

⁴⁶ D. Trevor Rowe, "The railways of South América"; V. Rojas y C. Bravo, *Nuestro ferrocarril*; Gustavo Arias, *La mula de hierro*

⁴⁷ En 1871, se inauguró un ramal a San Felipe (posteriormente prolongado hasta Los Andes) lo que habría contribuido al crecimiento del tráfico.

y rebajar sus precios. En 1872, las tarifas aplicadas a la carga, en precios corrientes, eran 16% más bajas de lo que habían sido en 1864, lo que habría contribuido a esa alta tasa de crecimiento.

Cuadro 4
Una estimación de los beneficios, en pesos,
de la empresa explotadora y para los usuarios del Ferrocarril Santiago-Valparaíso,
en el año 1864⁴⁸

<i>Fuente de beneficios</i>	<i>Beneficios a suarios</i>	<i>Utilidades de la empresa</i>
Beneficios respecto a pax viajando en 1 ^a clase entre Valparaíso y Santiago	241 486	37 839
Beneficios respecto a pax viajando en 2 ^a clase entre Valparaíso y Santiago	52 155	9 120
Beneficios respecto a pax viajando en 3 ^a clase entre Valparaíso y Santiago	41 494	3 869
Beneficios respecto a pax viajando en 1 ^a clase entre Valparaíso y otras estaciones	108 340	17 993
Beneficios respecto a pax viajando en 2 ^a clase entre Valparaíso y otras estaciones	53 196	9 437
Beneficios respecto a pax viajando en 3 ^a clase entre Valparaíso y otras estaciones	79 027	7 836
<i>Fuente de beneficios</i>	<i>Beneficios a suarios</i>	<i>Utilidades de la empresa</i>
Beneficios respecto a pax viajando en 1 ^a clase entre Santiago y otras estaciones	64 817	11 212
Beneficios respecto a pax viajando en 2 ^a clase entre Santiago y otras estaciones	22 648	4 056
Beneficios respecto a pax viajando en 3 ^a clase entre Santiago y otras estaciones	27 312	2 730
<i>Total beneficios respecto a pasajeros</i>	690 475	104 092
Beneficios por transporte de carga entre Valparaíso y Santaigo.	180 175	190 752
Beneficios por transporte de carga entre Valparaíso o Santiago y otras estaciones	149 001	90 033
<i>Total beneficios respecto a carga</i>	329 175	280 785
<i>Total beneficios respecto a pasajeros y carga</i>	1 019 650	384 877

⁴⁸ Thomson, "Los beneficios...", *op. cit.*

Entre los tráficos más importantes estuvieron el trigo y la harina, principalmente de exportación, reflejando la expectativa de Allan Campbell de que la mayor parte del tráfico de carga sería de bajada. A la mitad del siglo XIX, Chile se convirtió en un exportador significativo de esos productos, a lo que habría contribuido de una manera destacada el *Ferrocarril Santiago-Valparaíso*. En 1862, o sea, el año antes de que el Ferrocarril entrara en operación en la totalidad de su trayecto, el país exportó menos de 400.000 quintales métricos de ambos juntos, pero el volumen subió bruscamente tras su inauguración, alcanzado un máximo de 2.000.000 en 1874⁴⁹. Aunque se necesita más investigación para identificar el papel del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* en ese auge, parece haber transportado la mayor parte de la harina exportada y contribuido al ascenso de Valparaíso como puerto de exportación de trigo⁵⁰.



Estación de Llay-Llay, inaugurada en 1863. Moraga Felú, *op. cit.*

La estructura tarifaria y sus consecuencias

La estructura tarifaria de carga del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* en sus primeros años no fue típica de la de un ferrocarril operando en un mercado en que gozaba de una situación competitiva privilegiada, en que los medios alternativos no existían o tenían costos muy superiores a los ferroviarios. En una situación como esa, normalmente, las tarifas ferroviarias reflejan la disposición de pagar lo

⁴⁹ Osvaldo Sunkel y Carmen Sutter, *Un siglo de historia económica de Chile, 1830-1930*.

⁵⁰ *Ibid.* Véase el cuadro 39. Sin embargo, parece que le faltan datos a ese cuadro, puesto que las sumas de las exportaciones por puerto son generalmente inferiores a las exportaciones totales.

correspondiente a cada uno de los distintos tráficos. Esas disposiciones de pagar no se saben con exactitud y, por eso, históricamente las empresas tendieron a hacer depender la tarifa solicitada del valor unitario del producto transportado, cobrando más a los productos de mayor valor⁵¹.

Sin embargo, el *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* no hizo eso y, en su lugar, basó sus tarifas de carga en los costos de transporte de las distintas categorías de tráfico, que es lo que haría una empresa que operara en un mercado competitivo. Por eso, la empresa desaprovechó la oportunidad de aumentar sus ingresos. La estructura tarifaria del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* no conducía a la maximización de las utilidades de la empresa, sino que favorecía las de sus clientes, particularmente las de los dueños de carga de valores unitarios relativamente altos; esa situación pudo haberse debido a una insuficiencia de conocimientos de los principios de tarificación ferroviaria, tanto en la empresa como en el gobierno⁵².

La contribución del Ferrocarril Santiago-Valparaíso a la economía nacional

En otra ocasión, el presente autor ha estimado el valor presente social del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso*, durante sus primeros treinta años, en a lo menos \$9.443.686 (en precios de 1860, aproximadamente), y que su relación beneficio/costo era, como mínimo, 1,55⁵³. Los beneficios contabilizados incluyen el valor de los ahorros de tiempo personal y los beneficios relacionados con la generación de transporte, por los menores precios y demoras del transporte ferroviario, en comparación con los medios anteriores.

Además de los indicadores socioeconómicos citados en el párrafo anterior, trajo el ferrocarril otros beneficios no tan fácilmente cuantificables, como de una mayor integración territorial, un aumento en la eficiencia del aparato gubernamental y mayores oportunidades de los habitantes de la zona central para conocer el entorno geográfico de la región. Otra ventaja, casi irrisible, que menciona J. Valerie Fifer, es que la línea del ferrocarril proporcionó una ruta más adecuada que el camino para la línea telegráfica, donde había sido inicialmente tendida, pues allí estaba expuesta al robo de postes y cables⁵⁴.

De todos modos, es claro que el *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* fue socialmente conveniente para el país. En cambio, como negocio propiamente tal, las cifras económicas fueron menos azules.

El ferrocarril como negocio

Cabe señalar que al gobierno le interesaban tanto que el *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* contribuyera al desarrollo socioeconómico del país, por ofrecer servicios

⁵¹ Ian Thomson, "Las concesiones y la optimización del transporte vial y ferroviario".

⁵² Ian Thomson, *La competencia entre la carretera y el ferrocarril en Chile: una perspectiva histórica*.

⁵³ Thomson, "Los beneficios...", *op. cit.*

⁵⁴ Cristiá y Ottado, *op. cit.*

de transporte eficientes a tarifas razonables con el fin de fomentar la producción y facilitar los desplazamientos de personas, como que generara un retorno suficiente para remunerar a lo menos una fracción significativa del capital invertido en él. Este segundo objetivo fue importante puesto que hubo que amortizar la deuda contratada para financiar su construcción.

En 1864, la utilidad de la empresa representaba un mero 3,4% del valor de la inversión en el ferrocarril en precios corrientes, y el retorno real habría sido aún menor. Claramente, en ese momento, no había alcanzado un nivel de rentabilidad aceptable para inversores privados. Sin embargo, el tráfico crecía rápidamente, y por eso existían esperanzas de mayores tasas de retorno en los años siguientes.

Al llegar a 1872, la situación se había mejorado, puesto que el alza en los volúmenes transportados más que compensaba el estancamiento o reducción en el valor de las tarifas cobradas. Refiriéndose a ese año, el superintendente del ferrocarril, Ángel Prieto i Cruz, informó que la utilidad líquida había sido de \$832.754 y que la inversión hasta ese momento era de \$14.400.000, y que, por lo tanto, la tasa de retorno sobre el capital invertido era de 5,78%, y mayor que la tasa de 5,43% aplicada al más reciente préstamo obtenido por el Estado⁵⁵. Sin embargo, hay que recordar que los gobiernos, en general, pueden obtener capitales a tasas de intereses inferiores a las disponibles para el sector privado, y es evidente que en sus cálculos el señor Superintendente no había reajustado los costos de inversión a los precios de 1872⁵⁶. Por lo tanto, uno concluye que seguía siendo poco atractivo el *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* para inversores privados.

Cabe poca duda que el *Ferrocarril Santiago-Valparaíso*, tal como fue administrado, nunca fue una inversión atractiva para el sector privado. Una revisión de su política de tarifas y comerciales en general, pudo haber mejorado sus utilidades, pero posiblemente no de una manera suficiente como para atraer al ferrocarril a capitales privados. En Chile, con escasas excepciones, a los inversores privados sólo les interesaban los ferrocarriles mineros.

Las estimaciones de tráfico y de rentabilidad del Informe de Campbell en comparación con la realidad

En su Informe, estimó tanto el tráfico potencial del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* como su rentabilidad sobre el capital invertido. Para estimar el tráfico, pudo recorrer a los flujos de tránsito registrados en las plazas de peaje camineros en el corredor, pero esa fuente de información era incompleta, puesto que algunas categorías de vehículos y animales estaban exentas del pago. Por lo tanto, fue obligado a ampliar su base de datos de la mejor manera que pudiera. Sus estimaciones se presentan en el cuadro 5.

⁵⁵ Ian Thomson, “Los beneficios sociales y privados de un ferrocarril construido a mediados del siglo XIX: el caso de Santiago a Valparaíso”.

⁵⁶ No existen índices confiables de inflación para esa época; sin embargo, vale comentar que entre 1830 y 1875, el tipo de cambio del peso demostró una notable estabilidad, variando muy poco de 45 peniques. Véase la referencia 30.

Cuadro 5
Volúmenes de tráfico sobre el Ferrocarril Santiago-Valparaíso,
*según estimados por Allan Campbell*⁵⁷

<i>Categoría de tráfico</i>	<i>Volumen en toneladas o personas</i>	<i>Total de tarifas pagadas, en pesos</i>
Carga que transita por la totalidad del ferrocarril	80 000	480 00
Carga intermedia, supuestamente hacia Valparaíso	80 000	320 000
Carga local	12 500 (est)	50 000
<i>Total carga</i>	172 500	850 000
Pasajeros en primera clase por todo el ferrocarril	50 000	300 000
Ídem en segunda clase	50 000	100 000
Pasajeros en primera clase entre Valparaíso e intermedias	30 000	60 000
Ídem en segunda clase	30 000	30 000
Pasajeros locales	60 000 (est)	60 000
<i>Total pasajeros</i>	220 000	550 00

Allan Campbell consideró estimados de una manera conservadora estos volúmenes, puesto que representan sólo modestos aumentos sobre el tráfico caminero existente. No pone fecha a sus estimaciones, señalando simplemente que se refieren al Ferrocarril una vez completado y en operación normal. En su Informe habla de las altas tasas de crecimiento de tráfico y de ingresos de algunos ferrocarriles estadounidenses, y considera que tasas correspondientemente elevadas regirían también en el caso del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso*, tomando en cuenta el potencial de desarrollo de la región atendida.

Al llegar al año 1872, las estimaciones de tráfico de Allan Campbell habían sido ampliamente superadas, puesto que, en ese año, el ferrocarril transportó 352.364 toneladas y 564.399 pasajeros, es decir, volúmenes 104% y 156% mayores, respectivamente, que los previstos por Allan Campbell. Son numerosos los casos en que consultores han sobreestimado el potencial de tráfico de ferrocarriles, dando como consecuencia inversiones realmente injustificadas en términos económicos; estos casos incluyen el llamado *Transandino del Norte* entre Salta y Antofagasta, el túnel bajo la Mancha entre Inglaterra y Francia, el suburbano *Biotren* de Concepción, y muchos más. Referente a sus estimaciones de tráfico, la labor efectuada por Allan Campbell fue bien hecha, seria, realista y conservadora.

⁵⁷ Fuente propia, basada en Allan Campbell, *Documentos relativos al proyecto de un Ferro-Carril entre Santiago y Valparaíso*.

Allan Campbell también estimó la tasa anual de retorno (privado), en los primeros años de operación, sobre el capital invertido en el *Ferrocarril Santiago-Valparaíso*. Basado en su propia estimación de la inversión necesaria, de \$7.150.000, y considerando que los gastos consumieron un 50% de las entradas por venta de servicios, calculó la tasa de retorno en un 9,8%. No calculó una tasa interna de retorno propiamente tal, pero sí señaló que el retorno sería de 8¼%, tomando en cuenta los intereses corridos durante el tiempo de construcción. Es probable que la conclusión alcanzada por Allan Campbell haya asumido una importancia crítica en la decisión de construir el ferrocarril, puesto que la tasa de retorno estimada para el ferrocarril superó la tasa de intereses que se aplicaría a los préstamos que habría que obtener para financiarlo, tomando en cuenta la magnitud de la inversión comparada con los ingresos fiscales a la mitad del siglo XIX.

Respecto a su estimación de las entradas, y los gastos como proporción de ellas, los cálculos de Allan Campbell parecen bastante acertados, pero erró respecto a la inversión, que fue superior en un 58% a su presupuesto. Dividiendo los ingresos netos por él estimados por el monto realmente invertido, uno llega a una tasa de retorno de 6,2%, que es muy parecida a la tasa de 5,78% calculada en 1872 por el superintendente del Ferrocarril, Ángel Prieto i Cruz.

V. LA OBRA EN LA ACTUALIDAD

El Ferrocarril proyectado por Campbell sigue existiendo, y se ocupa diariamente

El *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* se construyó principalmente sobre la ruta que había identificado Allan Campbell. No fue totalmente, ni siquiera parcialmente, su obra, pero la decisión de iniciar la construcción del Ferrocarril se tomó basada en su proyecto. Sin él, se habría construido de todos modos un ferrocarril entre Santiago y Valparaíso, pero con él fue construido mejor.

Ese Ferrocarril sigue existiendo hoy en día, y se ocupa diariamente. El tramo que ve el servicio más frecuente de trenes es el entre Valparaíso y Limache, la mayor parte del cual debe más a William Lloyd que a Allan Campbell; sin embargo, los trenes de carga que corren entre Santiago y Montenegro (basura), Santiago y La Calera (cemento) y Las Vegas y San Pedro (concentrado de cobre), ocupan total o parcialmente líneas identificadas por Campbell y transportan hasta cerca de tres millones de toneladas anuales sobre algunos sectores. Si el *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* hubiera sido construido por Melipilla, no serviría estos dos tráficos, aunque sin duda de un ferrocarril a Valparaíso por Melipilla habría salido un ramal que condujera al también puerto de San Antonio, lo que habría traído beneficios desde el punto de vista de las economías de escala. Existe además un tráfico reducido de contenedores de punta a punta sobre la totalidad del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso*, entre la capital y el puerto de Valparaíso.

Sigue habiendo estudios de nuevos ferrocarriles entre Santiago y Valparaíso. El más reciente llevado hasta la etapa de un proyecto, citado como referencia 8,

contemplaba una ruta que atendiera el aeropuerto de Pudahuel y la ciudad satélite de Valparaíso en Curauma. En 2009, existe un interés en investigar nuevamente la opción de acortar la distancia ferroviaria entre Santiago y Valparaíso, de 186 a 121 km, mediante la construcción de la llamada variante La Dormida, reteniendo el trazado existente del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* al sureste de Tiltil y al poniente de Peñablanca. Esa opción fue considerada seriamente por *Ferrocarriles del Estado*, a principio del decenio de 1950.

La relevancia actual del Informe de Campbell

El análisis llevado a cabo por Allan Campbell para determinar la factibilidad técnica y económica de un ferrocarril entre Santiago y Valparaíso, es relevante por proporcionar una visión de la etapa de evolución de la ciencia de la evaluación de proyectos hace unos 160 años. Aunque fue hecho sin la ayuda de encuestas específicas, de modelos matemáticos ni de equipos de computación más avanzados que un lápiz y una hoja de papel, su análisis demuestra algunas bondades no compartidas con algunos estudios semejantes desarrollados en los años recientes, especialmente en lo referido al realismo y la actitud conservadora en la estimación de costos y tráficos, así como de su objetividad debida a haber sido realizado sin una preferencia predeterminada respecto al resultado. Sin embargo, inevitablemente, el escaso desarrollo tecnológico respecto a las herramientas de análisis, fue una clara causa de deficiencias, tanto en el estudio de Allan Campbell como en otros contemporáneos.

Un factor limitante muy importante fue la imposibilidad de efectuar sobrevuelos para identificar posible rutas adecuadas para la construcción de un ferrocarril. En los días de Google Earth, una primera aproximación de identificación de rutas puede efectuarse sentado en su oficina o *living*. Depender exclusivamente de reconocimientos en terreno, hechos de a pie o por cabalgatas, habría dificultado especialmente la identificación de una ruta adecuada para la opción Melipilla.

Las limitaciones impuestas por la minimísima capacidad computacional a la mitad del siglo XIX y la ausencia de encuestas, dieron como consecuencia varias simplificaciones analíticas indeseables en el análisis de Allan Campbell, las que también pudieron haber tenido como causa complementaria una escasez de conocimientos de la evaluación de proyectos. Es evidente, por ejemplo, que los volúmenes de tráfico fueron estimados independientemente de los costos de transporte ferroviario, tanto absolutos como relativos a los del transporte caminero, lo que constituye un procedimiento intelectualmente inadecuado (aunque uno que ha sido compartido por muchísimos estudios posteriores). En la época de Allan Campbell, la evaluación de proyectos era una ciencia todavía en su infancia y el propio concepto de la evaluación social no había nacido. El presente autor ha podido realizar una evaluación social del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso* por haber sido capacitado en áreas técnicas totalmente incomprensibles a los ingenieros de hace 160 años, respecto, por ejemplo, al valor de tiempo personal de los viajeros.

Como fuente de información para historiadores, el documento de Allan Campbell es útil, especialmente para especialistas en la historia económica de los ferrocarriles y del transporte en general. Si fuera posible ubicar los planos que acompañaron en algún momento el texto de Allan Campbell, su relevancia sería aún superior. Para historiadores generales, interesados en la etapa formativa del ferrocarril, habría otras fuentes de mayor utilidad, como la descripción de Benjamín Vicuña Mackenna del entorno del *Ferrocarril Santiago-Valparaíso*, publicada en 1877, y citada como referencia bibliográfica 22, y la reseña de Ramón Rivera, citada como 5. El *state of the art* en materia de evaluación de proyectos de infraestructura pública, a la mitad del siglo XIX, es representado por el estudio de Allan Campbell, y por eso sería justificada su inclusión en la bibliografía de cursos universitarios sobre la evaluación de proyectos.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Arias, Gustavo, *La mula de hierro*, Bogotá, Carlos Valencia Ediciones, 1986.
- Balkwill, Richard y John Marshall, *The Guinness book of railway facts and feats*, 6^a ed., England, Guinness Publishing, 1993.
- Binns, Donald, *Articulated locomotives of the World*, England, D. Bradford Barton, 1975.
- Biografía de Anthony Walton White Evans* en Wikipedia. incluir ULR
- Campbell, Alexander, *Observaciones al informe sobre el cambio de la línea del ferro-carril de Santiago*, sin fecha, pero probablemente a fines de 1854.
- Campbell, Allan, *Informe sobre un ferro-carril entre Córdoba y el río Paraná*, Buenos Aires, Imprenta de El Orden, 1856.
- Carter, Reg, *Railways and motive power of Argentina*, England, Amphion Press, 2006.
- Consorcio Fe Grande - Dusan Dujisin Quiroz, Sistema de Tránsito Rápido (STR) Santiago - Viña del Mar - Valparaíso, Proposición de la Obra por Concesión de Iniciativa Privada 76, Santiago, 1996.
- Cristiá Pedro y Vicente F. Ottado, *Planificación ferroviaria sudamericana*, Rosario, Editorial Rosario, 1945.
- Chevalier, Emilie, *Informe sobre la línea del Ferro-Carril de Santiago a Valparaíso pasando por la cuesta de Tabón*, Santiago, 28 de noviembre, 1856.
- Documents relating to The Change of Line of the Santiago Rail Road*, Valparaíso, Imprenta de Santos Tornero & Co., 1855.
- Fifer, J. Valerie, *William Wheelwright: steamship and railroad pioneer*, Newbury, Historical Society of Old, 1998.
- Gay, Claudio, *Atlas de la historia física y política de Chile*, Santiago, Centro de Investigaciones Diego Barros Arana - LOM Ediciones, 2004, tomo I.
- Greve, Ernesto, *Historia de la Ingeniería en Chile*, Santiago, Imprenta Universitaria, 1944.
- http://books.google.com/books?id=0-1OH65dKUMC&pg=RA1-PA150&lpq=RA1-PA150&dq=william+lloyd+robert+stephenson&source=web&ots=P_e

OsNv051&sig=2FGIhJdkJc51UsX2yBWK31cp7ZM&hl=en&sa=X&oi=book_result&resnum=2&ct=result.

- Lastarria, Aurelio, *Informe sobre un ferrocarril de Quilpué a Santiago, vía Casablanca y Melipilla*, Santiago, 31 de mayo de 1883.
- Leblanc, Félix, *Álbum vistas de Valparaíso*, c. 1890.
- López, Mario Justo, *Historia de los ferrocarriles nacionales, 1866-1886*, Buenos Aires, editora Lumiere, 1994.
- Moraga Felíu, Pablo, *Estaciones Ferroviarias de Chile: imágenes y recuerdos*, Santiago, Centro de Investigaciones Diego Barros Arana, 2001.
- Rivera, Ramón, *Reseña histórica del ferrocarril entre Santiago y Valparaíso*, 2ª ed., Santiago, editorial, septiembre de 1963.
- Rojas, V. y C. Bravo, *Nuestro ferrocarril*, Quito, Empresa Nacional de Ferrocarriles, 1982.
- Rowe, D. Trevor, "The railways of South América", in *Locomotives International*, England, Arrow, 2000.
- Schickendantz Emilio y Emilio Rebuelto, *Los ferrocarriles en la Argentina, 1857-1910*, Buenos Aires, Fundación Museo Ferroviario, 1994.
- Stewart, Watt, *Henry Meiggs: un Pizarro yanqui*, Santiago, Ediciones de la Universidad de Chile, 1956.
- Sunkel Osvaldo y Carmen Sutter, *Un siglo de historia económica de Chile, 1830-1930*, Madrid, Ediciones Cultura Hispánica, 1982.
- Thomson, Ian, "Early days on the Copiapó Railway", in *Locomotives International*, N° 47, England, January-February, 1999.
- Thomson, Ian, "El debate entre las bondades de la tecnología 'americana' e 'inglesa' en los ferrocarriles estatales chilenos en la década de 1870", en *Historia*, vol. 35, Santiago, 2002.
- Thomson, Ian, La competencia entre la carretera y el ferrocarril en Chile: una perspectiva histórica, inédito.
- Thomson, Ian, "Las concesiones y la optimización del transporte vial y ferroviario", en *Revista de la CEPAL*, N° 67, Santiago, abril, 1999.
- Thomson, Ian, *Los beneficios privados y sociales de inversiones en infraestructura: una evaluación de un ferrocarril del siglo XIX y una comparación entre esta y un caso del presente*, Santiago, CEPAL, mayo, 2001.
- Thomson, Ian, "Los beneficios sociales y privados de un ferrocarril construido a mediados del siglo XIX: el caso de Santiago a Valparaíso", en 51° Congreso Internacional de Americanistas, Santiago, julio de 2003.
- Thomson, Ian, "The first locomotives exported from the U.S.A and the first reimported by England", in *Locomotives International*, N° 31, England, February, 1996.
- Thomson, Ian, "The locomotives of the railway between Santiago and Valparaíso", in *Locomotives International*, N° 41, England, december, 1997 - January, 1998.
- Thomson, Ian, *Un análisis de los estudios de la proposición de la obra por concesión de iniciativa privada 76*, Santiago, CEPAL para el Ministerio de Obras Públicas, 1996.

- Thomson, Ian y Dietrich Angerstein, *Historia del ferrocarril en Chile*, 2ª ed., Santiago, Ediciones de la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos, Centro de Investigaciones Diego Barros Arana, Colección Sociedad y Cultura, 2000, vol. XIV.
- Tornero, Recaredo, *Chile Ilustrado; guía descriptiva del territorio de Chile, de las capitales de provincia, de los puertos principales*, edición facsimilar, Santiago, Ediciones de la Biblioteca Nacional, 1996.
- Vicuña Mackenna, Benjamín, *De Santiago a Valparaíso*, Santiago, Imprenta de la Librería del Mercurio, 1877.
- Vicuña Mackenna, Benjamín, *El clima de Chile*, 2ª ed., Buenos Aires, Editorial Francisco de Aguirre, 1970.
- White, John, *American Locomotives: an engineering history, 1830-1880*, 2ª ed., Baltimore y Londres, Johns Hopkins Press, 1997.

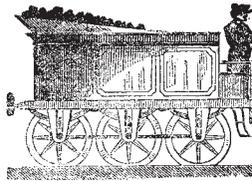
DOCUMENTOS

RELATIVOS AL PROYECTO

DE UN

FERRO-CARRIL

ENTRE SANTIAGO I VALPARAISO.



SANTIAGO,
IMPRESA DE JULIO BELIN I CA.

FEBRERO DE 1852

Santiago, 2 de noviembre de 1850

En vista de la precedente solicitud, y considerando:

- 1° Que una de las más importantes obras que en materia de caminos puede emprenderse en la república, es la del ferrocarril entre esta capital y Valparaíso;
- 2° Que de los fondos destinados para caminos, ninguna inversión puede dar resultados más provechosos para el país en general, que la que se haga en el expresado ferrocarril;
- 3° Que para preparar desde luego esta importante obra, es necesario proceder a las nivelaciones, presupuestos y planos que deben levantarse; aprovechando de este modo la circunstancia de hallarse actualmente en el país los ingenieros del ferrocarril de Copiapó, quienes pueden efectuar estas obras con el empeño, inteligencia y detención que exige un negocio de tan relevante importancia;
- 4° Que, por consiguiente, es indispensable librar alguna cantidad para hacer estos gastos que deben preceder a la Compañía, a fin de facilitar la formación de ésta;
- 5° Que al hacer el gobierno de su cuenta dichos gastos, no hace otra cosa que anticipar las cantidades que hubiera debido gastar la Compañía, la cual, llevada a cabo, deberá suspender esta anticipación o considerar al Gobierno como accionista por la cantidad que en estas obras preparatorias invierta;

He acordado y decreto:

Los ministros de la Tesorería General entregarán al empresario del ferrocarril entre esta capital y Valparaíso, D. Guillermo Wheelwright, la cantidad de dos mil pesos mensuales, para que bajo su dirección y rindiendo la respectiva cuenta, se hagan los costos que exigen las nivelaciones, presupuestos y planos del expresado ferrocarril.

Impútese esta suma a la partida 31, ítem 3° del presupuesto del Ministerio del Interior.

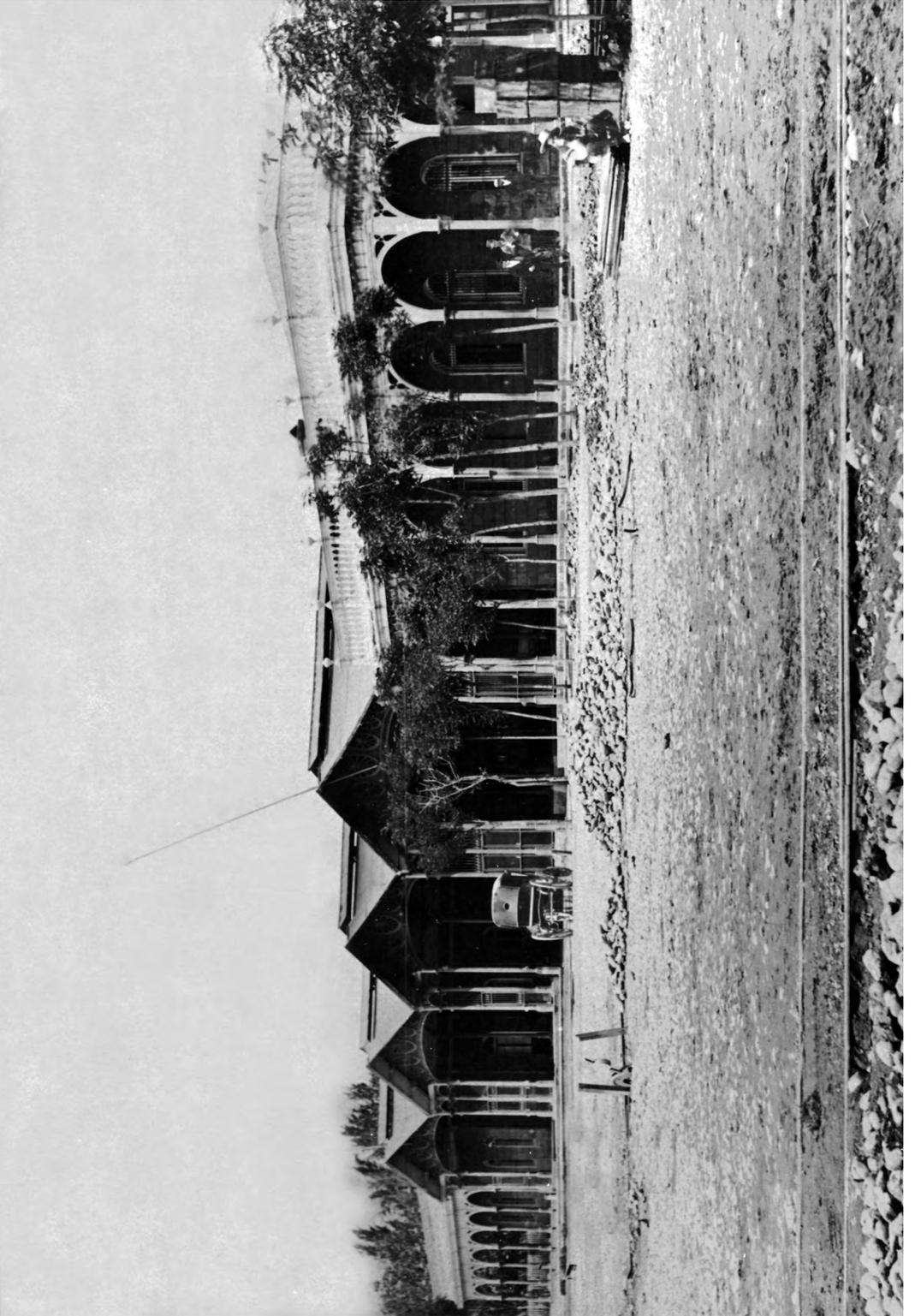
Refréndese, tómese razón, comuníquese y publíquese.

BULNES

ANTONIO VARAS

INFORME
SOBRE EL PROYECTO DE FERROCARRIL
DE VALPARAÍSO A SANTIAGO

POR
ALLAN CAMPBELL,
INGENIERO



OFICINA DE INGENIEROS, F. C.

Valparaíso, 1 de enero de 1852

En el mes de junio último tuve el honor de presentar al gobierno un breve informe sobre el proyecto de un ferrocarril entre las ciudades de Valparaíso y Santiago. Dije en él que el reconocimiento preliminar que acababa de hacerse demostraba la viabilidad de la obra sin necesidad de recurrir a planos inclinados o gradaciones que excediesen a las que felizmente habían podido vencerse en otros países, y a un costo que los amigos de la empresa creían estaba al alcance del gobierno y del país. Subsiguientemente se presentó un informe adicional, en conexión con los de las comisiones de Valparaíso y Santiago. En estos documentos preliminares necesariamente se trataba del asunto en términos generales, reservándose un informe circunstanciado para la época en que pudiesen acompañarse mapas explicatorios y presupuestos. Ha llegado esta época, y puedo ya presentar al gobierno todos los resultados del reconocimiento: en el presente informe me propongo hacer una reseña completa del asunto, y tan amplia como su gran importancia lo pide. Lo haré en diferentes capítulos y en el orden más adecuado para una clara elucidación de la materia.

RECONOCIMIENTO Y DESCRIPCIÓN TOPOGRÁFICA

MI primer deber era examinar personalmente el terreno que se extendía entre las dos ciudades, y averiguar por los mejores datos asequibles y por mi propia observación, si era efectivamente posible o no una línea de ferrocarril, y si lo era, en qué rumbo debía efectuarse el reconocimiento experimental e instrumental. Bien sabido es que el terreno que ha de atravesarse abraza accidentes topográficos de la naturaleza más extraordinaria y rara, y muchas personas versadas en la materia de ferrocarriles creían que la construcción de una línea que realizase el objeto propuesto era a lo menos muy problemática.

El presente camino sigue una línea bastante directa, pasando sobre tres distintas cadenas, que bien podrían llamarse montañas, si comparadas con las empinadas cumbres de la cordillera que se alcanzan a ver en el fondo, no pareciesen de moderada elevación. El camino cruza estas cadenas en puntos muy bajos, comparados con las porciones adyacentes. La cima de la cuesta de Valparaíso está a 1.400 pies sobre el mar; la de Zapata a 1.900 pies, y la de Lo Prado a 2.400. A uno y otro lado del camino se levantan de las montañas elevados picos, que llegan a veces a una altura de 5.000 a 7.000 pies.

La siguiente ojeada sobre los accidentes topográficos del terreno pone de manifiesto las dificultades que es preciso vencer.

La latitud de Valparaíso es	33°, 01', 55" sur
Latitud de Santiago	33°, 26', 22" sur
Longitud	70°, 35', 45" oeste

Una línea aérea de Valparaíso a Santiago correría al Sur 64° Este, y su longitud sería de cerca de 64 millas inglesas o 23 leguas españolas.

Santiago está en un llano al pie de la cordillera, a una elevación de 1.800 pies sobre el océano. Cerca del límite septentrional de la provincia de Santiago sale de los Andes la cadena central, que se extiende hacia el Sur hasta que la corta el río Maipo, pasado el cual recobra su altura y continúa hasta el Cachapoal.

En esta rama central está la cuesta de Lo Prado. Varias otras cadenas se desprenden de la línea central. Las dos más importantes son la de Zapata y la de la costa, generalmente llamada cuesta de Valparaíso. Estos cerros, tan conocidos por el viajero, parten de la cadena central muchas millas al norte del presente camino de Santiago, y continúan en dirección Sur hasta dar con el mar o con el río Maipo.

Fuera de estos tres obstáculos prominentes hay una cadena menos considerable de cerros que separa el llano de las Tablas de Casablanca. Esta cadena se divide en tres espolones que atravesando el camino forman los tres portezuelos de Goyocalán, Lo Vásquez y Ovalle. Sus cimas se elevan de 200 a 400 pies sobre las llanuras contiguas, y aunque el observador que los ve de paso los mira como colinas de poca elevación, oponen con todo, dificultades muy formidables a un ferrocarril.

Entre estas cadenas yacen extensas llanuras más o menos onduladas, pero que tienen todas una superficie bastante igual y uniforme. La primera, llamada de Las Tablas, tiene como 1.000 pies de elevación sobre el océano. La segunda, de Casablanca, tiene 800 pies sobre el mar, y es 1.100 pies más baja que la cuesta de Zapata. La tercera, de Puangue o Curacaví, situada entre las cadenas de Zapata y Lo Prado, tiene 600 pies sobre el mar, 1.300 pies menos que la cadena de Zapata y 1.800 pies menos que la de Lo Prado. La cuarta llanura, la de Pudahuel, hacia el estero de este nombre, tiene 1.400 pies sobre el mar, 1.000 pies menos que la cuesta de Lo Prado. Estas llanuras son cruzadas por pequeños esteros, que en ciertas estaciones se convierten en grandes avenidas, pero pueden fácilmente pasarse en puentes de moderada longitud y altura.

Es evidente que un ferrocarril entre Valparaíso y Santiago, en línea recta o que se aproxime a ella, sólo podrá efectuarse (aun suponiendo que la escarpada subida de la costa pudiese vencerse por medio de planos inclinados) por dos largos socavones o galerías (*tunnels*), horadando las cadenas de Zapata y Lo Prado, y por otros más cortos en la cadena que divide a Casablanca de las Tablas. La longitud de todos los socavones que serían necesario aun con rápidas gradaciones, alcanzaría varias millas, lo que por supuesto hace impracticable semejante línea y obliga a recurrir a un rodeo al norte o sur de la línea aérea.

Al principio se dirigió naturalmente mi atención a la ruta por Melipilla, que es el rodeo del sur, que había sido reconocido por ingenieros prácticos el año 1846, cuando se discutía este proyecto. Me fueron comunicadas por Mr. Wheelwright las notas de este reconocimiento y con su auxilio me fue posible trazar, en términos generales, el rumbo que se había seguido.

Como el reconocimiento a que me refiero comenzó a una elevación de 967 pies y a cosa de 3 millas de distancia del mar, mis primeras investigaciones se redujeron a la cuestión de unir este punto con el de alta marea, porque de lograrlo pendía el éxito de la ruta de Melipilla. Como se dará más adelante, en su respectivo capítulo, una descripción de esta ruta exponiendo sus dificultades, bastará observar aquí que el reconocimiento terminó por abandonarla como una empresa infructuosa y desesperada. Conviene con todo añadir que, fuera de los obstáculos que se encontraban en Valparaíso, las nivelaciones originales del terreno entre Quebrada Verde (punto inicial) y Melipilla presentan un perfil de tan rechazador



aspecto que, si no es susceptible de correcciones que lo mejoren mucho, es imposible dejar de mirar esta línea como impracticable, aun dejando a un lado la cuestión de vencer la subida de Valparaíso.

Afortunadamente para el éxito de esta gran empresa, quedaba otra ruta que examinar, el rodeo del norte por el valle de Quillota; y a esta línea se dirigieron entonces mis esfuerzos.

Se sabía que en esta ruta existían dos puntos de gran dificultad; primero, la línea de Valparaíso al valle de Quillota en Concón, y segundo, el tránsito de la gran cadena central antes referida, que divide las aguas de Quillota de las del valle de Santiago. Superadas estas dificultades, estaba ejecutado el proyecto en cuanto es materia del ingeniero.

El primer punto envuelve la locación de una línea practicable por una costa de singular aspereza, calada por numerosas ensenadas y limitada por altas proyecciones de roca, contra las cuales se estrellan en ciertas estaciones las olas con gran violencia. Ésta era, pues, una mera cuestión de gasto, que dependía en gran medida de las curvas que se introdujesen, y también de la permanencia y seguridad para el camino, por cuanto la gradación presenta un perfecto nivel.

El segundo punto, que es el del tránsito por la serranía de Chacabuco, además de la cuestión del costo en socavones o cortes profundos, abrazaba la no menos importante de las gradaciones, que envolvía el problema de si en todo él pudiera abrirse una línea practicable para máquinas locomotoras, o si sería necesario emplear planos inclinados con potencia estacionaria (*with stationary power*); recurso a que no debe apelarse sino en última instancia.

Habiendo decidido que la línea de la costa era practicable, se hizo a la ligera un reconocimiento del valle de Quillota, desde Concón hasta San Felipe, con el objetivo de que el camino que atravesase aquella ciudad o sus cercanías pasase la cadena central en la cuesta de Chacabuco, que se presentaba como uno de sus pasos más bajos. Habiéndose determinado que la elevación de esta cuesta era de 3.300 pies sobre el océano y de 1.000 pies a lo menos sobre el llano que está en su falda, resultaba que el tránsito por aquel punto era una cosa en la que absolutamente no debía pensarse, sin una extensión de forados o socavones enteramente inadmisibles.

La próxima depresión que se examinó fue la de Tabón. Felizmente resultó que su cima era mucho más baja que la de Chacabuco, elevándose sobre 2.660 pies sobre el océano; y estando más cerca de Santiago, una línea que pasase en esta dirección sería muchas millas más corta que por San Felipe. Como éste fue el punto que definitivamente se eligió, se encontrará su descripción oportunamente en el capítulo de la ruta de Quillota.

La longitud de la ruta de Quillota por Tabón es de 110 millas. Si fuese posible una línea por San Felipe y Chacabuco, su longitud no bajaría probablemente de 150 millas.

Como las cuestas de Chacabuco y Tabón están muy al norte de la línea recta entre Valparaíso y Santiago y ocasionan, por consiguiente, un aumento considerable de distancia, vino a ser un objeto de gran importancia el encontrar, si era posi-

ble, algún paso practicable más al sur, pero más arriba del punto en que la serranía de Zapata se desprende de la cadena principal, de modo que toda la dificultad se concentrase y se superase en un solo punto.

La bien conocida cuesta La Dormida atrajo luego mi atención. Este desfiladero está como a 12 millas al sur de Tabón, y si por aquí fuese practicable una ruta, su longitud no excedería de 90 millas, que sería poco más que la del presente camino de Santiago y 20 millas más corta que la que se ha trazado por Tabón. Pero fue preciso abandonar toda esperanza en esta dirección, cuando se averiguó que la cima se elevaba a 4.300 pies sobre el nivel del mar. Se necesitaría un túnel o socavón de 4 millas de largo y que pasase a 2.000 pies debajo de la cresta de la montaña.

Existe otra depresión entre La Dormida y Tabón: llamada Vichucalén; su altura es de 1.300 pies; pero es totalmente imposible acercarse a ella por cualquiera de los dos lados.

Que el paso de Tabón sea el más bajo de la cadena central entre las cuestas de Chacabuco y Lo Prado, es el resultado de mis propias observaciones, apoyado por el testimonio de *M. Pissis*, cuyo íntimo conocimiento de esta región da gran peso a sus aserciones. Aprovecho esta ocasión para reconocerme deudor de este caballero de muchas noticias preciosas, que he sacado de lo que verbalmente me ha dicho, de la inspección de su mapa topográfico de la provincia de Santiago, y posteriormente de la lectura de su memoria.

Se ve, pues, que la ruta de Quillota pasa por una sola serranía en su curso de Valparaíso a Santiago, mientras el camino actual pasa por cuatro diferentes. La ruta de Melipilla, según el reconocimiento hecho por ingenieros en 1846, atraviesa tres serranías: primero la de Valparaíso; segundo, la cadena que separa a Las Tablas de Casablanca, y tercero, la rama de Zapata en el paso de Ibacache. Se evitaba la cuarta serranía, que es la de Lo Prado, rodeando la punta austral de la montaña en el valle de Maipo.

He hecho recientemente un reconocimiento de la ruta de Melipilla entre Valparaíso y San José, que abraza todos los obstáculos de esta línea. Es probable que el anterior reconocimiento se hiciera generalmente en la dirección que convenía, aunque no sería difícil que cupiesen algunas ligeras modificaciones y mejoras. Pero el paso de las tres serranías antes mencionadas es inevitable y, por lo tanto, se concederá sin dificultad que el rodeo del norte tiene la ventaja de atravesar una sola cadena de montañas.

Mi reconocimiento de la ruta de Quillota me hizo creer que era posible un ferrocarril, aunque erizado de dificultades, y que considerando los vastos intereses que envuelve, valía la pena una exploración instrumental, por cuyo medio se resolvería la cuestión con indubitables pruebas, y una demostración absoluta reemplazaría las conjeturas. Debe tenerse presente que no había mapas por donde averiguar alturas y distancias. Las elevaciones de los varios pasos se obtuvieron originalmente por observaciones barométricas y las distancias se computaron tan próximamente como era posible.

El punto de dificultad real era la subida del valle de Quillota a la cima de Tabón. Mis primeras observaciones me indujeron a creer que podía vencerse me-

diante una gradación para locomotores, como la adoptada en distritos montuosos de Estados Unidos, aunque de considerable costo por lo escarpado de las cuevas en que debe colocarse la línea. El resultado verificó mi primera opinión, y tan favorablemente como pudo esperarse.

Habiéndose autorizado un reconocimiento por el Gobierno, se organizó para este servicio una partida de campo; pequeña fuerza considerando el terreno y la extensión de la línea que era preciso examinar, pero tan grande como fue posible hacerla, y suficiente para establecer la cuestión principal a través de una serie de nivelaciones preliminares y experimentales.

Esta partida se puso bajo la dirección de don Alejandro Campbell, uno de los ingenieros residentes del ferrocarril de Copiapó, que acababa de concluir el reconocimiento y trazo de una gran porción de aquella línea y ha conducido aquí todas las operaciones instrumentales. No puedo menos de decir que los arduos y responsables deberes que se le encomendaron han sido desempeñados con su acostumbrada fidelidad y destreza.

A continuación se dará una descripción más circunstanciada de las dos rutas que se han sometido a examen instrumental. Empezaré por la línea de Melipilla.

RUTA DE MELIPILLA

La cuenta que se da de esta línea se ha sacado principalmente de las notas de los ingenieros que hicieron el reconocimiento en 1846. A partir de estos datos se han construido el mapa y perfil adjuntos, a los cuales se me permitirá referirme para más completos detalles. Estos planos se han construido sobre la misma escala que los de la ruta de Quillota; y confrontados, se obtendrá fácilmente una visión comparativa de las desigualdades del terreno. A las notas sacadas del anterior reconocimiento, añadiré las observaciones que he podido concluir yo mismo.

Esta línea, como antes se ha dicho, comenzaba en Quebrada Verde como a tres millas a la espalda de Valparaíso y a 967 pies sobre el nivel del mar. No tengo conocimiento de que se hiciese algún reconocimiento relativo al descenso desde esta elevación hasta la ciudad: por consiguiente, mi primer objetivo fue averiguar cómo podía éste efectuarse.

A cosa de cuatro millas al sur de Valparaíso, hay en línea recta una caleta denominada La Laguna, en que se descargaban las aguas que vienen del llano de Las Tablas. Como este llano tiene sólo 800 pies de elevación sobre el nivel del mar, se estableció que podía obtenerse suficiente distancia para que el ascenso se hiciese en una gran gradación de cerca de 125 pies por milla si el terreno lo permitía, o que tal vez pudiera establecerse una estación en Playa Ancha, a 200 pies sobre el mar, venciendo la restante altura en una gradación uniforme de cerca de 100 pies por milla. Con esta finalidad se exploró el terreno desde el mar hasta la cabeza de La Laguna.

El valle se extiende desde el océano hasta una distancia considerable en el interior por una superficie casi plana, descendiendo las aguas 800 pies en una distancia

que probablemente no pasa de 2 a 3 millas: este descenso de cerca de 200 pies es casi perpendicular. Sería por tanto necesario subir por los costados del cerro, surcados por quebradas de una profundidad inmensa. Una parte de la línea se elevaría, por lo menos, 500 pies sobre el suelo del valle, al paso que los declives laterales, además de ser muy pendientes, se alejan demasiado de la línea recta, para que pudiesen seguir aun por curvas del radio más corto admisible. Hubo pues que condenar desde luego semejante línea como impracticable.

Acaso pudiera también obtenerse suficiente distancia bajando de la meseta, en una gradación muy pendiente sobre la superficie del cerro, a espaldas de la ciudad, y llegando al nivel del mar por la extremidad norte del Almendral, pero esta línea es también absolutamente impracticable por la naturaleza de la superficie, que es sumamente quebrada.

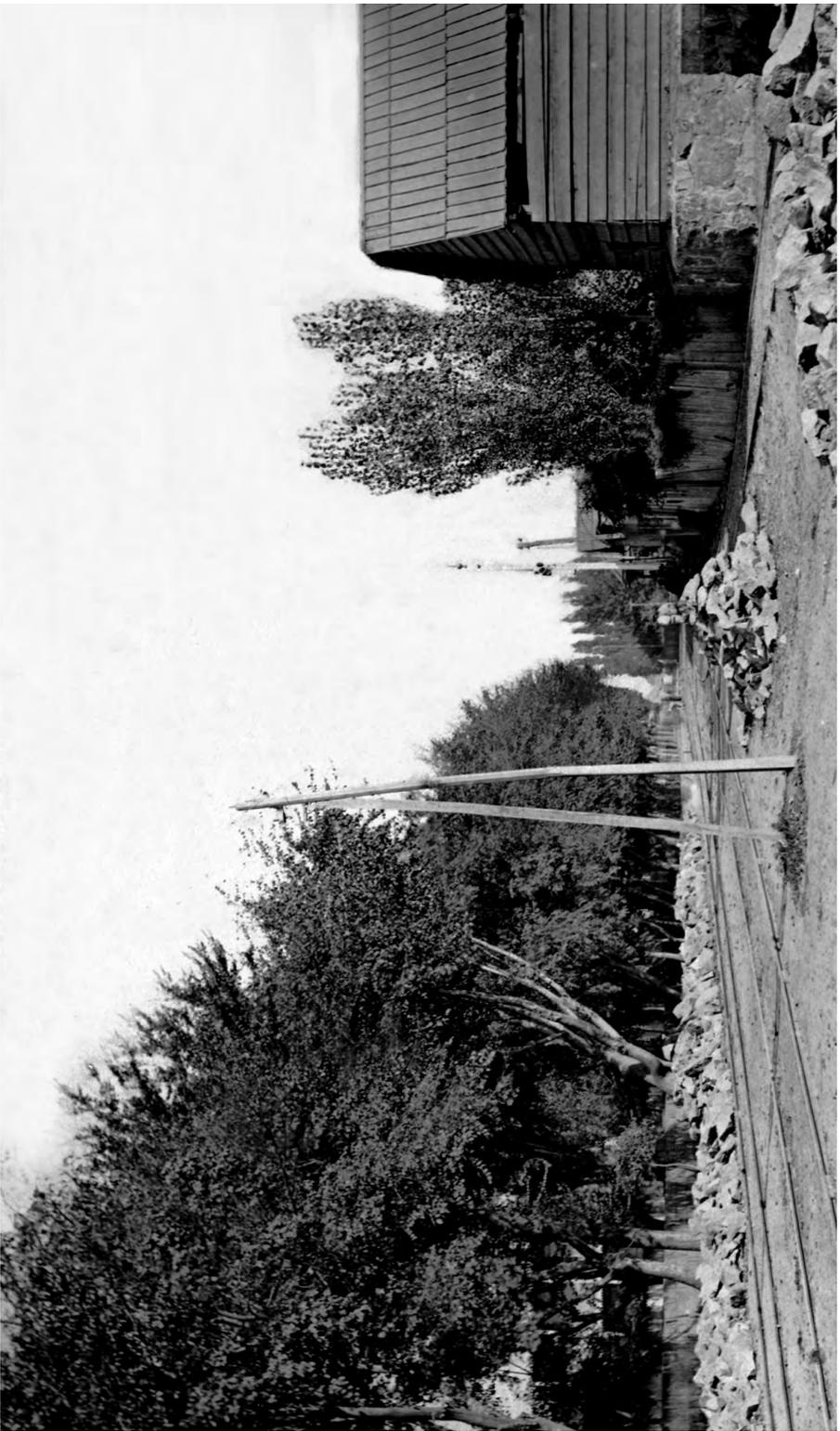
Se pensó en una tercera línea, que saliese de la ciudad por la playa, atravesando el mismo terreno adoptado por la ruta de Quillota, hasta Viña del Mar, y que remontando aquel valle por una pesada gradación llegase a los llanos de Las Tablas. La serranía entre estos llanos y Viña del Mar es de bastante altura y probablemente sólo podría pasarse por forado (*tunnel*) de gran longitud; lo que con el costosísimo trabajo en los declives laterales de Viña del Mar quita toda esperanza de una razonable ruta en esta dirección.

No habiendo pues medio alguno de hacer salir de Valparaíso la línea con gradación acomodada a máquinas locomotoras, era una alternativa inevitable la de recurrir a planos indicados con potencia estacionaria (*with stationary power*). Conseguirlo en un terreno como el que media entre Valparaíso y Quebrada Verde, sería uno de los problemas más difíciles que se presentará jamás a la consideración de un ingeniero. Aunque fuese posible, se requerirán a lo menos cuatro o cinco diferentes planos con un número correspondiente de máquinas fijas y es sumamente dudoso que pudiese obtenerse una línea para la locación de esos planos a un costo que no fuese excesivo para el gobierno.

Se ha dicho antes que sólo debería recurrirse a los planos inclinados en casos de necesidad absoluta. Cuando la materia de los ferrocarriles era nueva y no se había desarrollado todavía el poder de la máquina locomotora, se introdujeron a veces planos movidos por máquinas fijas; pero en muchos casos, particularmente en Estados Unidos, se han abandonado después, adoptándose nuevas rutas aun con gran sacrificio de distancia, a fin de procurar gradaciones que pudiesen vencerse por máquinas locomotiras.

Las precedentes explicaciones ponen de manifiesto la dificultad de esta parte de la ruta de Melipilla. Desde Quebrada Verde hacia Santiago se trazó la línea hacia la Posada de la Placilla, que es una distancia de cerca de seis millas. Esta porción es muy áspera, como lo manifiesta el perfil. La ruta pasa luego por un terreno suave cerca de las casas de Las Tablas y hacia el portezuelo de Los Puercos, que es una depresión en la serranía que, como antes se ha dicho, separa a Las Tablas de Casablanca. Esta cadena se divide en tres ramas, sobre todas las cuales es preciso conducir la línea.

El primer paso (Los Puercos) tiene una elevación de 1.317 pies; el segundo (portezuelo de Pitama) de 1.178 pies; y el tercero (portezuelo de Pavillas) de 1.190.



Media entre los dos últimos el profundo valle del estero de Paso Hondo. Socavones (*tunnels*) de cerca de un tercio de milla cada uno serían necesarios en estos dos cerros y un socavón más corto o un tajo muy profundo en el portezuelo de Los Puercos; además de enormes terraplenes sobre los valles intermedios. Bajando del paso de Pavillas, llega la línea al llano de Casablanca, sobre el cual corre por siete millas de un terreno extremadamente suave.

La inspección del perfil dará a conocer el paso de estas serranías mucho mejor que cualquier explicación escrita. Se verá que es necesario recurrir a pesadas gradaciones; una de ellas es de 116 pies por milla.

Saliendo del llano de Casablanca encuentra la línea obstáculos muy formidables en el paso de Portezuelo de Barrancas y de varios pequeños espolones que se desprenden de la cadena de Zapata en los portezuelos de las Hormigas y de Ibacache. Estos puntos se levantan a cerca de 1.300 pies sobre el mar. El perfil de esta porción de la ruta hasta llegar al río Puangue, que es una distancia de 14 millas, presenta un terreno más quebrado que cuantos hasta ahora han sido atravesados por ferrocarriles en el mundo. Se necesitarían numerosos socavones que sumarían una longitud de más de tres millas y sería preciso cegar quebradas de enorme profundidad.

De la cima de Ibacache al estero de la Magdalena hay un descenso de 585 pies en sólo tres millas de distancia. Para ejecutar este descenso, el único medio practicable sería el de un plano inclinado con potencia estacionaria, además de un largo socavón en la montaña. Éste fue probablemente el plan del ingeniero que reconoció la ruta. Me refiero otra vez al perfil para que se perciban claramente los obstáculos que sería preciso vencer.

El reconocimiento de 1846, como todas las investigaciones preliminares, fue sólo experimental y sin duda sería susceptible de algunas modificaciones y mejoras, pero por lo que he observado personalmente en esta región, me inclino a creer que se escogieron los pasos más bajos de las serranías y que generalmente hablando, se trazó la mejor línea que el terreno proporcionaba.

Las gradaciones son pesadísimas; la subida por la parte del oeste a los portezuelos últimamente mencionados, sería de más de 100 pies por milla. Dejando a Ibacache, desciende la línea al estero de Pangue, que se atraviesa a una elevación de sólo 367 pies sobre el mar.

Después de la descripción que se ha dado de esta ruta desde Valparaíso hasta San José, apenas es necesario decir que es totalmente impracticable para un ferrocarril y que si no se encontrase otra mejor, debería abandonarse toda esperanza de un ferrocarril entre Valparaíso y Santiago. Éste es el hecho y no vacilo en expresar que por cierto lo tengo.

De San José a Santiago, que es una distancia de 43 millas, la línea pasa por un país sumamente llano y fértil y los grados son comparativamente moderados, aunque es preciso mantener una subida regular, porque la diferencia de nivel entre el río Pangue y Santiago es como de 1.400 pies. Aquí podría construirse un ferrocarril con muy moderado costo y esto es probablemente lo que ha inducido a muchos que no están familiarizados con estas materias a creer que toda la ruta pudiera construirse a un costo razonable en término medio.

Toda la distancia de la Quebrada Verde y el Campo de Marte, donde terminó el reconocimiento, es de $91\frac{1}{3}$ millas. Con el aumento de distancia necesario para llevar la línea hasta el océano y hasta algún punto conveniente de la ciudad de Santiago, es probable que esta ruta, no baje de 100 millas de largo. Bajo este respecto admite una comparación favorable con la línea de Quillota, que es de 110 millas de largo. Pasa también por una cima que es 1.300 pies más baja que la de Tabón, pero se pierde esta ventaja en el descenso que otra vez se hace al río Pangué: la bajada perpendicular desde Ibacache hasta este río es de 739 pies, los que por descontado han de vencerse otra vez antes de llegar a Santiago. Las ondulaciones en el grado son frecuentes, las cumbres numerosas y la suma de subidas y bajadas es muy favorable de la línea septentrional, según va a verse:

	<i>Ascensos totales</i>	<i>Descensos totales</i>
Ruta de Melipilla	3.378 pies	1.617 pies
Ruta de Quillota	3.052 pies	1.291 pies
Diferencia	326 pies	326 pies

La gradación máxima es más o menos la misma en ambas rutas.

Sería oportuno hacer una comparación como ésta, cuando se tratase de escoger entre dos líneas de casi igual mérito o cuando las ventajas locales o los beneficios que se esperasen de una ruta se creyesen contrapesados por su mayor costo o por otros accidentes desfavorables, pero entre dos rutas, que una es practicable y otra no, no hay para que extenderse más sobre la materia.

No se ha tratado de hacer ningún presupuesto del costo de la ruta de Melipilla. Observaré con todo que ascendería a suma capaz de espantar a sus más decididos sostenedores.

Al terminar esta descripción de la ruta de Melipilla, creo conveniente decir que los reconocimientos de los ingenieros de 1846, unidos a mi propio examen, suministran bastantes datos para deducir conclusiones correctas y que todo nuevo reconocimiento en esa dirección, no sería más que una pérdida de tiempo y dinero.

RUTA DE QUILLOTA

Ésta es la línea que hasta ahora se ha llamado *Rodeo del Norte* y que ha recibido un examen instrumental el año pasado. Puedo pues, hablar más definitivamente respecto de ella y siendo la que debe adoptarse para la construcción de un ferrocarril de Valparaíso a Santiago, si es que llega a hacerse, no necesitan de apología los pormenores algo menudos en que voy a entrar.

El reconocimiento empezó a orillas del mar, cerca del estero de la extremidad inferior del Almendral, tomándose allí por gradación 13 pies sobre la alta marea ordinaria y cerca de 3 pies sobre la playa. Se levanta luego 5 pies en media milla

llegándose así a un nivel de 18 pies de elevación, en la que se continúa la gradación mientras se sigue la playa, excepto en un caso que luego explicaré. Por cerca de media milla, el trabajo es comparativamente fácil con moderados tajos y terraplenes y luego se puede decir que comienza la obra pesada de la costa.

Para que se entienda perfecta y completamente la línea, me refiero al mapa y perfil adjuntos. En el primero se ha trazado exactamente la playa con sus entradas y salidas y la posición de la línea con sus curvas y tangentes. En el segundo, se verán las irregularidades de la superficie y la gradación del camino con sus tajos y terraplenes. Los que están familiarizados con esta playa verán que el único medio de situar una línea de moderadas curvas es cortando las puntas y llenando los huecos intermedios. Algunas veces es necesario cruzar las caletas, como se representa en el plano; la suma de las distancias de esta obra no pasa de tres cuartos de milla.

Conociendo la violencia con que se estrella el mar contra esta costa en tiempos de nortes, he procurado, en cuanto ha sido posible, colocar el camino fuera del alcance de las olas y, en general, lo he conseguido. De toda su distancia en el agua, sólo hay como 800 pies de considerable profundidad. En esa distancia las caletas tienen como diez pies de profundidad; lo restante es bajío. En general, puede notarse que la fuerza de las olas se gasta bastante antes de llegar a la línea del camino; muchas veces por arrecifes que salen afuera o por promontorios que forman las caletas y especialmente por lo poco profundo del agua.

En el invierno pasado hubo nortes extraordinariamente recios, que proporcionaron contemplar sus efectos y al paso que estoy muy lejos de desatender las consecuencias desastrosas que un mal resultado produciría, no vacilo en afirmar que se puede construir un camino seguro por la suma designada en el presupuesto.

Se puede formar una idea clara de la altura para la gradación teniendo presente que es 5 pies más alta que el malecón que se construye ahora en los nuevos almacenes de la aduana. Propongo esta elevación como un máximo y acaso podrá rebajarse 2 pies; lo que disminuirá considerablemente el costo. Creo que no hay punto alguno entre el Almendral y Viña del Mar, exceptuando quizá uno sólo, tan expuesto a la violencia de las olas, como el nuevo malecón referido y con esta sola excepción se puede decir que la línea apenas toca el agua.

Debe abandonarse toda idea de conducir la línea a mayor distancia del mar, por la gran altura de los cerros, que bajan a la playa con una pendiente demasiado rápida. La meseta es de 150 a 200 pies sobre el mar y la destrozan varias hendiduras de casi igual profundidad. El presente camino de Quillota pasa por un terreno en que absolutamente no puede pensarse para ferrocarril y con todo eso dista poco del océano.

En otro capítulo, que es del plan del camino, hablaré más extendidamente del método de construcción que se considera adecuado.

A cosa de 2 millas de Valparaíso encuentra la línea un punto prominente, llamado Punta Gruesa. Alrededor de ese promontorio es imposible conducir el camino con una curva del radio máximo, sino es colocándola en el mar en una distancia considerable y como éste es el punto a que antes me referí, como muy expuesto a los nortes, conceptúo inadmisibile esta locación. No hay más alternativa

que un túnel de 460 pies de largo, que pase a 106 pies debajo de la superficie. Los declives de este espolón son rápidos y los tajos abiertos para llegar a él muy cortos, no pasando ninguno de ellos de 100 pies de largo o poco más.

La roca de que se componen los cerros vecinos al mar es tan dura e indestructible que no hay motivo para dudar que es preciso abrir el túnel en esta clase de material. Aunque costoso al principio, no necesitará de una bóveda artificial y será de una estructura durable y permanente.

Los tajos a lo largo de la playa se harán por la mayor parte en una roca dura granítica. Unos pocos pies de la superficie podrán ser algo más blandos, pero el presupuesto se funda en la suposición de que la mayoría es roca sólida.

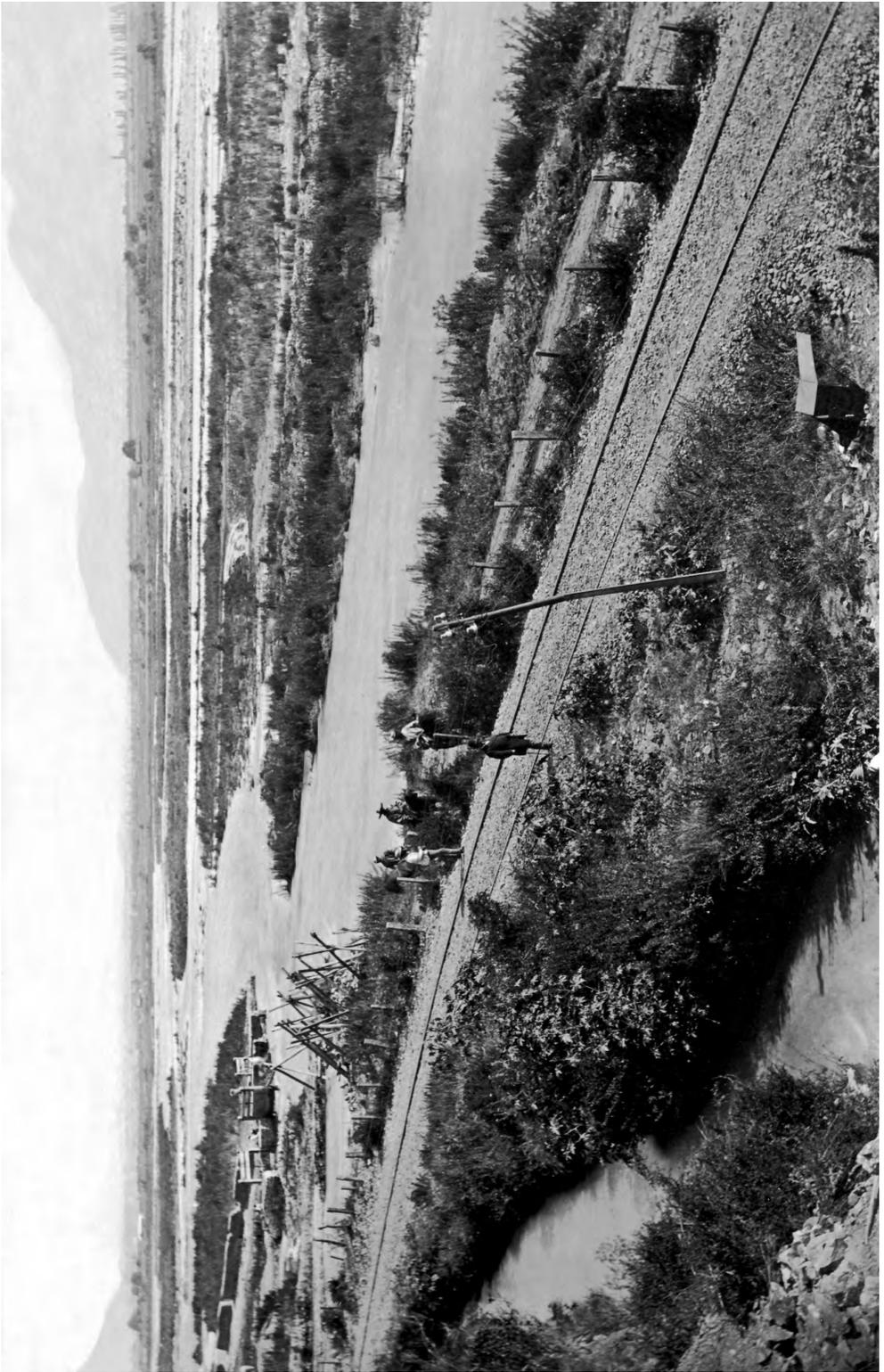
La remoción de este material será ciertamente costosa, pero como la cara de los terraplenes que mira y está expuesta al mar debe hallarse bien definida, puede mirarse como una circunstancia feliz que el camino mismo suministre en abundancia el material conveniente.

Pasado el túnel, continúa la línea por la playa con una serie de tajos y terraplenes por una milla, hasta acercarse a un punto prominente que avanza al océano por el sur de Viña del Mar. El tropiezo que este promontorio ofrece al camino se comprenderá claramente por la inspección del mapa. No puede obtenerse una línea de razonables curvas sino horadando la roca con un túnel de 6 a 800 pies de largo. Para evitar este inconveniente se lleva la línea por una quebrada, cerca de cuya boca están situadas las casas del señor Álvarez, y atravesando la serranía que divide este pequeño valle de Viña del Mar. El camino de Quillota pasa también cerca de este punto; la serranía está muy deprimida si se compara con la parte vecina del mar, aunque todavía exigirá un trabajo pesado para atravesarla. A fin de que no sea tan grande el tajo, sube la gradación hacia la serranía, por cerca de media milla a razón de 37 pies por milla; pero todavía es necesario hacer un tajo de 70 pies de profundidad. Esta excavación es de cerca de 700 pies de largo de extremo a extremo; pero la porción profunda no es más que por una corta distancia, porque la cresta de la montaña es bastante angosta. El terreno, hasta 30 o 25 pies debajo de la superficie, es probablemente tierra y lo restante roca.

Aunque se hace algún sacrificio abandonando por un corto espacio la gradación al nivel que hasta aquí se había mantenido, la línea que acaba de describirse tiene ventajas que le dan la preferencia sobre la que se aproxima a la playa; se evita un costoso forado (*tunnel*) y el camino, por más de media milla, está separado de todo contacto con el mar.

Pasado este embarazoso tajo entra la línea en los llanos de Viña del Mar, descendiendo a razón de 42 pies por milla, hasta que se llega otra vez al primitivo nivel de 18 pies sobre la alta marea. Los bajos adyacentes al río están solamente como 3 pies sobre el mar, aunque distan de él más de un cuarto de milla; se necesita, por consiguiente, un largo terraplén que tenga como término medio la altura de 20 pies por cerca de media milla. Éste se hará principalmente con los materiales sacados del profundo tajo vecino, supliéndose fácilmente de parajes cercanos lo que falte.

Un puente de 18 pies de alto y 150 de largo sobre el estero o río de Viña del Mar es indispensable. Se ha cavado un pozo en el cauce para averiguar la natu-



raleza del suelo y a pocos pies debajo del agua se encontró una arena apretada y compacta. Se propone un puente que descanse sobre maderos y no creo que haya dificultad para construirlo.

A unos pocos centenares de pies después de pasado el estero, llega la línea a la playa arenosa de Viña del Mar, por cuya cresta se conduce hasta Las Salinas. Esta playa se eleva a 18 o 20 pies sobre la alta marea, de modo que con muy poco trabajo se logrará mantener sobre ella una gradación nivelada. La arena es floja y de poca resistencia, pero colocando las vigas longitudinales bajo los travesaños (*longitudinal sleepers under the cross ties*), no me parece que será difícil dar firmeza al camino. Si, por último, fuese indispensable, podría traerse a poco costo un material más sólido por el mismo ferrocarril y colocarse debajo.

Este ligero trabajo se extiende por cerca de milla y media y disminuye en gran manera los costos de la línea de la playa, que generalmente es dispendiosa. El camino se colocará entre 400 a 1.200 pies de distancia del mar y nunca estará sujeto a su influencia.

En Las Salinas, comienza otra vez el trabajo pesado, y entre aquel punto y la playa de Reñaca hay varios cortes de puntas prominentes de roca, y algunos terraplenes en las caletas sobre las cuales es preciso que pase la línea por la figura irregular de la costa.

Se ha mantenido así una gradación de uniforme nivel desde Valparaíso hasta Reñaca, que es una distancia de ocho millas, excepto el ligero desvío arriba dicho. En este punto se presenta una oportunidad para dejar la intermediación del mar, y subiendo por el declive hacia Concón, cortar una parte de aquella proyección. Para que se comprenda claramente el paraje que ahora considero, me refiero otra vez al mapa.

Concón es una larga proyección que en línea recta no dista de Valparaíso más que ocho millas; pero medida la distancia por las sinuosidades de la costa, es de once millas. Se levanta rápidamente del mar y llega presto a una altura de cerca de 400 pies. Como a un tercio de milla del océano, hay un portillo o depresión en que el terreno está sólo a 200 pies sobre la alta marea. Por este portillo se ha elevado la línea.

Como la distancia desde Reñaca es de tres millas, la gradación se levanta unos 55 pies por milla y es preciso rebajar la cima por medio de un corte de 25 pies, que sólo encuentra arena, como se vio cavando un tiro. La gradación, que en algunas partes llega a 58 pies por milla, se reduce a 37 pies por milla en dos puntos en que pasa por curvas de 700 pies de radio.

En la primera de las tres millas entre Reñaca y Concón, la línea es favorable y el trabajo moderado. En las otras dos millas es pesadísimo. El primer tropiezo es una loma, al parecer de arena, en la que es necesario un corte de 60 pies, aun con el auxilio de una curva de 700 pies de radio. Se ha cavado un pozo en esta loma hasta la profundidad de 17 pies y por este medio se supo que era de arena. No es probable que a la profundidad de 30 pies se encuentre roca. Los terraplenes a uno y otro lado son también costosos.

Habiendo subido la gradación muchos pies sobre el nivel del mar y siendo algo precipitada la inclinación de los cerros, los declives exteriores de los terraple-

nes se extienden frecuentemente a una gran distancia antes de cortar la superficie, de lo que resultará la necesidad de construir estribos para sostenerlos.

Como una milla antes de llegar a la cima, se atraviesa una singular hendidura, causada por una angosta caleta o estero que sale del mar. Esta caleta, donde atraviesa el camino, es de 135 pies de profundidad y de muy poca más anchura. Se trata de salvar esta quebrada con un puente de madera de 160 pies de largo, el cual descansará sobre estribos naturales de la misma roca. A fin de reducir todo lo posible la anchura de esta grieta, es preciso emprender costosos cortes de roca a uno y otro lado, pero puede construirse un puente de un solo ojo con mucha facilidad y levantar una estructura de gran duración encerrando y protegiendo la madera del modo conveniente. Viaductos de madera de mucha mayor amplitud se construyen en Estados Unidos. En el gran ferrocarril de Erie en el estado de Nueva York, hay uno de 175 pies de arco, sobre una quebrada de 190 pies de profundidad y por este puente pasan varias veces al día las más pesadas máquinas locomotivas.

De esta caleta hasta la cima, es pesadísimo el trabajo tanto en cortes como en terraplenes, y la línea requerirá una gran curvatura. Pasado el tajo de la cima entra la línea en una superficie más abierta y puede decirse que ha terminado el difícil trabajo de la costa.

Una ojeada al mapa del país entre Valparaíso y Concón, donde se ha señalado de color rojo el proyectado ferrocarril, manifestará que la línea necesita de frecuentes curvas y con todo eso no es desfavorable la ruta bajo este respecto. Sólo hay cuatro curvas de menos de 900 pies de radio, a saber: una de 800 pies y tres de 700; las otras se extienden desde 900 hasta 10.000 pies, hay una curva en la playa de Viña del Mar que tiene un radio de la última denominación. Como se pasan tres cuartos de la distancia en una gran gradación de perfecto nivel, se puede mantener una velocidad regular.

Entre el estero del Almendral y el de Viña del Mar hay cinco vertientes más pequeñas que desembocan en el mar y sobre las cuales es preciso preparar puentes. Los asientos son generalmente de roca, sobre la cual se pueden levantar estribos de cal y ladrillo con toda seguridad. Un arco de 25 a 30 pies bastará para cada una de estas vertientes, menos el de Reñaca, que ha de ser algo mayor. El presupuesto provee para puentes sólidos de madera, que descansen sobre machones de cal y ladrillo. Se provee también para canalitos cubiertos (*culverts*).

Esta parte de la ruta se ha descrito bien circunstanciadamente, tanto porque requerirá un trabajo formidable, como porque algunos han dudado de su posibilidad. Que es una línea escarpada en que será preciso consumir tiempo y dinero para construir un camino, no debe negarse, pero de su perfecta practicabilidad no cabe ya duda y confío que el costo no pasará de la suma calculada. Atendiendo a los hechos, encontramos en la distancia de 11 millas, cerca de 2 millas de moderado trabajo y una y media baratísimas por la playa de Viña del Mar: restan 7½ millas realmente costosas. Toda la distancia se calcula en cerca de un millón de pesos, sin contar el costo y colocación del ferrocarril.

Naturalmente se le ocurrirá a muchos pensar que pudiera obtenerse una línea más perfecta en teoría, continuando la gradación nivelada por la orilla del mar, al-

rededor de la punta de Concón hasta llegar al valle de Quillota. Esta línea ahorraría 165 pies de subida, lo que no se compensa por el pequeño ahorro de distancia que se obtiene internando el camino y que no basta para dar la preferencia a éste.

La playa desde Reñaca hasta Concón es extraordinariamente escarpada y una línea a nivel estaría necesariamente en contacto con el mar, cruzando frecuentemente las bahías o caletas. Esta parte de la costa no está tan expuesta a los nortes, pero los sures que reinan en todo el estío hacen que el mar se estrelle violentamente en ella. Las curvas serían probablemente agudas y habría que construir un socavón (*tunnel*).

Una línea intermedia entre la playa y la que acaba de describirse se trazó desde Reñaca hasta el valle de Quillota, con la esperanza de obtener gradaciones más fáciles, separando al mismo tiempo el camino de todo contacto con el mar. Esta línea ahorra cerca de 100 pies de elevación, en la punta de Concón, subiéndose desde Reñaca 26 pies por milla, pero los tajos y rellenos resultaron tan grandes, que desde luego fue descartada. Ni se ahorra con ella la gradación descendiente al valle, que todavía era necesario hacer a razón de 55 pies por milla, al igual que en la otra línea.

Ni el tiempo, ni el número de ingenieros a mis órdenes permitieron reconocer la línea de nivel alrededor de la punta, ni me pareció que era de importancia respecto de la cuestión principal. Se había proporcionado una ruta con gradaciones razonables; si puede lograrse otra mejor, futuros reconocimientos lo decidirán. Lo que yo creo todavía es que, considerándolo todo, se ha trazado la verdadera línea. Sin embargo, antes de hacer una locación definitiva y de comenzar la obra, debería trazarse una línea alrededor de la punta de Concón en la forma que se ha descrito.

La precedente minuciosa noticia de la línea litoral me ha parecido necesaria a la vista de sus dificultades: una descripción más rápida del terreno intermedio nos llevará al segundo y único restante impedimento de esta ruta, que es el paso de Tabón.

Dejando la cima de Concón, entra la línea en un país más abierto. Por cerca de una milla desciende a razón de 9 pies por milla y por 2½ millas más a razón de 55 pies por milla, hasta alcanzar al nivel del valle de Quillota. El trabajo es a veces pesado en este descenso, pero los cortes son enteramente de tierra.

Toda esta porción, desde Concón hasta el río Quillota, es susceptible de varias modificaciones y es probable que la presente línea pueda mejorarse algo. Como ésta es la única gradación (excepto la cortísima de Viña del Mar) que sube hacia Valparaíso, entre Tabón y aquella ciudad, es muy importante hacerla lo más suave posible, porque es de presumir que entre Santiago y Concón se acumule un pesado tren. No dejo de esperar que una locación cuidadosa rebaje la inclinación a 50 y tal vez a 45 pies por milla. Una o dos curvas de 700 y 800 pies de radio se necesitan en esta parte.

Desde este punto en adelante la línea del camino, por 40 millas, atraviesa el rico y hermoso valle del río Quillota o Aconcagua. Este río, desde sus fuentes en las montañas hasta su desembocadura en Concón, es de más de 100 millas de largo y la anchura del valle varía de una a seis millas. El descenso del río es rápido y

cuando crece con las derretidas nieves del verano o las continuas lluvias del invierno, corre con suma velocidad. Con un suelo de gran fertilidad y la casi indefinida facilidad de los riegos proporcionada por sus permanentes y copiosas aguas, este valle tiene ciertamente ventajas superiores como distrito agrícol-cultural. Se limitan ahora sus producciones por la dificultad y costo de su transporte al mercado, pero calado por un ferrocarril, se aumentarán inmensamente.

Al llegar al valle, la gradación tiene sólo 19 pies de altura sobre la alta marea; luego descende hasta cruzar el río Quillota hacia el paso de don Luis Borgoña, como una milla más debajo de la boca del río Limache.

La línea sigue ahora por el lado septentrional del valle, pasando cerca de la aldea de Colma. Las tierras aquí están generalmente cultivadas y la superficie, por un espacio de seis millas, es muy uniforme. En uno o dos puntos puede haber avenidas, pero como el camino dista mucho del río, no hay daño que temer. La línea es muy recta y la gradación sube a razón de 10 hasta 24 pies por milla.

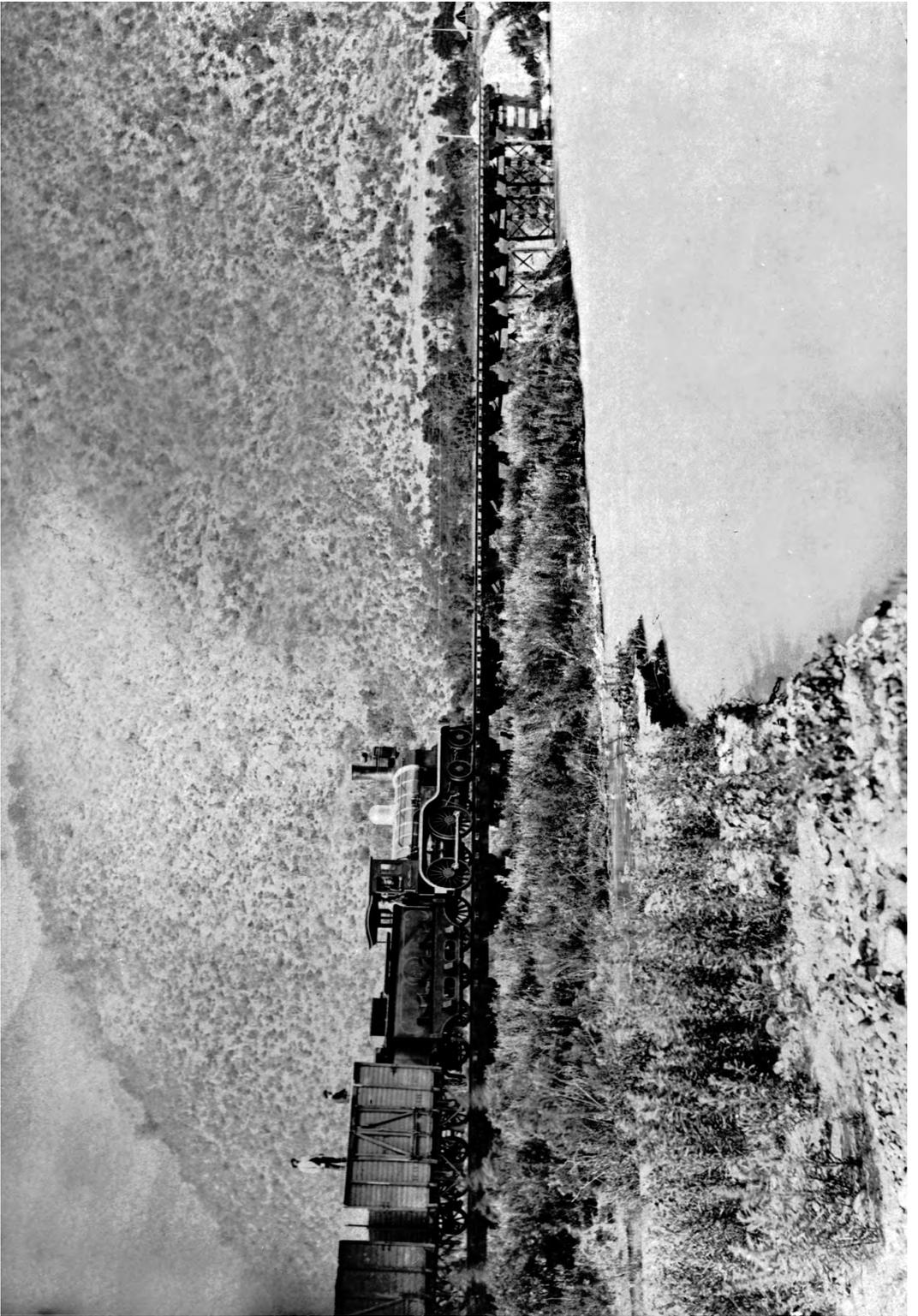
El camino se levantará de 2 a 3 pies sobre la superficie y se compondrá de material muy adecuado, del que puede sacarse cuanto se necesite cavando a ambos lados. Estará así bastante seco todo el tiempo y dará libre paso a las aguas para los riegos.

El río serpentea mucho y a veces cruza de un lado del valle al otro. Cerca del Manzanal da contra los cerros, requiriendo algunos pesados cortes para que pase el camino por las puntas, y además un terraplén en la presente caja del río. Se proyecta ensanchar la caja, recortando los cerros en la orilla opuesta y asimismo amurallar la parte exterior del terraplén para preservar de todo daño el camino. Hay en todo el valle unos pocos puntos de igual naturaleza, que aumentan el costo medio de esta porción de la ruta, que es generalmente suave. En tales parajes no preveo que haya dificultad para construir un camino seguro por la suma indicada en el presupuesto.

A las 23 millas de Valparaíso y dos sobre Tabolango, se presentó una ocasión de acortar la distancia, dejando la corriente principal y siguiendo una rama de valle, designada en los planos con el nombre de Rautén. Ésta es una bella y ancha quebrada y por toda su longitud, que es de cuatro millas, se puede colocar una línea muy favorable, aunque en algunas partes la gradación asciende a 57 pies por milla.

Saliendo de este valle cerca de las casas de Rautén, la línea se encuentra directamente con el río Quillota, que es necesario atravesar otra vez por un puente.

Se acerca ahora a la ciudad de Quillota y después de llegar a ella, el actual reconocimiento ocupa las calles por una distancia considerable, habiendo sido imposible trazar una ruta por las quintas, que están divididas unas de otras por un gran número de elevadas paredes. Se ha proyectado una línea en el mapa indicando la que ahora se considera como la posición conveniente del camino, pero esta materia se reserva para ulterior consideración antes de hacerse la locación definitiva, que dependerá de futuros reconocimientos. La línea, según está proyectada, pasa por el lado occidental de la ciudad, faldeando el lado que mira al río, del cerro aislado que se eleva en el centro del valle, llamado Mayaca, en que está situado el Panteón. El río lame el pie de este cerro y será necesario cortar y amurallar.



La distancia de Valparaíso a Quillota es de 30 millas inglesas (11 leguas españolas) y la plaza de Quillota está a 405 pies de elevación sobre el océano, lo que da por término medio una subida de 25 pies por milla desde Concón, por toda esta parte del valle.

El reconocimiento primitivo me hizo creer que la línea que acaba de describirse, que pasa cerca de Rautén y cruza dos veces el río, era la más ventajosa, principalmente por el ahorro de distancia que proporcionaría. Sin duda es la línea más corta posible, pero desde que se han trazado los planos parece que el ahorro de distancia no es tan grande como se había creído. Futuras investigaciones aconsejarán, tal vez, que se siga la orilla derecha del río desde Concón hasta Quillota. Esta línea excusará los dos costosos puentes sobre el río, pero sus ventajas bajo otros respectos no podrán averiguarse sino por reconocimientos positivos y cálculos. Cruzará Limache y su más frecuente contacto con el río exigirá un aumento de muralla protectora; al paso que su proximidad al presente camino público, por el cual podrán entregarse con facilidad los materiales para el ferrocarril, será una ventaja importante. Si el aumento de su longitud no llega a ser demasiado grande, me inclino a creer que esta línea merecerá finalmente la preferencia: su examen será una de las primeras materias que llamen la atención, antes de determinarse la locación que definitivamente se elija.

De Quillota en adelante, sigue la línea por el terreno llano del valle, entre Calle Larga y el río y la gradación asciende de 30 hasta 50 pies por milla. El trabajo es extremadamente ligero en una distancia de 9 millas y la línea muy derecha.

Al final de estas 9 millas¹, el río tuerce repentinamente hacia el Este y por alguna distancia, corre al pie de los cerros que por el lado del este limitan el valle, por el lado opuesto, sin embargo, se extienden las llanuras de Puruntún. Se cruza, pues, otra vez el río, y entonces la línea prosigue su carrera por otras 6 millas sobre una superficie muy uniforme y en una dirección bastante recta, pues en esta distancia no hay más que una curva y ésta tiene 6.000 de radio. Esta región, que está muy bien cultivada y poblada, se conoce con el nombre de Conchalí o Las Hijuelas.

La ruta pasa ahora cerca de Torrejón y Romeral y en el último de estos puntos, a causa de la vuelta que súbitamente da el valle, es forzoso que la línea cruce de nuevo el río (por última vez), pasando el lado oriental o de Ocoa.

Aunque el valle muda repentinamente de dirección en Puruntún y en Romeral, su gran anchura admite curvas fáciles. En ninguno de estos puntos es necesario un radio menor que de 2.800 pies.

Antes de terminar este informe me propongo hablar de la importancia de ulteriores reconocimientos para determinar la definitiva dirección del camino. Así que, en este lugar, sólo observaré que se hablará de una línea que evite los dos últimos pasos del río Quillota, como acreedora de un atento examen.

¹ En este punto llega la línea a su posición más septentrional, que es a 17 millas al norte de Valparaíso, al paso que Santiago está a 29 millas al sur de aquella ciudad. Las dificultades físicas que hay que vencer para unir estas dos ciudades por medio de un ferrocarril se apreciarán considerando que este gran circuito es inevitable.

Hay, pues, una razonable esperanza de que se obtenga una ruta en que no sea necesario pasar el río ni una sola vez.

El punto en que enseguida se pasa es el de la Calavera, cuya base la bañan también las aguas del río. Alrededor de este espolón se lleva el camino por una curva de 1.000 pies de radio y por espacio de una milla más o menos, el trabajo es algo duro y se necesitarán murallas o tajamares de alguna consideración para resistir a la acción de las aguas. También es preciso mudar el cauce en una parte de esta distancia.

La línea sale ahora del valle principal de Quillota y se va con uno de sus tributarios llamado Llay Llay. Cerca del pueblecillo de este nombre se corta el camino público de San Felipe a la distancia probable de 22 a 23 millas inglesas de esta ciudad.

En este valle lateral se lleva la línea por un terreno notablemente llano con gradaciones suaves y sobre una tangente de 5 millas de largo, a la falda de la pendiente cuesta de Tabón; y esta difícil porción de la ruta es la que paso ahora a describir.

Cerca de la cima de la serranía, en Montenegro, nacen dos pequeñas vertientes: una de ellas corre por el Oeste a Quillota (y por falta de otro nombre se ha llamado estero de Tabón). La otra llamada Lampa corre hacia el Sur y descarga sus aguas en el Mapocho. Por los valles de estos esteros atraviesa la línea esta gran barrera de montañas.

El estero de Tabón desde su nacimiento hasta los llanos de los Loros cerca del establecimiento de cobres de D. Santos García, sólo tiene 8 millas de largo y en esta distancia desciende más de 1.200 pies, la mitad de ellos en una distancia de dos millas y media en la extremidad inferior. La parte superior del valle por espacio de 5½ millas es abierta y admite una locación favorable, pero lo demás es una mera garganta de montañas, emparedada por soberbios y escarpados riscos al pie de los cuales corre el pequeño arroyuelo saltando entre peñascos con gran irregularidad, pues su descenso es a veces comparativamente suave y otras muy precipitado.

La cuesta de Tabón está a media milla más o menos al sur de esta quebrada. Sobre esta cuesta pasa el presente camino carretero: su cumbre tiene 2.800 pies de elevación sobre el mar y 1.400 sobre el llano. El camino desciende otra vez como 800 pies, saliendo al abierto valle del estero en el extremo de la angosta garganta ya descrita.

El caminante que pasa esta cuesta no sabe que a muy poca distancia de su ruta hay un paso abierto por el cerro, 800 pies más bajo que la cumbre, hacia la cual sube con tanta fatiga y desde la cual tiene que hacer el correspondiente descenso; un paso, en suma, por el cual se puede construir un camino, excusando esta gran subida y bajada. Hasta ahora no se ha abierto ningún camino por él a causa del costo que exigiría.

Es necesaria esta explicación, porque muchos de los que hablan de su ferrocarril por el paso de Tabón, se refieren a las dificultades de la cuesta ignorando que haya otro paso. Apenas es necesario decir que el de la cuesta es totalmente imposible.

Se trazó desde luego una línea experimental por el mismo fondo del valle, desde la entrada hasta la salida de la garganta, que es una distancia de muy poco más de $2\frac{1}{4}$ millas con un ascenso de 600 pies. La distancia restante desde la salida de la garganta hasta la cumbre se sabía que era practicable.

La cuestión se refería a la porción inferior y de su favorable resultado dependía el buen suceso de esta ruta.

Teóricamente pudiera decirse que una gradación que no pasase de 75 a 80 pies por milla estaba al alcance del ingeniero, porque la distancia desde la extremidad de la garganta hasta el río Quillota, medida a lo largo de las laderas que encierran el valle de Llay Llay y por las cuales podía trazarse una línea, es de 10 o 12 millas y la diferencia de nivel no excede de 900 pies. Una mera inspección de las escarpadas laderas bastaba para retraerme de hacer un experimento. Mi objeto era procurar una gradación que, admitiendo el empleo de máquinas locomotoras, excusase en el primer costo del camino un desembolso que pudiese aventurar todo el proyecto.

Se sabía que por la porción superior del valle, cortando 40 pies de la cresta de la serranía, se podía obtener una gradación de 1 en 45, o cerca de 117 pies por milla. Este hecho y el conocimiento de que semejante inclinación había sido materia de experiencia en otros países, me indujeron a esforzarme a proporcionar por este punto una gradación que se levantase uniformemente en esa razón.

Muchos reconocimientos y nivelaciones accesorias se hicieron en el curso de la investigación. Como una milla más arriba de la boca del desfiladero, hay una vertiente lateral que entra en el principal riachuelo por la izquierda, y el valle de esta vertiente es por alguna distancia más abierto y de menos rápido descenso que el otro, aunque nace a mucha mayor altura.

Estas vertientes están divididas por una alta serranía que termina en un escarpado y agudo espolón donde se juntan. Aquí era posible aumentar la longitud de la línea bajando por un valle y doblando la punta, siguiendo el otro, siempre en la gradación descendente, hasta cortar el fondo del valle, en donde se torcería otra vez la línea y descendería por su declive opuesto. Se siguió este plan en cuanto era practicable, mas para conservar una línea con razonables curvas es necesario horadar (*to tunnel*) la serranía y atravesar el valle lateral 35 pies sobre el nivel de la vertiente. La distancia que se gana en este rodeo es de $\frac{3}{4}$ de milla y tomando en consideración las dificultades peculiares de este paso, este alargamiento tiende ampliamente a asegurar el buen suceso de la ruta y de todo el proyecto.

El socavón a que acabo de referirme es el más largo del camino, pues medirá 1.200 pies, con tajos abiertos en las bocas, de 45 y 50 pies. El camino pasa a 220 pies debajo de la cresta de la serranía y la excavación subterránea se hará en roca sólida, que se encuentra a muy pocos pies de profundidad debajo de la superficie. Esta roca formará una bóveda natural de mucha firmeza y al mismo tiempo será, según creo, menos difícil de remover que la que se saca de muchos socavones que se han construido en otros países.

El trabajo desde la extremidad de la quebrada hasta el túnel, que es de una distancia de una milla, será duro y costoso, porque la vertiente es muy tortuosa y serpentea

alrededor de varias puntas o proyecciones que salen de uno y otro lado internándose las puntas del uno en los ángulos del otro. Esto hace que la línea atraviese cuatro veces la vertiente, pero como en esta parte la gradación coincide próximamente con el declive del agua, los puentes son de moderada altura. Sólo en las avenidas de invierno es cuando este arroyo tiene crecidas considerables, pero su velocidad es tan grande, que aun entonces apenas puede levantarse unos pocos pies sobre su cauce. Puentes de 40 pies de claro se consideran suficientes. El cauce es de roca.

Debajo de estos puentes el arroyo tiene mucho mayor declive que la gradación, pues hay dos puntos en que baja 100 pies en una distancia de 1.000. Por consiguiente, se ha trazado la línea a lo largo de las laderas, que son ásperas y pendientes y exigirán pesadísimos tajos y rellenos.

Cerca de una milla más abajo del largo socavón se encuentra un espolón de roca, demasiado repentino para que pueda rodearse por una curva del radio mínimo (700 pies). Un túnel de 650 pies de largo es, por lo tanto, inevitable, pasará a 150 pies debajo de la cresta y, sin duda, por roca sólida. Como las laderas de este espolón son muy pendientes, los tajos a las entradas del túnel serán cortos.

A la boca de la quebrada, cerca del establecimiento del señor García, tiene el camino 240 pies de elevación sobre la vertiente, pero como desde este punto tiene el arroyo un declive más suave, que no pasa de 30 pies por milla, la gradación se acerca rápidamente a él. El aspecto del cerro sigue todavía muy pendiente y áspero por espacio de una milla más o menos, y cerca de los Loros se atraviesa una quebrada que requiere un terraplén de 75 pies de altura.

La milla que sigue es sobre un terreno más suave, que exigirá un moderado trabajo. Se lleva la línea a las llanuras del valle de Llay Llay, faldeando un espolón llamado Centinela; con lo que se alarga el plano de inclinación como media milla. Hacia la punta de este espolón, la gradación tiene 24 pies de altura sobre el llano y requiere un terraplén de igual elevación, pero como la gradación corta la superficie por un cuarto de milla, la altura de este terraplén es, como término medio, de 12 pies en esta distancia.

Para mayor comodidad, se ha descrito esta línea desde la boca de la garganta hacia abajo, abrazando seis millas de la gradación laboriosa.

Así se verá que, sacando partido de las laderas y desenvolviendo una línea por la falda serpentina del cerro, con el auxilio del aumento de longitud que se gana por el rodeo del valle lateral y el espolón al pie del plano, se ha procurado suficiente distancia para superar tan formidable obstáculo con una gradación acomodada a máquinas locomotivas. Se ha creído necesario aumentar la inclinación hasta 119 pies por milla o 1 en 44½, a fin de reducir el pesado terraplén al pie del plano y algunos de los rellenos intermedios.

Bastarán ahora pocas palabras para describir la ruta desde la boca de la quebrada hasta la cima.

El valle es abierto y cultivado en esta parte, sus declives comparativamente suaves y en su dirección general, favorable. Como en la parte inferior la gradación adoptada es de 119 pies por milla, se ha continuado la misma inclinación hasta la cima y de este modo el corte de la cumbre queda reducido a 30 pies. Se lleva la



línea hasta una elevación de 2.642 pies sobre el océano. Las curvas son mucho más favorables que en la porción inferior; el radio menor es de 1.000 pies.

La longitud total de este plano, desde las llanuras de Llay Llay hasta la cima de Tabón o Montenegro, es de 11¼ millas y la elevación es de 1.328 pies o a razón de 118 7/100 pies por milla.

No se debe negar que el trabajo de alguna porción de esta línea es de un carácter formidable, pero bien analizado encontramos que la proporción de lo que realmente puede llamarse trabajo pesado está comprendida a una distancia de 5 millas, incluyendo el corte de la cima. En esta parte están los dos socavones o túneles, cuya longitud total es de 1.850 pies: cuatro puentes sobre el estero de Tabón de 10 a 20 pies de alto y de 40 pies de largo cada uno; un arco o puente abierto sobre la rama de este estero; varios cortes de roca de 20 a 50 pies de profundidad; y terraplenes de 30 a 60 pies de alto y uno de ellos de 75.

Como las laderas del cerro son pendientes, será necesario cortar en ellas escalones para que los terraplenes tengan su punto de apoyo y, debiéndose estos construir en parte con roca sacada de los cortes vecinos, se propone en algunos de los más pesados rellenos levantar una muralla tosca a su lado exterior, por cuyo medio se disminuirá considerablemente la cantidad de la obra de terraplén.

Los trabajos que se han enumerado suponen por descontado grandes desembolsos y mucho tiempo en llevarlos a efecto. En cuanto al costo, creo que se ha provisto una suma suficiente en el presupuesto.

Para que se comprendan con facilidad los reconocimientos practicados en esta parte del camino, es necesario referirse al mapa y perfil. No se ha hecho una locación exacta de ésta, o la verdad, de parte alguna del camino, pero se ha trazado la línea experimental con cuidado y se han tomado aquellas anotaciones que han servido para la proyección de las curvas y construcción de un perfil que probablemente se acerca mucho a la verdad. En la locación definitiva, haciéndola con gran cuidado, podrá acaso mejorarse algún tanto el perfil. Hay tres puntos que ahora se pasan con curvas de 700 pies de radio y que pueden mejorarse considerablemente por la aplicación de curvas de 600 a 650 pies de radio. Puede parecer conveniente hacerlo así y reducir las gradaciones en los mismos parajes a 90 pies por milla, pero es necesario tener presente que de esta manera se aumentará la profundidad del corte de la cima y el terraplén al pie del plano, unos pocos pies cada uno. En suma, la perfecta aplicación de una línea que, tomando en consideración todas las circunstancias, sea la mejor posible para el terreno que hemos descrito, es una cuestión de gran importancia; tanto con referencia al primer costo como a la futura economía de los trabajos que pida el camino. Se exploró cuidadosamente todo el país circunvecino y se procuró averiguar el mejor medio de vencer la cuesta. El otro lado del valle es más quebrado que el elegido para el reconocimiento; hay un punto en que la roca es casi perpendicular y de 300 pies de altura por lo menos; hay otro en que la corta una quebrada demasiado angosta para que el camino pueda pasar alrededor de su boca, pero de tal anchura y profundidad, que es imposible atravesarla directamente; además, el aumento de longitud de ¾ de milla que se gana del lado opuesto, se perdería en éste.

Si se hubiera frustrado la gradación locomotora que hemos investigado, hubiera sido preciso volver a los planos inclinados y máquinas fijas o a una línea adaptada a la fuerza animal. Ambos puntos se consideraron detenidamente durante el curso del reconocimiento. El primero, atendida la forma peculiar del país, habría tropezado con dificultades graves; el segundo, se llevaría ciertamente a cabo con mucho menos costo que la ruta trazada.

Felizmente, ninguna de las dos alternativas es necesaria y podemos congratularnos de haber obtenido una línea no interrumpida sobre tan enormes obstáculos físicos y que admite un sistema uniforme de transporte de un extremo a otro.

Sobre la inclinación adoptada y su adaptación a máquinas locomotoras, probada por hechos positivos, se harán algunas observaciones en el capítulo de las gradaciones.

Desde Valparaíso hasta la cima de Tabón, la dirección general del camino es N. 80° E; desde aquí, haciendo una gran inflexión, toma un rumbo sudeste a Santiago.

En la cima se ha señalado una gradación nivelada de 800 pies de largo en el perfil; puede ser que se extienda hasta 1.000 pies y dará bastante lugar para la huella lateral que aquí se necesitará.

El camino baja ahora por el valle del río Lampa, que en su nacimiento no es más que un arroyo aun durante el invierno, pero más adelante recibe los desagües de una extensión considerable del país, que le dan en algunas estaciones el aspecto de un riachuelo de cierta magnitud.

El valle es por 8 millas abierto y admite la locación de una excelente línea con gradaciones de 36 a 40 pies por milla, excepto en la parte superior, donde el descenso del camino por dos millas es a razón de 70 pies por milla. La gradación podrá, por último, reducirse a 65 o tal vez 60.

El país admite líneas de varias modificaciones; la elección entre ellas dependerá del reconocimiento final. El total de estas 8 millas es de fácil construcción.

Pasado Runque, el valle se angosta por cerca de una milla y obliga frecuentemente a cruzar y recuzar el río. Pero a excepción de los puentes que aquí se necesitarán, el mayor de los cuales es de sólo 20 pies de alto, es ligero el trabajo. Cada puente tendrá un arco de 60 pies: en el presupuesto se calcula construido de hierro sobre machones de cal y ladrillo.

El camino continúa bajando con una gradación moderada hasta la distancia de 9 millas de la cima, donde la rápida caída del río por espacio de 2 millas produce en la gradación un declive de 90 pies por milla, con mucho y pesado trabajo. El río retuerce tan repentinamente alrededor de las puntas salientes, que se hace preciso cruzarlo y recuzarlo cuatro veces en una milla, fuera de pesados tajos y rellenos. Un espolón se pasa a 120 pies debajo de su cresta por un túnel de 400 pies de largo. Éste es el cuarto y último túnel del camino. Las laderas de la serranía son muy pendientes y los trabajos para llegar al túnel cortos.

A uno y otro lado de este espolón se atraviesa el río a elevaciones de 35 y 42 pies sobre su cauce. Estos son los puentes más elevados de la ruta y tomando en consideración el costo de la obra de cal y ladrillo en este país, deben mirarse como

estructuras de alguna magnitud. La caja del río es de roca y proporciona cimientos seguros: se cree que se encontrará piedra de buena calidad a una distancia no larga.

Estos varios puentes, juntos con el túnel, profundos tajos y altos terraplenes, hacen que la obra por cerca de dos millas y media sea mucho más costosa por esta parte, que el término medio del camino.

Saliendo de esta angostura, entra la línea otra vez en un abierto y hermoso valle y la ruta por 11 millas es extremadamente favorable, pues no hay paraje en que las gradaciones excedan de 50 pies por milla, al paso que muchas de ellas son niveladas y otras de 5 a 20 pies por milla.

El camino pasa como a media milla al oeste de Til-Til y más o menos a la misma distancia al Oeste de las casas de Polpaico. En este último punto el río Lampa tuerce considerablemente su curso hacia el oeste, pasando entre dos altas montañas: de éstas la que está al oriente es la serranía que se cruza por los caminos del norte en las cuestas de la Calera y el Manzano. En esta serranía hay un paso como a una milla al este de la cuesta de la Calera: se llama Batuco y tiene muy poca elevación más que el río en Polpaico. Hacia este punto se hizo el reconocimiento en una línea casi derecha y sobre un terreno muy llano, con una subida de 18 pies por milla. Ésta es la primera gradación ascendente hacia Santiago entre la cuesta de Tabón y la capital. Esta maravillosa depresión que baja tanto en comparación de las otras partes de la serranía y está situada casi directamente en una línea recta de Til-Til a Santiago, parece haber sido cavada a propósito por la naturaleza para el objeto a que ahora se destina.

Mis primeras exploraciones atravesaron el valle por la vía de Lampa y aunque esta línea ocasionaría un rodeo, podría sin duda hacerse por ella una ruta bastante favorable. No puede decirse cuánto aumentaría la distancia, porque no se ha hecho ningún reconocimiento instrumental, pero es probable que la alargaría dos millas. Se mencionará después esta línea, como una de las que merecen comprobarse antes de dar principio a la obra.

Desde la cima de Batuco se domina el valle o llano de Santiago, que se extiende hacia el Sur más allá de lo que puede alcanzar la vista. Si se dividen las torres de la capital como a la distancia de 20 millas, ya se concebirá el placer que dio esta perspectiva al ingeniero, después de sus laboriosos esfuerzos en trazar hasta aquí una ruta por el país que ya he descrito, pues atravesando esta invitadora llanura llegaba la línea a su destino.

Quedaba todavía un obstáculo, que era el descenso de la cuesta de Batuco al llano que está 140 pies más abajo. Se efectúa este descenso con una gradación de 87 pies por milla en cerca de una milla y 34 pies por milla en lo restante. El trabajo consiste en hacer tajos profundos, en parte cortando roca y pesadísimos rellenos.

La línea al llegar al llano, pasa directamente por el lago de Batuco, formado por las lluvias de invierno que cubren una parte del llano algo más baja que el nivel general. En otras estaciones desaparece el agua enteramente, y al tiempo del reconocimiento la superficie estaba del todo seca. Es probable que la profundidad de la laguna no pase nunca de dos pies y teniendo la gradación una altura de 5 a 6

pies sobre el terreno, no se experimentará inconveniente alguno, aun en la mayor subida del agua.

La línea entre este punto y el río Mapocho, que es una distancia de 18 millas, se compone de dos tangentes, la primera de 14 millas y la segunda de 3, unidas ambas por una curva de 7.600 pies de radio. Esta curva ocurre en la parte oriental de las colinas de Renca, donde se tuerce un poco para entrar en la ciudad del modo más conveniente.

La gradación en gran parte de esta distancia es de un nivel perfecto, o sólo de una inclinación de 3 a 9 pies por milla. Hacia la mitad del llano se llega al punto de mayor depresión, donde el terreno es como 200 pies más bajo que el de Santiago. Recobrando esta elevación, son suaves las gradaciones hasta menos de dos millas del Mapocho, donde son necesarias las inclinaciones de 47 y 53 pies por milla.

El terreno de esta llanura es por varias millas de marga mezclada con arcilla y siendo casi a nivel la superficie, no es fácil la desecación: el agua que cae en el invierno empapa la tierra y hace casi intransitables los actuales caminos. Se trata de construir el del ferrocarril sobre un terraplén de 3 a 4 pies de alto, cubierto de cascajo, material que suele encontrarse en algunos puntos. De esta manera se conseguirá tener un excelente camino².

Hay pocos países que presenten tan incomparables proporciones como esta parte de Chile para la construcción de un ferrocarril. Los únicos impedimentos para una obra de las más baratas posibles son los ríos que atraviesan el llano. Algunos de éstos son considerables; sin embargo, considerando el costo de su tránsito en el total de los gastos, puede construirse un camino extraordinariamente barato.

Aludo a una gran línea hacia el Sur. No habiendo examinado por mí mismo el país más allá del Cachapoal, no lo conozco fuera de este límite, pero entiendo que hasta Concepción es del mismo carácter y siendo así la observación anterior es aplicable a toda esta extensión.

Esta aserción asombrará sin duda a los habitantes de otros países, que no conozcan la topografía de Chile, sino por las mezquinas noticias que hasta ahora se han presentado al mundo, y por la inspección de pequeños mapas en que las serranías desempeñan tan principal papel. Mis propias ideas las había sacado de estas imperfectas fuentes; apenas hubiera dado crédito a los hechos que dejo sentados, sino es por la demostración ocular y los informes fidedignos.

Acaso se creará que salgo de mi asunto, especulando sobre el porvenir, pero se me permitirá decir, que a la construcción de un ferrocarril entre Valparaíso y Santiago, seguirá inevitablemente su extensión hacia el Sur, por este rico y populoso territorio; la capital vendrá a ser, de este modo, un emporio de importancia comercial, como ahora lo es de importancia política.

La ruta, según ha sido examinada hasta el Maipo, es casi una línea recta continua que no necesita de mayor gradación, que la de 30 pies por milla. La formación del terreno es particularmente favorable para un camino bueno y barato; se

² En el capítulo de "Locación y reconocimientos finales" se da la noticia de una línea más al Este y más cercana a Colina.



encuentra invariablemente cascajo puro y limpio a dos pies de profundidad más o menos.

El gasto de construir un ferrocarril hasta el río sería moderadísimo. En un informe anterior se dijo que 20.000 pesos por milla cubrirían los costos. Ahora estoy seguro de que esa suma sería más que suficiente, pero no he creído importante someterla a un presupuesto exacto.

He descrito ampliamente la ruta propuesta, haciendo alto en aquellos puntos que merecían más especial atención. A esta parte del asunto seguirán algunas observaciones sobre las ventajas comparativas de las rutas de Melipilla y Quillota bajo un punto de vista comercial y práctico.

Se ha condenado la ruta de Melipilla como impracticable, con lo cual se ha querido decir que presenta dificultades físicas, tales, que exigirían un dispendio de dinero enteramente superior a los medios del país. Por otra parte, sus numerosos planos inclinados, profundos tajos y elevados terraplenes (que muchas veces excederían de 150 pies de altura), sujetando el tráfico a demora y estorbos, impedirían que este camino tuviese buenos resultados, aun suponiendo vencidos los primeros costos y construida la obra. Bajo este aspecto es superflua la comparación entre las dos rutas en cuanto a la cuestión de preferencia. La naturaleza ha decidido ese punto del modo más positivo, pero como la ruta practicable es, sin duda, la mejor para los intereses del país y la que rendirá mayores utilidades, algunas observaciones sobre esta materia no parecerán inoportunas.

En primer lugar, la ruta de Quillota, al paso que cumple el gran objeto del proyecto, uniendo a Santiago con la costa, posee también la innegable ventaja de abrazar directamente en su carrera una gran extensión del rico y populoso valle de Aconcagua, acercándose tanto a San Felipe y a las cabeceras del valle, que proporciona fáciles y cómodas comunicaciones con aquel distrito por los medios ordinarios de transporte; y podrá ponerse más adelante en conexión con él, por medio de una rama lateral del ferrocarril. Éstas son ventajas a que es preciso renunciar adoptando cualquier otra ruta, consideración que por sí sola adjudica la preferencia a Quillota, porque creo que el tráfico de esta región ayudará mucho a producir una recompensa adecuada por capital invertido.

Los valles de Quillota y Aconcagua con sus tributarios, fuera de sus productos agrícolas, son ricos en minerales de cobre y aun en el día, exportan anualmente una cantidad considerable de cobre puro, las facilidades ofrecidas por un ferrocarril aumentarán ampliamente este ramo de la industria.

Por los informes más auténticos puedo sentar que, de los 1.800.000 quintales (90.000 toneladas de 20.000 libras) que llegaron y se despacharon en Valparaíso por los caminos de Santiago y Quillota, pasaron por este último 870.000 quintales (43.500 toneladas), que es muy cerca de la mitad, en el año 1850. La importancia de asegurar al ferrocarril este gran tráfico con su infalible aumento, no puede ocultarse a nadie.

En segundo lugar, la comunicación y comercio que existen ahora entre Chile y la República Argentina, se promoverán y extenderán por un ferrocarril en esta dirección.

En tercer lugar, la ruta de Quillota podrá abrirse, en parte, para el tráfico mediante una pequeña porción del costo total y contribuir así hasta cierto punto al pago de los intereses.

A decir verdad, el trabajo de las primeras 10 millas de esta línea es costoso, pero comparado con el de cualquier otra salida de Valparaíso, es moderado. Desde Concón por un espacio de 40 millas es barato, al paso que en la ruta de Melipilla el trabajo costoso se extiende a las primeras 50 millas.

En cuarto lugar, al tiempo que por la adopción de cualquier otra ruta que la de Quillota (suponiendo que hubiese otra practicable) se perdería el gran tráfico del valle de Aconcagua, no es lo mismo con respecto al del país adyacente a Melipilla. Entiendo que una cantidad considerable de los productos de esta fértil región se embarca ahora en el puerto de San Antonio³; la cuestión es, si continuaría transportándose, como ahora, por carreteras a San Antonio y Valparaíso.

Se ha dicho antes que un ferrocarril desde Santiago por el llano de Maipo podría construirse a muy poco costo. Siguiendo la línea más directa hacia el Sur, cruzaría tal vez el río a 25 millas de Melipilla. Sobre estas 25 millas podría también construirse un ferrocarril a un costo mínimo, porque el terreno es extraordinariamente llano y requeriría gradaciones de bien moderado declive, y aun sin ferrocarril, sería baratísimo el transporte en carreteras por el actual camino o por otro que se construya del modo más perfecto, pudiéndose transportar grandes pesos.

De esta manera, el rico y populoso valle de Maipo comunicará por ferrocarril con el puerto de Valparaíso por la ruta de Quillota. Esto ocasionaría ciertamente un circuito que doblaría la presente distancia desde Melipilla, pero téngase presente que es por ferrocarril; que el actual camino público es atravesado por elevadas serranías que aumentan considerablemente el costo del transporte; que el camino en invierno es casi intransitable en el día y que el puerto de San Antonio es poco seguro y en ciertas estaciones inaccesible.

Un ferrocarril por la vía de Santiago a Valparaíso proporcionaría un tránsito regular, pronto y seguro de pasajeros y mercadería en todas las estaciones, y su segura llegada al gran emporio marítimo y comercial del país.

Presento estas consideraciones con desconfianza, porque, como extranjero que soy, no puede esperarse que tenga un conocimiento cabal del comercio y estadística del país. Son las que han ocurrido en el curso de mis investigaciones y no se les debe dar más crédito que el que merecen.

³ NOTA. La cantidad total del trigo embarcado en San Antonio en 1850, fue de 108.000 fanegas u 8.500 toneladas, más o menos. Es probable que una gran proporción de este trigo venía de distritos al este de Melipilla.

PLAN DE CONSTRUCCIÓN

Se trata de construir un ferrocarril de una sola vía. En Estados Unidos las rutas más importantes tienen una sola línea y los ferrocarriles de dos líneas son excepciones de la regla general. El de Erie, que tiene 450 millas de largo, consta de una sola vía. Pudiera temerse alguna confusión en una línea tan larga. Sus propietarios, para mayor seguridad, han unido al camino y exclusivamente para su uso, una línea telegráfica, por cuyo medio, si ocurren accidentes o detenciones, se comunican inmediatamente a todas las estaciones del camino. Este telégrafo será un accesorio de todo ferrocarril importante.

Estableciendo un número suficiente de tránsito o ladeos y manteniendo un orden regular en el paso de los trenes, estos caminos desempeñan su objeto con bastante economía y en muchos de ellos se obtiene una gran velocidad.

En Inglaterra y en algunas partes de Europa continental se han hecho gastos enormes en la construcción de ferrocarriles, que generalmente tienen dos líneas, con tajos profundos, socavones y pesados rellenos, a fin de conservar gradaciones ligeras y curvas suaves: tienen también numerosos y costosos viaductos y edificios en las estaciones erigidos con gran costo y con adornos dispendiosos.

Los ferrocarriles americanos se han construido de diferente modo. Al dar toda la atención a la solidez del camino, no se ha pensado en la ostentación.

Esta diferencia entre las obras de los dos países proviene principalmente de la superior abundancia de capital en Europa. En Estados Unidos el plan de construcción se ha proporcionado en vista de los medios disponibles. Así, los ferrocarriles de Inglaterra han costado cerca de cinco veces, tanto como los de América, por milla.

El presente presupuesto se refiere a una obra como la de los mejores ferrocarriles americanos y del carácter y dimensiones que van a expresarse.

EXCAVACIONES

Si son de tierra, tendrán en el fondo una anchura de 22 pies con declives laterales de mayor o menor inclinación, según la dureza del material. Tajos en la roca sólidos

da no tendrán menos de 16 pies de anchura y los costados una inclinación de un octavo. Estas dimensiones admiten desagües longitudinales a los lados. Se aumentará frecuentemente la anchura de los tajos para sacar materiales con que hacer los terraplenes.

TERRAPLENES

Tendrán por arriba 16 pies de ancho, con declives laterales a razón de 11½ horizontal a 1 vertical (ángulo de cerca de 34° con el horizonte). Cuando el terraplén es de roca, pueden reducirse los declives a cerca de 45°.

TAJAMARES Y TERRAPLENES

Donde el camino atraviesa bahías o caletas o puede ser batido por el mar, toda la base del terraplén, hasta la línea de alta marea, se compondrá de roca y la porción exterior presentará pesadas masas con extensos declives de muy poca pendiente. Encima se levantará por el lado del mar una muralla tosca, construida también de pesados peñascos (los más grandes cerca de la superficie del agua), los cuales se sacarán de las excavaciones. Esta muralla comenzará cuatro pies más atrás de la línea de la obra inferior, de manera que deje una berma o lisera de ese ancho: tendrá bastante anchura en su base y una inclinación de 1 a 1 (45°) hasta llegar a cuatro pies de distancia de la gradación, desde donde se levantará casi perpendicularmente. Toda la roca que se saque de los tajos se colocará inmediatamente a la espalda de la muralla. La parte inferior del terraplén se hará de pequeñas piedras, ripio y tierra.

Como la cantidad de terraplenes en la línea litoral excede a la de excavaciones del suelo en que se coloca el camino, la falta puede suplirse con ripio, cascajo y tierra, que pueden hallarse generalmente en las quebradas y en otros puntos sin necesidad de largo acarreo.

La seguridad del método de construcción que acabo de describir consiste en la gran amplitud de la base y lo chato de los declives, sobre cuya superficie se deslizará el mar en vez de batirla violentamente.

SOCAVONES (TUNNELS)

De 16 pies de ancho y 19 de alto hasta la parte superior de la bóveda: los lados perpendiculares hasta la altura de 11 pies, y en la parte superior cortados en forma semicircular.

No me cabe duda, por el aspecto de los cerros y por algunas excavaciones, que los cuatro socavones horadarán roca sólida y no exigirán bóveda artificial. Si se



encontrasen pedazos demasiado flojos, será necesario arquearlos con ladrillo. En vista de las contingencias que nunca faltan en estas obras, se les ha destinado una suma bastante liberal en el presupuesto y creo que ella cubrirá sus costos, aunque se necesite apoyo artificial en algunas partes.

OBRA DE ALBAÑILERÍA

Los estribos y machones de los puentes se construirán de piedra o ladrillo, según sea la facilidad de conseguir estos materiales. En aquellas partes del camino en que hay más obra de albañilería, como la costa, los valles de Tabón y de Lampa, generalmente es fácil conseguir piedra. En el valle de Quillota y en el llano de Colina el ladrillo será más económico. Se fabrica ahora en varios puntos contiguos a la línea, pero siendo grande la cantidad que se necesita para esta obra, pudieran tomarse providencias para proporcionar ladrillo más duro y de mejor calidad. Los arcos, donde se necesiten, deberán hacerse siempre de ladrillo, a causa del gran costo de la piedra labrada.

Para los pequeños puentes de las acequias y zanjas de riego, donde no sea fácil procurarse ladrillo o piedra, se trata de emplear madera, que podrá llevarse a su destino por el mismo ferrocarril, según vaya progresando.

Donde sin comparación ocurre más obra de albañilería es en el valle de Lampa, más allá de Til-Til. Creo que es fácil conseguir allí buena piedra, y de Polpaico, que no dista muchas millas, se puede traer cal de la mejor calidad. Se encuentra también cal en otros puntos y es preciso que haya un buen surtido de ella para la albañilería de ladrillo, en cuanto a la obra de piedra, cuando es difícil conseguir cal, se pueden construir las murallas en seco.

MALECONES O MURALLAS DE PROTECCIÓN CONTRA LOS RÍOS

Cuando el camino está expuesto al río, la faz exterior de los terraplenes se hará de roca, siempre que sea posible conseguirla y ella bastará generalmente como protección. En otros casos, se echará sobre el declive exterior del terraplén una muralla de 2 a 3 pies de grueso a un ángulo de 45°.

Se piensa en cuanto sea posible alejar al camino de todo contacto con el río, alterando la dirección de éste; lo que puede frecuentemente ejecutarse abriendo nuevos cauces a muy poca costa. El río de Quillota es variable en su curso y sin duda ha mudado de cauce muchas veces. Para la perfecta seguridad del camino será también prudente amurallar estos puntos, y en el presupuesto se ha destinado una suma para este objetivo.

CAÑERÍAS
(*CULVERTS*)

Son pequeños canales para que pase el agua debajo de los terraplenes. Si no se encuentra piedra bastante grande para ponerles una cubierta plana, deberán sustituirse por arcos de ladrillo. En muchas pequeñas quebradas que reciben los desagües de un área de corta extensión, bastará que el fondo sea de piedra suelta. Así sucede debajo de muchos altos terraplenes en Tabón, los cuales se compondrán casi enteramente de roca.

Por regla general deberá evitarse en cuanto sea posible toda obra mecánica por lo costosa que es en el país: podrán omitirse algunos caños abriendo zanjas alrededor de las quebradas al nivel del camino, para que conduzcan el agua por pequeñas acequias o canales abiertos, colocados debajo de la huella y de esta manera se sustituirá a las obras de mecánica con otro género de trabajo mucho más barato.

PUENTES

Las más importantes construcciones de esta especie son las del río Quillota, sobre el cual, según la línea proyectada, se necesitan cuatro puentes. En ciertas estaciones pasa una cantidad muy considerable de agua y con gran velocidad, aunque nunca se levanta más de 6 pies. Me propongo dar amplios espacios (*ample openings*), que variarán desde 1.200 hasta 1.600 pies. Se trata de construir puentes sostenidos sobre maderos (*pile bridges*), que es la más sencilla construcción conocida y se ha empleado en muchos de los ferrocarriles americanos. Entre los estribos de madera habrá una distancia de 12 pies, excepto en los canales del río, donde los claros pueden ser de 40 pies.

Conozco las objeciones que se hacen contra estas construcciones percederas, pero defendiéndolas bien, durarán muchos años, al cabo de los cuales podrán ser reemplazadas por otras de la misma especie o si el camino proporciona los medios, por obras más sólidas y costosas. En las importantes líneas que salen de las ciudades de Nueva York y Boston se han empleado muchos puentes de esta clase.

Hay muchos a quienes espanta la idea de atravesar este río por un ferrocarril, pero si el impetuoso Maipo y el rápido del Cachapoal pueden pasar debajo de los arcos sin causar peligro, ¿por qué no el Quillota, que corre con menos velocidad?

Se ha sugerido que puede practicarse una línea para evitar dos de estos puentes entre Concón y Quillota y que, después de un ulterior examen, tal vez convendrá adoptarla. Es también perfectamente posible evitar los otros dos puentes, aumentando la distancia y afrontando un áspero y costoso trabajo por dos o tres millas a lo largo del río. Semejante línea exigirá que se adopten curvas más agudas, aunque ninguna, probablemente, de menos de 1.000 pies de radio.

Estas dos alteraciones son dignas de mucha consideración y si es posible evitar enteramente estos extensos y costosos puentes, que suman una longitud total de

cerca de una milla, es deseable que así se haga, aunque sea con el sacrificio de alguna distancia.

Los puentes más pequeños que no pasan de 30 pies de claro, se harán también de madera. Podrán construirse en Valparaíso y transportarse por el mismo camino, según vayan avanzando, hasta los parajes en que han de colocarse, donde se levantarán en muy poco tiempo y sin causar demora.

Los puentes de Tabón y Lampa, que son más importantes, serán de hierro: su longitud varía desde 40 hasta 80 pies.

Puente del Mapocho

Se propone hacerlo de hierro, en siete arcos de 70 pies cada uno, lo que dará un paso mucho más ancho a las aguas que el actual puente de este río. Los estribos y machones serán de piedra, bien labrados en la superficie que presentan a las aguas. El pórfido de las cercanías de Santiago suministra un buen material de construcción: se obtiene en grandes masas y es fácil de labrar. La obra, ejecutada de esta manera, será casi indestructible y presentará un aspecto elegante y aéreo.

Así, exceptuando los puentes de Quillota, las varias alturas serán de un carácter duradero. Erigir los primeros del mismo modo ocasionaría gastos mayores de lo que parece admisible.

Estaciones y depósitos

Se trata de que sean cómodos y durables y de un estilo llano y sencillo. Los términos exigirán extensos acomodados y en Valparaíso una oficina de refacciones y suficiente espacio para el almacenaje de máquinas y carros extraordinarios. En Quillota y Llay Llay, donde el ferrocarril es cortado por el camino de San Felipe, deberán construirse estaciones de alguna importancia y depósitos menores en muchos otros puntos. Se ha destinado una suma bastante liberal a este objeto.

HUELLA O VÍA PERMANENTE

En la mayor parte de la ruta se encuentra el cascajo más apropiado para la firmeza del camino.

A los pocos puntos donde no lo hay, puede llevarse después de colocado el ferrocarril. Este artículo no es de tan absoluta necesidad aquí como en países donde la helada penetra la tierra, pero es importante para que no se empape el camino y conserve su estabilidad. Sería difícil hallar una extensión igual de país donde pueda prepararse un buen camino con tanta facilidad y economía.

Sobre el cascajo se colocarán vigas atravesadas de 8 pies de largo, 6 pulgadas de grueso y no menos de 8 pulgadas de ancho, colocadas a 2 ½ pies de distancia de centro a centro. Sobre este fundamento se colocarán carriles de hierro de la mejor forma conocida del peso de 75 libras por yarda, unidos en sus ensambladuras por

asientos (*chairs*) de hierro batido, del peso de diez libras cada uno, quedando el carril asegurado a las vigas por sólidos pernos.

En esto se asemejará este ferrocarril al de Copiapó, excepto que el peso del carril es allí de sólo 56 libras por yarda y la ensambladura es también más ligera.

En algunos puntos (como la playa arenosa de Viña del Mar) se colocará debajo de las vigas atravesadas una doble o triple hilera de trabazón pesada, a fin de proporcionar más firmeza a la base.

Defensas

El camino debe ser protegido por algunas obras que lo defiendan, mientras pasa por tierras cultivadas. Estas obras pueden consistir en paredes de adobe o zanjas profundas, según más conveniente parezca.

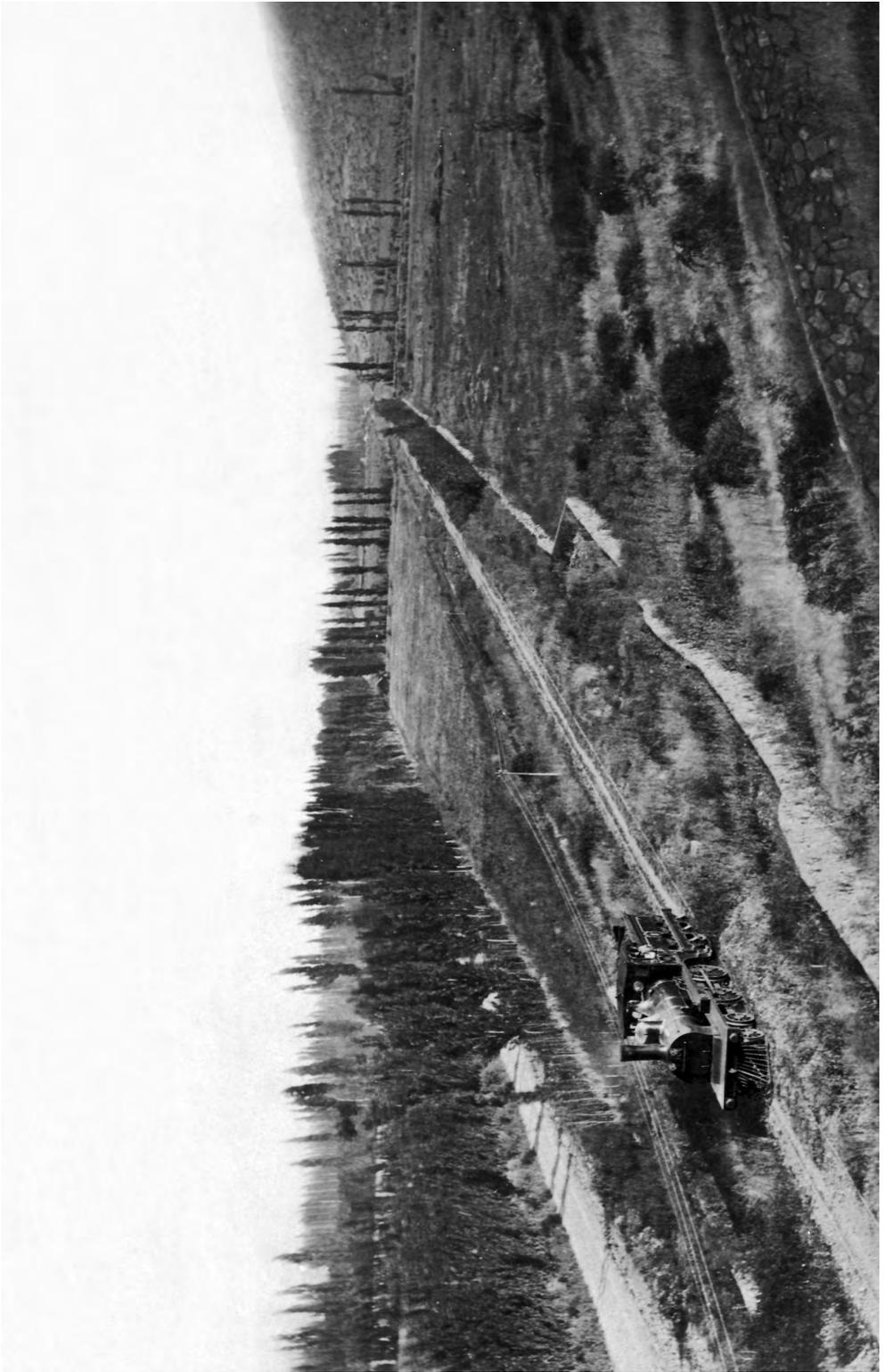
LOCACIÓN DEL CAMINO Y RECONOCIMIENTOS FINALES

El reconocimiento a que se refiere el presente informe fue experimental, con el objeto de determinar la practicabilidad del camino y de fijar una base cierta para el presupuesto de su costo. Era absolutamente imposible a una pequeña partida de ingenieros hacer otra cosa en el tiempo destinado a este servicio, en que debían también preparar mapas, perfiles y presupuestos.

Aunque se ha establecido la línea en general, hay todavía muchos puntos que necesitan probarse antes de trazar la ruta definitiva. Estos experimentos adicionales pueden hacerse ahora con rapidez y facilidad, estando perfectamente reconocida la topografía del país. Pero la última posición de la línea en que ha de construirse la obra, es un trabajo que requiere mucho cuidado y un tiempo proporcionado a la fuerza de los ingenieros que en ellos se empleen.

Paso a indicar varias líneas que quedan por examinar.

1. Una línea alrededor de la Punta de Concón. Ya hemos aludido a ella. Tiene la ventaja de ahorrar 165 pies de subida y otros tantos de bajada, que ahora se vencen por gradaciones de 55 y 58 pies por milla. Sus desventajas son la proximidad al mar, contra el cual es preciso proteger el camino; su mayor número de curvas, los tajos de roca y probablemente un socavón en la punta; lo que aumentará su costo comparativamente al de la ruta anterior.
2. Una línea desde la cima de Concón, con descenso al valle a razón de 45, a lo más 50 pies por milla. De la importancia de esta línea ya se ha hecho mención, como la única gradación ascendente de alguna longitud entre Tabón y Valparaíso. El tráfico hacia Valparaíso es probablemente tres veces tan grande como el de Valparaíso hacia el interior y todo él se acumulará en Concón. Por consiguiente, el ángulo de inclinación en ese punto determinará el peso que pueda cargarse en un tren. Bajo este aspecto una línea nivelada o con ligeras gradaciones alrededor de la punta es muy digna de consideración.



3. Una línea de Concón a Quillota que esté toda a la orilla austral u oriental del río, para evitar tener que pasarlo dos veces. Ya he dicho que creo que esta ruta será la que se adopte después de examinada. Hay a su favor el ahorro de dos puentes costosos que tendrían una longitud total de 2.500 pies; que según el plan propuesto, necesitarían renovarse dentro de cierto tiempo, y puede decirse que estarían en algún peligro en las grandes avenidas. En un espacio de 18 millas pasaría cerca y a un conveniente alcance del presente camino público, que es excelente y por el cual se conducirán los materiales para el ferrocarril. Es probable que no tendría en ninguna parte una gradación tan pesada como la otra línea de Rautén, aunque toda la elevación que hay que vencer es la misma. Llevará el camino hasta un conveniente alcance (tal vez cinco millas) del pueblecito de Limache. Es una desventaja tener que pasar el Limache, que es un río de algún caudal, pero que probablemente puede atravesarse por un puente de 400 o 500 pies de largo; se agrega la mayor curvatura, el contacto más frecuente con el río y la superior cantidad de tajos, rellenos y muralla; aumentándose también la distancia, aunque no puede decirse cuánto.

También será bueno continuar esta línea por el lado austral de Quillota, hasta juntarse con el presente reconocimiento más arriba de la ciudad; lo cual ahorrará la obra fluvial cerca de Mayaca, pero aumentará todavía más la distancia.

4. En vez de cruzar otra vez el río de Purutún, debe probarse una línea al lado oriental del río pasando por Ocoa. Se ganaría, de este modo, el ahorro de los otros puentes de Quillota, que suman 2.500 pies. Ésta es una consideración importante, que hace acreedora esta ruta a una prueba competente. El río se tuerce aquí de repente alrededor de una aguda y elevada punta de la serranía del este. Para situar el camino entre el río y la serranía se necesitan curvas de pequeños radios y muchos cortes, rellenos y muralla. No hay duda que la longitud de esta línea será considerablemente mayor. La cuestión es dudosa y sólo podrá comprobarse mediante una demostración positiva.
5. Una línea que baje de la cima de Tabón con dirección al Sur, reduciendo la presente gradación de 79 pies por milla a 65 o tal vez 60. La tengo por practicable.
6. Una ruta desde Polpaico, bajando al valle de Lampa en vez de pasar por Batuco. Tengo muy poca fe en esta línea. Ahorraría el trabajo y gradación de Batuco que son pesados, pero alargaría dos o tres millas la ruta y requeriría mucha más curvatura.

En vez de pasar de Lampa a la punta oriental del cerro de Renca, la línea que ahora consideramos se acortaría probablemente corriendo con inmediación a la extremidad occidental de esta serranía y entrando en la ciudad en una línea más próximamente Este Oeste que la que se ha trazado en el mapa. Aunque tengo bien poca confianza en esta ruta, la menciono como acreedora de un examen instrumental antes de la decisión definitiva.

7. Una línea entre la laguna de Batuco y Renca, más oriental que la que se ha corrido. Semejante ruta tendría la ventaja de acercarse a Colina y a los

establecimientos que hay a los lados del presente camino; ahorraría una parte de la depresión que ahora ocurre en la gradación a causa de la gradual subida del llano con dirección al Este hacia las montañas, y llegaría más presto a la tierra sólida y cascajos.

Para lograr estos objetivos es preciso que como a la mitad del camino entre la laguna de Batuco y Renca se eche la línea una y media y dos millas más al Este; lo cual ocasionará un ligero aumento en su longitud. En vez de colocar, como ahora, una curva en la punta del cerro de Renca, es probable que toda distancia desde Batuco hasta el Mapocho se pondrá en dos tangentes de cerca de nueve millas cada una, unidas por una curva muy chata equivalente a una línea recta.

Considerando las ventajas de esta alteración, es imperiosa la necesidad de examinarla, y me inclino a creer que se adoptará definitivamente.

Se trazarán prontamente las varias líneas enumeradas, haciéndolo por partidas organizadas para la locación del camino. Sin la luz que arrojarían estos nuevos reconocimientos, sería incompleta la obra y quedaría siempre en duda si se había hecho la referencia a la mejor ruta posible.

Decidida así la posición y dirección de la línea, la operación final es la locación, en que se marcan sobre la tierra las curvas y tangentes en puntos fijos y permanentes. Éste es uno de los más importantes deberes del reconocimiento, porque de su exactitud depende el conseguirse una línea al costo mínimo; lo que se aplica especialmente a las porciones más ásperas y costosas, como la línea litoral, el paso de Tabón, la pesada gradación más arriba de Til-Til y la bajada de Batuco. En estos puntos se compone la línea de numerosas curvas de radios cortos, las cuales han de trazarse sobre una superficie muy quebrada, y en la primera de las porciones citadas aumenta el trabajo por la interposición de las caletas.

Lo primero que debe hacerse es una serie de nivelaciones atravesadas, que den la forma y declive del terreno a los dos lados de la línea preliminar. Mediante ellas se conseguirá una ruta que reúna las siguientes condiciones: la mayor extensión de línea recta; las curvas de mayores radios; las gradaciones más suaves; tajos y rellenos de la mayor profundidad y altura posibles. Al mismo tiempo, deben hacerse excavaciones para averiguar la naturaleza del material y la profundidad hasta la superficie de la roca, porque es evidente que la posición de este costoso material, cuya remoción es diez veces tan dispendiosa como la de la tierra, determinará la cantidad de excavación y de terraplén y, por consiguiente, la posición de la línea en las laderas.

Todo esto se hace presente para manifestar la gran importancia de amplios reconocimientos y nivelaciones en la locación de un ferrocarril. Unos pocos miles de pesos, empleados en este deber preliminar, pueden ahorrar decenas de miles en el primer costo de la obra sólo, prescindiendo de los perjuicios a que siempre estaría expuesto el camino si se adoptase precipitadamente una línea de inferior calidad.

Aunque es necesario todo este cuidado en la locación final, no por eso se retardaría el pronto y aun inmediato principio de la obra de construcción, si se creyere conveniente. Podría prepararse una porción de la línea en el breve tiempo

en que pudiese prepararse una fuerza tan grande como sería tal vez practicable organizarla y reglarla de una vez.

Concluyo observando que la línea, según ha sido trazada, suministra una base segura para el presupuesto de costos, pues es probable que los fructuosos reconocimientos y locación definitiva la mejorarán. En algunos puntos estoy seguro de que así sucederá.

GRADACIONES

Por la conocida topografía de Chile y particularmente por los hechos referidos en la página precedente, desde luego se comprenderá que no puede construirse un ferrocarril entre Santiago y Valparaíso sin apelar a gradaciones de mucho declive.

En ningún país en que hasta ahora se han construido ferrocarriles se encuentran obstáculos físicos más gigantescos. Me refiero particularmente a las elevaciones que hay que vencer y no al trabajo o costos de construcción, porque en esta parte el camino presenta un aspecto muy favorable. La única región alpina en que se ha introducido extensamente esta especie de mejora, es la de la parte oriental de Norteamérica; donde los montes de Alleghany, que se extienden por la costa del Atlántico desde 2 a 300 millas tierra adentro, separan aquel océano del rico y extenso valle del Mississippi.

El tráfico y comercio de esta vasta región occidental ha sido por largo tiempo un gran asunto para las principales ciudades situadas sobre el Atlántico. En las varias obras de canales y ferrocarriles construidas con esta mira se han gastado cerca de doscientos millones de pesos. Estimulados por la gran recompensa que se les ofrecía se han destinado libremente a este objeto los recursos de los estados y ciudades; los particulares no han economizado sus capitales; el genio y talento de los ingenieros se han desarrollado en noble rivalidad.

Boston, Nueva York, Filadelfia, Baltimore, Charlestown y Savannah se han empeñado a la vez en la construcción de ferrocarriles con dirección al Oeste. Algunas de estas líneas están ya completas, otras se acercan a su término.

Pasando estas obras por un país que en su topografía se asemeja mucho a la parte de Chile que ahora consideramos, la noticia que vamos a dar de los rasgos que la distinguen no carecerá de interés.

Sin entrar en menudencias, puede afirmarse que las varias rutas tienen de 300 a 500 millas de largo, sumando entre todas una longitud de 2.500 millas y lo maravilloso es que una extensión tan vasta de camino pasa por una región tan elevada sin un sólo plano inclinado, movido por potencia estacionaria. Algunas de las líneas recurrieron originalmente a este medio, pero después lo han reemplazado por gradaciones acomodadas a máquinas locomotivas. Este hecho manifestará la gran importancia que ha merecido esta consideración en un país en que se trata de abrir rutas que proporcionen el más barato y rápido medio de transporte.

La de Boston pasa por una cima de 1.500 pies de altura sobre el océano con una gradación máxima de 83 pies por milla. Dos caminos conducen desde Nueva

York hasta las aguas occidentales; el uno por el valle del río Hudson, con una cima de sólo 650 pies sobre la alta marea y una gradación máxima de 30 pies por milla y el otro, el ferrocarril de Erie, cuyo punto más alto está a 1.700 pies sobre el Atlántico y sobre el cual se han adoptado gradaciones de 70 pies por milla.

Siguiendo hacia el Sur se levantan las montañas a una elevación mayor, y las rutas de Filadelfia y Baltimore pasan por cimas altísimas de 95 pies por milla, y la de la segunda como de 2.600 a 2.700 pies con una gradación máxima de 116 pies. Como esta última obra se parece tanto a la de Santiago tendré ocasión de hablar de ella más circunstanciadamente de aquí a poco.

Procediendo más al Sur declinan otra vez las montañas, y las rutas de Charlestown y Savannah las cruzan a una elevación de 1.500 pies con muy moderadas gradaciones, que no pasan de 40 pies por milla.

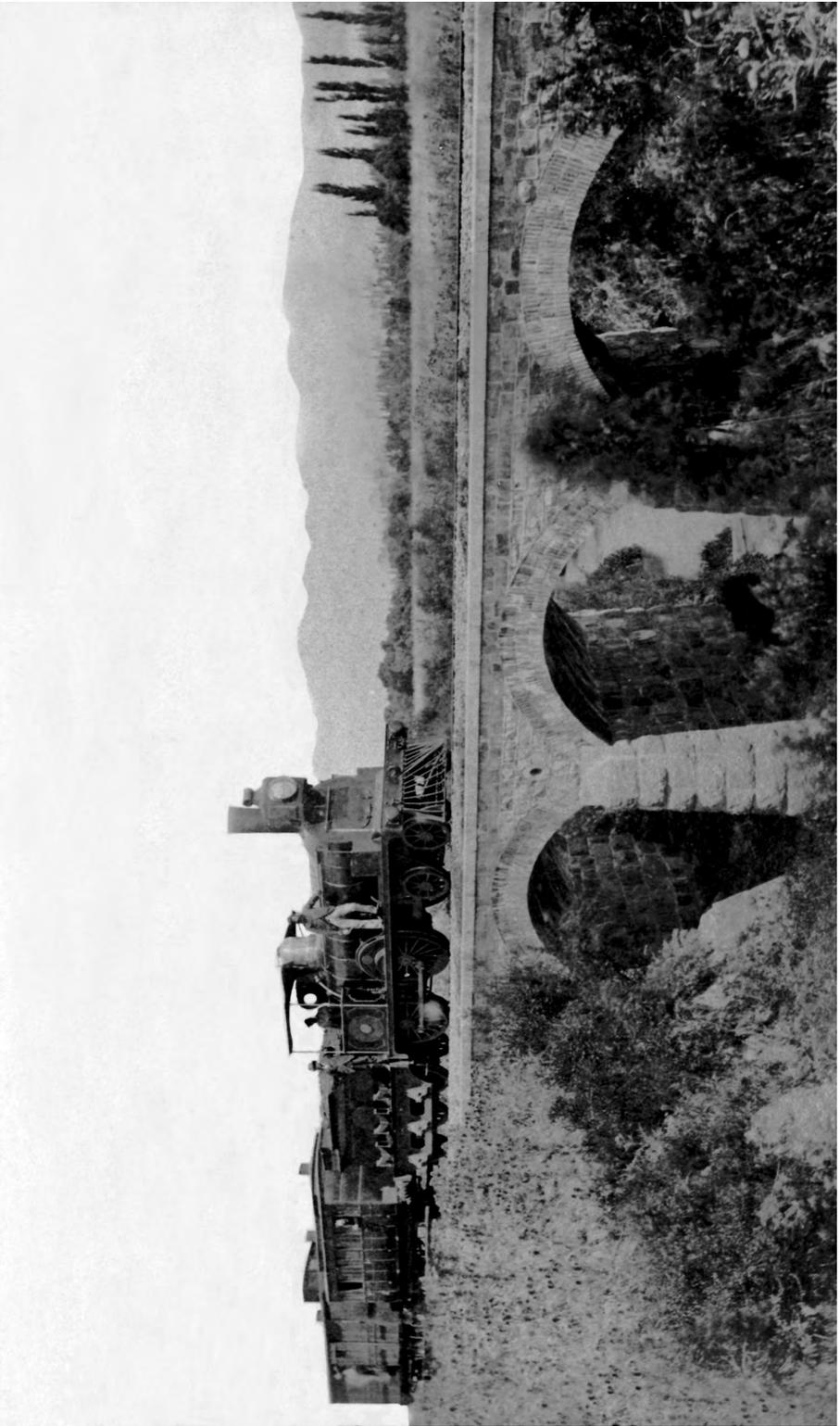
Excepto el ferrocarril de Baltimore y Ohio (uno de los arriba mencionados) de cuya cima no sé la altura exacta, ninguno de estos grandes caminos comerciales pasa por un terreno tan elevado sobre el nivel del mar como la ruta de Santiago y suponiendo que todos ellos exceden con mucho, bajo este respecto, a las obras de otros países, puede afirmarse con seguridad que la ruta que se ha descrito en estas páginas pasa por una elevación mayor que cuantas jamás se han vencido por ferrocarriles en todo el mundo, a excepción de un solo caso. Pero la ruta de Santiago es superior a la mayoría de los caminos americanos enumerados, bajo un punto de vista. Caminando hacia sus principales cimas y apartándose de ellas, pasan esos caminos por varias serranías secundarias y profundos valles intermedios, lo que hace que la subida y bajada total sea mucho mayor que la del camino de Santiago, como se verá en la siguiente tabla.

<i>Camino</i>	<i>Longitud en millas</i>	<i>Elevación de la cima sobre el mar</i>	<i>Total subida y bajada</i>	<i>Gradación máxima por milla</i>
Ruta de Boston	500	1.440	4.700	83
Ruta de Nueva York (central)	440	650	2.100	30
Ruta de Nueva Erie	460	1.720	6.500	70
Ruta de Filadelfia	340	2.400	5.600	95
Ruta de Baltimore	390	2.600 a 2.700	7.000	116 (a)
Ruta de Charlestown	490	1.400	5.000	40 (b)
Ruta de Savannah	440	1.400	5.000	40 (c)
Ruta de Santiago	110	2.640	4.340	119

Observaciones

- a) *Subida y bajada y cima supuestas.*
- b) *Subida y bajada supuestas.*
- c) *Subida y bajada supuestas.*

Aunque la elevación total superada por ferrocarriles europeos es mucho menor que la de los que acaban de citarse, sin embargo, aun en Europa se han intro-



ducido a veces y se han superado por potencias locomotivas inclinaciones iguales a la gradación máxima del camino de Santiago. Baste citar dos o tres ejemplos.

En una obra titulada *El ingeniero práctico de ferrocarriles* publicada en Londres el año 1847, se da la siguiente descripción del ferrocarril de Edimburgo y Glasgow.

“Las gradaciones varían desde 1 en 880 (6 pies por milla) hasta uno en 5.456 (cerca de un pie por milla), exceptuando una inclinación de una milla y 14 cadenas de largo, que desciende de Cowlairs hacia Glasgow a razón de 1 en 43 (123 pies por milla), que hasta ahora ha sido desempeñada por máquinas de vapor estacionarias, las cuales son ya o van a ser pronto reemplazadas por máquinas locomotivas americanas”.

El doctor Lardner, escritor distinguido sobre varias materias científicas y prácticas, en una obra reciente titulada *Economía de los ferrocarriles en Europa y América*, después de dar una tabla de los ferrocarriles alemanes, dice:

“En la primera y tercera columna de esta tabla se dan las gradaciones y radios que más comúnmente se usan y en la segunda y cuarta las que sólo ocurren excepcionalmente, cuando la calidad del terreno los hace inevitables. En algunos casos como, por ejemplo, en la sección del ferrocarril entre Brunswick y Harburgh a la orilla izquierda del Elba, enfrente de Hamburgo, la gradación que prevalece es 1 en 166 (32 pies por milla), pero en una sección de esta línea, que se extiende por una distancia de cerca de 5 millas, y es la sección entre Hamburgo y la estación de Weinenburgh, hay una serie de gradaciones que varían desde 1 en 100 (53 por milla) a uno en 50 (106 pies por milla). No se ha encontrado, sin embargo, ninguna dificultad práctica en el juego regular de los locomotores sin máquinas auxiliares, en esta parte de la línea. Trenes de 60 y 70 toneladas como término medio de peso son movidos en esta sección por locomotores cuyo peso no pasa de 18 toneladas, con 6 pares de ruedas de 4 pies y 9 pulgadas de diámetro”.

En la tabla mencionada la gradación máxima del ferrocarril de Brunswick y Harburgh se dice es de 1 en 43 (123 pies por milla) y la de Wurtemburgh de 145 (117 pies por milla).

No creo necesario entrar aquí en menudas investigaciones sobre la potencia de las máquinas locomotivas, o sobre la influencia de las gradaciones en rebajar el peso de los trenes. Alcanzaré más eficaz y sencillamente mi objeto, refiriéndome a los resultados prácticos en líneas ya construidas. Sentaré con todo algunos puntos cardinales.

Entre dos puntos, suponiendo igual el tráfico en ambas direcciones, el camino más perfecto es el recto y nivelado. Cuando el tráfico es desigual, debe prepararse un camino que baje en la dirección de la mayor masa, con gradaciones proporcionadas al exceso; con tal que las inclinaciones sean tan grandes que requieran otra fuerza retardatoria que la del roce de las ruedas y la resistencia de la atmósfera. La gradación en que el roce es equilibrado exactamente por la fuerza de gravedad es de cerca de 20 pies por milla o 1 en 264. Sobre una gradación mayor bajará el

tren espontáneamente. Por algún tiempo se creyó que esta inclinación, llamada ángulo de reposo, era la mayor admisible en una obra de la más perfecta ejecución. Sin embargo, experimentos posteriores han dado a conocer que con el aumento de velocidad causado por la fuerza acelerada de la gravedad, la resistencia de la atmósfera aumenta también y en mayor proporción que la fuerza impelente, de manera que en una inclinación continua el descenso se haría finalmente con una velocidad uniforme. Se asegura que un tren que desciende por una gradación de 50 pies en milla a 40 millas por hora, en vez de acelerar su marcha quedará reducido a la velocidad de 30 millas por hora. De lo cual se desprende que pueden admitirse sin peligro inclinaciones de 50 y 60 pies por milla.

En países en que prevalece considerablemente el tráfico de descenso, como sucede en los distritos que tienen minas de carbón o metales, ha sido muy económica la operación de caminos ajustados a estos principios. En Estados Unidos el ferrocarril de Reading, que es de 100 millas de largo y se extiende desde una región abundante de carbón hasta la ciudad de Filadelfia, no tiene gradación ascendente hacia el mar y las gradaciones descendentes no pasan de 18 pies por milla. Por este camino se transportan anualmente un millón y quinientas mil toneladas de carbón, en trenes que no pocas veces llegan a 700 y 800 toneladas tiradas por una sola máquina.

Como la gravedad en un plano inclinado a razón de 1 en 264 o 20 pies por milla es exactamente igual a la resistencia que resulta del roce en un plano horizontal, se desprende que en una gradación semejante la combinada resistencia de la gravedad y el roce requerirá una potencia doble para transportar el mismo peso que en una línea nivelada, permaneciendo igual la velocidad o, en otros términos, el peso que desciende por el declive quedará reducido a la mitad del peso en la línea nivelada. Y aun será reducido en mayor proporción, porque en planos ascendentes es preciso que la máquina venza la resistencia correspondiente a la gravedad de su propia masa. Una gradación de 40 pies por milla duplicará el efecto de la gravedad; una de 60 pies lo triplicará; una de 80 pies lo cuadruplicará y así progresivamente. No se puede pues negar la importancia de las gradaciones suaves, pero los obstáculos de la naturaleza rara vez admiten línea de una perfección teórica y frecuentemente requieren que nos desviemos de las líneas rectas y los planos horizontales.

Las gradaciones del ferrocarril de Santiago, aunque pesadas, no son desfavorables comparadas con otras que quedan citadas; y analizando los gastos de la operación de un ferrocarril encontramos que el costo de la potencia motriz no es más que una fracción del total. Bástenos por ahora saber que en otros países han existido y existen importantes ferrocarriles que operan con buen suceso y ganancia, teniendo gradaciones iguales a las de la ruta de Santiago. Un hecho importante en esta materia es que la línea que ahora consideramos estará exenta de los daños causados por la nieve y el hielo, que disminuyen la adhesión de la máquina a los carriles y debilitan su poder efectivo: rara vez hay nieve aun en las mayores alturas de esta ruta.

Otro rasgo favorable es que el tráfico descendente será probablemente tres veces tan grande como el ascendente, y suponiendo que Santiago tiene 1.800 pies de elevación sobre el océano, esta diferencia de nivel redundará en beneficio del

comercio. Es verdad que interviene una cima para llegar a la cual se presuponen dos cortas gradaciones de 87 y 90 pies por milla. No desespero al constatar que en la locación final quedarán reducidas a 85 pies. La pesada gradación de 119 pies por milla desciende en la dirección del tráfico preponderante.

Las precedentes observaciones se aplican más particularmente al transporte de carga: la velocidad de tales trenes no debe pasar de 12 o 15 millas por hora, suponiendo que la resistencia crezca rápidamente con la velocidad. Mientras que un tren de carga a 12 millas por hora encontraría sólo una resistencia igual a 10 libras por cada tonelada de su peso, un ligero tren de pasajeros a 60 millas por hora sería retardado por una fuerza de 55 libras por tonelada. Esto ha sido probado mediante experimentos positivos.

En la ruta de Santiago los trenes de pasajeros serán conducidos con regular velocidad. La línea litoral y la gradación de Tabón ofrecen alguna resistencia por sus inclinaciones y curvas, pero aun en estos espacios podrá conseguirse una velocidad de 18 a 20 millas por hora. Lo restante del camino o los $\frac{4}{5}$ de toda su longitud, componiéndose de largas líneas rectas y gradaciones suaves, proporcionan una grandísima velocidad y se podrían andar 30 y aun 40 millas por hora fácilmente y sin peligro alguno, aunque para un tráfico regular no sería necesaria una velocidad tan extrema. Incluyendo detenciones, una velocidad de 22 millas por hora, término medio, sería la más conveniente para trenes ordinarios de pasajeros, lo cual equivaldría a 5 horas entre las dos ciudades. En ocasiones extraordinarias trenes especiales podrían correr todo el camino en tres horas y media.

Las gradaciones han sido consideradas desde la invención del sistema de ferrocarriles como una materia de la mucha importancia y sobre ella sola se han escrito volúmenes. En las observaciones precedentes la he tocado, muy por encima y sólo en cuanto afecta a la ruta que se discute. Refiriéndome a los resultados prácticos en ferrocarriles de un carácter semejante, terminaré este artículo del modo más apropiado.

Naturalmente ocurrirá a muchos que el descenso de trenes por gradaciones de tanto declive con una seguridad perfecta para las vidas de los pasajeros, es una consideración de no menor importancia que su ascenso con cargas que resulten de utilidad. Las noticias que siguen, fundadas en hechos y en documentos oficiales, suministran la prueba más satisfactoria.

Una rama del ferrocarril de Baltimore y Ohio en Estados Unidos tiene gradaciones de 135 pies por milla, en que se emplean solamente máquinas locomotivas. La bajada se hace con pesadas cargas sin el menor peligro; una sola máquina toma regularmente para la subida 66 toneladas de peso, fuera de la máquina y depósito (*tender*). En un camino del estado de Nueva York se baja diariamente por una corta gradación de 175 pies por milla con trenes de pasajeros.

El superintendente del ferrocarril de Baltimore y Susquehanna, línea importante para carga y pasajeros, escribe lo que sigue:

“Tenemos una gradación de 84 pies por milla en millas de longitud. Por esta gradación un locomotor que pesa 26 toneladas tira 40 carros (de cuatro ruedas) a razón

de 12 millas por hora: cada carro contiene 3 toneladas de efectos y los carros mismos pesan 114 toneladas; todo lo cual compone un peso de 234 toneladas”.

Pero el caso más interesante y análogo a que puedo referirme es el del ferrocarril de Baltimore y Ohio, que es una de las grandes líneas de Estados Unidos que, como antes se ha dicho, sirve de comunicación entre la costa y el valle del Mississippi, atravesando los montes de Alleghany.

En el año 1850 se transportaron por este camino 477.000 toneladas de mercadería y 180.000 pasajeros, que produjeron 1.343.000 pesos, no estando hecha entonces más que aproximadamente la mitad del camino. Llegado al río Ohio, se espera que se recaudarán tres millones de pesos. Hay en este camino gradaciones pesadas con varias curvas de 600 pies de radio y algunos de 400. Al distrito montañoso de este camino, que acaba de abrirse, es el que deseo particularmente llamar la atención, presentando un extracto del informe oficial del ingeniero en jefe Mr. Latrobe, que es uno de los más distinguidos ingenieros de Norteamérica: en este extracto se describen así las rutas y gradaciones por los montes Alleghany.

“Como a una milla debajo del último punto comienza la alta gradación de 116 pies por milla y continúa por cerca de once y media millas, atravesando el Potomac entre Virginia y Maryland, cerca del principio de la gradación y subiendo desde allí por escarpados declives laterales del río Savage y la ensenada de Crac-Tree hasta la cima que está a la cabeza de la ensenada, que es una distancia total de cerca de 15 millas, en las tres y media últimas de las cuales se reduce la gradación a cerca de 100 pies por milla. Desde esta cima pasa la línea en unas 19 millas por la llana y hermosa región tan conocida con el nombre de las Cañadas (*Slades*) y cerca de su límite occidental cruza la frontera del Macryland, como a distancia de 60 millas de Cumberland, pasando al Estado de Virginia, por cuyo territorio transita hasta llegar a su término en el Ohio. Desde las Cañadas desciende la línea por una gradación de 116 pies por milla en 8½ millas, atravesando un terreno muy escarpado y en 3 millas más hasta el río Cheat, que atraviesa a la boca de la ensenada de Salt-Lick. La ruta, luego que cruza este río, sube por los quebrados declives de Laurel-Hill mediante una gradación de 105 pies por milla en 5 millas hasta la próxima cima, atravesando la serranía divisoria por un túnel de 4.100 pies de largo: desde allí, después de tres millas de gradación suave, se efectúa un descenso con gradación de 105 pies por milla en 5 millas hasta el valle de Racoon-Creek: por este valle de Three-Forks-Creek, se llega al valle del río Tygarts en 14 millas más, en el puente arriba descrito y a distancia de 103 millas y media de Cumberland”.

El presente extracto presenta en pocas palabras los obstáculos físicos que había que vencer. Se necesitaba una gradación de 116 pies por milla, subiendo y bajando, por una distancia total de 20 millas y en ambas direcciones hay cerca de 13 millas más con gradaciones que pasan de 100 pies por milla.

Que una línea con tan extraordinarios accidentes pudiese tener buen término, hubiera sido increíble hace pocos años. Con relación a este punto y absoluta verificación, insertaremos un extracto de un periódico americano.



El ingeniero Mr. Latrobe, demostrando los buenos efectos de la máquina locomotiva en gradaciones de mucha pendiente, ha hecho un señalado beneficio a la causa de las comunicaciones internas; beneficio que no se gozará solamente en su país sino en otros y distantes regiones donde esta especie de mejora está todavía por introducirse.

El *Patriota* de Baltimore contiene el siguiente artículo:

“El tren se componía de cinco carros de pasajeros bien llenos. Estos carros fueron tirados por la máquina número 71, construida por Mr. Ross Winans, hasta la estación de Piamonte con una velocidad moderada para que pudiese verse el camino y después de una corta detención en aquel punto, durante la cual se separó del tren uno de los carros de pasajeros y se le agregaron cinco carros de góndola cargados de hierro, siguió el locomotor con este tren que pesaba 117 toneladas. Sobre las gradaciones sucesivas de 39, 40, 50 y 70 pies por milla en $1 \frac{3}{8}$, corrió la máquina en cuatro minutos a razón de 20 millas por hora y entrando luego en la gradación de 116 pies por milla, la subió en 8 minutos hasta cerca del punto donde termina la huella (*track*), que es una distancia de $2\frac{1}{2}$ desde el principio de la gradación. La velocidad en la gradación de 116 pies fue, consiguientemente, de $17 \frac{1}{2}$ millas por hora, como término medio. La presión del vapor durante esta corrida fue de 110 libras por pulgada cuadrada y se empleó la válvula de expansión por cerca de dos tercios de la distancia y después se volvió a todo el tiro (*full stroke*). Este cambio del movimiento de la válvula ocasionó una pequeña pérdida de avance, pero que fue inmediatamente recuperada. El vapor se escapaba en todo este tiempo, pero no libremente. Las ruedas no resbalaban y no hubo necesidad de echar arena en la huella. Inmediatamente después del tren de pasajeros, el locomotor número 72 construido en el establecimiento de la compañía Mount Clare subió la gradación con un tren de 18 carros de góndola cargados de hierro y cuyo peso era de 234 toneladas entre todos. Su velocidad en esta gradación fue de cerca de $7\frac{1}{2}$ millas por hora y ejecutó la corrida llevando sus válvulas a todo tiro con abundancia de vapor y sin que resbalasen las ruedas. El carril estaba limpio y seco y en la condición más favorable para la adhesión.

El peso de la máquina 71 es de 24 toneladas de a 2.240 libras y el de la máquina 72 es de $25\frac{3}{4}$ toneladas. La primera tiene cilindros de 19 pulgadas de diámetro y la segunda de 20 pulgadas, siendo lo largo del tiro o movimiento del pistón de 22 pulgadas en cada una. El día anterior se habían probado ambas máquinas; la 71 con 16 y la 72 con 18 carros o 208 y 234 toneladas respectivamente y cada una llevó su peso por la gradación arriba sin hacer alto y sin que resbalasen las ruedas, con velocidades de 6 hasta 8 millas por hora.

La potencias de tracción de ambas máquinas, con iguales presiones de vapor, deben ser como 9 para el número 71 y 10 para el número 72; ns. que manifiestan las áreas proporcionales de sus cilindros, los cuales tienen la misma longitud de tiro, al paso que sus ruedas son también del mismo diámetro de 43 pulgadas. Por cada nueve carros que la 72 tirase, habría, pues, 10 carros tirados por la 71. Sin embargo, la adhesión de las máquinas está en diferente razón, porque la de 71 está representada por 9 y la de 72 por 9 y 66 centésimos. La 71 tienen, pues más adhesión en proporción a su potencia tractiva, y si ambas emplean toda su adhesión, la 72 lo hará con muy poca más presión de vapor

La resistencia sobre la gradación era equivalente a 62 libras por tonelada de 2.240 libras: de ella 49 y 3 décimos corresponden a la gravedad, 9 libras al roce y 3,7 décimos de libras a una curvatura de 1.000 pies de radio, la más corta que ocurre en una gradación de 116 pies por milla. Ésta es la resistencia máxima que se encuentra en toda la gradación. Donde ocurren curvas de 600 pies de radio se reduce proporcionalmente la gradación. Como la máquina 71 pesa 24 toneladas, su depósito de alrededor de 16 toneladas y su carga de 208 toneladas, que hacen 248 toneladas en total, la potencia tractiva necesaria era de 15.160 libras, sin contar la que se necesitaba para vencer la resistencia de la máquina dentro de sí misma. Siendo el peso de la máquina 53.760, la parte de su peso que expresa la adhesión de sus ruedas a los carriles era, por consiguiente, $\frac{1}{3}$. 55. Por el mismo principio de cálculo computamos la potencia tractiva de la máquina 72 en 16.860 libras, siendo su propio peso 25 $\frac{3}{4}$ toneladas, su depósito como 16 $\frac{1}{4}$ toneladas y su carga 234 toneladas, dando un total de 276 toneladas. Siendo el peso de la máquina 57.680 libras, la parte que expresase su adhesión sería de $\frac{1}{3}$. 42.

Estas razones presentan altos grados de adhesión, pero tales deben esperarse cuando los carriles están en su mejor estado, aunque en el trabajo diario de las máquinas no sería necesario que se aproximasen tanto al límite de su potencia.

En el cálculo que sirvió para calcular la operación de la máquina en estas gradaciones, se supuso una potencia y adhesión que excedían muy poco a la mitad de las que se manifestaron en esta ocasión.

Suponiendo que echando arena en el carril cuando está resbaloso por la helada o por otra causa, puede contarse con una adhesión de $\frac{1}{5}$ o tal vez más, se colegirá que en esta gradación no se encontrará ninguna dificultad práctica en ninguna estación. Con una adhesión que no pase de $\frac{1}{6}$ la máquina 71 tiraría 109, y la máquina 72, 118 toneladas detrás del depósito.

Estos pesos serían 10 y 11 carros dobles cargados, del peso ordinario de cerca de 11 toneladas y con ellos se podría mantener fácilmente una velocidad de 10 millas por hora a lo menos.

Se observa que la velocidad de la máquina 71 con el tren de pasajeros era de 17 $\frac{1}{2}$ millas por hora sobre la gradación. Esto era con una carga de 117 toneladas, equivalente en peso a cerca de dos veces el de los trenes ordinarios de aquella clase, los cuales no suelen pasar de 60 toneladas.

No puede, pues, dudarse que máquinas de la clase que probablemente se usarán para pasajeros en esta gradación, los llevarán de subida sin auxilio alguno con semejantes trenes.

Con respecto a la operación de las máquinas, bastará decir que ellas y sus trenes *bajaron* la gradación con una velocidad de 10 a 15 millas por hora, contenidas por los breques (*breaks*) y podrían sin peligro haber corrido mucho más aprisa si se hubiese querido”.

Las máquinas descritas en el precedente extracto se han construido especialmente para emplearlas en el distrito montañoso, procurándose más bien la fuerza que la velocidad. Aunque vemos que una sola máquina subió la gradación con una carga regular y moderada velocidad, con todo, en el tráfico ordinario del camino se cuenta con máquinas auxiliares. En ciertos tiempos la adhesión de las máquinas puede disminuirse por el desfavorable estado de los carriles a consecuencia de ne-

vadas, heladas o lluvias. No se considera, pues, seguro contar enteramente con una sola máquina para conducir con certidumbre y regularidad el tráfico diario.

La extensión de la inclinación que en el camino de Santiago requeriría más de una máquina, es de 11¼ millas, todas concentradas en un punto. Las máquinas que generalmente se usen para andar este camino, deberán ser más ligeras y menos complicadas que las descritas en el extracto anterior. Aunque tales máquinas transportarían un tren ligero de pasajeros en el ascenso de una gradación de 119 pies con moderada velocidad, es probable que ordinariamente convendrá más agregar otra máquina, con cuyo auxilio pueda mantenerse el término medio de la velocidad. Estas máquinas auxiliares serán necesarias para el tráfico de cargas y durante una parte del tiempo podrán emplearse útilmente en auxiliar a los trenes de pasajeros.

Dos máquinas de la clase más pesada y semejantes a las que se emplean en el camino de Baltimore ejecutarán todo el servicio que se necesita en la cuesta de Tabón, y debe haber otra más de reserva para ponerse en lugar de las otras mientras sea preciso repararlas. En el presupuesto, consiguientemente, se cuenta con tres máquinas de esta clase.

Tabla de gradaciones – ruta de Quillota

Número	Inclinación por milla			Elevación sobre el mar				
	Largo en millas	Subiendo pies	Bajando pies	Horizontal	Principio pies	Término pies	Subiendo pies	Bajando pies
1	0,28	10			13,0	18,0	5,0	
2	2,48			Horizontal	18,0	18,0		
3	0,45	37			18,0	35,0	17,0	
4	0,38		42		35,0	18,0		17,0
5	3,72			Horizontal	18,0	18,0		
6	0,89	58			18,0	69,5	51,5	
7	0,38	37			69,5	83,5	14,0	
8	1,72	58			83,5	183,6	100,1	
9	0,95		9		183,6	175,0		8,6
10	0,30		31		175,0	166,0		9,0
11	2,61		55		166,0	19,0		147,0
12	1,14	5			19,0	25,0	6,0	
13	0,59			Horizontal	25,0	25,0		
14	1,44	13			25,0	45,0	20,0	
15	1,95	18			45,0	81,0	36,0	
16	0,70	26			81,0	99,0	18,0	
17	0,53	17			99,0	108,0	9,0	
18	0,49	24			108,0	120,0	12,0	
19	1,60	21			120,0	153,5	33,5	
20	0,95	18			153,5	170,0	16,5	
21	2,27	40			170,0	260,0	90,0	
22	1,14	57			260,0	325,0	65,0	
23	0,59			Horizontal	325,0	325,0		
24	0,98	23			325,0	348,0	23,0	
25	0,95	32			348,0	378,0	30,0	
26	1,07	19			378,0	399,0	21,0	
27	0,76	32			399,0	426,1	27,0	
28	1,14	26			426,0	457,5	31,5	
29	1,51	42			457,5	522,0	64,5	
30	0,95	43			522,0	563,0	41,0	
31	0,85	50			563,0	606,0	43,0	
32	1,23	37			606,0	652,0	46,0	
33	1,04	42			652,0	696,0	44,0	
34	1,42	30			696,0	738,0	42,0	
35	0,38	41			738,0	753,5	15,5	
36	2,84	44			753,5	879,0	125,5	
37	0,68	48			879,0	912,0	33,0	
38	0,55	40			912,0	934,0	22,0	
39	0,51	45			934,0	958,0	24,0	
40	0,28	14			958,0	962,0	4,0	
41	0,55	37			962,0	982,0	20,0	



PLAN DE CONSTRUCCIÓN

Tabla de gradaciones - ruta de Quillota

Número	Inclinación por milla			Elevación sobre el mar			Subiendo pies	Bajando pies
	Largo en millas	Subiendo pies	Bajando pies	Horizontal	Principio pies	Término pies		
42	1,40	41			982,0	1.039,0	57,0	
43	1,14	43			1.039,0	1.088,5	49,5	
44	2,08	33			1.088,5	1.158,0	69,5	
45	0,95	40			1.158,0	1.196,0	38,0	
46	1,00	26			1.196,0	1.222,0	26,0	
47	1,27	21			1.222,0	1.249,0	27,0	
48	0,95	17			1.249,0	1.265,0	16,0	
49	1,73	23			1.265,0	1.304,0	39,0	
50	11,27	119			1.304,0	2.642,5	1.338,5	177,5
51	0,13			Horizontal	2.642,5	2.642,5		95,0
52	2,72		70		2.642,5	2.465,0		79,0
53	2,65		36		2.465,0	2.370,0		47,5
54	2,09		38		2.370,0	2.291,0		21,5
55	1,18		40		2.291,0	2.243,5		195,0
56	0,43		49		2.243,5	2.222,0		60,0
57	2,18		90		2.222,0	2.027,0		28,0
58	0,76		79		2.027,0	1.967,0		
59	0,57		49		1.967,0	1.939,0		109,0
60	0,55			Horizontal	1.939,0	1.939,0		9,0
61	2,10		52		1.939,0	1.830,0		33,0
62	0,51		17		1.830,0	1.821,0		3,0
63	0,74		45		1.821,0	1.788,0		41,0
64	0,59		5		1.788,0	1.785,0		13,0
65	1,00		41		1.785,0	1.744,0		22,0
66	1,00		13		1.744,0	1.731,0		
67	1,08		20		1.731,0	1.709,0		11,0
68	0,38			Horizontal	1.709,0	1.709,0		
69	0,95		12		1.702,0	1.698,0		
70	0,45				1.698,0	1.698,0		106,0
71	0,98	18			1.698,0	1.716,0	18,0	32,0
72	1,21		87		1.716,0	1.610,0		
73	0,95		34		1.610,0	1.578,0		
74	0,95			Horizontal	1.578,0	1.578,0		
75	1,14	6			1.578,0	1.585,0	7,0	
76	2,46	3			1.585,0	1.593,0	8,0	
77	1,70			Horizontal	1.593,0	1.593,0		
78	2,08		5		1.593,0	1.583,5		9,5
79	0,57		3		1.583,5	1.582,0		1,5
80	1,51		6		1.582,0	1.572,0		10,0
81	0,76	9			1.572,0	1.579,0	7,0	
82	0,95	20			1.579,0	1.598,0	19,0	

Tabla de gradaciones - ruta de Quillota

Número	Inclinación por milla			Elevación sobre el mar			Subiendo pies	Bajando pies
	Largo en millas	Subiendo pies	Bajando pies	Horizontal	Principio pies	Término pies		
83	1,04	26			1.598,0	1.625,0	27,0	
84	1,23	18			1.625,0	1.647,0	22,0	
85	1,14	25			1.647,0	1.675,0	28,0	
86	0,76	31			1.675,0	1.698,0	23,0	
87	0,76	47			1.698,0	1.734,0	36,0	9,5
88	0,91	53			1.734,0	1.782,0	48,0	1,5
89	0,14			Horizontal	1.782,0	1.782,0	7,0	10,0
90	0,55			10	1.782,0	1.776,5	19,0	
91				Horizontal	1.598,0	1.625,0	27,0	
					1.625,0	1.647,0	22,0	
					1.647,0	1.675,0	28,0	
	10,68				1.675,0	1.698,0	23,0	
	110 millas	línea	colocada		1.698,0	1.734,0	36,0	
					1.734,0	1.782,0	48,0	
					1.782,0	1.782,0		
					1.782,0	1.776,5		5,5
							3.054,1	1.290,6

Resumen

	Millas
Horizontal	10,73
5 pies y menos por milla	6,84
5 a 10 pies	5,19
10 a 20 pies	13,87
20 a 30 pies	12,51
30 a 40 pies	18,10
40 a 50 pies	16,13
50 a 60 pies	9,37
60 a 90 pies	6,67
119 pies	11,27
Largo de línea experimental	110,68
Deduciendo el exceso	0,68
Longitud de línea colocada	110 millas

ALINEACIÓN

Aunque la línea horizontal de un ferrocarril es menos importante que su proyección vertical con respecto a las cargas que puedan transportarse, sin embargo hay un límite en el grado de la curvatura que pueda adoptarse. Curvas rápidas son menos convenientes donde una gran velocidad es la principal consideración, no tanto por la resistencia absoluta que presentan, sino por el peligro de arrojar el tren fuera de la huella por el efecto de la fuerza centrífuga y por la imposibilidad en que se halla el conductor de extender la vista alrededor de los puntos salientes y de saber si el camino está libre de obstáculos.

En Inglaterra, por un estatuto del Parlamento se limitan los ferrocarriles a curvas de media milla de radio a no ser que se cuente con un permiso especial. Con todo eso muchos de los caminos de Gran Bretaña tienen curvas de radios considerablemente menores y algunas de ellas no llegan al mínimo de la ruta de Santiago. Los ferrocarriles alemanes tienen algunas veces curvas de 600 pies de radio.

En los ferrocarriles americanos no son raras las curvas de 700 pies de radio y hay líneas con más rápidas inflexiones. El camino de Baltimore y Ohio tiene todavía algunas curvas de 400 pies de radio y una de 318. Se construyó originalmente con muchas curvas de 400 pies de radio, pero según fueron aumentando los fondos de la compañía, se emplearon grandes sumas en reducir las curvas a un mínimo de 600 pies. Hace 20 años que se trafica por este camino y la experiencia ha manifestado la seguridad con que se andan esas curvas. Aun las de 400 pies de radio se corren con una velocidad de 15 millas por hora.

El radio mínimo de curvatura de la ruta de Santiago es de 700 pies. He dicho en otra parte que en unos pocos puntos se pueden hacer ahorros en el costo de construcciones, rebajando los radios a 650 o 600 pies. Si mediante esta alteración se lograra una reducción importante, no vacilaría en adoptarla.

Las curvas agudas de este camino ocurren en la línea litoral y en el paso de Tabón; en todas las otras partes son muy favorables las curvas.

Con relación a la línea litoral, que llega a cerca de 10 millas, puedo asegurar que las tres cuartas partes de toda esta distancia tienen un nivel perfecto y que la porción más considerable está situada sobre el declive de la serranía que baja al mar, donde el camino se compone generalmente de terraplenes y da al conductor la facultad de ver a alguna distancia delante de sí. En esta parte del camino no hay más que tres o cuatro curvas de 700 pies de radio.

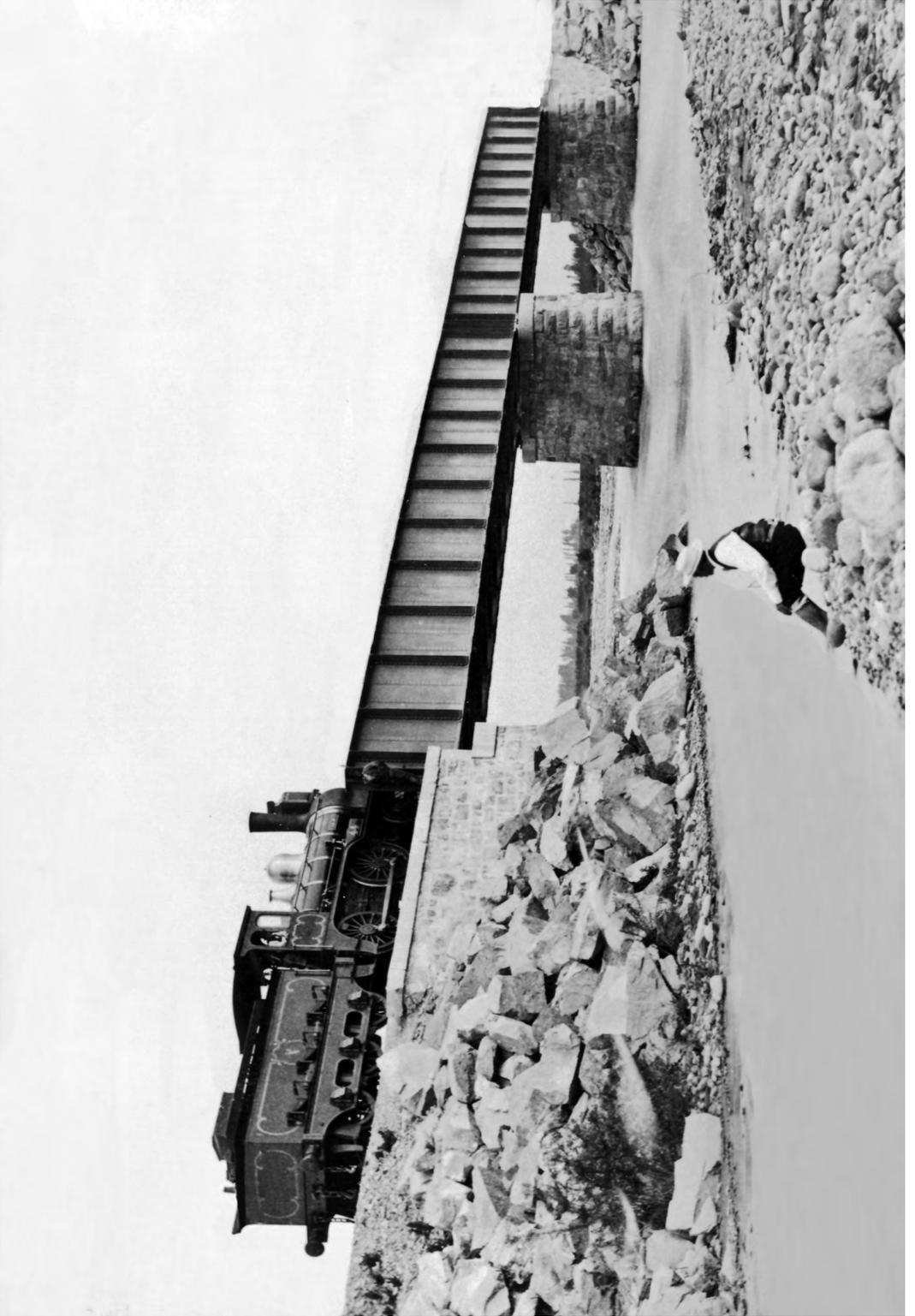
En el paso de Tabón, particularmente en las primeras seis millas, la línea tiene varias curvas de pequeños radios, pero debe tenerse en cuenta que se empleará en ellas un locomotor adicional. En cuanto al peligro de chocar con otros trenes puede decirse que el serpenteo de la línea por las laderas dará en muchos puntos al conductor del tren una vista clara del camino a bastante distancia para que pueda precaver semejante desastre, aun dado el caso en que éste fuese posible con el reglamento que ha de establecerse para el paso de los trenes en direcciones encontradas.

Con respecto a la proporción entre la línea recta y la curva, pocos caminos se presentan bajo más favorable punto de vista que el ferrocarril de Santiago. Termi-

naré esta parte de mi exposición con una tabla de las ventajas que tiene respecto a ello. Estas comparaciones, como las otras del presente informe, se hacen generalmente con ferrocarriles americanos, porque conozco personalmente las rutas de mi país y puedo citar documentos oficiales y porque en sus caracteres generales de topografía y tráfico, se parecen mucho más a la obra que se trata de emprender. Antes de terminar este informe tendré ocasión de hacer otras comparaciones: la siguiente relación bastará para explicar la materia.

*Relación condensada de la línea
del ferrocarril de Santiago*

Línea recta	80 millas
Línea curva	30 millas
Total	110 millas
Las más importantes líneas rectas son:	
1 de 14	millas
1 de 5	millas
3 de 3	millas cada una
6 de 2	millas
10 de 1	millas
Las restantes no alcanzan a una milla	
<i>Curvas</i>	<i>Longitud total en millas</i>
5 curvas de 700 pies de radio	0,88
6 curvas de 750 pies de radio	0,90
4 curvas de 800 pies de radio	0,72
Curvas de 800 pies a 1.000 pies de radio	3,15
Curvas de 1.000 pies a 2.000 pies de radio	10,62
Curvas de 2.000 pies a 5.000 pies de radio	7,63
Curvas de 5.000 pies a 10.000 pies de radio	6,8
Total general	29,98



*Tarifa que manifiesta las particularidades
de varios ferrocarriles*

<i>Camino</i>	<i>Países</i>	<i>Longitud</i>	<i>Línea recta</i>	<i>Línea curva</i>	<i>Tanto por ciento de línea curva</i>	<i>Radio mínimo de curvatura</i>	<i>Gradación máxima por milla</i>	<i>Costo total</i>	<i>Costo por milla</i>
Boston y Albany	EE.UU.	201	110	91	45	600	83	14.847.000	73.865
Boston y Maine	EE.UU.	74	50	24	32	1.050	47	4.022.000	54.351
Vermont y Massachusetts	EE.UU.	69	28	41	60	924	58	3.200.000	46.383
Hudson River	EE.UU.	144	84	58	41	1.000	15	10.000.000	69.444
Baltimore y Ohio	EE.UU.	390				600	116	16.000.000	41.025
Nueva York y Erie	EE.UU.	460				800	70	21.000.000	45.652
Ferrocarril de Santiago	Chile	100	80	30	27	700	719	7.150.000	65.000
Copiapó	Chile	50 ½	38 ½	12	24	1.432	63	1.200.000	23.762

La tabla precedente comprende unos pocos de los más importantes ferrocarriles de Estados Unidos y las líneas chilenas de Santiago y Copiapó. Las dos últimas obras presentan bajo un aspecto muy favorable la proporción de línea recta. En el ferrocarril de Boston y Albany se transportaron en el año 1850 274.000 toneladas de mercaderías y 435.000 pasajeros. En el ferrocarril del río Hudson corren trenes extraordinarios a un término medio de 30 millas por hora, incluyendo demoras y de 41 millas por hora de movimiento.

ANCHURA

Se han construido ferrocarriles de varias dimensiones. El ancho adoptado en el de Liverpool y Manchester fue de 4 pies 8½ pulgadas entre los carriles a imitación de los caminos carreteros que se habían usado hasta entonces y la mayor parte de las líneas, tanto en Inglaterra como en América, se han ajustado a esta regla, porque fue la primera que se estableció, más bien que porque tuviese alguna superioridad real.

Esta anchura de huella, sin embargo, ha dejado de usarse algunas veces en Gran Bretaña. En Escocia, hay un camino que tiene cinco y medio pies; el gran ferrocarril del oeste tiene siete pies y en Irlanda el ancho ordinario es de 5 pies 3 pulgadas.

La mayoría de los ferrocarriles continentales están reducidos a 4 pies 8½ pulgadas⁴, pero en América, aunque en la gran mayoría se ha observado la misma regla, se ha dado más anchura a muchos caminos, particularmente en los últimos años. El de Nueva York y Erie tiene 6 pies de ancho; todos los de Estados Unidos

⁴ El de San Petersburgo y Moscú tiene 5 pies.

meridionales 5; el Atlántico y San Lorenzo 5½ pies; y el Pacífico 5 pies 3 pulgadas.

Generalmente es bien sabido que hace pocos años se suscitó una viva controversia en Inglaterra entre los partidarios de mucha y poca anchura, con relación a la regla uniforme que debiera adoptarse. El Parlamento sometió la cuestión a una junta, que decidió a favor de los 4 pies 8 ½ pulgadas, fundándose principalmente en el hecho de existir 1.900 millas de ese ancho y sólo 270 millas de mayor anchura. El gran objetivo era asegurar la conveniente conexión de todos los caminos, que no podía verificarse habiendo interrupción en la anchura.

“La junta se expresa así: deseamos con todo guardarnos de que se suponga que para los objetos generales del país la dimensión de 4 pies 8½ pulgadas nos parezca, bajo todos los respectos, la más conveniente”.

El voluminoso testimonio de los ingenieros y maquinistas, recibido por la Junta, fue decididamente a favor de dimensiones mayores que las de 4 pies 8½ pulgadas, considerando el asunto en abstracto y sin relación a las líneas que ya existían.

La cuestión se reduce a saber cuál es la anchura conveniente en un país nuevo, en que el sistema comienza, o en una línea que por la naturaleza de las cosas no puede jamás estar en relación con otras.

Las ventajas que se alegan a favor de una anchura más grande son la mayor firmeza de los carros siendo más extensa su base, y su centro de gravedad más bajo, y más especialmente la potencia superior que puede darse a la máquina aumentando el ancho.

Las objeciones contra esta regla son el aumento de costo de todas las obras, como excavaciones, terraplenes, socavones, puentes, etc.; el aumento de peso de los ejes por su mayor longitud y la superior resistencia que encuentran las curvas.

Estas objeciones tendrían algún peso si se tratase de aumentar considerablemente las dimensiones, pero un aumento de 6 ó 7 pulgadas no produciría una diferencia apreciable bajo los puntos de vista precedentes, al paso que aumentaría la potencia de la máquina, y ensanchando los carros contribuiría a la comodidad de los pasajeros.

Todos los maquinistas ingleses convienen en que una corta anchura adicional les proporcionaría disponer de un modo más conveniente las varias partes de la máquina; mientras que el exceso de costo, si hay alguno, sería meramente nominal.

El parlamento británico, oído el informe de la antedicha Junta, estableció la regla de 5 pies 3 pulgadas para los ferrocarriles irlandeses.

El gran ferrocarril del Pacífico a que se ha dado inicio en Estados Unidos en San Luis, a la orilla izquierda del Mississippi, llevará 5 pies 3 pulgadas de ancho. Éste se mira como el principio de un gran ferrocarril que se extenderá con el tiempo hasta San Francisco por las Montañas Rocosas.

En virtud de todas estas circunstancias creo que la dimensión de 5 pies 3 pulgadas es la más conveniente para el ferrocarril de Santiago. El único argumento

que puede hacerse en contra es que el ferrocarril de Copiapó tiene 4 pies 8 ½ pulgadas de ancho y que la maquinaria y carros de un camino podrían en casos de necesidad llevarse por mar y emplearse en el otro. Ésta es una consideración que pesa poquísimamente contra las importantes ventajas de una mayor anchura. Si estos caminos fuesen susceptibles de relacionarse, podría pensarse de otro modo. Así, pues, la adopción de una medida de anchura para el ferrocarril de Santiago puede considerarse enteramente como una cuestión abstracta y exenta de las dificultades que han embarazado esta materia en otros países.



PRESUPUESTO DE COSTOS

1. CAMA DEL CAMINO

Ésta es la más grande e importante partida de la obra, ya que comprende cerca de dos tercios de su costo total. Incluye desmonte, excavaciones, terraplenes, socavones, albañilería de puentes, canalillos, cubiertas, murallas, compuertas de acequias, viaductos de toda clase y lastre o materia superficial: en pocas palabras todo lo que se necesita para la formación de un camino listo ya para recibir la vía permanente. Puede computarse así.

De Valparaíso a Concón en el valle de Quillota, incluyendo un túnel de 460 pies de largo; distancia 15½ millas	\$	1.094,700
De Concón a la ciudad de Quillota; 14¾ millas	\$	342,500
De Quillota al pie de la pendiente gradación de Tabón; 25 millas	\$	1.400,500
Del pie de esta gradación hasta la cima, comprendiendo toda la obra del paso de Tabón, incluidas dos socavones, uno de 650 pies y otro de 1.200 pies de largo y también varios puentes sobre el estero de Tabón; 11½ millas	\$	1.573,000
De la cima de Tabón a Til-Til, incluyendo un socavón de 400 pies y varios puentes sobre el estero de Lampa; 14 millas	\$	589,400
De Til-Til a la laguna de Batuco, comprendiendo la costosa obra de la cuesta de Batuco; 10½ millas	\$	206,800
De la laguna de Batuco a Santiago, comprendiendo el puente del Mapocho; 19¼ millas	\$	218.000
Total		4.424.900

2. HUELLA O VÍA PERMANENTE

Presupuesto de una milla

118 toneladas de carriles de hierro (75 libras por yarda lineal), a \$ 40	\$	4.720
600 asientos (<i>chairs</i>), de hierro del peso de 19 libras cada uno, 6.000 libras a 3 centavos.	\$	180
10.600 pernos, de 12 onzas de peso cada uno, 7.950 libras, 3 centavos.	\$	239
2.350 vigas atravesadas (<i>cross sleepers</i>), 60 centavos.	\$	1.410
Mano de obra	\$	800
Descargo y recibo de materiales en Valparaíso	\$	300
Acarreo de materiales por el ferrocarril, equivalente a un transporte de 270 toneladas: término medio de distancia 55 millas: a 2 centavos toneladas por milla: 1.10 centavos pesos por tonelada	\$	300
Por emparejar la huella, arreglo final del camino, umbrales longitudinales (<i>longitudinal sills</i>), en algunas partes desperdicios, pérdidas, gastos, imprevistos	\$	651
	\$	8.500
110 millas de huella a 8.500 pesos por milla		935.000
12 millas más por ladeos, salidas, etc, a 8.500\$		102.000
Varillas y planchas de cruzero incluyendo el trabajo de colocarlas		20.000
Total		1.057.000

Los carriles de hierro del presupuesto anterior se cargan a 40 pesos por tonelada, que es el costo de los entregados en Caldera para el ferrocarril de Copiapó, incluyendo gastos y cargos de toda clase. Según los precios corrientes que ahora hay en Inglaterra, es probable que pueden entregarse en Valparaíso por menos, pero considerando las fluctuaciones que pueden ocurrir en todo el período de la construcción de este camino, creo prudente agregar a la suma anterior 63.000 pesos; lo que hará subir el costo total de la huella a 1.120.000.

3. ESTACIONES

Las dos principales de Valparaíso y Santiago deben necesariamente ser espaciosas para que correspondan al gran tráfico del camino, pero todo lo que se requiere es que sean cómodas. Los edificios mismos deben ser de un estilo sencillo, pero sólidos. Del depósito de Santiago he hablado antes. Puede allí conseguirse bastante espacio en terreno apropiados y a moderados precios, y la estación se dispondrá del modo que parezca más conveniente después de elegido el terreno.

En Valparaíso se dio inicio al reconocimiento en el extremo inferior del Al-mendral. En algún paraje de la cercanía puede parecer conveniente colocar el almacén de máquinas, el de carros, las oficinas de trabajo, etc. Pero para la estación de pasajeros, entrega y descarga de efectos, sería deseable que se extendiese el camino a un punto más cómodo y central. Puede hacerse así y se ha dado lugar a el correspondiente monto en el presupuesto.

En Quillota y Llay Llay deben establecerse también las estaciones correspon-dientes; en algunos otros puntos serán necesarios depósitos menores.

Se requerirán aguadas en los principales puntos y a las competentes distancias intermedias. Puede conseguirse agua en un estado de mayor pureza y desde fuen-tes elevadas por todo el camino, de manera que no habrá necesidad de bombas en ningún paraje.

En este artículo se comprende también el necesario número de giratorios (*turn tables*).

Sin dividir ahora el costo entre los diferentes puntos podemos calcularlo en su totalidad, incluyendo el terreno para las estaciones, en \$350.000.

4. EQUIPOS

Tres máquinas para gradaciones pesadas a \$ 11.000	\$	33.000
12 máquinas para gradaciones pesadas a \$ 10.000	\$	120.000
5 máquinas para gradaciones pesadas a \$ 9.000	\$	45.000
Máquinas estacionarias y maquinaria para compostura		
20 carros de pasajeros primera clase a \$ 2.000	\$	40.000
30 de segunda clase y para equipajes a \$ 800	\$	24.000
37 carros de carga, término medio a \$ 600	\$	180.000
Partes extraordinarias y duplicadas para locomotores;	\$	180.000
ruedas; ejes y otras partes de repuesto para carros;		
carros para cascajo, espuertas, etcétera.	\$	30.000
Fletes, seguros, etcétera.	\$	40.000
Esto suministrará un equipo abundante, pero debe añá-	\$	40.000
dirse para mayor abundancia		13.000
	\$	
Total	\$	550.000

5. TERRENOS

La cantidad de terrenos cultivados, ocupados por el camino, no es grande. Estos terrenos son generalmente llanos y suaves; los terraplenes son bajos y, por consiguiente, angostos en su base. Se cree que en muchos casos se cederá gratuitamente el derecho de camino y esto puede esperarse con bastante confianza en las grandes propiedades, en consideración a los inmensos beneficios que recibirán del ferrocarril. Con todo, hay siempre en este particular gastos que no pueden

preverse y será preciso comprar algunas pequeñas posesiones. Se presume que para cubrirlo todo será más que suficiente una asignación de 150.000 pesos.

Presupuesto general

Cama del camino	\$ 4.425.000
Huella o vía permanente	\$ 1.120.000
Estaciones	\$ 350.000
Equipo	\$ 550.000
Terrenos	\$ 150.000
Defensas	\$ 60.000
Administración, dirección, ingenieros	\$ 400.000
Extensión del camino en Valparaíso	\$ 50.000
Muelle en Valparaíso, desde el cual se echa la carga en lanchas	\$ 40.000
	\$ 7.145.000
Dígase	\$ 7.150.000

En mis primeros informes y antes de hacerse planos o detallarse el presupuesto, dije que creía que podía construirse el camino por una suma que no pasase de 7.000.000 de pesos. En los informes de los comisionados se tomó esta suma como base de sus cálculos. El presupuesto detallado que precede se diferencia muy poco de esta base.

No puedo dejar de decir que al elaborar el presupuesto que ahora presento, al tiempo que he procurado evitar exageraciones, se han hecho los cómputos de las cantidades y se han fijado los precios de las varias partidas sobre una escala liberal. En una obra de tanta magnitud no puede menos de haber innumerables gastos contingentes e indirectos, a que la previsión más sagaz no puede prever aún en el más esmerado y minucioso presupuesto. Esto se refiere particularmente a la costosa partida de la cama o formación del camino, que constituye una parte tan considerable del total. Para remediar semejantes omisiones se acostumbra añadir un tanto por ciento; el que se ha fijado es liberal. Las otras partidas son de un carácter más sencillo y pueden computarse con mayor certidumbre. Se verá que se han hecho provisiones extraordinarias en todos los casos.

Es indudable que los presupuestos de ferrocarriles, hechos por ingenieros, han quedado muchas y aún más veces, bastante inferiores al costo efectivo; lo que no debe sorprender cuando se considera la novedad de la obra y el inmenso trabajo con que se han llevado a cabo muchas de estas empresas. No podían obtenerse conocimientos exactos sino a la luz de la experiencia; pero hoy en día hay mucho menos disculpa cuando el presupuesto es falaz. Más de veinte años de experiencia y más de 2.000 millones de pesos invertidos en ella, han dado lecciones instructivas.

De la presente obra puede decirse que, emprendida en un país en que acaba de introducirse el sistema de ferrocarriles y con el cual no está familiarizado el ingeniero, un presupuesto ofrece motivos particulares de duda. Reconozco la fuer-



za de esa opinión y si ésta fuese la primera obra de su especie que se me hubiere encargado en Chile, presentaría con menos confianza el presupuesto. Felizmente la construcción del ferrocarril de Copiapó ha dado a conocer el valor del trabajo en este país, lo suficiente para satisfacer en gran manera la objeción en cuestión. Aquella empresa llega ya a su conclusión: podemos ya fijar muy aproximadamente su costo final y tengo el gusto de decir que no pasará de lo que se calculó unos pocos meses después de iniciada la obra.

El ferrocarril de Copiapó atraviesa un país notablemente llano y el costo de la formación del camino ha sido consiguientemente de muy poca consideración, pero muchas de las varias partidas que entran en el costo total de un ferrocarril, han ocurrido allí y suministran una base segura para presupuestos de un trabajo semejante en Chile.

El trabajo ha sido mucho más costoso en el ferrocarril de Copiapó de lo que será en la ruta de Santiago. Allí pasa la línea por un desierto; aquí aparecen por uno y otro lado tierras cultivadas. En aquel país ha sido necesario procurar provisiones para los trabajadores y forrajes para los caballos a un costo considerable; aquí será fácil conseguirlos al mismo lado del ferrocarril.

Los que han construido ferrocarriles en otros países podrán apreciar las consideraciones que siguen y formarse alguna idea de la exactitud de mi presupuesto.

Es una raza hábil y robusta la de los peones de este país; lo que han hecho en el ferrocarril de Copiapó manifiesta que con una buena dirección pueden ejecutar una gran cantidad de trabajo manual diariamente. Mas para conseguirlo es necesario que se les dirija de un modo juicioso y que en cuanto sea posible se distribuya entre ellos el trabajo por tarea, según la costumbre del país. Esto no será siempre practicable en los trabajos heterogéneos de un ferrocarril, pero en algunas de las operaciones podrá llevarse a efecto.

El precio máximo del trabajo en la ruta de Santiago (incluyendo la subsistencia) puede computarse en tres y medio reales (44 centavos) al día. Esto es más que lo que ahora se paga aun en Valparaíso, pero considerando la gran demanda que habría de trabajadores en la construcción de este ferrocarril, conviene exagerar un poco este dato. El precio antedicho prevalecería en Valparaíso y sus cercanías, pero internándonos en el país se me asegura que con 2 y $\frac{1}{2}$ reales (31 centavos) se conseguirá un número más que suficiente. En las provincias del sur de Santiago el trabajo de las haciendas de campo se ejecuta a uno y medio reales por día.

Caballos y mulas (de que se necesitará en gran número en la construcción de este camino) pueden comprarse entre por 15 y 25 pesos por cabeza, y el forraje es comparativamente barato.

En la línea ocurre una considerable cantidad de excavaciones en roca. Afortunadamente el país suministra una clase de trabajadores idóneos para este servicio, particularmente en la provincia de Aconcagua, donde está la gran masa de este trabajo especial. Hay allí gran número de mineros que podrían emplearse con mucha utilidad en la construcción de este ferrocarril. El precio de semejante trabajo es más alto que el del ordinario, pero la remuneración que se paga por él es todavía moderadísima. A decir verdad, estos hombres no están acostumbrados a trabajar

del modo más apropiado para sacar de los tajos profundos de un ferrocarril los pedazos de roca, pero no hay duda que con la conveniente dirección tendrá muy buenos resultados su trabajo.

La labor mecánica es cara y todas las estructuras que la requieren costosas.

La suma de excavación que se ha previsto en el presupuesto es

900.000	yardas cúbicas de roca
3.000.000	yardas cúbicas de toda otra clase.

Hay cuatro socavones, a saber:

Nº 1	460	pies de largo
Nº 2	650	pies de largo
Nº 3	1.200	pies de largo
Nº 4	400	pies de largo

Total 2.710

Una de las partidas pesadas del camino es la de la obra de albañilería. Se ha previsto plenamente su costo.

El trabajo del camino puede clasificarse como sigue:

25	millas, pesadísimo
35	millas, mediano
50	millas, ligero

El ferrocarril del río Hudson, que es de 144 millas de largo y sale de la ciudad de Nueva York, es uno de los caminos más costosos de Estados Unidos. Acaba de completarse y probablemente no habrá costado menos de 10 millones de pesos. Se han empleado más de cinco años en construirlo. Por lo que he leído relativamente a esta empresa, puede dar algunas de sus más importantes partidas:

2.000.000	de yardas cúbicas de excavación en roca
7.000.000	de yardas cúbicas en tierra, etcétera
3.600	pies de socavones
50	millas de malecón

La mitad de la suma se ha construido para doble huella. La línea pasa por aldeas, terrenos cultivados y mejoras valiosas: las tierras solas han costado cerca de un millón de pesos. Se necesita un inmenso equipo de máquinas y carros. Mi presupuesto del ferrocarril de Santiago casi iguala al costo del río Hudson, tomando en consideración sus respectivas longitudes. Se verá, pues, que se ha previsto ampliamente el costo extraordinario que (a proporción) no puede menos de ocurrir en la construcción de un ferrocarril en Chile. Deben traerse de afuera instrumentos, herramientas, carros y máquinas y asimismo trabajadores mecánicos, directores e ingenieros, suficientes para el objeto.

He dicho todo esto para dar a conocer que no se ha hecho un presupuesto diminuto. Deseo con todo inculcar en el ánimo del gobierno que para ejecutar la obra sin salir de la suma propuesta, es necesaria una dirección prudente y juiciosa. No hay presupuesto que cubra desembolsos erróneos y desperdicios.

Esta materia se entiende bien en países en que se ha construido una gran extensión de ferrocarriles. En Inglaterra y en Estados Unidos, ejecutándose toda la obra por contrato, los propietarios pueden contar con una cantidad fija para el costo, y todo lo que fuese apartarse de este método se miraría como una extravagancia. No desconozco las muchas dificultades que se opondrían a la introducción de este sistema en Chile, por falta de personas versadas en semejantes obras, pero con todo puede adoptarse en gran parte y cuento con ello para la verificación del presupuesto que he presentado.

Me ha parecido conveniente extenderme algo en este importante ramo del asunto, ramo en verdad, el más importante de cuantos se tratan en estas páginas, pues aunque haya encontrado una ruta practicable y probado que sobre sus curvas y gradaciones pueden transportarse con seguridad y celeridad los pasajeros, con regularidad y economía las cargas, si no he logrado inspirar una razonable confianza en el cálculo del costo, mi tarea ha sido en vano.

Finalmente, presento este presupuesto con la firme y sincera creencia de que si se dirige la obra del modo competente, no será mayor el costo final y efectivo.

Debe, con todo, entenderse que el presupuesto no abraza los intereses por el capital invertido, durante la construcción. Lo que se pague por ello dependerá por supuesto del tanto por ciento y el tiempo. Observaré que tan pronto como se lleve el camino hasta Quillota (lo que podrá hacerse por dos millones más o menos) aunque sea hasta un punto más bajo del valle, se obtendrá una renta que no contribuirá poco a cubrir el gravamen de los intereses.

En estos países no se acostumbra (aunque a veces se hace) añadir al capital de la cuenta el interés. En una obra emprendida en todo o parte por el gobierno pudiera parecer propio hacerlo así y por eso me detengo ahora en esta explicación.

En el informe de la Comisión de Valparaíso se trató esta materia plenamente y con bastante acierto. Si suponemos que la construcción durará cinco años y los desembolsos se dividen igualmente entre ellos (lo cual aunque no enteramente exacto servirá para una aproximación), la cuenta a intereses simples y al 8%, será como sigue:

	<i>Capital</i>	<i>Interés</i>
1° año	\$ 1.400.000	\$ 112.000
2° año	\$ 2.800.000	\$ 224.000
3° año	\$ 4.200.000	\$ 336.000
4° año	\$ 5.600.000	\$ 448.000
5° año	\$ 7.150.000	\$ 572.000
		\$ 1.692.000

No es demasiado suponer que el camino rendirá durante este tiempo y antes de su apertura final una utilidad líquida de medio millón de pesos, esto dejaría un cargo, por intereses de 1.290.000, que añadidos al costo de la obra harían subir el capital de 7.150.000 pesos a 8.350.000 o dígase ocho millones y medio.

TIEMPO QUE SE NECESITA
PARA CONCLUIR EL CAMINO

En el cómputo que acaba de hacerse se ha fijado un quinquenio como el tiempo necesario para la conclusión de la obra. Aun con abundantes recursos, éste es probablemente el período más corto que deba utilizarse atendiendo a la economía, y es más probable que la obra se haga en más tiempo que en menos. Importa, sin duda acelerar la obra y abrir la línea lo más pronto posible, para realizar una renta como porque, comenzada una vez la obra, todos naturalmente estarán ansiosos de ver realizados los grandes beneficios que de ella se esperan. Sin embargo, la economía y prudencia no menos que las dificultades físicas, imponen a la velocidad del progreso ciertos límites que no convendría desatender ni sería posible superar. En la perforación de una montaña por un túnel o en tajos profundos particularmente en roca y donde el material que se saca debe depositarse en terraplenes contiguos, no puede emplearse con la debida economía sino cierto número de trabajadores y no más, pasando de este número, aumenta considerablemente el costo. Ésta ha sido la causa de haberse consumido en muchas obras algo más de lo que requerían y si se ha ganado tiempo ha sido a costa de desembolsos dispendiosos y extravagantes.

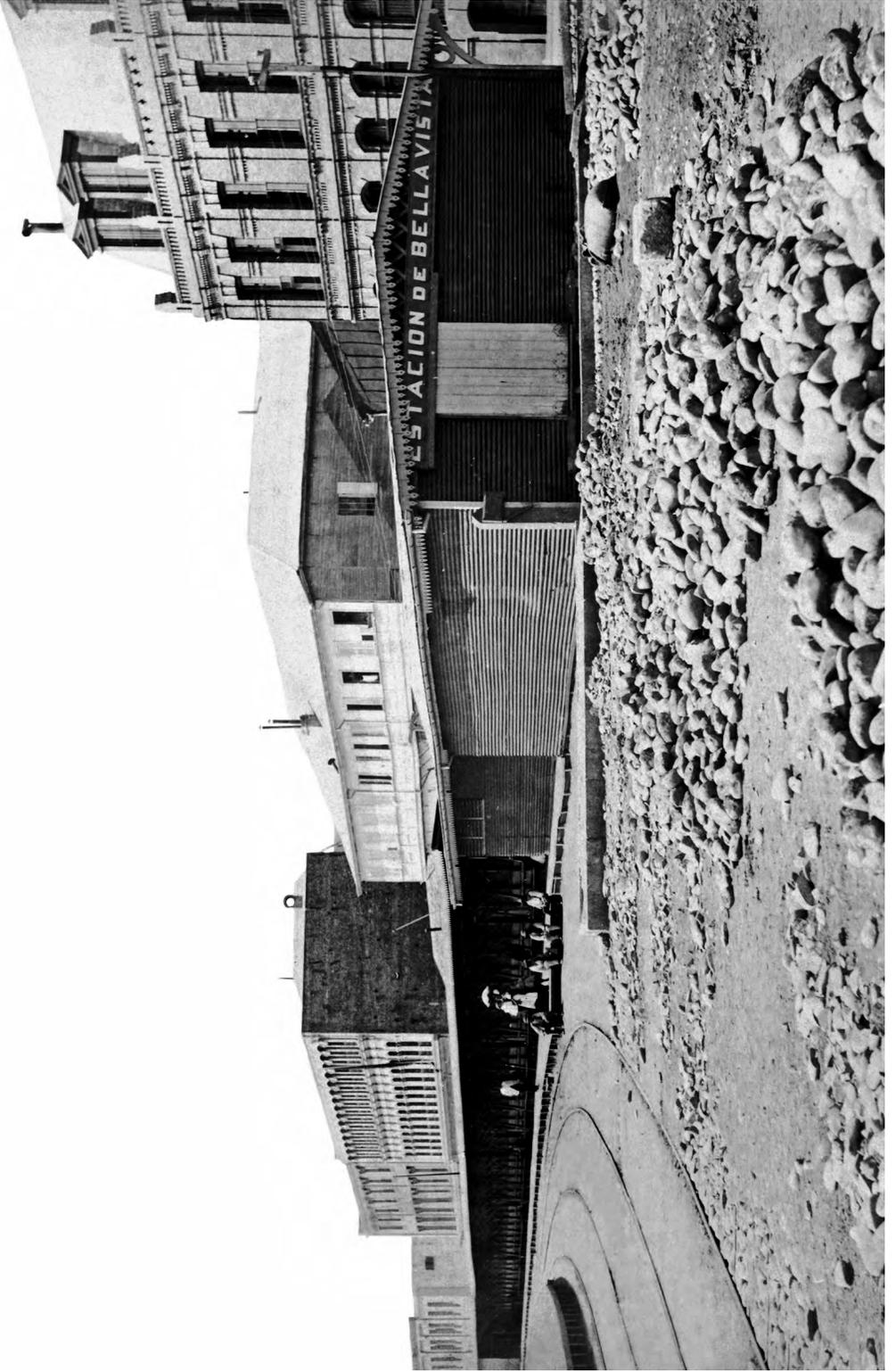
El pesado trabajo del paso del Tabón y del valle de Lampa cerca de Til-Til, influirá mucho en el tiempo que se necesite para terminar el camino. Como los socavones son cortos, no ocasionarán detención. El más largo (1.200 pies) podría probablemente concluirse en dos años o dos años y medio sin el auxilio de tiros perpendiculares. Lo de Tabón exigirá probablemente tres años. Para abrir el camino lo más pronto posible será necesario comenzar esta porción simultáneamente con las de las cercanías de Valparaíso.

Si hay a la mano recursos suficientes para emprender todo el camino a la vez, no puede haber duda de la conveniencia de este plan. Si no hay seguridad en este particular, será materia de consideración el modo de distribuir los desembolsos y si no convendría que toda la suma disponible se apropiase a la extremidad de Valparaíso para conseguir de este modo algún retorno sobre el capital que se expendiese. En un informe que se presentó en junio se hicieron sobre esta materia algunas reflexiones que no es necesario repetir.

Un número inmenso (como de 3.000 o 4.000 hombres), deberá emplearse a veces para dejar abierto este camino aún en 5 años. Después de preparada la cama, debe extenderse la huella desde el océano y transportarse los materiales de hierro y madera por el ferrocarril mismo.

Se hacen estas indicaciones para manifestar que si el camino puede abrirse en 5 años desde la época en que se inicie, puede decirse que, bien considerado todo, se habrá hecho bastante.

En esta materia, como en la del costo, es prudente fijar la vista en los hechos y proceder con un conocimiento cabal de las circunstancias.



TRÁFICO DEL CAMINO

PRODUCTO Y GASTOS

Averigüemos primeramente el tráfico actual. En el año 1850 la suma de carga de entrada y salida de Valparaíso por los caminos de Santiago y Quillota y sujeta al derecho de peaje, fue como sigue:

Camino de Santiago	930.000	qq.
De Quillota	870.000	qq.
	1.800.000	qq.

O sea, 90.000 toneladas de a 2.000 libras cada una.

Además de esta suma, hay muchos artículos que no pagan peaje y no se incluyen en las anteriores partidas.

Entre Santiago y Valparaíso el término medio de lo que se carga por transporte en todo el año es de aproximadamente cuatro reales (50 centavos) por quintal o \$10 por tonelada.

En el mismo año pasaron por el camino de Santiago 3.815 birlochos, en que se calcula que se transportaron 6.600 personas.

No se tuvo noticia de los birlochos del camino de Quillota porque no pagan nada.

El número de carros cargados que salieron y entraron en Valparaíso por el camino de Santiago fue 16.691 y por el camino de Quillota 3.520. En este último, la gran masa de la carga es transportada por mulas⁵. Estos carros conducen también personas que se considerarían como pasajeros de segunda clase de un ferrocarril. La suma de los transportados así no puedo decir cual sea, pero al que haya observado un poco debe haberle impresionado el gran número de los que van y vienen en carros. Si suponemos que cada carro lleve como término medio una y media personas, el número total sería 25.000 por año en el camino de Santiago y 5.000

⁵ En 1850 el transporte a y de Valparaíso se ejecutó como sigue:

Camino de Santiago 16.691 carros cargados; 49.708 mulas con cargas

Camino de Quillota 3.520, 200.606

en el de Quillota. Pero por uno y otro camino pasan carros que sólo llevan familias (sin carga alguna) y no pagan peaje, por lo cual no se enumeran en la lista anterior; el número de personas de esta clase que viajan a caballo es también grande. Para evitar cualquier exageración, será lo más seguro decir que andan ahora anualmente 25.000 pasajeros de segunda clase por el camino de Santiago y 15.000 por el de Quillota. Esta breve exposición manifiesta el tráfico actual entre las ciudades de Valparaíso y Santiago y una parte del tráfico del camino de Quillota. Pero hay muchas partidas de carga y viaje que no están incluidas.

- 1° Los efectos que no pagan peaje.
- 2° Los viajeros a caballo entre las dos ciudades.
- 3° Los viajeros en birlocho y a caballo por el camino de Quillota: el número de estos últimos es, sin duda, considerable.
- 4° El tráfico accesorio entre Santiago y San Felipe y otras partes de la provincia de Aconcagua y entre todos los puntos intermedios de Santiago y Valparaíso por la ruta de Quillota.

En el presente camino la distancia de Santiago a San Felipe se estima en 25 leguas o cerca de 70 millas inglesas. Este camino pasa por la cuesta de Chacabuco y también sobre otra serranía importante cerca de Colina, donde es muy pendiente. Por el ferrocarril de que se trata la distancia entre estas ciudades será como de 75 millas; 55 por ferrocarril y lo demás por el camino ordinario. No puede pues dudarse que todo el tráfico pasaría por el ferrocarril.

Con las precedentes indicaciones y los datos que ellas suministran, se forma la siguiente apreciación del tráfico actual.

Tráfico de cargas

46.000 toneladas por el camino de Santiago a 4 reales por quintal: \$10 por tonelada	\$	460.000
44.000 toneladas por el camino de Quillota, a promedio $2\frac{1}{2}$ reales por quintal: \$ $6\frac{1}{4}$ tonelada	\$	275.000
Total	\$	735.000

Pasajeros

6.600 que actualmente son transportados en birlochos: camino de Santiago		
3.400 que van en birlochos por el camino de Quillota o viajan a caballo por ambos caminos		
10.000 total de pasajeros, a \$17 cada uno	\$	170.000
25.000 pasajeros de segunda por el camino de Santiago a \$3	\$	75.000
15.000 pasajeros de segunda clase por el camino de Quillota a $1\frac{1}{2}$	\$	25.500
Total	\$	267.500

Carga	\$	735.000
Pasajeros	\$	267.000
Tráfico de carga entre Santiago y Aconcagua y todo el tráfico accesorio actual	\$	1.052.500
Deduciendo por el tráfico de Casablanca, etc., que no se hagan por el ferrocarril, digamos	\$	52.500
Total	\$	1.000.000

Esta suma representa el tráfico actual, que en gran parte consta de auténticos e irrefragables documentos; la pequeña partida que se supone se cree que es inferior a la verdadera. No se ha hecho deducción alguna por la porción que pasa por el camino de Santiago entre Valparaíso y Melipilla, y que todavía podrá continuar por el mismo camino. Pero esta partida sería indudablemente más que contrapesada por los artículos omitidos que ahora no pagan peaje y por la carga que al presente se envía a Santiago. Todos los que sean versados en la materia admitirán probablemente que la suma anterior es una apreciación moderada del tráfico que representa.

Lo que se carga por pasajero no representa más que el mero transporte; no los gastos de mantención, etc., en el camino.

Una partida importante de pasajeros, no incluidos en la apreciación precedente, es la de personas que hacen cortas excursiones desde Valparaíso a caballo. Las sumas que diariamente se gastan de este modo deben ser considerables. Si los caminos de las cercanías fuesen a propósito para carruajes, estas excursiones de paseo serían sin duda muchas más y habiendo un ferrocarril, aumentarían inmensamente.

Con los datos suministrados por el tráfico actual del territorio que consideramos, podemos ya emprender la apreciación de lo que sería, construido el ferrocarril.

La incontestable tendencia de los ferrocarriles es a multiplicar el tráfico y los viajes, y a multiplicarlos en una razón que en todas partes ha dejado muy atrás la más lisonjera expectativa. Al paso que los presupuestos del costo de estas obras han quedado generalmente bastante inferiores a lo que se ha gastado en ellas, las apreciaciones del tráfico no han llegado nunca a la realidad, ni de lejos.

En Gran Bretaña y en Europa, donde ya existían canales y caminos públicos de la más alta perfección, ha sido inmenso el incremento del tráfico y más que todo el de los viajes, después de introducidos los ferrocarriles.

En Estados Unidos han sido aún más maravillosos los efectos de estos caminos. En aquel país tan extenso (y comparativamente nuevo), los caminos públicos eran de un carácter inferior y debía esperarse que las facilidades ofrecidas por los ferrocarriles aumentarían el número de viajeros aun en mayor proporción que en Inglaterra, y así ha sido en efecto. En muchos distritos donde para los viajes diarios había sido antes suficiente un sólo coche que llevaba 10 pasajeros, luego que se construyó un ferrocarril se hizo necesario un tren de carros para acomodarlos. Nada ciertamente exageramos al afirmar que los viajes han aumentado veinte veces más.

Sería interesante exhibir este aumento consultando fuentes oficiales, pero no habiéndose llevado cuenta del tráfico anterior o comunicándose al público, no me corresponde hacerlo. Sólo presentaré dos o tres ejemplos que demuestran el rápido incremento del tráfico después de haberse abierto y estado por algún tiempo en ejecución las obras de que se trata.

La primera de comunicación interna que destacaré, es la del gran canal de Erie en el estado de Nueva York. Aunque de diferente carácter que un ferrocarril, servirá para manifestar la influencia de los transportes baratos.

Filadelfia, capital de estado contiguo, era en otro tiempo el gran emporio y la ciudad más populosa de la Unión. Nueva York, cuyo territorio había sido favorecido por la naturaleza con el abajamiento de la gran sierra que divide el Atlántico del Mississippi, construyó hace muchos años el canal de Erie, que comunicó las aguas del lago Erie con el río Hudson. Los efectos mágicos de esta obra se vieron al instante en el rápido incremento de la ciudad de Nueva York, que dejó muy atrás a su vecino y ha conservado su posición hasta hoy, que figura entre las primeras ciudades del mundo tanto en su población como en su importancia comercial.

Este canal es indudablemente la obra más grande de navegación interior que jamás construyó el hombre, ya se atienda a su longitud y dimensiones, ya a su comercio y a la magnificencia de su construcción. Originalmente no costó más que \$ 7.000.000, pero la rápida acumulación del tráfico hizo necesario ensancharlo y en esto se han desembolsado posteriormente 30.000.000 de pesos más.

La tabla que sigue, copiada de un informe reciente, representa su tráfico y su incremento.

La primera columna da el importe de las contribuciones que se han pagado por el uso de este canal en cada quinquenio; la segunda el incremento; la tercera el número de toneladas que van al río Hudson en cada quinquenio; la cuarta su incremento.

	<i>Contribución por quinquenio pesos</i>	<i>Su incremento pesos</i>	<i>Tonelaje por quinquenio toneladas</i>	<i>Su incremento toneladas</i>
De 1826 a 1830	3.832.463			
De 1831 a 1835	6.023.127	2.190.664		
De 1836 a 1840	7.022.829	999.702	2.079.466	
De 1841 a 1845	9.814.418	2.791.589	3.416.420	1.336.954
De 1846 a 1850	14.675.964	4.861.546	6.564.258	3.147.838

Se han hecho rebajas en las contribuciones en 1834, 1844 y 1849, iguales a un 50 por ciento sobre las de 1826 y, sin embargo, la renta total ha aumentado en 24 años 333 por ciento, comparando las de 1850 con las de 1826; que es un término medio de 13 por ciento para cada año.

Esta tabla manifiesta solamente las contribuciones que se cargan por el Estado en razón del privilegio de navegar el canal. En 1850 estas contribuciones pasaron



de tres millones de pesos, los que añadidos al flete producen una suma total de siete millones de pesos pagados en un año en razón del transporte por este canal.

La tabla siguiente mostrará el regular y rápido incremento del tonelaje en el canal año por año.

<i>Años</i>	<i>Internación de toneladas</i>	<i>Extracción de toneladas</i>	<i>Total de toneladas</i>
1836	133.796	696.347	830.143
1837	122.130	611.781	733.911
1838	142.808	640.481	783.289
1839	142.035	602.128	744.163
1840	129.580	669.012	798.592
1841	162.715	774.344	937.059
1842	123.294	666.676	789.970
1843	143.595	836.861	980.456
1844	176.737	1.109.094	1.196.831
1845	195.000	1.294.543	1.399.943
1846	213.815	1.362.319	1.575.134
1847	388.267	1.744.283	2.032.550
1848	329.557	1.447.905	1.776.452
1849	315.550	1.579.946	1.895.496
1850	418.370	2.033.863	2.452.233

El valor del comercio o de los artículos transportados por este canal es casi igual a todas las interacciones extranjeras en Estados Unidos, y excede al total de las exportaciones. Los artículos más importantes acarreados sobre sus aguas, son trigo y harina. En 1849, el tonelaje de estos artículos solos llegó a cuatro y medio millones de barriles de harina con nueve millones de quintales.

Es digno de observarse que antes de la construcción de esta obra importante, las producciones del país se conducían al mercado de un modo semejante al que ahora se usa tan frecuentemente en este país, es decir, por carros. Si hubiere continuado este método, no es difícil imaginar que en el comercio interior de aquel territorio se hubiera obtenido un progreso comparativamente pequeño aun hasta el día. Se ha construido también un ferrocarril paralelo al canal, desde el Hudson hasta el lago Erie.

El mérito de la construcción del canal de Erie pertenece principalmente al inmortal Clinton, gobernador entonces del estado de Nueva York y tan asombrosos resultados se consideran justamente debidos a su energía y talento.

La tabla que sigue demuestra el tráfico que por una serie de años ha ocurrido en tres ferrocarriles de Estados Unidos, que he mencionado anteriormente, son a saber: el ferrocarril occidental de Massachussets (parte de la línea que sale de Boston hacia el Oeste); el ferrocarril de Baltimore y Ohio y el ferrocarril de Georgia. Recuérdesse que los dos primeros tienen gradaciones muy pendientes y curvas rápidas.

Año	Ferrocarril occidental			Ferrocarril de Baltimore y Ohio			Ferrocarril de Georgia		
	Total entrada	Total gastos	% de gastos a entradas	Total entrada	Gastos	% de gastos a entradas	Total entrada	Gastos	% de gastos a entradas
	pesos	pesos		pesos	pesos		pesos	pesos	
1842	512.688	266.619	52	426.492	216.715	51			
1843	573.882	303.937	53	575.235	295.833	51			
1844	753.752	314.074	42	658.649	311.633	47			
1845	813.480	370.621	45	738.603	363.841	49	315.342	136.204	40
1846	878.417	412.679	47	881.687	454.840	51	409.935	157.902	43
1847	1.325.336	676.689	51	1.101.937	590.829	54	477.053	175.553	37
1848	1.332.068	652.357	49	1.213.664	662.106	54	582.015	195.788	34
1849	1.343.810	588.322	44	1.241.205	644.634	52	626.807	228.282	36
1850	1.369.513	607.594	45	1.343.805	609.589	45	728.923	302.437	41
	8.902.946	4.192.883	47	8.181.247	4.150.020	50½	3.140.075	1.196.166	38

Estos caminos se abrieron en parte mucho antes de 1842 y, por tanto, ponen de manifiesto todo el inmenso incremento de tráfico que se efectúa de golpe cuando se sustituyen estas obras por los caminos ordinarios; existen además líneas paralelas y rivales cerca de las que se han citado, dividiendo con ellas el tráfico y obligándolas a recurrir a una tarifa mínima de precios y con todo eso es notable el uniforme y constante incremento, debido en parte, sin duda, al natural adelantamiento de aquel país, pero con más especialidad a los medios empleados para desarrollarlo.

Veamos ahora qué pudiera esperarse de un ferrocarril entre Valparaíso y Santiago.

Los caminos de Santiago y Quillota se han arrendado por el gobierno a las siguientes rentas anuales.

Año	Renta
1830	\$ 23.725
1835	\$ 18.110
1840	\$ 21.050
1845	\$ 39.325
1851	\$ 58.000

No sé por qué razón en los primeros de estos años las sumas fueron tan pequeñas y el incremento ninguno; probablemente una gran razón fue la miserable condición del camino de Quillota en aquel tiempo. Pero es evidente que desde 1840 se ha verificado un aumento considerable de tráfico en estos caminos. En este período ha estado en paz la república; el comercio, la agricultura y las artes han prosperado. En los últimos años el establecimiento de California y la costa del Pa-

cífico han abierto nuevos y extensos mercados a sus producciones y esta demanda ha de crecer en una proporción más grande que la que generalmente se cree.

Si miramos la renta de los caminos como una verdadera representación del tráfico, hallamos que en 1845 casi se duplicó; que de 1845 a 1851 el incremento fue de 41% y que el total incremento en once años ha sido 175% o 16% al año.

Hemos visto que el tráfico total de entrada y salida de Valparaíso por los caminos asciende a 90.000 toneladas, fuera de muchos artículos que no pagan peaje. Hasta qué punto subirá por medio de un ferrocarril, debe ser materia de opinión en gran parte. No sólo parece razonable sino moderada la suposición de que el incremento será aquí tan grande como en otros países donde antes había buenos caminos y canales. Una extensión inmensa de ricos y fértiles terrenos está situada en el interior a demasiada distancia del mercado para que los presentes caminos les ofrezcan todo el estímulo necesario. No se puede negar que algunos de estos caminos están bien contruidos, pero pasan por varias serranías de inmensa altura y frecuentemente se hacen intransitables en invierno. Otros, como el que conduce de Aconcagua a Quillota, no son más que sendas para mulas y con dificultad pueden servir para carruajes o carros. Cuando el camino está en su mejor estado, una carreta consume en ida y vuelta quince días y cerca del doble de tiempo en el invierno. ¿Qué duda puede haber sobre los extraordinarios resultados que produciría la repentina transición de un estado de cosas como éste a un modo de conducción tan barato, rápido, cierto y seguro, como el de un ferrocarril? Una rebaja de costo de 50 a 30 centavos por quintal, fuera de otros varios ahorros consiguientes, multiplicaría en una vasta proporción los productos agrícolas del país.

Las producciones minerales tendrían incremento, como los minerales transportados a Valparaíso para su fundición o el carbón que se lleva a los distritos mineros para este objetivo.

Todo el fértil valle de Aconcagua y Quillota, que ahora comparativamente carece de mercado, se abriría y daría salida a sus riquezas. Todos los que han viajado por este valle, que han examinado sus recursos y observado el gran tráfico aun en los actuales caminos, no pueden dejar de formarse una idea muy favorable del que se desenvolvería bajo la influencia de un ferrocarril.

Si se construye la línea principal a Santiago, vendrá el día en que se extenderá una rama lateral hasta San Felipe. Este camino no tendrá arriba de 22 a 23 millas de largo; se construirá enteramente en el valle y, en general, sobre terreno muy suave; podrá llevarse a cabo por menos de un millón de pesos.

Además, la extensión definitiva del camino de Santiago hacia el Sur, por lo menos hasta el río Maipo, atraería indudablemente una porción considerable de los efectos que ahora se llevan a San Antonio. Ya se ha dicho que esta prolongación se puede efectuar a un costo moderadísimo, que ciertamente no pasaría de 400.000 pesos. Aunque se necesite algún tiempo para llevar a cabo estas rutas colaterales, su apertura será una consecuencia infalible de la realización del tronco principal y contribuirá en gran manera al incremento de sus entradas. El del comercio con la República Argentina obrará también de un modo importante en el mismo sentido.

La provisión diaria de leche, hortalizas, aves de corral, carnes y todos los artículos de huerta y lechería, formarían una partida importante.

Pero el transporte de pasajeros es donde estará el incremento de más bulto. Actualmente, considerando la magnitud y población de las dos ciudades, es pequeño. Lo que ahora cuesta, los gastos del camino y el tiempo que se consume, lo limitan. A qué número hayan de llegar los pasajeros de un ferrocarril que los lleve en cinco horas y por cinco o seis pesos, es una cuestión en que habrá diferencia de opiniones, pero todos convendrán en que el aumento será inmenso.

Se trata de dos de las más importantes ciudades de este continente: Valparaíso, el gran emporio del mar del Sur con 45.000 a 50.000 habitantes y Santiago, capital de la república, con una población de 80.000 almas. Sobre la ruta están situadas Quillota y San Felipe, ciudades de 10.000 habitantes cada una, fuera de otros establecimientos menores. Toda la población contigua y adyacente a esta ruta y directamente interesada en su tráfico, se puede computar en 350.000 almas.

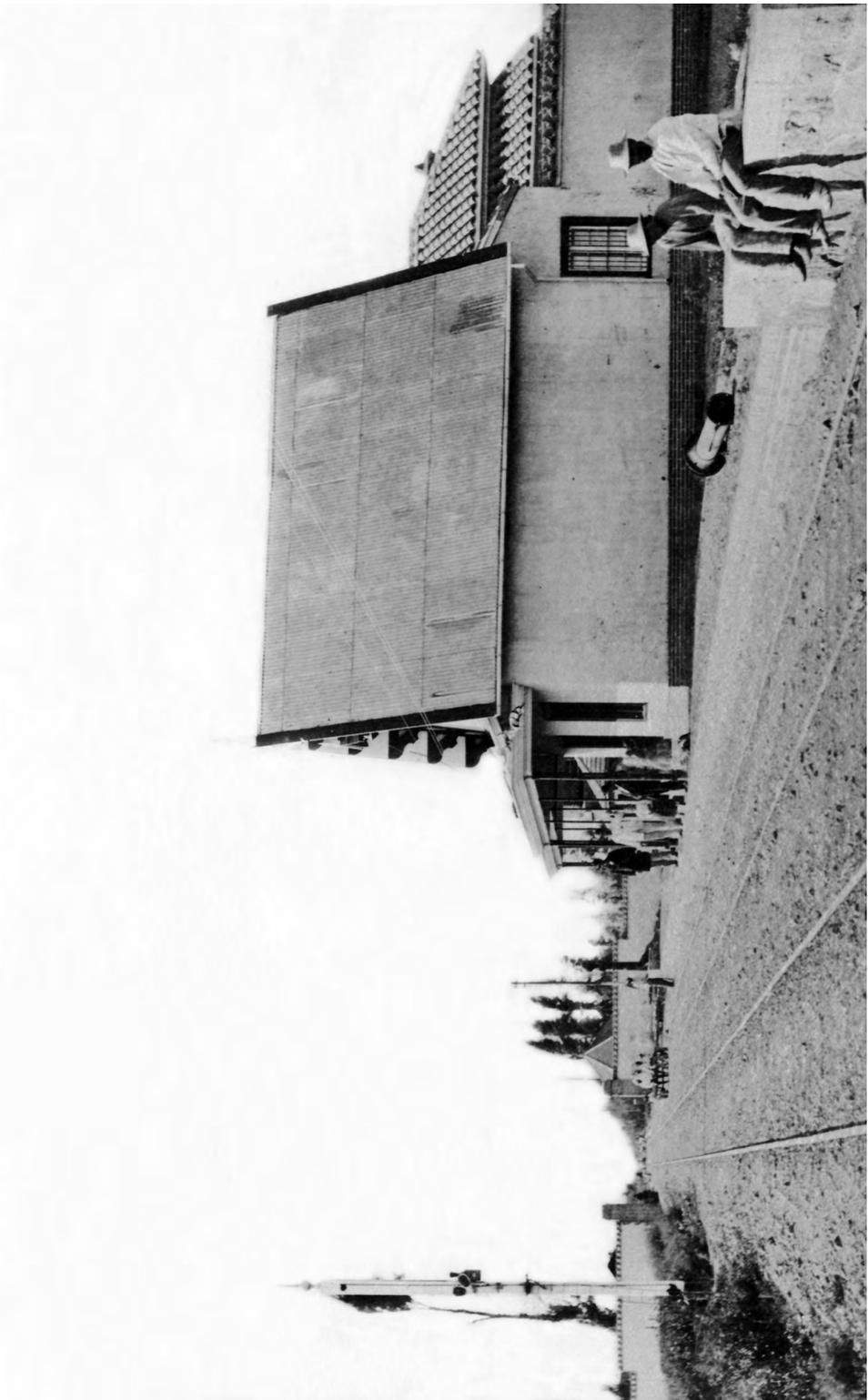
Valparaíso es una estación naval de gran importancia y en la bahía hay generalmente algunos buques de guerra. Es frecuentemente la escala de las embarcaciones que van y vienen de San Francisco y el importante depósito de los vapores británicos. De todo ello no puede menos que resultar un gran movimiento de pasajeros.

Los viajes de recreo entre Valparaíso y Quillota formarán indudablemente una partida considerable, como también los viajes diarios de los que tengan residencia en el campo y negocios en la ciudad. En las grandes poblaciones de Inglaterra y de Estados Unidos esto suministra una gran entrada a los ferrocarriles que parten de ellas. Viajes cortos de paseo contribuirían también a las entradas y las que dejasen los pasajeros en días festivos, compondrían una suma no despreciable.

El número de pasajeros transportado por el ferrocarril de Baltimore y Ohio fue en 1840, 65.000; en 1845, 99.000 y en 1850, 181.000. Esto manifiesta un incremento constante y rápido.

Una consideración importantísima relativa al ferrocarril de Santiago y a su éxito, si llega a construirse, es que tendrá la posesión exclusiva del tráfico, sin rival y sin competencia. En Inglaterra y América sucede a menudo que hay varias rutas entre unos mismos puntos y se disputan el comercio y los viajes, obligando a los propietarios a establecer bajísimas tarifas y a llevar los trenes con velocidades que no les hacen ninguna cuenta. No se entienda que recomiendo precios exorbitantes; semejante práctica arredraría a los traficantes, pero hay un límite justo y conveniente que produciría las mayores entradas con el menor desembolso posible y no sería difícil establecer una tarifa de esta especie para este camino, considerado abstractamente y sin tener que tomar en cuenta los precios de líneas competidoras.

No se ha creído necesario decir más sobre esta materia. El hecho incontrovertible de hacerse actualmente un expendio anual de un millón de pesos en el tráfico de la ruta de que se trata y el infalible incremento que se seguiría a la construcción de un ferrocarril, no podrán menos que inspirar un grado más que ordinario de confianza en el venturoso éxito de la empresa.



PRESUPUESTO DEL TRÁFICO DEL FERROCARRIL

Flete

80.000 toneladas que van de un extremo a otro a 30 centavos por quintal o \$6 por tonelada	\$ 480.000
80.000 toneladas a y de los valles de Quillota y Aconcagua a un término medio de 20 centavos por quintal o \$ 4 por tonelada	\$ 320.000
Flete accesorio entre Santiago, Colina, Polpaico, Aconcagua y entre todas las estaciones intermedias, digamos	\$ 50.000
	\$ 850.000

Pasajeros

50.000 pasajeros de primera clase por todo el camino a \$6	\$ 300.000
50.000 pasajeros de segunda clase por todo el camino a \$2	\$ 100.000
30.000 pasajeros de primera clase entre Valparaíso y los valles de Quillota y Aconcagua a \$2	\$ 60.000
30.000 pasajeros de segunda clase entre los mismos puntos a \$1	\$ 30.000
Todos los viajes accesorios entre Santiago, Colina, Aconcagua, etc. y entre las estaciones intermedias del camino, digamos	\$ 60.000
	\$ 550.000

Flete	850.000
Pasajeros	550.000
	\$ 1.400.000

Ésta es la suma que se concibe se realizaría después de estar completamente abierto el ferrocarril y en regular ejercicio. Si este presupuesto no se aparta de la verdad, queda fuera de toda duda el valor de esta gran obra, sólo considerada con respecto a la remuneración del capital que se invierta en su construcción.

Al presente, el tráfico actual por esta ruta asciende a un millón de pesos; el presupuesto no reclama a favor del ferrocarril sino 400.000 o 40% más.

Al presente, el número de pasajeros y viajeros de todas las clases y para todas las distancias, según antes se dijo, es de alrededor de 50.000; el ferrocarril reclama solamente 160.000 como tres veces otro tanto.

El tonelaje al presente es de cerca de 100.000, sólo se reclaman para el ferrocarril 160.000 o poco más de un 50% de aumento.

Lo más probable es que el tráfico excederá al presupuesto y que se rebajarán los precios de transporte y pasaje, pero me ha parecido mejor ceñirme a límites moderados y seguros.

Para manifestar la extensión a que han llegado los viajes por ferrocarril en Estados Unidos puedo decir, apoyado en los informes oficiales de las varias com-

pañías de los estados de Nueva York y Massachussets por el año 1850, que en el primero de estos estados abraza una línea de 1.300 millas, el número de pasajeros de todas las clases, para largas y cortas distancias, subió a 5 millones y que en el segundo, sobre una extensión de 1.000 millas de camino, el número total ascendió a 9 millones.

GASTOS

El anterior presupuesto del tráfico manifiesta la entrada total; vamos a investigar el costo de transporte. No me propongo recargar esta investigación con menudencias, sino establecer por analogía una proporción a tanto por ciento sobre la entrada total, que baste para cubrir los gastos.

Esta proporción dependerá de muchas circunstancias en los diferentes ferrocarriles; como el carácter del camino mismo, su forma de construcción, sus gradaciones y curvas, los salarios de los empleados, el costo de la dirección, el precio del combustible y de todos los artículos de consumo diario y, por último, de la magnitud del tráfico. El clima de un país influye mucho en la materia de refacciones, pero de lo que principalmente dependerá esta proporción o tanto por ciento es de la tarifa de los precios que se carguen. Tomando, por ejemplo, dos líneas en diferentes países, en las cuales la magnitud del tráfico, los salarios y todos los gastos sean iguales, pero en que la tarifa de los precios esté en la proporción de 1 a 2, es evidente que la razón de los gastos a las entradas será muy diferente; en un caso 50%, en el otro no más que 25%.

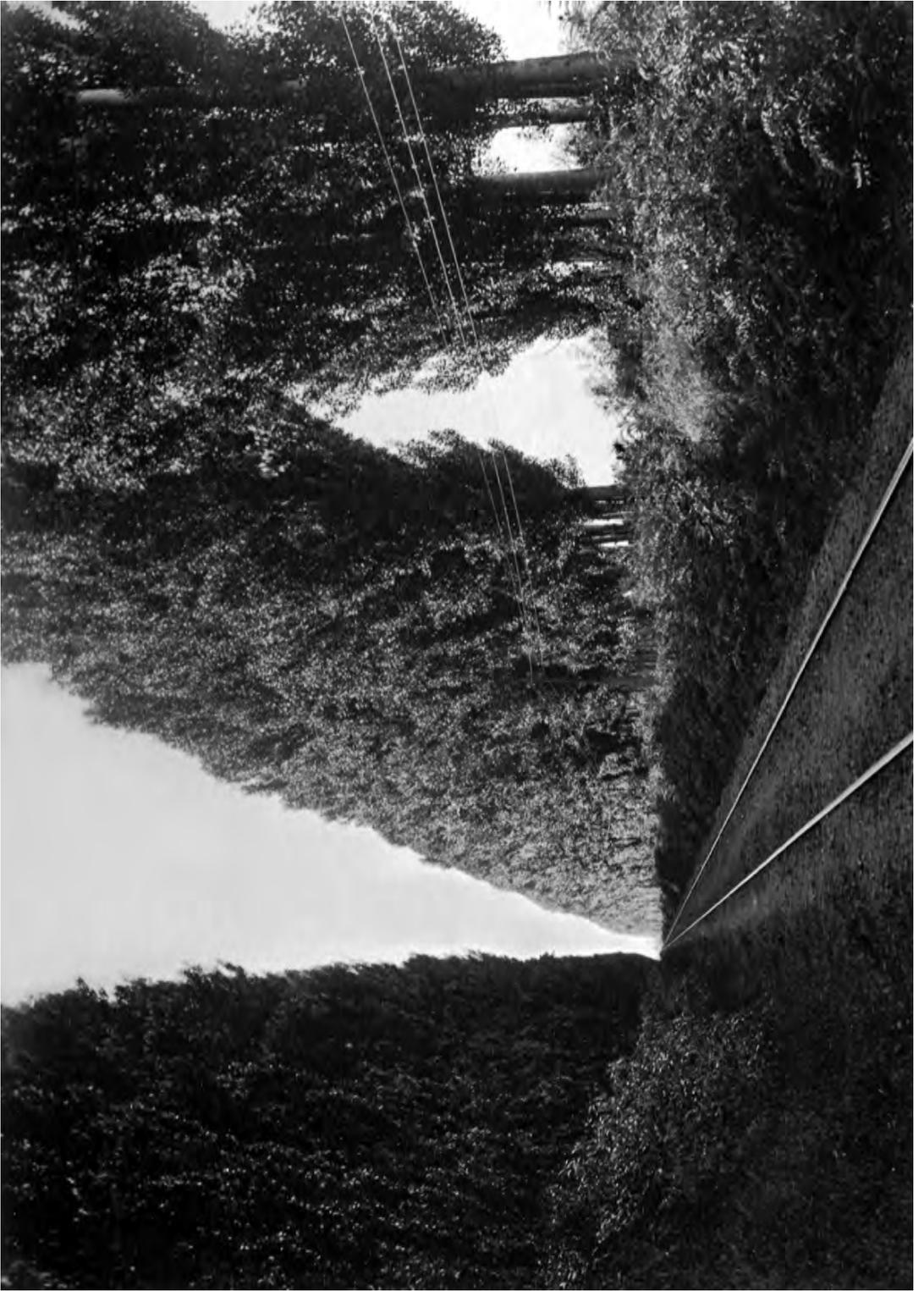
En la tabla que muestra las entradas y gastos de tres importantes líneas de Estados Unidos se ha puesto en evidencia la razón de los gastos de las entradas por una serie de años. Para ilustrar esta materia más completamente se ha construido la siguiente tabla, que también manifiesta el costo de varios ferrocarriles y el costo de los trenes por milla corrida.

<i>Ferrocarriles</i>		<i>Año</i>	<i>Largo</i>	<i>Costo total</i>	<i>Costo por milla</i>	<i>Entrada total al año</i>	<i>Gastos</i>	<i>Entrada líquida</i>	<i>Razón de gastos a entrada</i>	<i>Num. de millas corridas por los trenes</i>	<i>Costo por cada milla corrida</i>
			<i>Millas</i>	<i>Pesos</i>	<i>Pesos</i>	<i>Pesos</i>	<i>Pesos</i>	<i>Pesos</i>		<i>Millas</i>	<i>Centavos</i>
Ferrocarriles del estado de Nueva York, Estados Unidos	1850	1.300	63.165.000	48.600	3.677.000	2.471.000	3.206.000	44	3.244.000	44	76
Ferrocarriles del estado de Massachussets, Estados Unidos	1850	960	51.237.000	53.400	6.912.000	3.494.000	3.418.000	50	4.131.000	50	85
Ferrocarril occidental de Massachussets: ruta de Boston	1850	156	9.964.000	64.000	1.370.000	608.000	762.000	44	710.000	44	86
Ferrocarril de Baltimore y Ohio, Estados Unidos	1850	186	1.096.000	54.300	1.343.800	609.600	734.200	45	1.110.000	45	55
Ferrocarril de Georgia, Estados Unidos	1850	213	3.552.000	16.800	626.800	228.300	398.500	36	337.000	36	68
Todos los ferrocarriles de Gran Bretaña e Irlanda	1851	6.620									
Todos los ferrocarriles de Estados Unidos en actividad	1851	10.300									
Ferrocarriles de Gran Bretaña e Irlanda en actividad	1849	5.000	1.000.000.000	200.000	-	-	-	-	40		
Ferrocarriles franceses en actividad	1848	1.722	229.000.000	153.000	-	-	-	-	63		
Ferrocarriles belgas en actividad	1847	457	40.000.000	89.000	-	-	-	-	53		
Ferrocarriles alemanes en actividad	1848	4.542	294.600.000	65.000	-	-	-	-	48		
Ferrocarriles ingleses	1844								44		

} Lairdner

Tabla de las ganancias y gastos de pasaje y flete en varios ferrocarriles

Ferrocarril	Tráfico de pasajeros						Flete			Autoridad	
	Pasaje por milla						Tanto por ciento de costo por milla	Flete de tonelada por milla	Costo de tonelada por milla		Tanto por ciento de costo al flete
	Año	Centavos	Centavos	Centavos	Centavos	Centavos					
		Termino medio									
		1 ^a clase 2 ^a clase 3 ^a clase									
Gran Bretaña e Irlanda	1849	4,75	3,24	2,00	3,08	-	-	3,33	-	-	Lairdner
Francia	1849	3,06	2,38	1,62	2,06	-	-	-	-	-	Lairdner
Alemania	1849	3,24	2,26	1,58	1,86	-	-	5,00	-	-	Lairdner
Bélgica	1849	2,42	1,80	1,18	1,60	-	-	2,67	-	-	Lairdner
Estados Unidos	1849	2,75	1,50	-	2,25	-	-	3,50	-	-	Lairdner
Varios ferrocarriles en Nueva York	1849	2,50	1,50	-	2,25	0,95	42	4,00	1,70	42	Informes oficiales
Varios ferrocarriles en Massachussets	1849	2,75	1,50	-	2,30	1,39	60	4,00	1,53	38	Informes oficiales
Ferrocarril occidental - camino de Boston	1849	2,80	-	-	2,77	1,35	49	3,02	1,55	51	Informes oficiales
Ferrocarril de Baltimore y Ohio	1849	-	-	-	3,01	1,15	38	3,11	1,64	52	Informes oficiales
Ferrocarril de Georgia	1849	-	-	-	3,99	1,91	48	5,17	1,59	31	Informes oficiales
Ferrocarril de Santiago	1849	5,50	2,00	-	3,75	1,63	43	5,50	2,22	41	Tarifa en que se ha fundado el presupuesto del tráfico



Esta tabla demuestra la tarifa de precios para tráfico de carga y pasajeros establecida en los más importantes ferrocarriles, y los precios que se han fijado al tráfico del camino de Santiago y que creo se considerarán moderados.

En la primera tabla aparece que la razón de gastos o entradas es menor en los ferrocarriles ingleses que en los de otros países de Europa y algunas veces menor que en los caminos americanos. Esto se explica satisfactoriamente por la segunda tabla, en que se ve que el término medio de precios de pasajeros por milla es mucho más alto que los franceses en un 50%; que los alemanes 70%; que los belgas 100% y que los americanos 33%.

Analizaremos ahora el costo de transporte dividiéndolo en los varios elementos de que se compone y compararemos el costo de cada partida y del agregado en el camino de Santiago, con otros ferrocarriles.

El costo puede distribuirse en las siguientes partidas:

- 1º Poder motor.
- 2º Gastos de carros
- 3º Conservación del camino y obras
- 4º Gastos generales

Y éstas se subdividen como va a verse.

Para ilustrar esta materia claramente me remitiré a los datos oficiales del Superintendente del ferrocarril de Baltimore y Ohio, línea tantas veces mencionada y que por sus particularidades de gradaciones y curvas se asemeja tanto a la que se proyecta. Se llevan cuentas exactas de los varios gastos en sus respectivas clases y las del año 1849 son como sigue.

Tabla que demuestra el costo actual de la conducción de pasajeros y mercaderías en el ferrocarril de Baltimore y Ohio durante el año 1849 y presupuesto del costo en el ferrocarril de Santiago

<i>Gastos de conducción</i>	<i>Ferrocarril de Baltimore y Ohio</i>		<i>Aumento o disminución de lo precedente para conformarlo a las circunstancias del ferrocarril de Santiago</i>	<i>Ferrocarril de Santiago</i>	
	<i>Pasajero por milla</i>	<i>Tonelada por milla</i>		<i>Pasajero por milla</i>	<i>Tonelada por milla</i>
<i>1° poder motor</i>	<i>centavos</i>	<i>centavos</i>		<i>centavos</i>	<i>centavos</i>
Compostura de locomotores	0,074	0,185	Aumento de 75%	0,129	0,324
Combustible	0,195	0,162	Aumento de 150%	0,487	0,405
Aceite	0,015	0,038	Lo mismo	0,015	0,038
Algodón	0,001	0,002	Aumento de 50%	0,002	0,003
Salario de los que trabajan en máquinas y fuego	0,056	0,157	Aumento de 50%	0,084	0,236
Total	0,341	0,544	Aumento de 95%	0,717	1,006
<i>2° Gastos de los carros</i>					
Compostura de carros	0,154	0,192	Aumento de 50%	0,231	0,288
Aceite y sebo	0,015	0,024	Lo mismo	0,015	0,024
Salario de conductores y trabajadores	0,060	0,060	Aumento de 50%	0,090	0,090
Total	0,229	0,276	Aumento de 46%	0,336	0,402
<i>3° Conservación del camino y obras</i>					
Compostura de carriles	0,332	0,470	Disminución de 33%	0,221	0,313
Compostura de puentes	0,063	0,089	Lo mismo	0,063	0,089
Compostura de estaciones	0,036	0,051	Aumento de 100%	0,072	0,101
Vigilancia de puentes	0,016	0,022	Disminución de 50%	0,008	0,011
Bombeo de agua	0,008	0,011	Disminución de 100%	0,000	0,000
Total	0,455	0,643	Disminución de 20%	0,364	0,514
<i>4° Gastos generales</i>					
Agentes y empleados	0,026	0,043	Aumento de 100%	0,052	0,086
Trabajo de acarreo	0,020	0,035	Lo mismo	0,020	0,035
Perdido por incendio	0,012	0,020	Lo mismo	0,012	0,020
Sueldos, arriendo de oficina, gastos, legales, seguros, etcétera.	0,029	0,050	Aumento de 100%	0,058	0,100
Maquinaria estacionaria y talleres	0,018	0,015	Aumento de 100%	0,036	0,030
Varios	0,019	0,016	Aumento de 100%	0,038	0,032
Total	0,124	0,179	Aumento de 71%	0,216	0,303
Gran total	1,149	1,642	Aumento de 38%	1,633	2,225

En la tabla precedente se han establecido las partidas para el costo de la conducción del ferrocarril de Santiago, aumentándolas o disminuyéndolas según las circunstancias del país. No pretendo asegurar que serán exactas en la práctica, pues el costo de ellas dependerá del mayor o menor tráfico y una tabla semejante sólo podría formarse sabiendo el número exacto de millas que viaja cada pasajero, el número de toneladas que se acarrean y la distancia a que son conducidas. Sin embargo, servirá para demostrar comparativamente el costo de la conducción en este país y reducido a pasajeros y toneladas por milla, puede considerarse como una aproximación a la verdad, tomándose en cuenta el tráfico, la localidad, la condición y la naturaleza de las dos obras que se comparan.

Las dos mayores partidas del gasto anual son el poder motor y la conservación del camino. Se verá que el primero ha sido aumentado en un 95% y el segundo se ha disminuido un 25%. La subdivisión más importante del poder motor es el combustible; éste ha sido aumentado un 150% (2½ veces más), a fin de cubrir el costo del carbón en este país. Las otras subdivisiones han sido generalmente aumentadas un 50%, porque la mayor parte del trabajo es mecánico. Los conductores de las máquinas tendrán doble sueldo en este país, pero los demás trabajadores en este departamento lo tendrán menor.

El ferrocarril de Baltimore y Ohio fue el ensayo que de estas obras se hizo en Norteamérica, habiéndose empezado al mismo tiempo en que se abrió el ferrocarril de Manchester y Liverpool. Muchas de sus máquinas son antiguas y de un tamaño inferior. Aquí tendríamos la ventaja de surtir el camino, desde el principio, con máquinas de primera clase y todas las mejoras del día; y esto aligeraría el mayor costo de las composturas. El considerable aumento en el costo anual del poder motor, también se debe en gran parte a las máquinas auxiliares que se necesitan en la gradación de Tabón.

Bajo el epígrafe de "Conservación del camino y obras", la subdivisión principal es "Compostura de los carriles" que sube a las tres cuartas partes del total. Esto se ha disminuido un 33% al conformarlo con las circunstancias del ferrocarril de Santiago. Puede ser que las razones para esta reducción no se comprendan generalmente y, por lo tanto, es conveniente dar algunas explicaciones.

Como el ferrocarril de Baltimore y Ohio fue uno de los primeros que se construyó en Estados Unidos, sus carriles eran por supuesto imperfectos, la obra de hierro ligera y defectuoso el lastre del camino. El aumento en el tráfico y las pesadas máquinas que se introdujeron, necesitaron nuevos carriles y muchos otros gastos.

Las composturas anuales y renovación de la huella han formado una importante partida. En 1849 (fecha de la tabla precedente) ella sola pasó de 172.000 pesos, o sea, 920 pesos por milla. En Estados Unidos, el término medio anual no excede la cantidad de 500 pesos por milla. En el ferrocarril occidental el año 1850, el costo de las composturas del camino fue de 650 pesos por milla; incluyendo la suma de 39.000, o sea 250 por milla, en carriles nuevos de más peso que los antiguos. En el ferrocarril de Georgia, el costo de las composturas fue como sigue:

1848	\$315 por milla
1849	\$310 por milla
1850	\$327 por milla
1851	\$488 por milla
Término medio	\$380

En este último año es probable que se haya hecho algún gasto necesario extraordinario y por esta razón la suma señalada excede tanto a las otras y, sin embargo, el término medio es de sólo \$380 por milla y cubre todos los demás gastos en composturas de puentes, estaciones, etc. Deduciendo un quinto por éstas tenemos \$ 300 por milla, como término medio del costo anual de la compostura de la huella.

Ferrocarril occidental	\$650 al año por milla
Ferrocarril de Baltimore y Ohio	\$920 al año por milla
Ferrocarril de Georgia	\$300 al año por milla

Este último camino se asemeja más al de Santiago, por estar situado en un clima más cálido. En los otros dos se hacen grandes gastos en primavera, acomodando la huella y reparando los daños ocasionados por el rigor de un invierno septentrional.

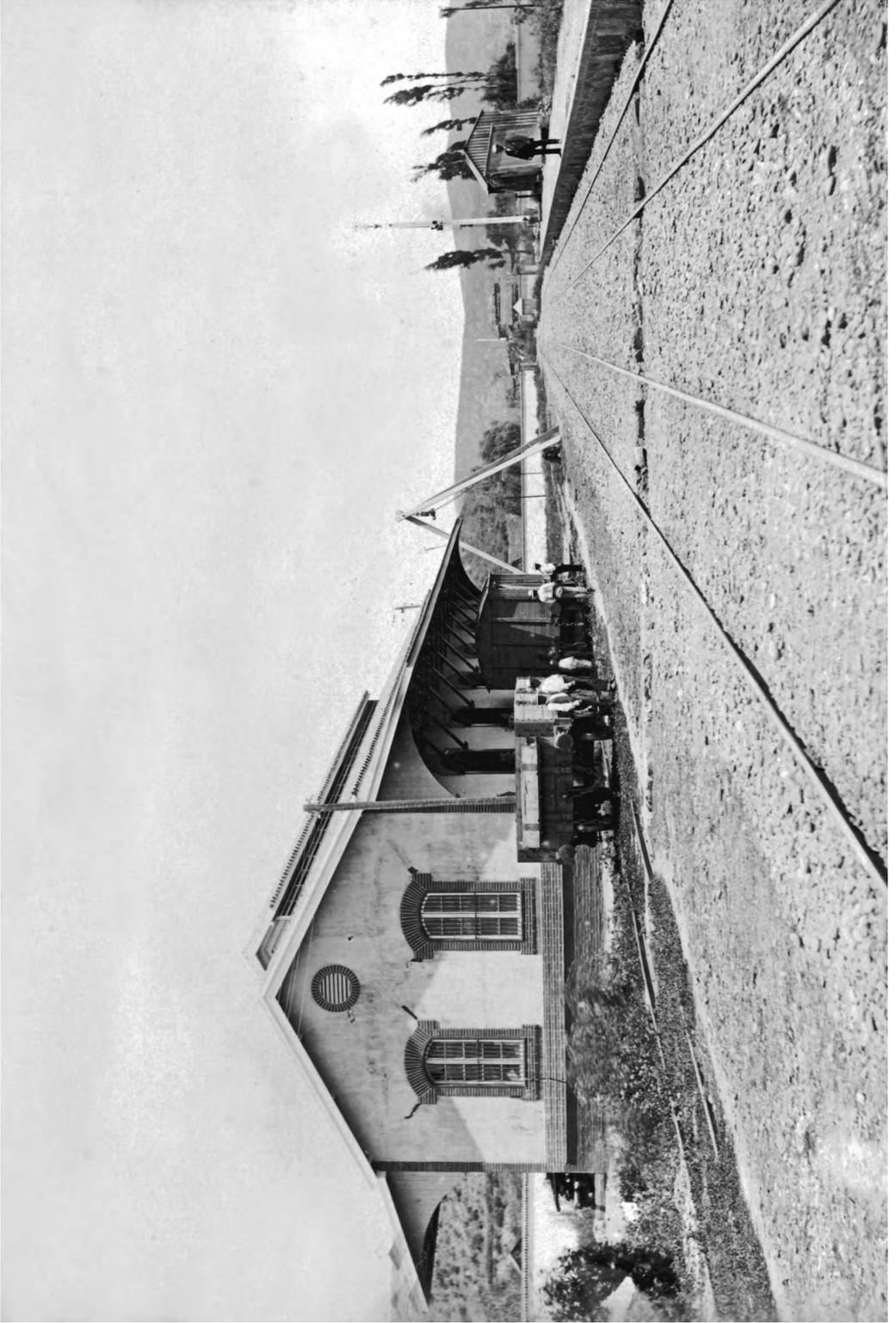
La mayor parte de estas composturas se hacen por medio de peones bajo la dirección de algunos capataces; los salarios de éstos serán más altos en Chile que en Estados Unidos, pero el de aquéllos será mucho menor.

Además, este camino se construirá desde el principio con carriles de 75 libras por yarda lineal y no sería necesario renovarlos en muchos años. Las vigas necesitan renovarse cada 10 a 12 años y cuestan más aquí que en Estados Unidos. Creo que puedo decir con seguridad, que las composturas del camino no pasarán de \$450 por milla. Según esto, debería haberse reducido la partida un 50 en vez de 33% y, por lo tanto, el presupuesto puede mirarse como muy seguro.

Las composturas de los carros, los salarios de los conductores y el costo general de la dirección serán más caros aquí que en Estados Unidos. Estas partidas se han aumentado en una proporción que creo bastará para cubrirlas.

Se ha discutido extensamente esta materia, porque es evidente que influye mucho en las utilidades líquidas que dejará el camino. Todos admitirán que, en un país donde acaban de introducirse los ferrocarriles y donde se ignora su régimen, su dirección, el costo de manejar el transporte será mayor que en otras naciones que ya han adquirido experiencia en ello, pero el aumento o la diferencia en los gastos no pueden menos de ser modificados por las circunstancias peculiares de cada país.

Por ejemplo, a nadie se ocultará que un ferrocarril que atravesase el istmo de Panamá, donde por más de medio año el país está inundado por las lluvias, donde el clima es malsano y enervador, donde, a lo menos durante algún tiempo, los salarios de los empleados serán exorbitantes, el costo del transporte ha de ser mucho



mayor que en Europa o Estados Unidos. Pero a pesar de esto, las desventajas serán más que compensadas por los precios que se puedan cargar en el transporte de pasajeros y mercaderías.

Chile posee un clima extremadamente salubre, está libre de los daños de las heladas y nevadas y en su propio territorio halla trabajadores por jornales muy bajos. En los distritos que median entre Santiago y Valparaíso, la estación de las lluvias es de corta duración. En un camino nuevo, éstas ocasionarán algunos perjuicios, desmoronando los declives y obligando a mantener limpias y desembarazadas las zanjas, pero aun así, sería superior a muchas de las líneas con que se le ha comparado.

Podría suponerse que los frecuentes temblores desmejoraran el camino y aumentaran el costo de las refacciones. Es imposible averiguar el efecto que causarían, pero me inclino a creer que acrecentarían en una cantidad insignificante los gastos del ferrocarril. Hablo de temblores como los que han ocurrido en esta parte del territorio. Se han sentido algunos fuertes sacudimientos después que se colocaron los carriles en el camino de Copiapó y no han afectado en manera alguna su línea ni su nivel. Algunos han supuesto que un temblor violento pudiera arrojar el tren fuera de los carriles, pero habiéndome encontrado yo en el camino de Santiago, transportado por un birlocho que corría con suma velocidad durante el memorable terremoto de abril último, no vacilo en asegurar que semejante desgracia es del todo improbable, aun con un sacudimiento como ése, que se ha creído igual en fuerza a cualquiera de los que han ocurrido antes en este país. La línea alrededor de la costa, puede sufrir perjuicios considerables en caso de un terremoto acompañado de venida del mar, pero la posibilidad de este desastre es tan remota, que no se debe contar entre los gastos anuales de composturas. Los edificios pueden recibir más o menos daño y, por esta razón, deben construirse de manera que se prevea ese peligro. De todos modos, esta partida es comparativamente pequeña y el presupuesto la ha provisto con liberalidad.

La cuestión importante es la proporción del total de los gastos al total de las entradas. Según los datos que ofrecen los cálculos precedentes, obtenemos el siguiente resultado: que el ferrocarril de Santiago gastará anualmente un 42 por ciento de sus entradas, fijando sumas liberales por las circunstancias del país y estableciendo una tarifa de precios que es probable, sea generalmente aceptada.

Esta proporción es muy semejante a la que se halla prácticamente en los ferrocarriles de Inglaterra y Estados Unidos y, aunque no se supone que la conducción de pasajeros y mercaderías por milla sea tan barata aquí como allá, la tarifa más elevada que puede establecerse conserva la proporción. Tal vez sucederá que precios más moderados aumenten las entradas, sin que por eso se aumenten proporcionalmente los gastos. Un ferrocarril necesita cierto equipo de carros, etc. y cierto número de empleados y de trabajadores para mantenerlo en actividad; mas aunque aumentando el guarismo de pasajeros y de carga, se aumentarían también algunas partidas del costo, hay muchas otras que no serían sensiblemente afectadas por él. Si por esta medida los carros se mantuviesen siempre llenos, se verían lo más conveniente adoptarla. Sobre todo, debe recordarse, que se sufre

un desembolso inmenso en el primer costo del camino, el cual no se ve afectado sensiblemente por el incremento del tráfico, aunque en algunos puntos, tales como el deterioro de las obras de hierro y las composturas del camino, se aumentaría ligeramente el gasto anual. A pesar, pues, que la proporción de los gastos de conducción aumentase considerablemente con la reducción de la tarifa, las entradas líquidas serían siempre más abundantes.

Si suponemos que las entradas anuales de un ferrocarril sean \$1.000.000 y sus gastos ascendiesen a 40%, la ganancia líquida será de \$600.000. Supongamos ahora que reduciendo la tarifa asciendan las entradas a \$1.500.000 y los gastos aumenten un 50%; en tal caso las entradas líquidas serían \$750.000.

La cuestión de la tarifa es de gran importancia y requiere de un manejo diestro y del más sagaz discernimiento. Prescindiendo de su influjo en los retornos del capital invertido, una tarifa baja da expansión al comercio de un país, desarrolla sus recursos, promueve el bienestar y la felicidad de sus habitantes y por medio de una comunicación frecuente y continua, estrecha los vínculos que los unen.

La proporción de 42% se funda en comparaciones con otras obras existentes y en resultados prácticos. La tabla que demuestra el costo de conducción en el ferrocarril de Baltimore y Ohio, se refiere al tráfico que ocurrió en el año 1849, antes que la línea hubiese llegado a la serranía. En la parte que se hallaba entonces en actividad, hay gradaciones de 80 pies por milla y curvas de 400 pies de radio. Las altas gradaciones de 116 pies por milla se han adoptado hace poco, y las máquinas auxiliares que requieren, aumentarán algún tanto el costo de la potencia motriz por pasajero y tonelada. En esta partida se ha hecho un aumento proporcional para las gradaciones pesadas del camino de Santiago. Se ha manifestado anteriormente que en el total de los gastos de un camino, ésta será una mera fracción. Vemos caminos con gradaciones de 80 pies por milla, que se mantienen en actividad todo el año, causando la misma cuota de gastos que otras con declives mucho menores.

Sin embargo, para proveer ampliamente a este objeto, para las contingencias imprevistas y para la creación de fondos destinados a renovar las partes perecedoras de la obra y amortizar una parte del capital, computaremos los gastos en un 50% de las entradas.

Total de las entradas anuales	\$ 1.400.000
Total de los gastos (50%)	\$ 700.000
Entradas líquidas	\$ 700.000

o cerca de 10% sobre los \$7.150.000 que costará la construcción del camino y 8¼% sobre los \$8.500.000 que, incluyendo los intereses corridos durante el tiempo empleado en la obra, pueden considerarse como último límite del capital invertido.

No me propongo averiguar cuáles serían las entradas del camino después de cinco o diez años de actividad; los que están familiarizados con el país y sus habitantes pueden inferir de los datos que suministro, la apreciación del aumento futuro que les parezca garantizada por las circunstancias.

PLANOS

Con el presente informe acompaño los siguientes:

- 1° Mapa del camino de Melipilla en un solo pliego;
- 2° Perfil o sección longitudinal del camino de Melipilla en cinco pliegos o partes;
- 3° Mapa del camino de Quillota, en seis pliegos o partes;
- 4° Perfil o sección longitudinal del camino de Quillota en cinco pliegos o partes;
- 5° Perfil del reconocimiento desde Santiago hasta el río Maipo; todos los cuales están debidamente marcados y numerados.

Estos planos se han construido sobre una escala horizontal uniforme de 1/4.800, o sea, de 400 pies ingleses por pulgada o 13,5 pulgadas por milla inglesa.

Las secciones están construidas sobre la misma escala *horizontal* que los mapas, pero la *vertical* ha sido extendida a 30 pies por pulgada, o 13 veces y $\frac{1}{3}$ más que la horizontal. Este aumento, al paso que es necesario para representar con claridad los tajos y rellenos, desfigura la superficie haciendo que las desigualdades parezcan 13 veces y $\frac{1}{3}$ más grandes que lo que son en realidad.

Para facilitar la inteligencia de este asunto, las secciones de la costa y el paso de Tabón contienen también perfiles dibujados en escala *natural*, en que la vertical es igual a la horizontal, o sea, de 400 pies por pulgada.

Se han puesto en los planos varias escalas españolas, francesas e inglesas, agregando notas explicatorias.

El reconocimiento al sur de Santiago llegó hasta el puente de Maipo y se trazó principalmente por el camino actual. La sección representa la superficie en esta línea. No se hizo con el propósito de señalar la mejor dirección para un ferrocarril, sino sólo para averiguar la extensión y el declive del terreno.

Todos los planos y perfiles del camino de Quillota han sido construidos según los apuntes del ingeniero residente D. Alejandro Campbell y bajo su dirección. Los del camino de Melipilla han sido compilados de las anotaciones del reconocimiento de 1846.

Los mapas han sido acabados por D. Alejandro Cato y las secciones por el Sr. Prat Collier, en un estilo que hace honor a estos dos caballeros.

Fuera de los planos mencionados presento:

- 6° Un mapa general del país entre Valparaíso y Santiago en escala de 4 millas inglesas por pulgada. Abraza desde el Pacífico hasta los Andes en dirección EO y entre los ríos Ligua y Maipo en dirección NS o cerca de dos grados de latitud. En este plano están delineadas las rutas del ferrocarril. La parte de la provincia de Santiago a que no se extendió mi reconocimiento, la he copiado del mapa del Sr. Pissis, que ha tenido la bondad de facilitármelo. Las porciones no reconocidas de este modo se han compilado de los mapas de Robert Fitz-Roy y de otros.

Mi principal objetivo en la construcción de este mapa ha sido poner de manifiesto el curso y posición del proyectado ferrocarril, y bajo este respecto, será utilísimo en el momento actual. Siendo un mapa correcto de una porción tan interesante de Chile, me lisonjeo de que (prescindiendo de su relación con el ferrocarril) será para el gobierno un presente aceptable.

- 7° Un pliego que representa en pequeña escala los perfiles o secciones longitudinales de las dos rutas del ferrocarril y las elevaciones de varios puntos adyacentes.
- 8° Dos pliegos que presentan secciones transversales del ferrocarril en tajos, socavones, terraplenes, etcétera.

OBSERVACIONES GENERALES

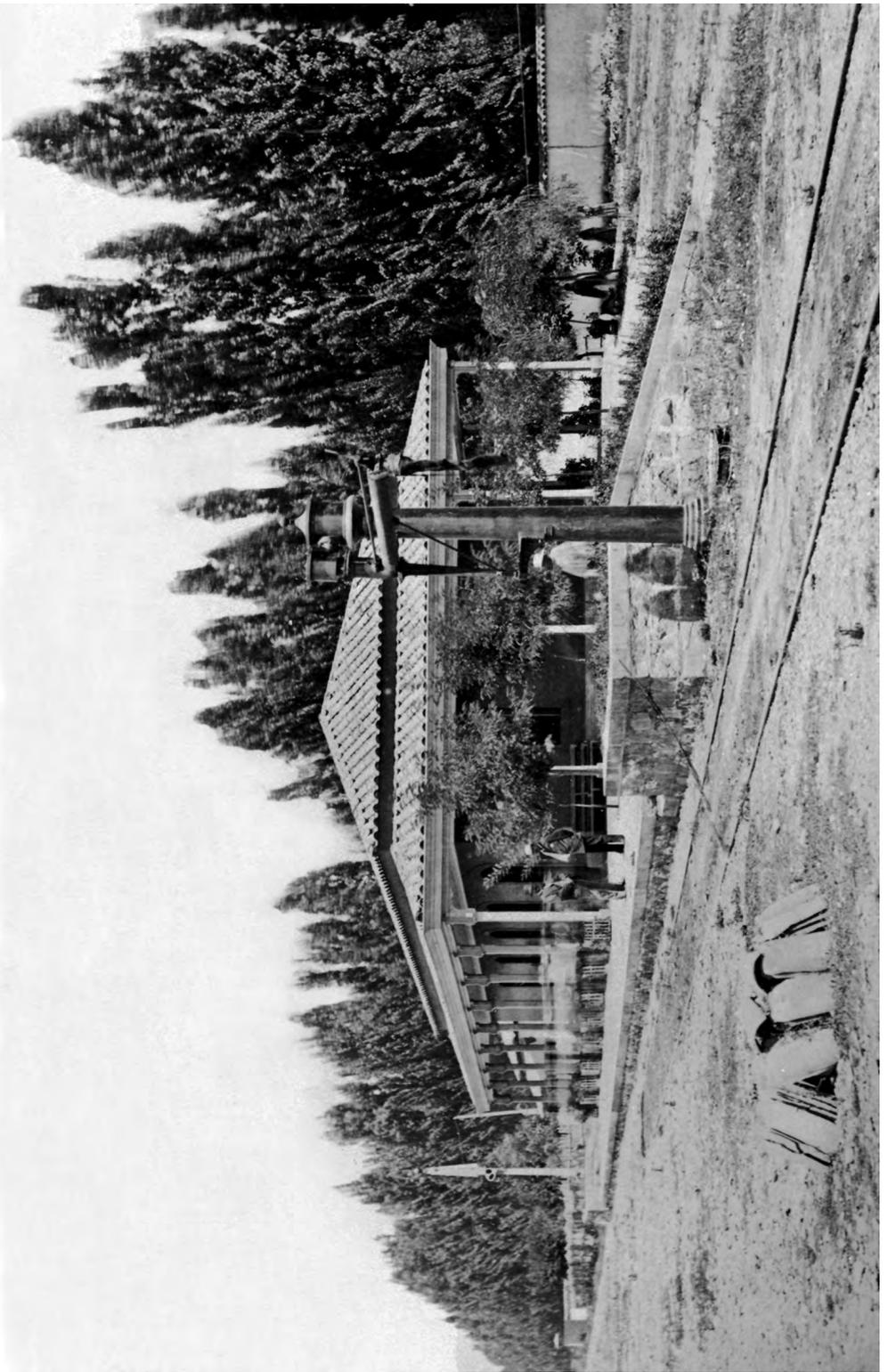
En las páginas precedentes he presentado al Gobierno un informe circunstanciado del asunto sometido a mi consideración y he procurado hacer una clara y franca exposición de cuanto puede tener relación con la materia. Teniendo presente que el sistema de ferrocarriles acaba de introducirse en Chile, la magnitud de la obra y los grandes intereses que envuelve, se ha extendido este informe más de lo que habría sido necesario en otras circunstancias. Se han examinado muchos puntos que ha dado a conocer la experiencia en otros países; se han notado los defectos de las prácticas anteriores y se han señalado sus remedios.

Concibiendo que era no sólo una obligación moral sino, también, el camino más prudente y acertado, me he abstenido cuidadosamente de reducir el costo de la obra y reproduzco otra vez mi juicio sobre la suficiencia del presupuesto.

El efecto de presupuestos inadecuados (aunque rara vez se hayan hecho a propósito), ha sido sumamente funesto en otros países, impidiendo o postergando obras importantes, por las dudas que han suscitado relativamente a su costo final; y sólo el mérito intrínseco de este sistema de mejoras en cuanto extiende y aumenta el tráfico mucho más allá de lo que se ha calculado, ha podido contrapesar las perniciosas consecuencias de presupuestos diminutos. Aceptando las lecciones del pasado y aprovechándose de la experiencia de otros países adquirida a costa de enormes desembolsos, zanjemos con seguridad los cimientos de la obra que se proyecta: los buenos efectos de esta práctica se sentirán en la confianza general y en el constante progreso de la obra.

La apreciación del tráfico y de la renta producida por él, podrán variar según la opinión de diferentes personas acerca de su probable incremento, pero la que hemos presentado deberá mirarse como un mínimo, si se considera que excede muy poco a lo que vale el tráfico actual.

No obstante los excelentes medios de comunicación que antes existían, la apertura del ferrocarril de Liverpool y Manchester cuadruplicó inmediatamente el tráfico. En este informe se ha mostrado el incremento producido por varios ferrocarriles en Estados Unidos, sacado de fuentes auténticas. Los casos citados no son excepciones de la regla general, pues pertenecen a diferentes partes del país, re-



presentando respectivamente los estados septentrionales, meridionales y medios; y la cuota del incremento se ha mantenido a pesar de la oposición de numerosos rivales en el mismo tráfico. Si se hubiesen mencionado los ferrocarriles de los estados occidentales en el gran valle del Mississippi, se hubiera visto un incremento aun más maravilloso.

Si, pues, podemos estar seguros de que no es diminuta la apreciación del costo del ferrocarril de Santiago y de los gastos que ha de causar anualmente cuando esté en actividad y si, por otra parte, no se han exagerado las entradas, no podemos menos de concluir que, meramente bajo el punto de vista de pesos y centavos y del capital invertido, puede esperarse con confianza una liberal remuneración.

Aunque éste es sin duda el medio más seguro de examinar una mejora proyectada, para una empresa nacional, ésta es la más limitada perspectiva y respecto del gran proyecto de que se trata, consideradas todas las circunstancias, no puede ser más mezquina.

El pueblo y el gobierno participarían igualmente de sus beneficios; el primero por el incremento del valor en el trabajo, tierras y propiedades; el segundo, por el incremento de las rentas, consiguiente a la extensión del comercio y al superior valor de las propiedades que pagan impuestos.

Pero extendiendo todavía más la perspectiva y llevando la vista más allá de los intereses puramente pecuniarios, aparece bajo un aspecto más digno y elevado la importancia de la empresa.

En todas las épocas y países se han considerado los buenos caminos y los medios fáciles de comunicación, como indicantes de una civilización y cultura elevadas. Estas facilidades hacen subir en la escala social la clase más numerosa del pueblo, poniendo a su alcance las comodidades, conveniencias y placeres que suministran; lo cual se aplica de un modo más peculiar a las repúblicas.

Gran Bretaña, que ocupa tan alto lugar entre las naciones del mundo por su comercio, agricultura, manufacturas y artes, ha debido en no pequeña parte tan elevada posición a sus magníficos caminos, canales y ferrocarriles, y no es demasiado decir que al genio de Telford Stephenson puede atribuirse (por lo menos) una porción considerable de su presente grandeza.

Estados Unidos, asimismo, debe su importancia, en gran manera, a su vasto sistema de comunicaciones internas, que suben actualmente a 16.000 millas de telégrafo, 10.000 millas de ferrocarril y 4.000 millas de canales.

Los estadistas que han contribuido a promover estas obras, son merecidamente contados entre los más grandes bienhechores de su patria. El canal de Erie, anteriormente mencionado, ha hecho al estado de Nueva York un imperio. Por toda su extensión de 360 millas, se han levantado a un lado y otro poblaciones donde antes no habían más que bosques, y las aldeas se han convertido por este medio en grandes y populosas ciudades. Actualmente se erige allí una estatua a la memoria de Clinton, bajo cuya administración, como gobernador del Estado, se proyectó y llevó a efecto el canal, pero él ha dejado un monumento más durable en la grandiosa obra que legó a la posteridad y su fama vivirá para siempre en la historia de su patria.

Por lo que se me había dicho de la topografía del país entre Valparaíso y Santiago y por las impresiones que mi primer reconocimiento produjo en mí, inicié mis tareas lleno de dudas acerca de la posibilidad de una ruta de ferrocarril y de que ejecutada la obra produjese una remuneración competente. La primera duda ha sido disipada del modo más satisfactorio por los resultados del reconocimiento y la segunda se ha ido desvaneciendo, según he avanzado en mis investigaciones paso a paso, dejándome al final íntimamente convencido del gran valor de la empresa, ya se considere pecuniariamente o bajo un punto de vista más extenso. No se ha tratado el camino de Santiago bajo el aspecto militar, pero al paso que su importancia en este respecto no puede ocultarse a nadie, tampoco puede ser materia de duda que él y sus ramas y definitiva extensión, propenderán a unir todas las secciones del país por los vínculos fraternales de la amistad y el comercio y le dispensarán de emplear sus recursos en objeto de guerra. Chile ha sido uno de los primeros países de América Meridional que ha dado el ejemplo de los ferrocarriles, y está ya en posesión del más largo y más importante camino de esta especie en este continente. Al terminar este informe, permítaseme expresar la esperanza de que tarde o temprano ha de realizar la gran obra de que en él se trata y que tanto realzará su prosperidad y grandeza.

ALLAN CAMPBELL
INGENIERO

*Tabla que muestra las alturas y distancias de los puntos y lugares más importantes según el reconocimiento
Ruta de Quillota*

<i>Nombres de los lugares</i>	<i>Distancia de Valparaíso</i>		<i>Altura sobre el mar</i>	
	<i>Leguas de Chile</i>	<i>Millas inglesas</i>	<i>Varas</i>	<i>Pies ingleses</i>
Punta Gruesa (socavón número 1). Superficie	0,72	2	44,6	124
Playa de Viña del Mar	1,80	5	7,2	20
Cumbre de Concón. Superficie del terreno	3,60	10	74,2	206
Cumbre de Concón. Gradación del ferrocarril			65,9	183
Río de Quillota. En el paso de D. Luis Borgoño	5,58	15½	5,0	14
Río de Quillota. En Rautén	9,72	27	113,8	316
Ciudad de Quillota (Plaza)	10,98	30½	145,8	405
Río de Quillota. En Purutún o Conchalí	14,04	39	259,2	720
Valle de Quillota por la punta de Torrejón	15,48	43	319,0	886
Río de Quillota por la punta de Romeral	16,02	44 ½	342,7	952
Río de Quillota por la punta de Calavera	17,64	49	399,6	1.110
Superficie del terreno y gradación del ferrocarril por la Punta de Centinela. Al principio de la gradación rápida de Tabón	20,16	56	469,4	1.304
Superficie del terreno (socavón número 2)	21,24	59	678,6	1.885
Superficie del ferrocarril (socavón número 2)			621,0	1.725
Superficie del terreno (socavón número 3)			747,0	2.075
Superficie del ferrocarril (socavón número 3)	21,78	60½	667,8	1.855
Cumbre de Tabón en Montenegro.				
Superficie del terreno	24,12	67	957,2	2.659
Superficie del ferrocarril			951,1	2.642
Valle de Lampa en Runque	26,64	74	828,0	2.300
Superficie del terreno (socavón número 4)	27,72	77	803,9	2.233
Superficie del ferrocarril (socavón número 4)			763,2	2.120
Til-Til	29,16	81	684,0	1.900
Polpaico	31,14	86½	621,0	1.725
Cuesta de Batuco	32,40	90	617,8	1.716
Laguna de Batuco	33,12	92	567,0	1.575
Enfrente de Colina	35,28	98	573,5	1.593
Valle en la Punta de Renca	37,80	105	586,4	1.629
Río Mapocho	39,24	109	637,6	1.771
Santiago. Término de ferrocarril	39,60	110	639,4	1.776
Santiago. Plaza			658,8	1.830

*Tabla que muestra las alturas y distancias de los puntos y lugares más importantes según el reconocimiento
Ruta de Melipilla*

<i>Nombres de los lugares</i>	<i>Distancia de Valparaíso</i>		<i>Altura sobre el mar</i>	
	<i>Leguas de Chile</i>	<i>Millas inglesas</i>	<i>Varas</i>	<i>Pies ingleses</i>
Quebrada Verde	1,80	5	348,1	967
Portezuelo de los Puercos	7,20	20	474,1	1.317
Portezuelo de Pitama	7,92	22	424,1	1.178
Portezuelo de las Pavillas	9,00	25	399,2	1.109
Casablanca	10,80	30	285,8	794
Portezuelo de las Hormigas	15,12	42	464,0	1.289
Portezuelo de Ibacache	15,48	43	452,9	1.258
Estero de la Magdalena	16,56	46	241,9	672
Portezuelo de las Águilas	18,36	51	215,3	598
Estero de Pangué	19,08	53	123,1	342
San José	20,16	56	154,1	428
Río San Francisco del Monte	27,00	75	345,0	959

TRÁFICO DEL CAMINO

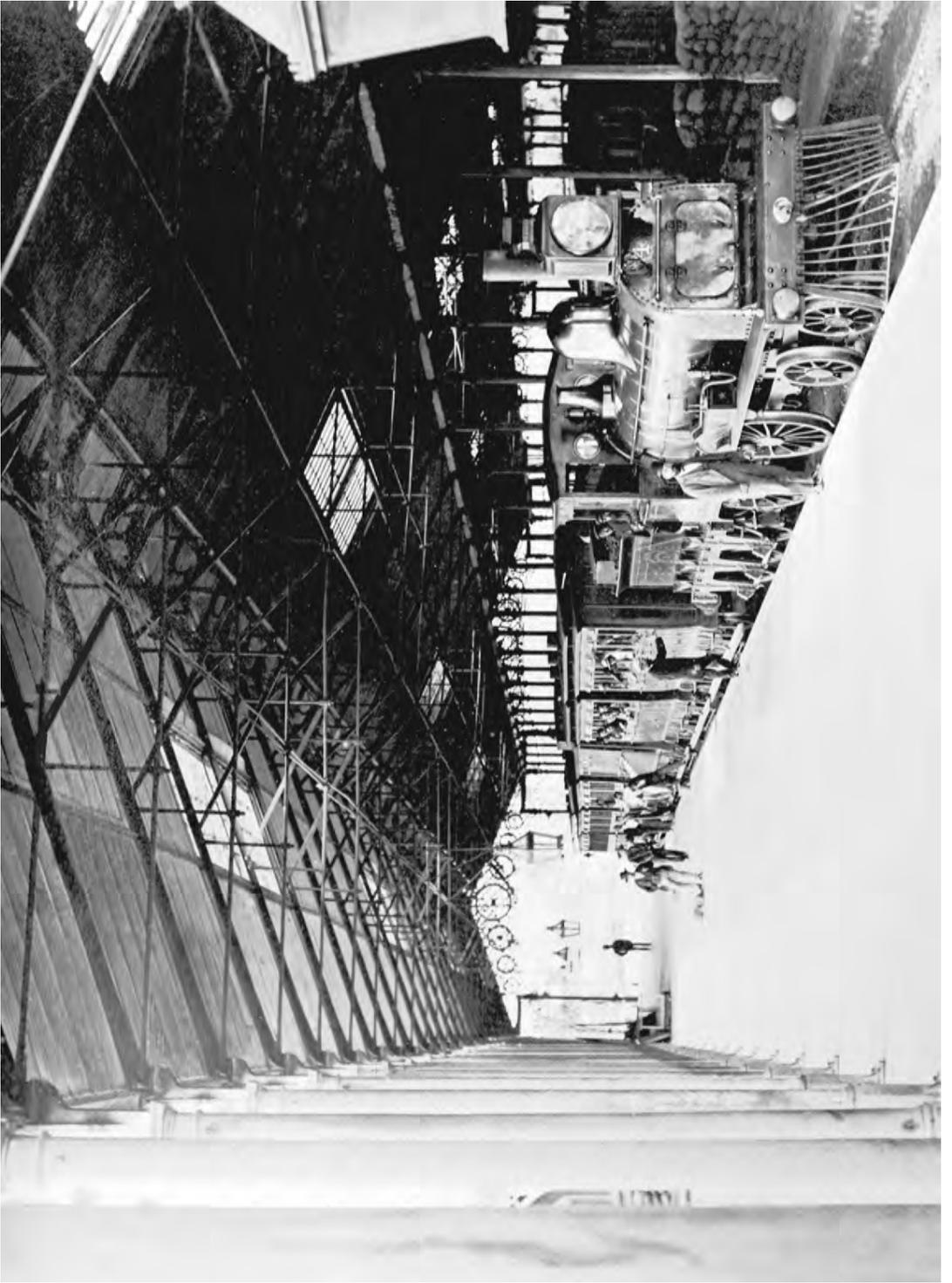
*Otros puntos y lugares:
alturas barométricas*

<i>Nombres</i>	<i>Distancia de Valparaíso</i>		<i>Altura sobre el mar</i>	
	<i>Leguas de Chile</i>	<i>Millas inglesas</i>	<i>Varas</i>	<i>Pies ingleses</i>
Cuesta de Valparaíso Molinos	2,16	6	504,0	1.400
Telégrafo cerca de Valparaíso por Fitzroy				1.070
Peñuelas	5,40	15	388,8	1.080
Casablanca	9,72	27	284,4	790
Cuesta de Zapata. Cumbre	14,04	39	669,6	1.860
Curacaví. Posada	18,72	52	198,0	550
Cuesta de Lo Prado. Cumbre	24,12	67	871,2	2.420
Río Pudahuel	25,92	72	522,0	1.450
Santiago: Plaza	28,80	80	658,8	1.830
San Bernardo			640,8	1.780
Puente de Maipo (el nuevo)			689,4	1.915
Río Maipo en puente nuevo			677,0	1.882
Rancagua			576,0	1.600
Cuesta de Campo	20,0	55	594,0	1.650
San Felipe	27,0	75	630,0	1.750
Cuesta de Chacabuco	34,2	95	1.187,0	3.300
Cuesta a Tabón	21,5	60	1.015,2	2.820
Cuesta a Vichucalén	22,7	63	1.296,0	3.600
Cuesta a la Dormida	18,0	50	1.547,0	4.300
Cuesta a Calera			687,6	1.910

Acta de una reunión pública de comerciantes y hacendados

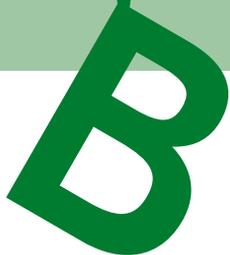
El comercio y vecindario de Valparaíso, reunidos en junta general, en el salón del consulado, presidida por el señor D. Manuel Blanco Encalada, Intendente de la provincia, etc., con el objeto de tratar del proyecto de un ferrocarril que deba unir este puerto a la capital de la República; considerando,

- 1° Que la pacificación de la república, momentáneamente interrumpida, está en vísperas de realizarse y que existiendo en el seno del país todos los elementos de riqueza, no falta más que su desarrollo para asegurar a la nación un porvenir de prosperidad y progreso bajo el sabio e ilustrado gobierno del actual Presidente de la República;
- 2° Que entre las empresas públicas que más llaman la atención actualmente, la del ferrocarril entre este puerto y la capital, es de suma importancia para la ventura y bienestar del país;
- 3° Que hecho el reconocimiento del camino por el distinguido ingeniero D. Allan Campbell y levantados los planos prolijos de él se ha demostrado en un informe lúcido y completo, ya enviado al supremo gobierno, que no sólo es muy practicable la obra, sino que no presenta dificultades superiores a las que ya se han vencido en otros países;
- 4° Que según los cálculos del mismo señor Campbell, fundados en la experiencia y comparados con el costo de semejantes obras en Norteamérica y la que acaba de concluirse en Copiapó, el ferrocarril entre Valparaíso y Santiago podrá llevarse a cabo en cinco años con un expendio de 7.150.000 pesos;
- 5° Que el crédito que goza Chile en el extranjero y que tan justamente merece por la escrupulosidad y puntualidad con que cumple todos sus compromisos, inspira tanta confianza que no habrá dificultad en levantar los fondos necesarios para emprender una obra como ésta, que promete ser tan lucrativa como lo demuestra el ingeniero en su bien fundado informe;
- 6° Que existiendo en el país un excelente cuerpo de ingenieros y habiendo dado pruebas inequívocas de su capacidad e inteligencia en la construcción del ferrocarril de Copiapó y adquirido una experiencia práctica de los recursos que presenta Chile para empresas de esta clase, conviene de todos modos asegurar sus servicios para la que se proyecta entre Valparaíso y Santiago.



ÍNDICE

Presentación	v
Allan Campbell y los demás ingenieros del ferrocarril entre Santiago y Valparaíso: una introducción al <i>informe sobre el proyecto de ferro-carril de Valparaíso a Santiago</i> por <i>Ian Thomson</i>	ix
Oficina de Ingenieros, F.C.	9
Reconocimiento y descripción topográfica	11
Plan de construcción	47
Presupuestos de costos	87
Tráfico del camino	101



B

Propuesto por William Wheelwright para elaborar un “Informe sobre el proyecto de Ferrocarril de Valparaíso a Santiago”, su trabajo se constituyó en el principal fundamento técnico de las obras de construcción que se iniciarían en 1852.

El análisis llevado a cabo por Allan Campbell es relevante también porque proporciona una visión de la evolución de la ciencia de la evaluación de proyectos hace unos 160 años. Aunque el *Informe* que se publica fue hecho sin la ayuda de encuestas específicas, de modelos matemáticos, ni de equipos más avanzados que un lápiz y una hoja de papel, su análisis demuestra algunas bondades como realismo y una actitud muy apropiada en la estimación de costos y tráficos. Todo lo cual lo transforma en una fuente esencial de la historia del ingeniería y del ferrocarril en Chile.

