Características de los ferrocarriles de Chile

De la publicacion oficial titulada «Monografia de los ferrocarriles de Chile en estudio i construccion», estractamos i compendiamos las siguientes interesantes pájinas:

Estructura del territorio. Si examinamos el mapa hidro i orográfico de Chile, veremos que desde la latitud 33°, pié del contrafuerte andino de *Chacabuco*, hasta la 41° 30′, costa del golfo de *Reloncaví*, se estienden paralelas, de Norte a Sur, dos cadenas de montañas independientes que corren separadas por unas llanuras de ancho variable llamadas, por su continuidad lonjitudinal, el gran *valle central* de Chile.

La cadena del Este es la Cordillera de los Andes, comun a todo el continente americano; pero el cordon del Oeste es peculiar de Chile i se denomina la *Cordillera de la Costa*, que en la estension anotada se mantiene por término medio, a 50 kilómetros de la primera, aunque en dos puntos, Paine i Rigolemo, latitudes de 33°55′ i 34°30′, tanto se aproximan la una i la otra que forman verdaderas angosturas.

El carácter mas notable de esta cordillera riberana, que basta para imprimir un sello especial a toda la orografia chilena, es sin duda alguna su *discontinuidad.*

Parece que esta sierra estuviera destinada a oponer una barrera infranqueable a las aguas que bajan del cordon andino; pero no es así: los rios desprendidos de esas alturas, se constituyen en el valle central en afluentes de ciertos cauces mayores que persisten en su marcha hácia el Oeste i encuentran vaguadas adecuadas por donde penetran i en definitiva *cortan* la cordillera marítima hasta desembocar en el Océano.

El sistema de desagües de Chile es así trasversal, no obstante que el gran valle pareceria propicio para que un rio único atravesase el territorio de Norte a Sur, tal como ocurre con el Nilo, por ejemplo.

Tanto mas notable es este hecho cuanto que, siendo la cadena del litoral de formacion plutónica con ocasionales rasgos silurianos i por tanto mas antigua que los Andes secundarios liásicos, i todavia mucho mas que el valle central cuaternario, esos rios atraviesan en realidad serranías mas viejas que su propio lecho superior.

Las vaguadas que así interrumpen la cordillera de la costa, entre los 33° 30′ i

41° 30' de latitud, llevan los nombres de los rios *Maipo*, *Rapel*, *Mataquito*, *Maule*, *Itata*, *Bio-Bio*, *Imperial*, *Tolten*, *Valdivia*, *Rio Bueno i Maullin*, todos formados por numerosos afluentes cuya reunion con el principal suele verificarse despues de penetrar mas o ménos los flancos de la montaña.

Toda esta formacion resulta de que en la época diluviana el valle lonjitudinal era un prolongado brazo de mar que bañaba el pié de los Andes miéntras que la cordillera de la costa estaba representada por numerosas islas cuyos canales de separacion trasversal son actualmente los valles de los rios enumerados como interruptores de esa cadena. La misma disposicion subsiste hasta el presente al Sur del golfo de Reloncaví en los archipiélagos que allí se estienden hasta el Estrecho, siendo los golfos de Ancud, Corcovado, Moraleda i los delgados canales lonjitudinales que siguen, en série no interrumpida, la continuacion del valle principal que hemos visto i la tierra firme del Oriente la del cordon andino, miéntras que el semillero de islas representa la prolongacion de la cordillera occidental enteramente semejante por su discontinuidad a su homóloga de mas arriba. De esa manera los rios *Bodudahue*, *Riñihue*, *Yelcho*, *Palena*, *Cisnes*, *Aisen*, *Huemules*, *Las Heras* i *Paseua* que hoi afluyen a los golfos interiores cruzarian, en presencia de un solevantamiento, el valle lonjitudinal que así naciese i buscarian probablemente su salida al Pacífico por determinados canales trasversales tal como la buscaron sus predecesores del Norte.

La península de Taitao nos ofrece una lijera variante de conformacion que tiene ciertas particularidades de importancia. La formacion andina se ensancha aquí hasta unirse con la del litoral por medio del istmo de Ofqui, portezuelo o mínimo de elevacion desde cuya cumbre se divorcian hácia el mar las aguas, siguiendo opuestos cursos paralelos al cordon de los Andes. Esta configuracion la vamos a ver repetida entre los grados 33 i 29, o sea en la parte mas estrecha del territorio, situada inmediatamente al Norte de Chacabuco. Ya vimos en las angosturas de Paine i Rigolemo tentativas mui avanzadas de un proceso análogo.

El citado contrafuerte de Chacabuco se une al cordon occidental La Dormida i Prado en el portezuelo Tabon separando los esteros Loros i San Ramon, con lo cual es posible reconstituir la península que por sumersion estaria rodeada por los canales marinos que hoi son los valles de Maipo i Aconcagua, con senos mas o ménos profundos en las trazas de los esteros Puangue, Algarrobo, Casablanca, Peñuelas, Quilpué i Limache.

Un estudio del mapa detallado de esta rejion basta para obtener la mejor idea de tales distribuciones topográficas, resultantes de la penetracion de ambas cadenas. Siguiendo al Norte podremos verificar que entre los rios Aconcagua i Ligua comienza otra península donde se reunen las sierras Los Anjeles que viene de los Andes i El Melon de la costa en el portezuelo del mismo nombre, divisoria de las aguas Nogales Jaruro con mas los senos entrantes de Quinteros i Catapilco. Viene en seguida entre, los pequeños rios Ligua i Petorca una estrecha lengua, sin aguas de importancia formada por la concurrencia del contrafuerte del Sobrante con el cordoncillo de Tal-

calan en el portezuelo La Grupa i luego entre el rio Petorca i el torrentoso Choapa se ofrece un península de estructura compleja e interesante. El contrafuerte andino es aquí El Pedernal que prévia su unión en el portezuelo Cristales con una serranía costina, de rumbo Este Oeste, se alza en un macizo considerable, el Cerro Gonzalo de 2,300 metros, desde cuyo máximo se desprenden dos espolones suplementarios que a su vez van a empalmar en los portezuelos Palmas i Astas con otros dos cordones costaneros paralelos al antedicho, Los senos de Tilama i Conchalí intermedios de las sierras mencionadas sirven para dividir la península principal en tres parciales, miéntras que los esteros lonjitudinales Las Palmas, Quelon, Naranjo, Monte Aranda, Caimanes i Limáhuida divorciados en los mínimos o istmos respectivos marcan perfectamente los límites de la antigua tierra firme.

Al Norte del Choapa una nueva península se estiende hasta el rio Limarí como consecuencia del travesaño andino de Los Hornos acoplado en los portezuelos del Zapallo i la Alcaparrosa al prolongado pero decreciente cordon litoral que se estiende desde El Molino hasta Punitaqui. Notemos que la cordillera de la costa al aproximarse a Ovalle no sólo decrece sino que se desagrega en multitud de porciones, aisladas unas de otras, que se desparraman por la cuenca del Limarí como islas adyacentes a la península propiamente tal. La traza del valle lonjitudinal es tambien mas marcada, porque aunque el estero Aucó divorciado al Sur del Zapallo es insignificante, en cambio por el Norte el rio Pama i el consiguiente Huatulame esplayan considerablemente sus riberas.

La serie peninsular de Chile se completa con tres unidades mas que están comprendidas entre los rios Limarí i Coquimbo, Coquimbo i Los Choros i por último Los Choros i Huasco. En éstas figuran como contrafuertes andesinos, respectivamente, Andacollo, Condoriaco i El Cóndor, los cuales concurren a formar parejas serranas con los cordones occidentales de Panulcillo, Salapor e Incahuasito en los istmos o portezuelos Cardas, Gualcuna i Pajonales, siendo el primero divisorio de las aguas Injenio i Lagunilla, el segundo de las de Santa Gracia i Chañar, miéntras que del tercero si bien se desprende al Sur la quebrada Pelícano, en cambio al Norte se observa un nuevo i franco ensanche del valle lonjitudinal que con el nombre de Llano del Pajonal, sembrado por todas partes de islas i canales de menor cuantía, se estiende hasta las riberas del rio Huasco que lo corta con tajo profundo.

De aquí en adelante no se observa ya aparentemente formacion peninsular en el territorio porque las dos cordilleras no vuelven a fusionarse; pero el valle central no es siempre una llanura pareja sino que en muchos trechos se le ve sembrado de multitud de cerros i cordoncillos aislados que ofrecen manifiesta analojía con los archipiélagos. Ello se observa desde luego al Norte del rio Huasco donde el valle toma los nombres de los llanos Marañon, La Jaula, Hornitos i Seco, hasta llegar al rio Copiapó. Ademas en esta parte i aun hasta el paralelo 27, se nota que la cadena litoral misma está fraccionada, de donde se deduce que el espacio encerrado entre los antedichos límites no era una isla única sino una aglomeracion de ellas, figurando como

canales importantes i directos al mar, ademas de los valles Huasco i Copiapó, las quebradas Totoral, La Justa i aun Corralillo de Caldera.

Al Norte del grado 27, si bien subsisten numerosas alturas aisladas en el interior, en cambio la cadena de la costa adquiere consistencia i las islas que ella forma vuelven a ser estensas, aunque surcadas por numerosos i profundos senos, i tienen por límites los cauces, nacidos en los Andes, que se llaman Salitrosa, Salado, Pan de Azúcar i Taltal, notándose aun conatos de penínsulas en las angosturas Placilla, 26° 57', i El Huanaco, 25° 50'.

Entre la quebrada de Taltal i el rio Loa se presenta una grande isla que puede decirse homóloga de Chiloé, aunque mucho mayor que ésta, pues abarca cuatro grados jeográficos, sin ofrecer en su costa occidental quebradas de importancia.

Entre esas latitudes se nota tambien que el valle lonjitudinal adquiere un máximo ensanche i solevantamiento, por lo demas tachonado de cúspides dispersas. Los Andes por su parte se ensanchan formando una altiplanicie dotada de triple cordon de cerros.

Por fin al Norte del Loa la cordillera occidental se carga mas i mas hácia el mar i al fin se ciñe a bordear simplemente a éste con escarpes abruptos.

El valle central, o Pampa del Tamarugal, comienza al mismo tiempo a estrecharse por el cambio de rumbo de los Andes hácia el Oeste; pero siempre pueden notarse vaguadas que como Camiña, Camarones, Víctor, Azapa, Lluta, Tacna i finalmente el rio Sama, que probablemente sella los últimos vestijios de la sierra litoral, son francamente secantes de ésta, exactamente como las que hemos descrito en las otras partes del territorio.

En resúmen, el sistema orográfico de Chile puede ordenarse tomando por base la antigua cadena de la costa que constituye un prolongado archipiélago del período siluriano, estendido entre los grados 18 i 56, o sea en una lonjitud de 4,200 kilómetros.

En seguida se alzó la cadena de los Andes, de formacion liásica i otras, en direccion paralela a la primera, quedando separada de ella por mares interiores. Sólo en una mui pequeña estension, debido a una accidental proximidad de ámbas, lograron algunas islas trasformarse en penínsulas cuyos istmos de empalme orijinaron el divorcio de las aguas hácia el Norte i Sur.

Posteriormente el solevantamiento de algo mas de la mitad del territorio marino produjo el gran valle lonjitudinal, dividido en dos secciones por la zona de las penínsulas, miéntras que la otra mitad subsiste sumerjida hasta el presente. Los canales de separacion de islas llenan hoi en la porcion sumerjida, al Sur del grado 42, las mismas funciones que en el primitivo archipiélago; pero en la rejion solevantada constituyen los cauces de rios que nacidos en la cordillera andina, atraviesan el valle central i encuentran facilidades para escurrirse por ellos hasta el Pacífico, i algo análogo ocurre en la faja peninsular. Las áreas que actualmente se ven comprendidas entre cada dos de esos cauces, el valle central i el océano son así islas manifiestas de aquel archipiélago primitivo.

Tal es en su conjunto la estructura del prolongado territorio que hemos analizado como compuesto de partes eminentemente isomorfas i cuyas características bajo el punto de vista de la ubicacion i construccion de ferrocarriles nos cumple todavía detallar.

Severas condiciones de los trazados.—Los perfiles lonjitudinales i trasversales anexos permiten apreciar las variadas altitudes, los grandes accidentes del suelo i el valle central que se suceden de Norte a Sur, como tambien el rápido descenso Este Oeste que tiene el terreno, con la barrera brusca del cordon de la costa, salvo en las vaguadas trasversales de que hemos hablado, cuyo descenso paulatino sigue hasta el mar. En una i otra de estas direcciones el problema mas sério que presenta al injeniero el desarrollo de un proyecto férreo entre declives tan agudos es sin duda alguna el de las *gradientes*. Los desniveles son en todo sentido tan considerables que aun en los planes del valle central del Sur, la rejion de menores obstáculos de todo el pais, las diferencias de altitud entre puntos obligados inmediatos imponen condiciones relativamente severas, por ser un hecho que todo declive que a grandes rasgos se ofrece como uniforme, se descompone en realidad en partes alternativamente mas i ménos pendientes que aquella inclinacion media, sin que en jeneral lo favorable de las últimas compense el recargo de las primeras al establecimiento del proyecto.

Si esto ocurre en el terreno llano mas favorecido, con mayor razon se observa en los territorios montañosos, propiamente tales, donde a las altitudes considerables por trasmontar se agregan las alternativas de prominencias i depresiones locales que obligan a desviar la ruta del camino directo, para incurrir en todas las complicaciones de la *curvatura*. Ademas la observacion establece que la curvatura es tanto mas cerrada e imperativa, debido al mayor fraccionamiento del terreno en lomas i cuchillas, cuanto mas fuertes sean los desniveles, rampas i pendientes, que hacen oposicion al trazado.

De estos hechos es de donde los ferrocarriles chilenos toman el carácter de obras onerosas, no tanto por su estension que es relativamente modesta, sino por las excesivas alturas que están obligados a escalar valiéndose de innumerables serpenteos i desarrollos que penosamente los amoldan a las vaguadas conducentes a los accesos o bien, lo que es peor, asiéndose a los flancos i laderas para ganar la considerable altura sobre el valle. a que los obligan los límites de pendientes aceptables.

En realidad, las pendientes i las curvaturas de un tal trazado dependen en gran parte de la posicion de los puntos de paso obligado que se han querido enlazar, o quedan totalmente determinadas por ellos. Dichos puntos son de dos clases: «económicos», como las metrópolis i centros de poblacion o sea los núcleos de la zona de atraccion del ferrocarril, i «físicos», como los portezuelos de los cordones que hai que trasmontar o los sitios de mejor cruce de los cauces i rios. De los tres, son los últimos los únicos cuyo sacrificio pueda siquiera discutirse, pues los dos primeros son ineludibles, aunque entrambos no hagan si no acumular todas las desventajas de las *contrapendientes*.

Normas adoptadas para los ferrocarriles fiscales.—Para buscar algun alivio a tanta exijencia se ha recurrido a algunos espedientes principalmente encaminados a disminuir los presupuestos de construccion, sobre todo de las líneas secundarias que sin eso resultarian impracticables. El principal de éstos consiste en la reduccion de la trocha, que permite disminuir los radios de curvas facilitando la posibilidad de ceñir mas estrechamente un trazado a los terrenos discontinuos.

En los proyectos fiscales se reconocen tres trochas diferentes: de *1,68 m.* (mas exactamente 1.676 m. o 5' 6"), de *1.00 m.* i de *0.60 m.*, para cuya ubicacion se prescriben normas definidas de *gradiente* máxima, *radios* mínimos, *distancia* mínima entre curva i contracurva i como complemento: *velocidades* máximas de trenes.

Ademas, en cada una de estas trochas se reconocen líneas de primero, segundo i tercer órden, cada una de las cuales adopta su série de normas, como puede verse por el siguiente cuadro:

DESIGNACIONES	NORMAS I TROCHAS		
	1.68	1.00	0.60
LÍNEAS DE 1.er ÓRDEN			
Gradiente máxima	10 m/m	25 m/m	35 m/m
Radios mínimos	300 m.	150 m.	80 m.
Distancia mínima entre curvas i contracurvas	100 m.	60 m.	50 m.
Velocidades	60 Km.	40 Km.	25 Km.
LÍNEAS DE 2.° ÓRDEN			
Gradiente máxima	20 m/m	30 m/m	40 m/m
Radios mínimos	200 m.	100 m.	60 m.
Distancia mínima entre curvas i contracurvas	60 m.	40 m.	20 m.
Velocidades	40 Km.	30 Km.	20 Km.
LÍNEAS DE 3.er ÓRDEN			
Gradiente máxima	25 m/m	35 m/m	45 m/m
Radios mínimos	180 m.	80 m.	40 m.
Distancia mínima entre curvas i contracurvas	40 m.	20 m.	10 m.
Velocidades	30 Km.	25 Km.	15 Km.

Con todo, estas prescripciones nada tienen de absoluto, pues son mui frecuentes las relajaciones reclamadas imperiosamente por las necesidades del terreno.

Ademas de las anteriores gradientes destinadas a los trayectos de adherencia, existen las de cremallera que se adelantan hasta 6 %, como veremos, con curvas mínimas de 140 mts. de radio i 40 mts. de tanjente entre curvas inversas.

Pero, a pesar de todo, los casos son innumerables en que, sea porque se esquiva una gradiente mas fuerte que la normal, sea porque el terreno es tan quebrado que imposibilita ubicar en él ninguna curva razonable o a veces ni aun dejar los pocos metros de recta prescrita entre curvas opuestas, el injeniero se ve obligado a proyectar desarrollos considerables o bien cortes, túneles, altos terraplenes, muros de sosten o viaductos profundos que aumentan estraordinariamente los presupuestos.

El largo virtual.—Si de la construccion pasamos al cálculo del costo de traccion para esplotar una línea, tambien encontramos cifras considerables. Para demostrarlo, es suficiente determinar el *largo virtual* del conjunto de curvas i gradientes de un trazado en el sentido mas oneroso, o sea el largo equivalente, recto i horizontal que ofrezca una suma igual de resistencias a la traccion que el trazado que se considera.

En los cálculos oficiales se admite como pendiente de equilibrio del tren ordinario de adherencia el 5‰ i del tren de cremallera el 5.5‰, o sean resistencias de 5 i 5.5 kilógramos por tonelada en la recta a nivel. El largo virtual L de una rampa i, igual a su propia proyeccion L_o mas el largo horizontal equivalente en resistencia, seria así para adherencia:

$$L = L_o\left(1 + \frac{i}{5}\right)$$

i para cremallera:

$$L = L_o\left(1.1 + \frac{i}{5}\right)$$

La curvatura aumenta con su resistencia el largo virtual en una cantidad

$$\frac{100\,t}{r}$$

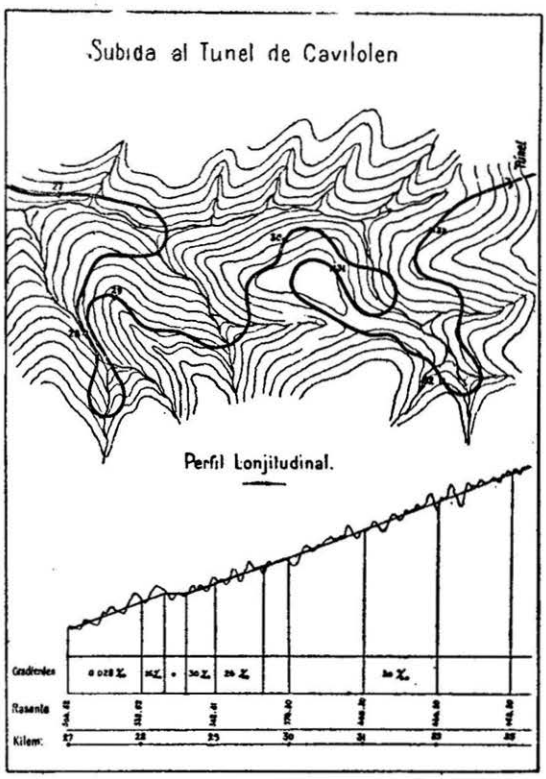
veces el desarrollo, (t, trocha; r, radio), cantidad de bastante consideracion en el agregado.

Para apreciar resultados de conjunto con tales cálculos, citaremos el caso de un anteproyecto de ferrocarril lonjitudinal, en las partes sin construir entre los rios Ligua i Copiapó, cuya suma de largos horizontales era de 576 kilómetros i su largo virtual 1,608 kilómetros, cerca de tres tantos, cifra que por otra parte no es anormal en Chile.

Ejemplos de trazados costosos.—Un ejemplo curioso, aunque no el único, de trazado costoso lo tenemos en el ramal de trocha de 1 m. hoi en esplotacion, que une el puerto de Vilos con la ciudad de Illapel i que atraviesa el portezuelo de Cavilolen, situado sobre el mismo cordon costanero que contiene el mínimo Las Astas que ya hemos citado como istmo de union con la montaña andina.

La diferencia de nivel entre la estacion Vacas i la rasante del túnel maestro es de 228 m. con una distancia directa de 8,200 m. lo cual exijiria aritméticamente una

gradiente contínua de 4 por ciento siendo que el máximo aceptable era de 3 por ciento. Fué necesario entónces buscar desarrollo artificialmente, entrando i saliendo por las quebradas que ofrecian ensanche propicio donde ubicar la curva de retorno igual o mayor que la semicircunferencia, contornear los accidentes del suelo, bordear las cuchillas con nuevas curvas de grande ángulo i todo ello a media ladera inclinada cerca de 30° i bajo la imposicion estricta de no exceder un límite de altura en cortes i terraplenes, los cuales por añadidura deberian ofrecer compensacion de volúmen i trasportes.



Otro ejemplo, esta vez con trocha de 1.68, lo tenemos en el ferrocarril entre Coquimbo i Ovalle que trepa con ayuda de bucles el portezuelo Las Cardas

La cremallera.—Para suprimir estos desarrollos costosos se ha buscado una solucion en la cremallera; pero únicamente en la trocha de 1 metro. Es verdad que la capacidad de acarreo con este sistema disminuye; pero el ahorro en la lonjitud de la línea es un aliciente, puesto que el empleo de la gradiente del 6 por ciento permite alcanzar la misma altura con la mitad del desarrollo que exije el 3 por ciento. Sin embargo, sucede con la cremallera como con la adherencia, que aumentándose las exijencias tiene a menudo que buscar desarrollo, si no en bucles perfectos por lo

ménos en curvas *S* de grandes ángulos, tanto mas onerosas cuanto que el mínimo radio admitido es 140 metros en vez de 80, lo que en terreno mui discontínuo las hace de difícil ubicacion aceptable con la alternativa de proyectar viaductos para salvar las quebradas sin introducirse en ellas, o túneles que perforen las cuchillas en vez de costearlas para pasar directamente de una quebrada a otra.

El sistema de bucles i el de cremallera deben mirarse, sin embargo, como escepciones; lo jeneral es que la línea siga su rumbo jeneral con curvas de ángulo moderado, aunque invariablemente en sucesion contínua de directas e inversas Otras veces, por fortuna, el trazado encuentra valles afluentes suficientemente profundos, los cuales utiliza para adquirir, en desarrollo, la altura necesaria a fin de alcanzar la cumbre deseada con las normas prescritas.

Cualquiera que sea el método empleado, una vez llegada la línea a la cumbre, sea a cielo abierto o bien acortando subida por medio de un túnel maestro, es menester en seguida descender, sobre todo tratándose de la via lonjitudinal en la rejion de las penínsulas, donde se alternan los pòrtezuelos con los rios por la configuracion que hemos visto del territorio. El descenso no es ni mas cómodo ni mas ventajoso que la subida: al contrario, puede ser peor por la diferencia de altitudes a que puede cruzarse la vaguada inicial i la final; pero de todas maneras se producirán en la línea de bajada, incidencias i problemas enteramente análogos de gradiente, curvatura, desarrollo i obras.

Las líneas trasversales.—En los ramales trasversales, no trasandinos, la gradiente no tiene necesariamente por objeto el atravieso de cordones, sino a menudo alcanzar la altitud mayor del punto de término fijado por condiciones comerciales. El gran descenso del terreno desde los Andes al Océano, no interrumpido si se siguen las vaguadas de desagüe, pero obstruido por la cadena de la costa en todo otro sentido dista mucho de tener pendiente constante i ménos constantemente favorable a los intereses del trazado. La gradiente del suelo que a partir del mar es relativamente suave, crece insensible pero mui determinadamente a medida que se avanza hácia el Oriente hasta alcanzar sea local o jeneralmente valores fuera de toda norma. Así cualquiera línea que parta de la rejion de las suaves gradientes i desee llegar a las de mui fuertes gradientes, tiene forzosamente que resignarse a seguir un promedio aceptable i para ello tiene desde el comienzo que abandonar los planes del valle para ir a ubicarse en las laderas adyacentes. Este arreglo es otras veces indispensable aun con gradiente moderada por ser muchas de las partes planas sumerjibles durante las creces de los rios; pero cualquiera que sea el motivo, es el oríjen de dificultades de ubicacion i de construccion enteramente semejantes a las ya vistas, sin contar las que acumulan los canales de regadío que muchas veces se disputan con la línea los puntos mas indispensables. Tales dificultades por una parte i por otra la economía de fondos disponibles para estas obras ha obligado al espediente de reducir las normas jenerales, rebajando la categoría de estas líneas; pero aun esto pasado cierto límite no se consigue sin la disminucion de la trocha a la última espresion de 0.60 metros

para aprovechar radios de 50 metros i tanjentes de 10 metros entre curvas invertidas. El ahorro de cubos que este arreglo provoca no es tanto por la disminucion de la plataforma, puesto que aquéllos son simplemente proporcionales a ella, cuanto porque los cortos radios i tanjentes permiten ceñir mas estrechamente el trazo al terreno quebrado, con reduccion de las acotaciones rojas del proyecto i por tanto disminucion de los volúmenes de tierras en razon del cuadrado de éstas.

Cuando los trazados trasversales llegan a la costa, su ruta mas evidente son las vaguadas interruptoras de la cadena litoral; pero ocurre que hai muchos puertos que no están situados a la desembocadura de esos rios o cauces principales, sino mas bien cerca de la salida de ciertos esteros que nacen en las alturas de la costa. De este jénero son por ejemplo: Valparaiso, Vilos, Papudo, San Antonio, Pichilemu, Llico, etc., situados en las inmediaciones de los esteros Quilpué, Conchalí, Agua Sálada, Llolleo, Petrel i Vichuquen, siendo evidente entónces que la union de dichos puertos con el valle central o la línea lonjitudinal no podrá hacerse sin trasmontar los cordones costaneros que se interpongan, con cuyo objeto se buscan los portezuelos mas propicios, los cuales en los ejemplos citados son, siguiendo el mismo órden, los de San Pedro Cavilolen, Corrales, Sepultura, El Arbol i Hualañé, de mui variable altura e importancia técnica.

Naturalmente que estos trasmontes acarrean un exceso de gradiente i curvatura, con obras costosas de tierra i arte que elevan mucho los presupuestos, fuera de que el cruce del cordon se hace necesario efectuarlo muchas veces con grandes túneles, como los de El Arbol, Cavilolen i San Pedro, ni mas ni ménos que en la via lonjitudinal.

En las rejiones del Norte, donde la cordillera litoral lleva sus escarpes hasta la misma playa i donde no existen quebradas que den acceso propicio, como sucede en Iquique i Pisagua por ejemplo, el trasmonte se efectúa por medio de un prolongado faldeo, reversos i otras complicaciones.

Cuando los puertos se hallan situados en la ria misma de los cauces principales directos de la cordillera andina, es evidente que la ruta está demarcada por sí misma con facilidades mucho mayores, aunque suele haber entorpecimientos locales de faldeos i otros, que no desdicen de las peores vias de montaña.

Como resúmen de lo que antecede, repetiremos que en los ferrocarriles chilenos se distinguen las líneas lonjitudinales i los ramales trasversales, que pueden o nó alcanzar la costa, o bien dirijirse hácia la cordillera. Las primeras están ubicadas sobre la traza del valle central, en cuya parte plana tanto la gradiente como la curvatura son moderadas; pero en la zona de las penínsulas el trasmonte de los istmos da orijen a rampas i pendientes alternativas de magnitudes límites i a curvas cerradas numerosas i de gran desarrollo. Las líneas trasversales se ubican jeneralmente en los valles que van a constituir su zona de atraccion, i cuando son de puro interes local se evitan los presupuestos subidos por todos los medios posibles, sin esceptuar la reduccion de la trocha. Pero si el ramal está destinado a alcanzar la costa, su mayor importan-

Datos sobre los Ferrocarriles en construccion

TROCHA

NOMBRE	Clasificacion	Lonjitud Km.	MOVIMIENTO	
			CORTES EN	
			La via M.³	Fosos i desviacns. M.³
Alcones a Pichilemu	Mui accidentado. Mov. de tierra mayor 55 000 m³ por Km	37 800	2 274 734	67 535
Hualañé a Llico	Accidentados	47 918	1 350 631	9 575
Melipilla a San Antonio	Mov. de tierra comprendido entre 55 000 m³ i 35 000 m³ por km.	52 000	1 162 413	100 367
Osorno a Puerto Montt		126 000	2 035 042	192 777
Selva Oscura a Curacautin		28 600	600 058	42 353
Santiago al Peñon	Semi-accidentados.	1 395	1 447	.....
Temuco a Carahue	Mov. de tierra comprendido entre 35 000 i 20 000 m³ por km.	55 630	829 054	.....
Pitrufquen a Antilhue		114 682	1 277 008	36 108
Rucapequen a Rio Itata		18 140	209 024	1 458
San Vicente a Peralillo		35 840	368 359	28 238
Curicó a Hualañé	Planos	37 200	207 619	30 407
Circunvalacion	Mov. de tierra menor que 20 000 m³ por km.	3 200	20 608	5 000
Coihue a Nacimiento		8 000	4 291	6 680
Púa a Selva Oscura		20 100	52 219	.....

TROCHA

Rayado a Vilos	Mui accidentado. Mov. de tierra mayor que 25 000 m³ por km.	26 100	411 297	10 374
Choapa a Salamanca		27 000	314 882	58 563
Serena a Pelícana		29 123	346 460	31 630
Choapa a Illapel	Accidentado. Mov. de tierra comprendido entre 25 000 i 20 000 m³ por km.	19 470	150 361	30 271
Choapa a Monte Oscuro		17 240	195 313	29 092
Rayado a Papudo (Sec. Quinq-Papudo)		18 400	185 402	.....
Paloma a San Marcos	Semi-accidentados. Mov. de tierra comprendido entre 20 000 i 10 000 m³ por km.	41 590	318 453	16 805
Serena a Rivadavia		81 100	389 552	.....
Anima a los Pozos		20 340	58 537	3 000
San Clemente a Colorado		27 873	119 066	17 897
Inca a Chulo	Planos	88 080	261 600	.....
Rancagua a Doñihue	Mov. de tierra por km. menor que 10 000 m³	21 110	22 930	6 282
Talca a San Clemente		20 548	35 042	9 413
Ferrocarril de Chañaral		54 540	46 861	5 000
Pueblo Hundido a Cerrillos		407 900	793 828	20 482
San Felipe a Putaendo		16 100	34 588	6 951

TROCHA

Ancud a Castro	Mui accidentado. Mov. de tierra por km. mayor que 20 000 m³	89 560	1 453 700	17 171
San Bernardo al Volcan	Accidentado. Mov. de tierra comprendido entre 20 000 i 10 000 m³	73 320	801 453	23 219

o recientemente terminados (1910)

DE 1,68 M.

DE TIERRAS		Cubo de albañilería por Km.	COSTO POR KILÓM., deducido del presupuesto		
			INFRASTRUCTURA		Superstructura
Terraplenes M.³	Promedio por Km.	M.³	Cambio medio	$ m/c.	Oro 18 d.
2 468 764	127 276	2 046	12 5/8	222 426	21 196
1 151 218	52 411	.....	12 5/16	305 120	24 113
1 164 934	45 634	980	15 1/16	119 470	26 492
2 366 095	36 380	350	15 1/4	112 130	25 178
541 924	41 410	234	12 5/16	84 435	20 554
37 592	27 985	3 100	15 14/16	96 100	16 460
696 114	27 272	530	16 3/8	31 592	.....
1 378 974	23 159	468	15 9/16	34 666	.....
185 776	21 844	370	15 14/16	33 989	18 065
291 313	19 193	532	12 5/16	64 201	21 800
216 607	12 221	210	15 14/16	28 780	16 967
17 809	13 567	298	16 3/8	16 707	.....
82 333	11 660	68	15 1/4	27 287	20 808
115 237	8 659	137	15 14/16	12 104	17 074
DE 1,00 M.					
412 545	31 972	454	15 1/16	32 915	12 604
353 536	26 928	1 179	15 14/16	29 059	10 057
351 087	25 037	283	10 7/8	33 487	15 914
298 876	24 628	53	10 7/8	41 509	9 354
145 421	21 451	540	12 5/16	46 149	.....
206 009	21 272	287	12 5/16	49 267	13 585
185 936	12 551	426	12 5/16	26 950	10 948
377 227	9 454	41	16 3/8	25 788	7 012
106 321	8 252	14	17 13/16	15 587	.....
87 786	8 063	99	12 5/16	17 784	12 190
299 886	6 374	12	15 1/16	7 562	12 152
82 253	5 280	3 400	10 7/8	44 404	12 660
50 293	4 611	86	17 13/16	9 016	.....
41 219	1 706	16	17 13/16	2 315	.....
1 012 197	4 478	59	10 7/8	8 916	10 892
43 521	5 283	130	10 1/2	17 353	28 839
DE 0,60 M.					
604 042	23 167	114	.....	32 361	7 031
327 389	15 712	218	.....	34 374	6 427

Datos sobre Ferro-

TROCHA

NOMBRE	Clasificacion	% DE PRESUPUESTO QUE				
		Espropiaciones m/c.	Movimiento de tierras		Obras de arte menores	
			m/c.	oro	m/c.	oro
Alcones a Pichilemu	Mui accidentado. Mov. de tierra mayor 55 000 m³ por Km	.....	42,36	.....	6.56	.....
Hualañé a Llico	Accidentados	.....	23,24	.....	8,41	0,23
Melipilla a San Antonio	Mov. de tierra comprendido entre 55 000 m³ i 35 000 m³ por km.	0,709	28,610	.....	11,48	.....
Osorno a Puerto Montt		1,000	.....	27,00	.....	9,00
Selva Oscura a Curacautin		.....	56,14	.....	12,39	.....
Santiago al Peñon	Semi-accidentados.	4,80	24,16	.....	.....	.....
Temuco a Carahue	Mov. de tierra comprendido entre 35 000 i 20 000 m³ por km.	.....	46,10	.....	13,88	.....
Pitrufquen a Antilhue		.....	.....	38,00	.....	24,19
Rucapequen a Rio Itata		.....	31,79	.....	15,48	.....
San Vicente a Peralillo	Planos	.....	23,81	.....	19,93	.....
Curicó a Hualañé		.....	23,99	.....	8,85	.....
Circunvalacion	Mov. de tierra menor que 20 000 m³ por km.	.....	23,84	.....	19,88	.....
Coihue a Nacimiento		.....	29,90	.....	6,34	.....
Púa a Selva Oscura		.....	22,15	.....	20,21	.....

TROCHA

Rayado a Vilos	Mui accidentados.	.....	43,36	.....	16,69	.....
Choapa a Salamanca	Mov. de tierra mayor que 25 000 m³ por km.	.....	35,40	.....	14,04	.....
Serena a Pelícana		.....	.....	29,30	.....	8,06
Choapa a Illapel	Accidentado. Mov. de tierra comprendido entre 25 000 i 20 000 m³ por km.	1,60	.....	20,00	.....	11,10
Choapa a Monte Oscuro		.....	43,36	.....	14,26	.....
Rayado a Papudo (Sec. Quinq-Papudo)		.....	34,80	.....	19,51	.....
Paloma a San Marcos	Semi-accidentados. Mov. de tierra comprendido entre 20 000 i 10 000 m³ por km.	.....	27,95	.....	9,57	.....
Serena a Rivadavia		3,55	27,43	.....	4,23	.....
Anima a los Pozos	Planos	.....	63,94	.....	1,46	.....
San Clemente a Colorado		.....	21,61	.....	16,73	.....
Inca a Chulo		.....	49,87	.....	2,69	.....
Rancagua a Doñihue	Mov. de tierra por km. menor que 10 000 m³	.....	9,42	.....	9,57	.....
Talca a San Clemente		.....	17,26	.....	45,39	.....
Ferrocarril de Chañaral		.....	22,97	.....	1,33	.....
Pueblo Hundido a Cerrillos		.....	34,86	.....	14,39	2,19
San Felipe a Putaendo		.....	26,00	.....	11,20	.....

TROCHA

Ancud a Castro	Mui accidentado. Mov. de tierra por km. mayor que 20 000 m³	.....	59,26	.....	7,56	.....
San Bernardo al Volcan	Accidentado. Mov. de tierra comprendido entre 20 000 i 10 000 m³	.....	37,71	.....	6,35	.....
Chillan a Pinto	Plano. Mov. de tierra	.....	7,78	.....	11.59	2.94

Carriles (Continuacion)

DE 1,68 M.

CORRESPONDE A LAS PARTIDAS SIGUIENTES

Obras de arte mayores		Túneles		Muros de sosten. i defensa		Edificio, estacion i acces.		Superstructura de la via		Cierro i telégrafo	
m/c.	oro	m/c.	oro	m/c.	oro	m/c.	oro	m/c.	oro	m/c.	oro
3,18	4,00	38,21	.....	0,38	.....	3,68	.....	4,58	96,00	0,97	.....
15,44	47,61	42,28	.....	1,49	.....	2,24	2,81	5,79	48,80	1,07	0,52
18,63	.....	10,45	.....	1,799	.....	5,214	.....	20,950	.....	2,145	.....
.....	17,00	.....	.....	.....	1,00	.....	14,00	.....	29,00	.....	2,00
2,76	3,56	.....	.....	.....	.....	13,18	14,22	11,67	82,21	3,83	.....
27,17	.....	.....	.....	16,01	.....	18,47	.....	9,01	100,00	0,34	.....
5,26	.....	.....	.....	5,95	.....	12,96	.....	13,36	.....	2,45	.....
.....	4,04	.....	9,26	.....	.....	.....	7,92	.....	13,89	.....	2,64
10,63	3,73	.....	.....	.....	.....	14,06	.....	17,29	96,27	10,56	.....
1,36	23,41	18,96	.....	2,47	.....	10,93	0,97	15,85	75,61	6,65	.....
24,19	12,92	11,15	.....	0,55	.....	7,18	0,29	18,75	86,78	5,21	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	19,33	.....	33,22	.....	2,65	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	29,47	11,11	26,83	88,89	7,43	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	21,77	.....	27,62	100,00	8,21	.....
DE 1,00 M.											
6,19	39,52	11,82	.....	0,10	.....	0,77	1,13	15,14	59,33	5,90	.....
5,35	15,72	.....	.....	18,72	.....	7,88	3,64	13,30	80,62	5,28	.....
.....	4,60	.....	.....	.....	4 90	.....	7,70	.....	39,87	.....	5,53
.....	19,20	.....	.....	.....	3 90	.....	20,50	.....	21,10	.....	2,60
5,07	.....	.....	.....	13,81	.....	2,32	.....	14,93	.....	6,22	.....
11,11	26,73	.....	.....	1,25	.....	12,73	5,44	13,13	67,82	7,45	.....
13,13	.....	6,02	53 53	3,31	.....	14,85	1,05	19,40	45,42	5,87	.....
1,20	.....	7,38	.....	12,57	.....	17,55	.....	23,02	.....	3,03	.....
.....	.....	7,17	.....	0,71	.....	7,90	.....	15,69	.....	3,09	.....
2,40	3,39	.....	.....	0,75	.....	24,58	0,35	22,40	96,25	11,49	.....
0,06	0,32	.....	.....	.....	.....	2,38	.....	42,80	99,68	2,23	.....
4,32	11,44	6,87	.....	32,83	.....	6,17	2,55	14,63	85,99	6,15	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	4,85	.....	23,32	.....	9,16	.....
.....	.....	.....	.....	0,27	.....	26,08	.....	45,89	.....	3,43	.....
.....	.....	.....	.....	1,29	.....	3,61	0,25	42,86	97,55	2,96	.....
2,02	3,70	.....	.....	.....	.....	29,97	12,79	19,01	83,50	11,78	.....
DE 0,60 M.											
6,15	.....	3,26	.....	4,04	.....	5,35	1,02	9,80	98,98	4,55	.....
14,04	14,55	.....	.....	11,90	.....	13,57	8,20	10,11	77,24	6,27	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	44,02	1,95	21,07	94,89	15,52	0,20

cia en el movimiento de salida de los productos, unida a la circunstancia de poseer una ruta mas difícil por no coincidir hácia el final con las vaguadas fundamentales del territorio, dada su distancia de los puertos de término, hace que se les considere como obras de un órden elevado i por tanto acreedores a proyectos de costo superior.

LONJITUD DE LAS VIAS I SU OBJETO.—Clasifiquemos brevemente los ferrocarriles chilenos atendiendo a los variados productos que están destinados a trasportar.

Las diferentes líneas en construccion i esplotacion, particulares o del Estado, suman una lonjitud total de 6,848 kilómetros.

Los ferrocarriles internacionales, que naturalmente cuentan entre sus objetivos los acarreos del comercio esterior, son en número de cinco: uno de ellos, de Arica a La Paz, se construye por cuenta fiscal, i de los otros cuatro particulares, dos de ellos, de Antofagasta a Bolivia i de Los Andes a Mendoza, están terminados i en esplotacion, mientras que otros dos, tambien trasandinos, están en construccion, uno de Jeneral Cruz por la vía de La Polcura i otro de Monte Aguila por la de Antuco.

Si esceptuamos el ramal de Arica a Tacna, tambien dedicado al comercio de tránsito con Bolivia, todos los ferrocarriles situados al norte del grado 26, incluso el de Antofagasta ya citado, pertenecen a la zona salitrera del país i en calidad de empresas particulares dedican al servicio de esta industria una lonjitud colectiva de 2,000 kilómetros.

Al sur del grado 26 hasta el 32, está la zona minera propiamente; pero tambien es agrícola en los valles de Copiapó, Huasco, Coquimbo, Limarí (con sus afluentes de la rejion de Ovalle) i del Choapa. Las líneas allí distribuídas agregan unos 1,200 kilómetros, son en su mayor parte fiscales i quedarán todas reunidas en un solo sistema por el ferrocarril lonjitudinal en construccion.

Entre los paralelos 32 i 38 se halla el grueso de la zona agrícola del país, sin perjuicio de la mineria, que decrece de norte a sur, i de una abundante produccion carbonera en la costa, grado 37 al 38. Aquí la agricultura no solo utiliza los valles transversales de los rios sino que sus mejores campos están en los terrenos del gran valle central. A su servicio tiene 2,000 kilómetros de ferrocarril, principalmente de trocha ancha, i el trasporte de la produccion se hace hoi a los puertos de Valparaíso, Constitucion i Talcahuano, mientras se habilitan los de Papudo, San Antonio, Pichilemu i Llico, cuyos ferrocarriles de acceso se construyen.

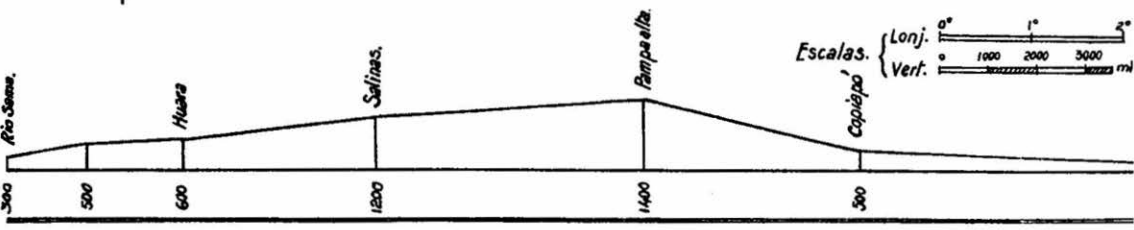
Por fin, desde el grado 38 al sur está la zona maderera, junto con la agricultura de que es susceptible, i para esplotarla tiene 800 kilómetros de línea, incluyendo los en construccion i tambien el de Ancud a Castro en la isla de Chiloé.

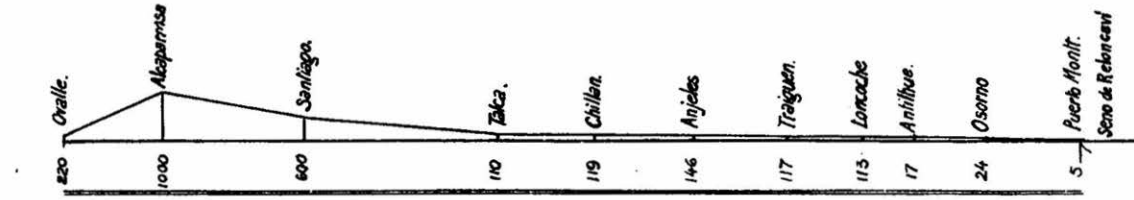
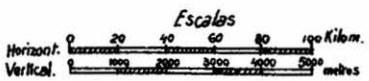
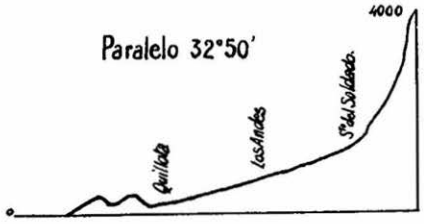
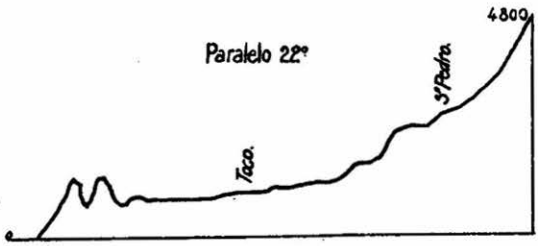
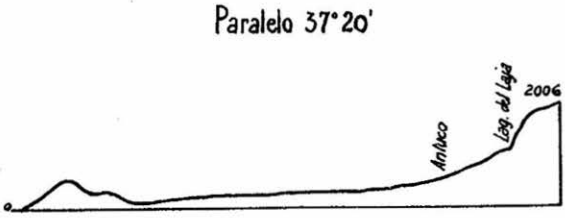
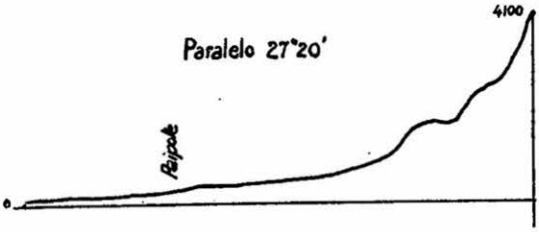
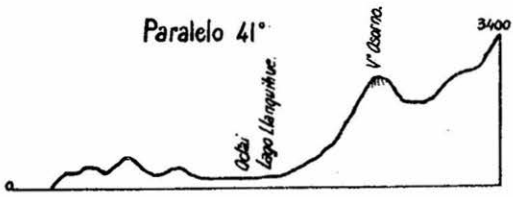
Las zonas de maderas, pesquería i pastoreo de la rejion de los archipiélagos no cuentan por ahora con ferrocarriles i todo su tráfico se hace por la vía marítima.

CARACTERISTICA DE LOS FF. CC. DEL E.

PERFIL LONJITUDINAL DE CHILE

por el Valle central, desde el rio Sama hasta Reloncavi





Perfiles trasversales.