

SUPERSTRUCTURA

DE LA VÍA FÉRREA PARA TROCHA DE 1,000 M.

Por RAÚL CLARO SOLAR i RUPERTO ECHEVERRÍA S.

(Continuación)

2. *Formas i dimensiones.*—Desde luego debemos observar que se nos ha impuesto la adopción del riel de zapata, motivo por el cual nos referiremos exclusivamente a él en las consideraciones que siguen, i que tratan de su peso por metro corrido, de su sección transversal i de su longitud.

a) *Peso.*—Mientras mas pesado es un riel, mas estable i mas ríjida es la vía de que forma parte, siendo mayor tambien la capacidad de ésta para resistir a las fatigas producidas por el materiel rodante. En cambio, el peso del riel por metro corrido es mantenido bajo ciertos límites por consideraciones de economía.

En las vías de trocha angosta, la economía de construcción tiene quizás mayor importancia que en las de trocha ancha, por establecerse ordinariamente aquellas en vista de servir a un tráfico ménos intenso i, por consiguiente, ménos reproductivo que el que corresponde a éstas últimas. Por otra parte, el empleo de un material de tracción ménos poderoso i luego de cargas de rueda considerablemente menores, exige en las vías estrechas un riel notablemente mas liviano que en las de trocha ancha.

Tal es, por lo demas, el criterio que ha predominado en el establecimiento de las vías férreas de trocha de 1,000 m., en la jeneralidad de las cuales no se ha llevado el peso de los rieles a mas de 25 o 26 k/m^l. En las líneas del Estado en Chile el peso máximo de tales rieles es de 26 k/m^l.

Parece pues racional adoptar un peso análogo al que acabamos de indicar, propendiendo al mismo tiempo al aumento de la resistencia i de la rijidez de la vía por una distribución adecuada de los durmientes i por el refuerzo del ensamble de los rieles entre sí i con aquellos.

b) *Perfil.* Parece a primera vista que, adoptando el peso por metro corrido de riel en uso actual, se debería conservar la sección transversal de dicho riel. Pero este perfil puede

mejorarse mas o ménos considerablemente por una mejor distribucion de la materia i teniendo en cuenta que en la enrielladura tipo que estudiamos se interpondrá una silla de asiento entre el riel i el durmiente.

Principiaremos por observar que creemos conveniente dejar en la cabeza del riel un márgen de desgaste de 8 mm., lo que asegura a los rieles una duracion, por decirlo así indefinida, cuando se encuentran colocados en condiciones normales (1).

El resto de la seccion constituye el cuerpo del riel i debe ser lo mas reducido posible, pues subsiste por entero cuando se rechaza el riel de la vía i no sirve entónces sino como acero viejo; pero al mismo tiempo debe presentar por sí solo una capacidad de resistencia, i una rijidez suficientes para resistir las acciones del material rodante.

Es sabido que, aunque teóricamente la zapata del riel desgastado deberia ser menor que la porcion de cabeza opuesta, la esperiencia aconseja mas bien exajerar la superficie de la zapata, i conservar una razon determinada entre su ancho i la altura total del riel nuevo. Miéntas mas se aproxime a la razon de los pesos de la cabeza i de la zapata, mejor se comportará el riel en servicio; por otra parte, su laminaje será mas fácil i la densidad mas uniforme.

Estudiando la seccion transversal de los rieles de zapata mejor dibujados que figuran en el cuadro núm. 4, vemos que la distribucion de la materia entre la cabeza, el alma i la zapata se hace, como término medio, en la forma siguiente

cabeza.....	49,2%
alma.....	17,3%
zapata.....	33,5%

lo que justifica las observaciones anteriores.

Estas observaciones se complementan con la necesidad de que el riel nuevo sea estable bajo la accion de los esfuerzos transversales. En las superestructuras con silla de asiento, la relacion entre el ancho de zapata i la altura total está comprendida entre 0,8 i 0,9. Cuando no se emplea silla, habrá que aumentar el ancho de la zapata para obtener presiones unitarias menores sobre el durmiente; pero aun entónces la relacion de que se trata ha sido en jeneral como máximo igual a 1.

Esto último se esplica fácilmente si se observa que, para obtener un buen laminaje, no deben emplearse zapatas demasiado anchas ni con bordes demasiado delgados, pues en tal caso el enfriamiento mui desigual de la cabeza i de la zapata dificulta la operacion i da un riel de calidad mui inferior. En la practica parece que una zapata de un ancho igual a la altura total del riel nuevo es un máximo que no conviene exceder.

En cuanto a los detalles de la seccion, puede observarse: que la práctica aconseja que las caras laterales de la cabeza sean verticales; que el ancho de la cabeza debe ser sensiblemente igual a la altura total del riel; que hai interes en que la cabeza presente cierto bombeo cuyo radio no debe ser inferior a 300 mm.; que el acordamiento de la superficie de rodadura con las caras verticales debe tener un radio inferior o cuando mas

(1) SARTIAUX I BANDERALLI. *Les chemins de fer de la Corse*. 1883.

igual al radio de acordamiento de la llanta de la rueda con la pestaña, radio que en el equipo chileno es igual a 15,9 mm.; que la union de la cabeza i de la zapata con el alma, debe realizarse mediante espaldones rectos inclinados de $\frac{1}{4}$ i mejor de $\frac{1}{5}$, i que el radio de los acordamientos correspondientes no debe ser superior a 6 mm.; que las caras laterales de la zapata deben ser verticales, realizándose su union con la base de asiento i con los espaldones, mediante acordamientos de radio mui pequeño que exigen las necesidades de la construccion.

Si se tienen presente las observaciones anteriores en combinacion con los datos que consigna el cuadro núm. 4, se ve que el perfil de riel en uso actual puede mejorarse aumentando su altura i disminuyendo prudencialmente el espesor del alma, con lo que se obtendrá un aumento no despreciable de su rijidez i de su resistencia.

De acuerdo con estas ideas, hemos aceptado el tipo de riel que aparece dibujado en los planos adjuntos, i al cual se refieren las características siguientes:

peso por metro corrido (con densidad de 7,8).....	25,7 k.
área de la seccion.....	3299 mm ²
reparticion de la materia en la seccion transversal	
{ cabeza	48,6 %
{ alma.....	17,2 %
{ zapata....	34,2 %
ancho de la cabeza.....	52 mm.
espesor del alma.....	10,5 mm.
altura total.....	105 mm.
ancho de la zapata.....	90 mm.
relacion entre el ancho de la zapata i la altura total.....	0,86
momento de inercia.....	4.755.000 mm ⁴
módulo de flexion.....	90.057 mm ³

Considerando el desgaste de 8 mm. en la cabeza, que hemos fijado como máximo, se tiene para el riel desgastado:

peso por metro corrido.....	22,6 k.
momento de inercia.....	3.875.000 mm ⁴
módulo de flexion.....	76.900 mm ³

Es interesante comparar el tipo de riel estudiado con el perfil existente i con los rieles de las Compañías de Ferrocarriles que aparecen en el cuadro núm. 4, bajo el punto de vista de los coeficientes de eficacia de dichos perfiles llegados al máximo de desgaste. Los resultados de ese estudio aparecen consignados en el cuadro siguiente, el cual manifiesta que en el tipo del riel que proponemos la materia se encuentra bien distribuída i que él es sensiblemente superior al tipo existente.

ADMINISTRACIONES	Peso por m. c. k.		Altura del desgaste mm.	Momento de inercia I_1 cm. ⁴	Módulo de flexion $\frac{I_1}{V_1}$ cm. ³	Coeficientes de eficacia	
	nuevo	desgast.				$I_1 : P.$	$\frac{I_1}{V_1} : P.$
Argentina. — Ferrocarril Trasandino (adherencia)... ..	25	22,3	7	364,5	72,2	16,3	3,2
Argentina. — Ferrocarril Trasandino (cremallera).....	27	23,9	8	405,7	78,8	16,9	3,3
Bélgica. — Ferrocarriles vecinales (tipo reforzado).....	23	20,7	7	372,1	70,2	17,9	3,4
Chile. — Ferrocarriles del Estado (riel existente).....	26	23,3	7	308,6	66,3	13,2	2,8
Chile. — Ferrocarriles del Estado (riel nuevo).....	25,7	22,6	8	387,5	76,9	17,1	3,4
Chile. — Ferrocarril de Tocopilla a Toco.....	24	22	5	245,4	58,8	11,2	2,7
Chile. — Ferrocarril Trasandino.....	25	22,3	7	364,5	72,2	16,3	3,2
Chile. — Ferrocarril Trasandino.....	27	24	8	424,4	82,4	17,7	3,4
Francia. — Ferrocarril de Saint Just à Mornant.....	25	22,1	8	404,8	75,6	18,3	3,4
Imperio Británico. — Ferrocarril de Nilgiri.....	24,7	22,1	7	329,3	69,6	14,9	3,1
Países Bajos. — Ferrocarriles de Java.....	25,7	22,5	8	374,5	73,4	16,6	3,3
Suiza. — Ferrocarril de Viège a Zermatt.....	24,2	21,6	7	367,2	71,2	17,0	3,3
Suiza. — Ferrocarril de Overland Bernois.....	23	20,4	7	346,3	67,2	16,8	3,2
Turquía. — Ferrocarril de Beyruth-Damasco.....	27,6	24,6	8	459,1	85,0	18,6	3,4

c) *Longitud.*—El riel en uso actual tiene 9,144 m. de largo, [longitud que puede aumentarse hasta 10 m., sin inconveniente alguno i con ventaja para la via bajo el punto de vista de la estabilidad de los rieles, de la regularidad del trazado de las curvas i de la disminucion del número de juntas.

Con el largo de 10 m. el peso de cada riel será de 257 k. i por tanto excederá en 19,3 k. al peso total de 237,7 k. que tiene el riel en uso actual.

§ IV. ACCESORIOS METÁLICOS DE LA SUPERSTRUCTURA

1. *Jeneralidades.*—El ensamble longitudinal de los rieles se realizará cortando sus extremos a escuadra i uniéndolos entre sí por dos eclisas cantoneras iguales que se ensamblarán al alma de los rieles por medio de 6 pernos.

El descanso de los rieles sobre los durmientes intermedios se realizará con la interposicion de una silla de asiento, cuya importancia como elemento de la superestructura

es debida: a la realizacion de una mayor superficie de asiento del riel sobre el durmiente, i a la obtencion de la solidariedad entre las escarpas colocadas a uno i otro lado de la zapata.

En efecto, el cálculo de las presiones que un riel como el que proponemos poduciría sobre la cara superior del durmiente, en caso de descansar directamente sobre él, arroja fatigas tan elevadas que orijinarian la penetracion de la zapata en la madera del durmiente i el consiguiente estrechamiento de la vía en las alineaciones i su ensanche en las curvas. Conjuntamente, las escarpas que fijarian el riel a los durmientes i que resistirian aisladamente a las acciones del material rodante no tardarian en ensanchar sus agujeros. Una rápida destruccion de los durmientes i la desorganizacion completa de la vía serian mas o ménos prontamente el resultado que provendría del apoyo directo de los rieles sobre los durmientes (1).

Bastaría hacer el cálculo de las fatigas por compresion del durmiente en una cualquiera de las superestructuras sin silla de asiento a que se refiere el cuadro núm. 1 para convencerse de la exactitud de lo que ántes afirmamos. I es estraño que no se haya introducido en ellas el empleo de las sillas, sacrificando éstas a la consideracion de obtener el máximo de economía en el establecimiento de la vía, economía mal entendida por cuanto se traduce en un aumento notable de los gastos de conservacion.

En efecto, como lo observa Puig (2), «es imposible que una vía construida de tal manera sea estable, por mas que se reduzca la velocidad de marcha a fin de rebajar el coeficiente de la carga dinámica: el costo de la conservacion ha de resultar elevadísimo, como efectivamente sucede en la práctica, i puede asegurarse fundadamente que adquirirá proporciones enormes en cuanto empiece a hacerse sensible la alteracion de las traviesas.»

Puede concluirse, pues, que en las líneas a que nos referimos se ha olvidado que «un ferrocarril de vía estrecha, económicamente pero mal construido, es la obra mas costosa i que produce con mayor dificultad una renta proporcionada al capital empleado en ella» (3).

El establecimiento de los ferrocarriles de la Córcega, red cuyo trazado presenta curvas de 100 m. de radio mínimo i pendientes máximas de 0,03, es un ejemplo interesante i, a nuestro juicio, concluyente en apoyo de este criterio. La idea primitiva de emplear en dicho ferrocarril el riel de zapata fué posteriormente abandonada pues se consideró que, ni aun recurriendo al empleo de la silla de asiento, podría la vía así constituida presentar

(1) Al hacer el estudio del durmiente como elemento de la superestructura, hemos tenido ocasion de reproducir las observaciones del Injeniero jefe del ferrocarril de Vilos a Choapa acerca de la desorganizacion que introduce en la vía el apoyo directo de los rieles sobre los durmientes.

Sobre este mismo particular nos escribe el Jereñte de la Compañía del Ferrocarril de Tocopilla a Toco, quien, refiriéndose a las causas de destruccion de los durmientes, anota especialmente entre ellas «las reclavaduras continuas, en las curvas de radio mínimo, que cortan los durmientes.»

El mismo informante agrega mas adelante: «conviene usar placas en todo caso: ellas, en nuestro clima seco, no contribuirán mucho a la mayor duracion de los durmientes, pero sí a la firmeza de la línea.»

(2) PUIG.—Nota relativa a las condiciones i capacidad de resistencia de las vías estrechas (*Revista tecnológico industrial*) 1895.

(3) AST.—*Note sur le Mémoire de l'ingenieur B. Puig relatif a la capacité de service et de résistance de la voie étroite.* (B. du C. des Ch. de F.) 1896.

condiciones satisfactorias de estabilidad i de conservacion: la resolucion de recurrir al empleo de un riel asentado sobre un cojinete robusto, tomada despues de un estudio detenido, reviste, por su mismo carácter excepcional, la importancia de un argumento de primer orden en favor de la silla de asiento como elemento de la superestructura en la vía de 1,000 (1).

Para contrarrestar la influencia de los esfuerzos longitudinales del material rodante e impedir al mismo tiempo el ensanche de la vía en las curvas, hemos adoptado la silla de detencion, órgano que por su ala vertical se afirma al alma del riel, fijándose por su base al durmiente. Al mismo tiempo, i a fin de aliviar el trabajo de los pernos del eclisaje, nos hemos abstenido de clavar las eclisas a los durmientes de juntura a los cuales se fijan por simples escarpías que las mantienen únicamente por rozamiento.

Las sillas se fijarán al durmiente por medio de escarpías.

2. *Materiales empleados.*—Del «Cuaderno de condiciones jenerales para la provision de rieles de acero i accesorios de la vía», tomamos las siguientes cifras características para el material constitutivo de dichos accesorios.

Para el acero de las eclisas:

carga límite de elasticidad.....	25 k/mm ²
carga de ruptura.....	50 a 55 k/mm ²
alargamiento de ruptura, medido sobre muestras de 100 mm. de largo.....	30 a 20%
coeficiente de elasticidad	20.000 k/mm ²
peso específico mínimo.....	7.700 k/m ³

Para el acero de los pernos de eclisas i de sillas de detencion:

carga límite de elasticidad.....	22 k/mm ²
carga de ruptura.....	45 a 50 k/mm ²
alargamiento mínimo de ruptura, medido sobre muestras de 100 mm. de largo.....	18%
coeficiente de elasticidad.....	20.000 k/mm ²
peso específico mínimo.....	7.700 k/m ³

Para el fierro de las tuercas de los pernos:

carga límite de elasticidad en el sentido del laminaje.....	18 k/mm ²
carga límite de elasticidad en el sentido perpendicular al del laminaje.....	16 k/mm ²

(1) SARTIAUX ET BANDERALLI.—*Les chemins de fer de la Corse*, 1883.

SARTIAUX ET BANDERALLI.—*Des dispositions de voie, etc. des chemins de fer à voie de 1,000 m.*
(R. G. des Ch. de F.) 1884.

carga mínima de ruptura en el sentido del laminaje.....	35 k mm ²
carga mínima de ruptura en el sentido perpendicular al del laminaje	30 k/mm ²
alargamiento mínimo de ruptura, medido sobre muestras de 100 mm. de largo.....	8%
coeficiente de elasticidad.....	18.000 k/mm ²
peso específico mínimo.....	7.700 k/mm ³

Para el acero de las sillas de asiento i de detencion:

carga límite de elasticidad.....	25 k/mm. ²
carga de ruptura.....	45 a 55 k/mm. ²
alargamiento mínimo de ruptura, medido sobre muestras de 100 mm. de largo.....	20%
coeficiente de elasticidad.....	20.000 k/mm. ²
peso específico mínimo.....	7,700 k/m. ³

Para el fierro de las escarpías se han adoptado las mismas características que para el de las tuercas de los pernos.

3. *Formas i dimensiones.* — a) *Eclisas i pernos para eclisas.* — El perfil transversal de las eclisas tendrá la seccion cantonera, forma que se acepta hoy dia sin contestacion i que es tambien la que presentan las eclisas de la superestructura tipo actual.

Estas últimas eclisas tienen 0,545 m. de largo i descansan sobre los durmientes de junta, solucion la mas racional i que hemos tenido ocasion de justificar en detalle al tratar de la superestructura de la vía de 1,68 m. (1). No obstante, la junta que con ella se obtiene es susceptible de un refuerzo considerable mediante un pequeño alargamiento de las eclisas que permite emplear seis pernos de ensamble en vez de cuatro.

El estudio de los cuadros núms. 1 i 5 permite observar que el empleo de largas eclisas unidas al alma de los rieles por medio de seis pernos, es escepcional en las vías de trocha de 1,000 m.; creemos, sin embargo, que tal resultado no es debido a otro criterio que al de economizar en la longitud i luego en el peso del eclisaje, criterio manifestamente errado, por cuanto el refuerzo de la junta introduce una economía notable en los gastos de conservacion de la vía. No hemos, pues, titubeado en adoptar el dispositivo a que nos referimos, lo que eleva el peso del eclisaje en una proporcion insignificante i que se reduce notablemente con la disminucion del número de juntas obtenidas llevando a 10,000 m. el largo de 9,144 m. del riel en uso actual.

La colocacion de los agujeros para los pernos de ensamble ha sido hecha teniendo en vista la reparticion de las presiones sobre el eclinaje. Se ha fijado el diámetro de estos pernos en 18 mm., a fin de darles una seccion suficiente, sin debilitar en exceso el alma de los rieles i de las eclisas. El filete del perno tendrá la forma de un triángulo rectángulo i será de paso apretado i profundo.

(1) Superestructura de la vía férrea para trocha de 1,68 m. (*Anales del Instituto de Ingenieros de Chile*) 1904.

Las observaciones anteriores i las que se refieren a la necesidad de realizar la apretadura del eclinaje, cuando éste se haya aflojado por efecto del desgaste, así como la de evitar el desapretamiento de las tuercas i de inmovilizar el perno cuando se aprieten éstas, etc., nos han permitido, teniendo presente los datos consignados en el cuadro núm. 5, proyectar los tipos de eclisa i de perno para eclisas que pueden consultarse en los planos adjuntos.

Las eclisas proyectadas tienen las características que se indican a continuacion:

longitud	630 mm.
peso de cada eclisa	8,419 k.
momento de inercia	818,750 mm. ⁴
módulo de flexion	18,358 mm. ³

Los pernos de eclisas pesan con sus accesorios 0,330 k. cada uno.

b.) *Sillas de asiento.*—Hemos adoptado una silla de asiento que presenta dos rebordes laterales, tres agujeros para las escarpas i un espesor mínimo de 8,5 mm. La silla no da por sí sola la inclinacion que el riel debe tener en la vía, debiéndose, en consecuencia, entallar los durmientes segun esa inclinacion, lo que no presenta inconvenientes cuando se inyectan éstos i, en todo caso, cuando se alquitrana o creosota la entalla.

El peso de esta silla, cuyos detalles pueden consultarse en los planos, es igual a 2,250 k.

c.) *Sillas de detencion i pernos para estas sillas.* - Hemos proyectado una silla de detencion, que no es otra cosa que una placa de acero de 8,5 mm. de espesor, doblada de manera que abraza la zapata i se apoye por su ala vertical contra el alma del riel, a la cual se une por un perno; la silla lleva tres agujeros que sirven para clavarla directamente a los durmientes.

Las forma i dimensiones de los pernos de union han sido estudiadas como para los pernos de eclisas, debiéndose agregar ahora entre la tuerca i el ala vertical de la silla una golilla de 4 mm. de espesor, que facilita la apretadura.

La silla de detencion pesa 2,910 k., i el perno con sus accesorios 0,285 k.

d.) *Escarpas.*—Hemos adoptado una escarpia de seccion octogonal, uniforme en toda su longitud, con una pequeña punta en forma de tronco de cono. Su cabeza presenta rebordes que permiten sacarla. Su longitud es lo mas considerable posible, pero no tanto que la escarpia atraviere el durmiente en toda su altura.

El peso de la escarpia, que aparece dibujada en los planos adjuntos, es igual a 0,160 k.

CAPÍTULO IV

ESTABLECIMIENTO DE LA SUPERSTRUCTURA

§ I.—SUPERSTRUCTURA DE LA VÍA EN RECTA

1. *Disposicion i perfil del lastre.*—Teniendo presente que el papel principal del lastre como elemento de la superestructura es repartir las presiones sobre la plataforma en forma tal que su estabilidad elástica quede asegurada, se concluye que la altura de la cama de lastre deberá ser tanto mayor cuanto menor sea la resistencia del sub-suelo.

Admitiendo que las presiones se transmitan a través del lastre según un tronco de pirámide de generatrices inclinadas de 45° i cuya base superior sea la superficie de la parte atracada del durmiente, es fácil ver que, bajo el punto de vista de la repartición de las presiones sobre la plataforma, no hai interés en hacer que la altura del lastre bajo los durmientes sea superior a la semi distancia entre ellos.

No obstante, en la práctica, cuando la plataforma es mala, conviene aumentar en unos 0,05 m. o 0,10 m. el espesor máximo de lastre que resulta de esa consideración teórica. En la superestructura que proponemos, en la cual la semi distancia máxima entre las caras verticales de los durmientes es igual a 0,25 m., las observaciones anteriores llevan a fijar en 0,30 m. el espesor máximo de que se trata.

Esta última cifra podrá disminuirse cuando aumente la resistencia del sub-suelo, pero en ningún caso el valor que se adopte dejará de ser suficiente para que el lastre sanee bien la vía i conserve bien su elasticidad. La cifra de 0,20 m. parece un mínimo de que no conviene bajar (1).

Otro de los objetos principales que el lastre tiene es oponerse por masa i por frotamiento a los desplazamientos de la vía. Pero, si bien es cierto que ese objeto se conseguiría disponiendo lateralmente a la vía una ancha banqueta de lastre que envolviera los extremos de los durmientes, la consideración de obtener una vía económica aconseja reducir el ancho de dicha banqueta, no poniendo lastre mas allá de los extremos de los durmientes sino en una cantidad necesaria para mantener el atraque.

Por fin, el lastre sirve muchas veces para preservar los durmientes. Así, en los países en que el sol es muy ardiente, la madera, bajo el punto de vista de su conservación i de las probabilidades de incendio, no podría emplearse si no se la cubriera con una delgada capa de lastre, sobre todo si se trata de durmientes creosotados; por el contrario, en las regiones lluviosas, la conservación de la madera se realiza mas fácilmente dejando descubierta la cara superior del durmiente, con lo que se facilita al mismo tiempo el atraque durante la conservación de la vía i la inspección de las amarras.

Por lo demás, cabe observar que la superficie de la plataforma que recibe el lastre debe tener una forma bombeada i con pendientes de 0,04 en término medio.

(1) PUIG.—Nota relativa a las condiciones i capacidad de resistencia de las vías estrechas. (*Revista Tecnológico Industrial*) 1895.

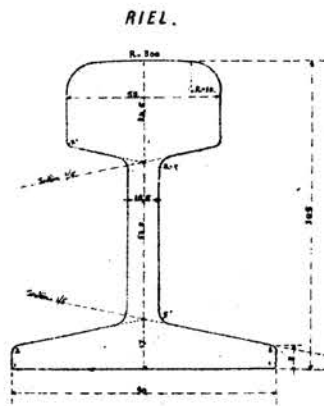
Por fin, los durmientes deben atraerse de una manera uniforme, siendo conveniente realizar esa operacion de modo que la zona de atraque, contada del riel hácia el eje de la vía, sea de un ancho igual a la distancia entre el eje del riel i el extremo del durmiente. Siendo, en la superestructura que estudiamos, esta última dimension igual a 0,375 m. próximamente, se tendrá una zona atracada bajo cada riel de 0,75 m. de ancho.

Segun esto, la zona central del durmiente no atracada solo tendrá 0,30 m. de ancho, lo que a primera vista parece escaso. Pero es indispensable adoptar la disposicion de atraque descrita porque solo así se podrá obtener que el durmiente transmita al lastre presiones aceptables. Por lo demas, la solucion adoptada aparece plenamente justificada con los resultados del cálculo que conduce a una reparticion de presiones sobre el lastre sensiblemente uniforme (1).

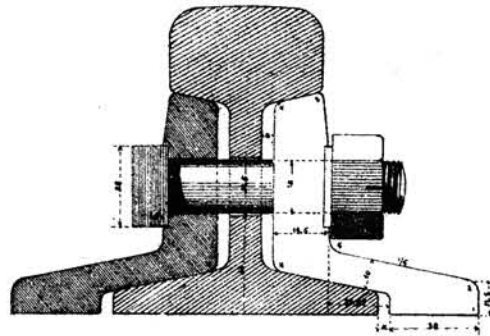
(1) PUIG.—Nota relativa a las condiciones i capacidad de resistencia de las vías estrechas. (*Revista Tecnológico-Industrial.*) 1895.

(Continuará)



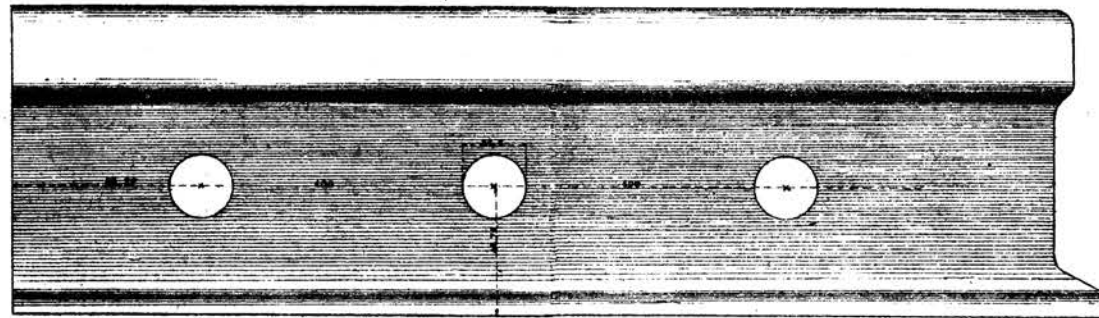


RIEL.

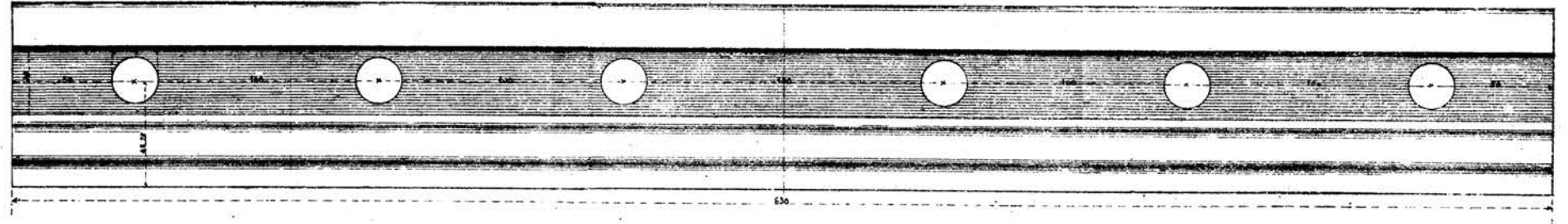


ECLISA.

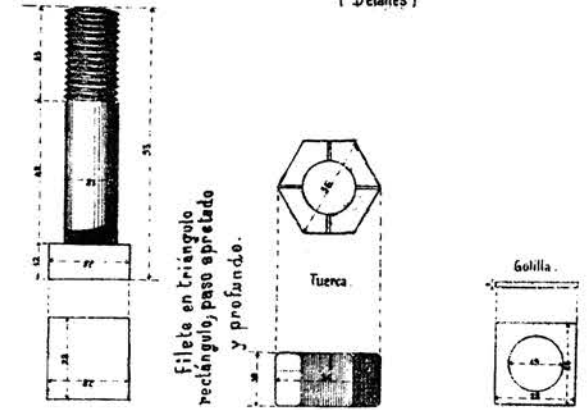
EXTREMIDAD DEL RIEL. (Elevacion)



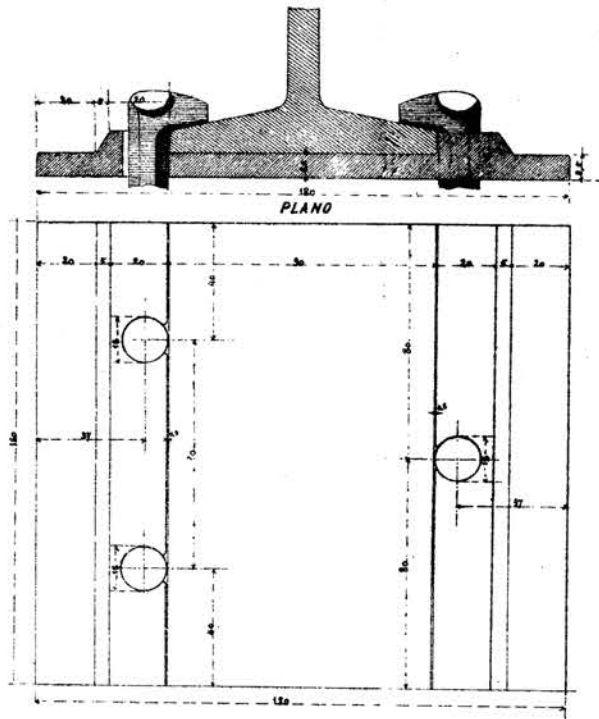
ECLISA (Elevacion exterior).



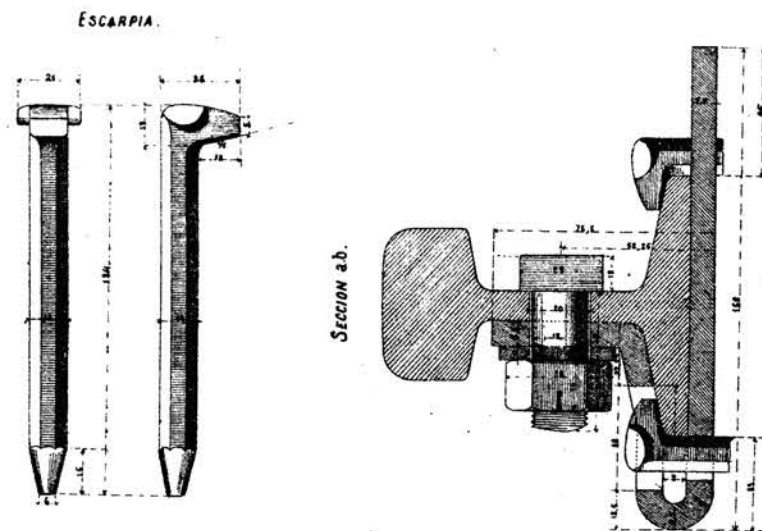
PERNO. (Detalles)



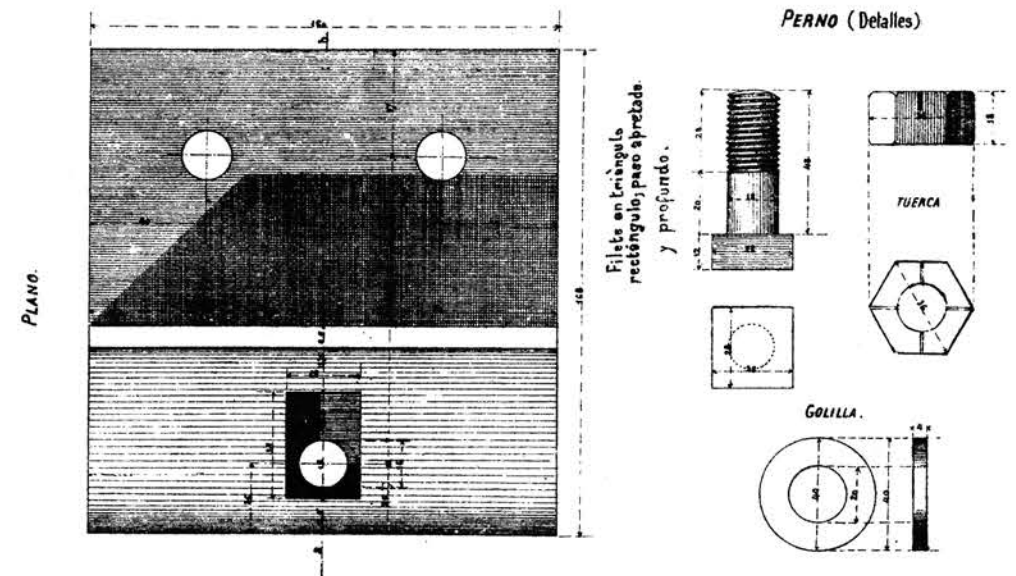
SILLA DE ASIENTO (Corte)

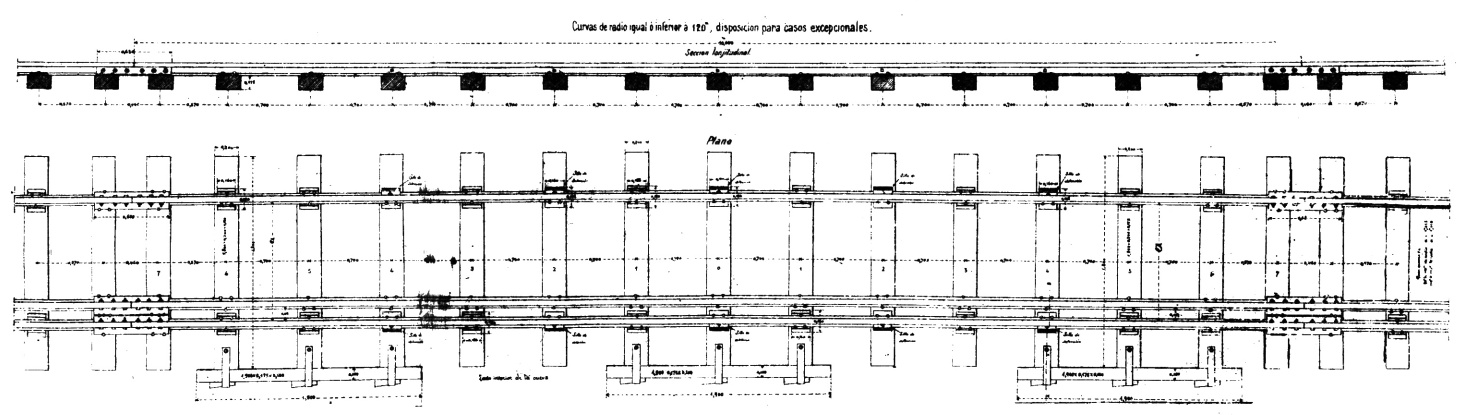
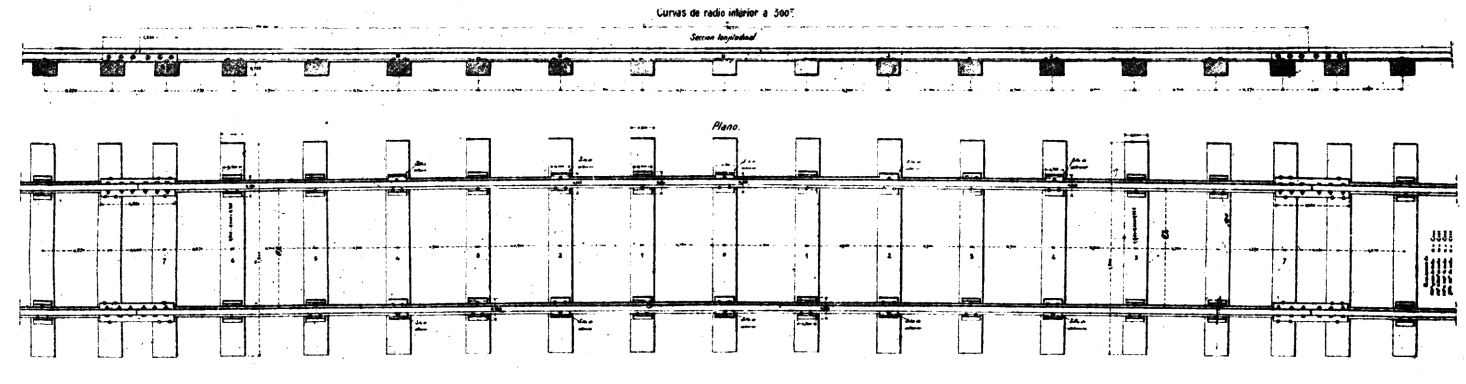
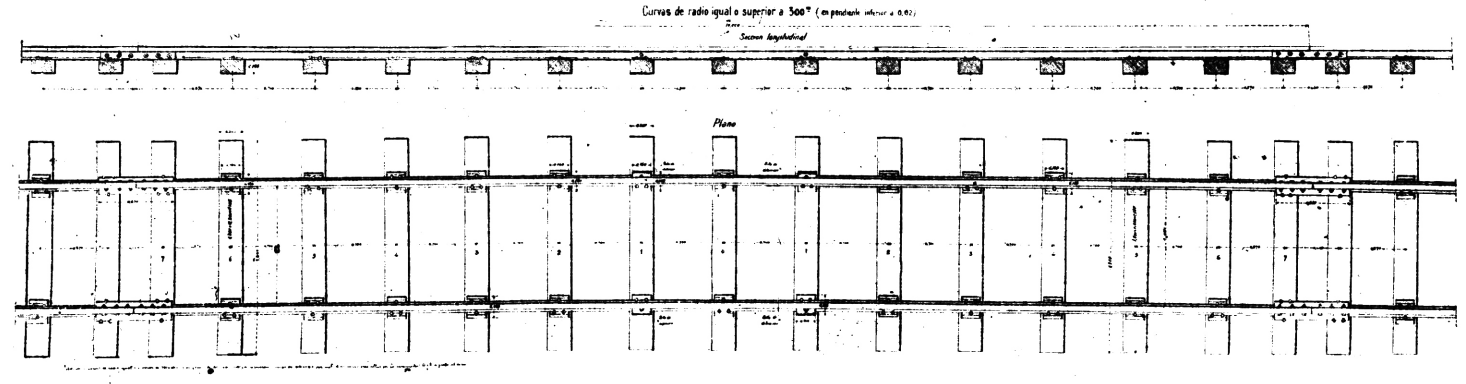
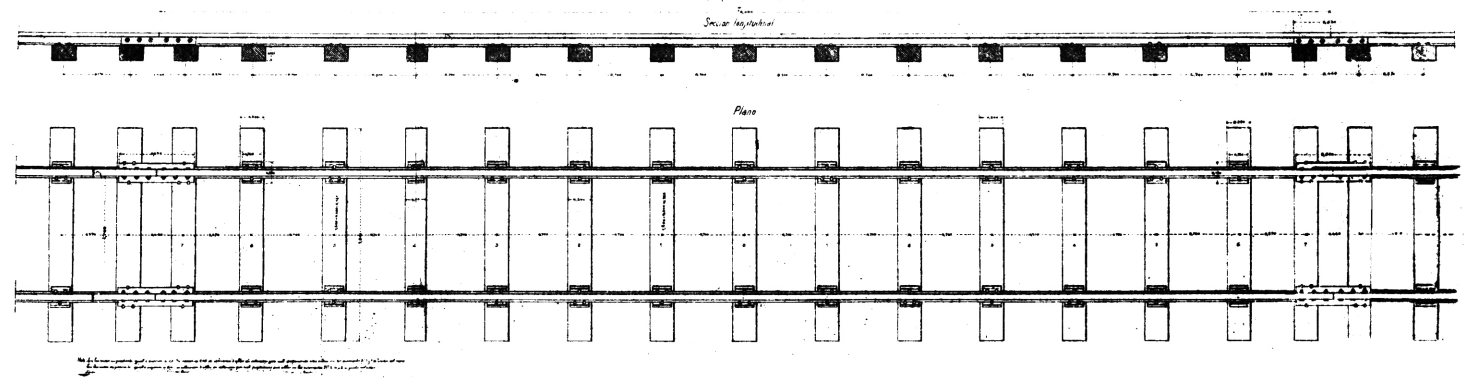


SILLA DE DETENCION.

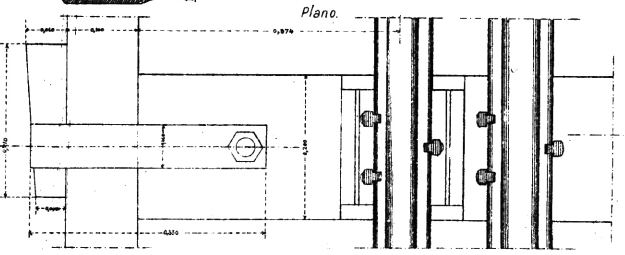
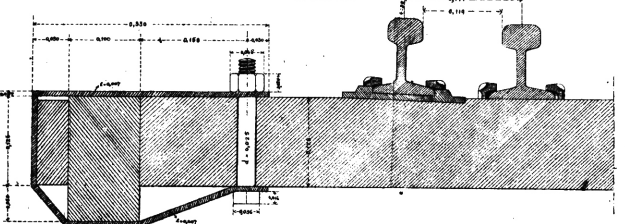
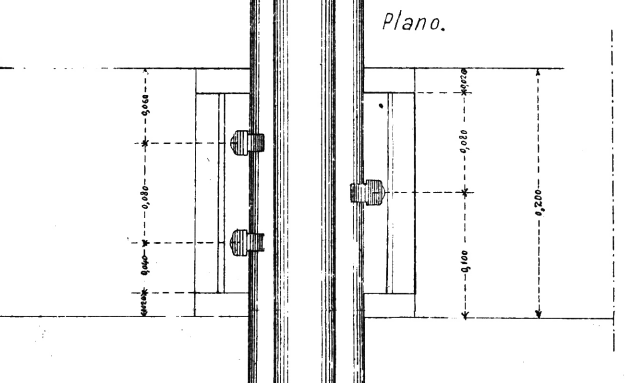
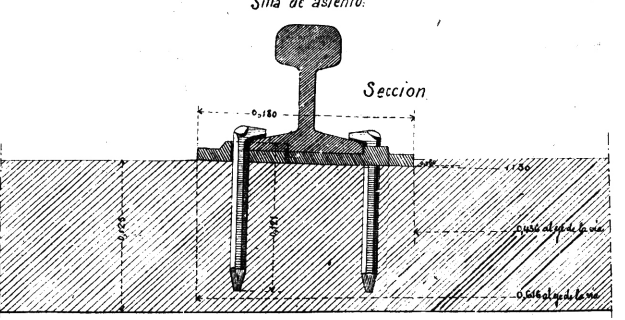
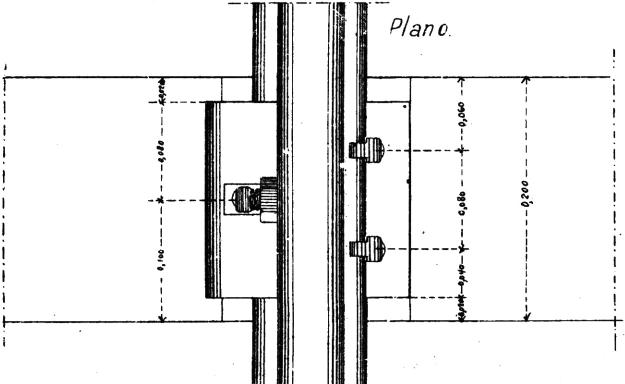
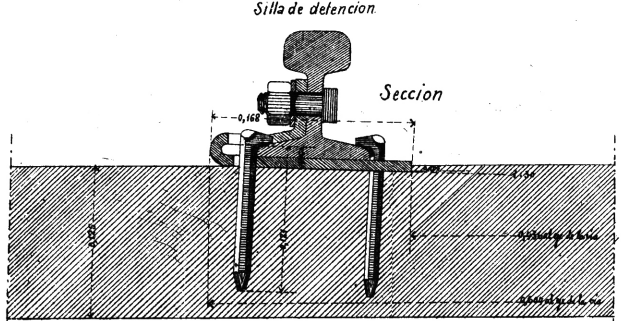
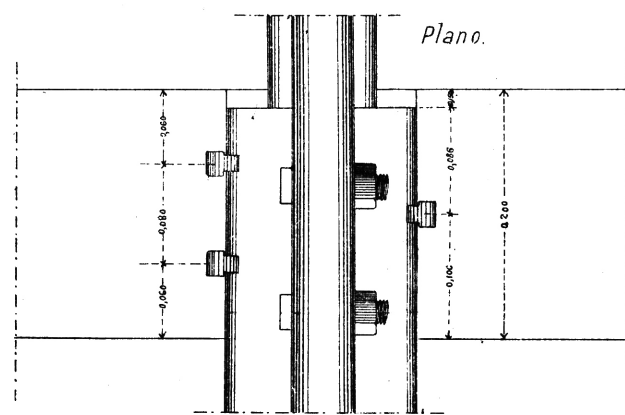
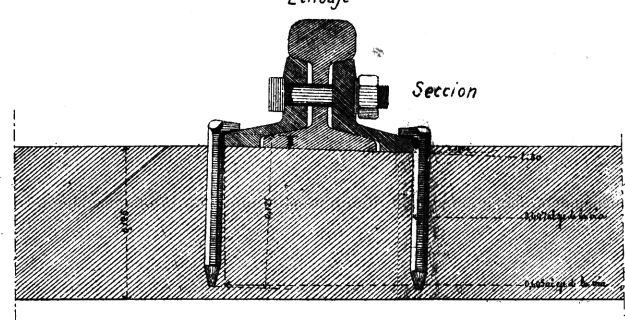


PERNO (Detalles)





DETALLES DE LAS AMARRAS DEL RIEL A LOS DURMIENTES



Datos complementarios para la enrielladura

Ecllaje
Intervalo de juntura

Temperatura a que se verifica la enrielladura en grados Centígrados	Intervalo de juntura en milímetros
Bajo 0	6,5
Entre 0 y 10	5,5
Entre 10 y 20	4,5
Entre 20 y 30	3,5
Entre 30 y 40	2,5
Sobre 40	1,0

Curvas
Pendientes y Encañones

Radio de la curva en metros	Velocidad en Kilómetros por Hora	Peralte en milímetros	Encañón en milímetros	Radio de la curva en metros	Velocidad en Kilómetros por Hora	Peralte en milímetros	Encañón en milímetros
80	27	72	15	250	45	64	0
90	28,5	72	15	300	45	53	0
100	30	72	15	350	45	46	0
110	31,5	72	10	400	45	40	0
120	33	72	10	450	45	36	0
140	35,5	72	5	500	45	32	0
160	37,9	72	5	1000	46	16	0
180	40	72	5	2000	45	8	0
200	42,5	72	0	4000	45	4	0

Curvas
Distribución de los rieles

Radio de la curva en metros	Número de rieles de 10,000 mm de ancho		Número de rieles de 9,875 mm de ancho	
	al exterior	al interior	al exterior	al interior
80	101	0	0	101
90	101	0	31	70
100	101	0	57	44
120	101	0	96	5
150	101	18	83	0
180	101	32	69	0
200	101	39	62	0
250	101	51	50	0
300	101	59	42	0
350	101	63	36	0
400	101	70	31	0
450	101	75	28	0
500	101	76	25	0
600	101	80	21	0
700	101	83	18	0
800	101	85	16	0
1000	101	89	12	0
1500	101	93	8	0
2000	101	95	6	0
3000	101	97	4	0
4000	101	98	3	0

Nota: En realidad, los longitudes de una curvatura como se indica en el presente cuadro no corresponden exactamente a 1 kilómetro, por cuanto sea necesario reducir para los mismos fraccionamientos de rieles que resultan del cálculo exacto.

Cubicación de los materiales de enrielladura, por kilómetro de simple vía.

Designación de los materiales	Unidad	Rectas			Curvas de radio igual o superior a 500 mts.		Curvas de radio inferior a 500 m
		Pendiente inferior a 0,01	Pendiente igual o superior a 0,01 e inferior a 0,02	Pendiente igual o superior a 0,02	Pendiente inferior a 0,02	Pendiente igual o superior a 0,02	
Durmientes	m ³	1500,000	1500,000	1500,000	1500,000	1500,000	1500,000
Rieles	tono	51,400	51,400	51,400	51,400	51,400	51,400
Eclajes	tono	3,368	3,368	3,368	3,368	3,368	3,368
Pendientes rectos	tono	0,396	0,396	0,396	0,396	0,396	0,396
Sillas de asiento	tono	3,850	4,950	4,500	4,950	4,500	3,600
Sillas de detención	tono	0,000	1,164	1,746	1,164	1,746	2,910
Conos para sillas	tono	0,000	0,114	0,171	0,114	0,171	0,285
Escarpas	tono	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440

CUADRO NÚM. 4

CARACTERÍSTICAS DE LA SECCION TRANSVERSAL DE ALGUNOS RIELES PARA VÍA DE 1,000 M. DE TROCHA

NÚMERO	ADMINISTRACIONES	RIEL NUEVO										RIEL DESGASTADO			
		Tipo del riel	Peso, en k/m ¹	Area de la seccion, en mm. ²	Ancho de la cabeza, en mm.	Espesor del alma, en mm.	Ancho de la zapata, en mm.	Altura total, en mm.	Relacion entre el ancho de la zapata y la altura total	Momento de inercia I, en mm. ⁴	Módulo de flexion $\frac{I}{V}$, en mm. ³	Valor máximo del desgaste de la cabeza, en mm.	Peso, en k/m. ¹	Momento de inercia I ₁ , en mm. ⁴	Módulo de flexion $\frac{I_1}{V_1}$, en mm. ³
Argentina															
1	Ferrocarril Trasandino por Uspallata (seccion de adherencia)	zapata	25,00	3.206	53	12,7	94	108	0,87	4.995.000	90.800	7	22,30	3.645.090	72.180
2	Ferrocarril Trasandino por Uspallata (seccion de cremallera)	»	27,00	3.462	53	13	94	111	0,84	5.660.000	101.000	8	23,90	4.057.170	78.780
Bélgica															
3	Ferrocarriles vecinales de Bélgica (tipo primitivo)	»	21,50	2.756	45	9	88	110	0,80	4.340.000	77.431	6	19,50	3.380.000	65.000
4	» » » (tipo reforzado)	»	23,00	2.960	45	10	88	113	0,80	4.972.800	89.600	7	20,70	3.721.395	70.215
Chile															
5	Ferrocarriles del Estado (tipo existente)	»	20,50	2.628	40	9	83	98,5	0,84	3.150.850	60.710	6	18,70	2.559.940	55.350
6	» » »	»	26,00	3.346	52	12	90	100	0,90	4.181.250	81.190	7	23,30	3.085.970	66.365
7	Ferrocarril de Tocopilla a Toco	»	24,00	3.077	54	11,5	83	88,5	0,94	3.029.050	67.680	5	22,00	2.454.230	58.784
8	» Trasandino por Uspallata	»	25,00	3.206	52	10	92	108	0,85	5.419.260	97.990	7	22,30	3.645.090	72.180
9	» » »	»	27,00	3.462	52	12,5	92	111	0,82	5.510.000	94.500	8	24,00	4.243.600	82.400
Estados Unidos															
10	Ferrocarriles de Puerto Rico	»	20,00	2.564	45	9	86	98	0,88	3.300.000	67.300	5	18,30	2.532.390	54.460
Francia															
11	Compañía Jeneral de los Ferrocarriles Económicos	»	20,00	2.564	50	9	80	98,5	0,81	3.335.000	65.770	5	18,20	2.641.790	54.346
12	Compañía de los Ferrocarriles Departamentales	»	20,00	2.564	46	10	82	98	0,83	3.340.000	67.470	5	18,30	2.424.695	53.290
13	Compañía de los Ferrocarriles Departamentales del Sur (Indre et Loire)	»	18,00	2.308	44	10,7	78	90	0,87	2.796.450	54.300	5	16,40	1.895.925	44.610
14	Ferrocarril de Hermès à Beaumont	»	20,00	2.564	48	11	80	95	0,84	2.982.860	62.150	6	17,90	2.268.610	50.980
15	Ferrocarril de Saint Just à Mornant	»	25,00	3.206	50	10	95	115	0,83	5.750.000	100.000	8	22,10	4.048.345	75.670
16	Tranvías de Loir et Cher	»	15,00	1.923	42	9	66	84	0,79	1.777.000	40.570	5	13,40	1.464.460	37.075
17	Ferrocarriles de Córcega (tipo propuesto)	»	20,50	2.621	48	11	75	98	0,77	3.396.170	63.000	6	18,30	2.624.990	57.065
18	» » (tipo modificado)	»	21,20	2.715	46	10	84	98	0,86	3.453.022	70.470	7	18,80	2.490.900	54.745
19	» » (tipo adoptado)	doble cabeza	22,80	2.916	50	11	58	100		3.587.000	68.320	7	20,10	2.781.630	59.820
Grecia															
20	Ferrocarril de Ergastiria	zapata	20,00	2.564	48	12	75	90	0,85	2.610.900	57.660	6	17,90	2.114.100	49.160
Italia															
21	Ferrocarril del Vesubio	»	20,60	2.641	46	8	90	100	0,90	3.600.000	72.000	6	18,60	2.629.650	55.950
22	Tranvías Piamonteses	»	18,00	2.308	42	10	74	90	0,82	2.550.000	56.000	5	16,40	1.895.925	44.610
Imperio Británico															
23	Ferrocarril de Nilgiri	»	24,70	3.168	50,8	11	91	101,6	0,89	4.250.000	83.600	7	22,10	3.293.560	69.631
Paises Bajos															
24	Ferrocarriles de Java	»	25,70	3.295	53	10	90	110	0,82	5.360.000	97.450	8	22,50	3.745.440	73.440
25	Tranvías del Este de Java	»	21,00	2.692	50	9,5	80	100	0,80	3.550.000	71.000	7	18,40	2.546.340	54.760
Suiza															
26	Ferrocarril de Viège à Zermatt	»	24,20	3.103	50	9	90	110	0,82	5.040.000	96.000	7	21,60	3.672.000	71.195
27	» Overland-Bernois	»	23,00	2.949	50	9	90	110	0,82	4.817.000	87.700	7	20,40	3.462.860	67.240
28	» del Yungfrau	»	20,60	2.641	46	8	90	100	0,90	3.600.000	72.000	6	18,60	2.629.650	55.950
Turquía															
29	Ferrocarriles de Tesalia	»	21,30	2.731	46	11	78	100	0,78	3.500.000	70.000	6	19,30	2.728.585	58.055
30	Ferrocarril de Beyrouth-Damasco	»	27,60	3.538	52	10	100	116	0,86	6.497.070	109.560	8	24,60	4.591.080	85.020

CUADRO NÚM. 5

CARACTERÍSTICAS DE ALGUNOS SISTEMAS DE JUNTURA CON ECLISAS CANTONERAS

NÚMERO	ADMINISTRACIONES	Peso del riel, en k/m. ¹	Naturaleza de la juntura	Distancia entre los durmientes de juntura, en mm.	ECLISAS			Pernos para eclisas		OBSERVACIONES	
					Perfil de las eclisas	Peso del par de eclisas, en k.	Longitud, en mm.	Núm. de pernos	Diámetro de los pernos, en mm.		
Argentina											
1	Ferrocarril Trasandino por Uspallata (seccion de adherencia).....	25,00	al aire	640	planas	7,380	406	4	20,5	Momento de inercia de una eclisa=458.140 mm. ⁴ Módulo de flexion de una eclisa=9.574 mm. ³ En las curvas, el intervalo de juntura es igual a 505 mm.	
2	Ferrocarril Trasandino por Uspallata (seccion de cremallera)	27,00	»	880	cantoneras	12,500	406	4	21		
Bélgica											
3	Ferrocarriles vecinales de Bélgica.....	23,00	»	530	»	10,000	625	4	20		
Chile											
4	Ferrocarriles del Estado (tipo existente).....	20,50	»	500	»	8,500	400	4	15		
5	» » »	25,00	»	486	»	12,000	546	4	20		
6	Ferrocarril de Tocopilla a Toco.....	24,00	»	600	»	7,750	455	4	17		
7	» Trasandino por Uspallata	25,00	»	640	planas	7,380	406	4	20		
8	» » »	27,00	»	640	cantoneras	12,500	406	4	20		
Francia											
9	Compañía Jeneral de los Ferrocarriles Económicos.....	20,00	apoyada	0	planas			4	16		
10	Compañía de los Ferrocarriles Departamentales	20,00	al aire	500	{ interior: plana exterior: cantonera			4	16		
11	Compañía de los Ferrocarriles Departamentales del Sur (Indre et Loire).....	18,00	»	500	{ interior: plana exterior: cantonera		500	4	15,5		
12	Compañía de los Ferrocarriles del Sur (Côte d'or).....	23,00	»	595	{ interior: plana exterior: cantonera			4	16		
13	Ferrocarril de Hermes a Beaumont	20,00	»	460	planas	6,000	360	4	15		
14	» de Fayet à Chamonix	34,40	»	540	cantoneras		720	4			
15	Tranvías de Loir et Cher	15,00	»	625	»		395	4	14,5		
16	Ferrocarriles de Córcega (tipo propuesto)	20,50	»	550	planas	4,710	360	4	16		
17	» » (tipo modificado)	21,20	»	550	»	4,710	360	4	15		
18	» » (tipo adoptado)	22,80	»	550	»	4,756	360	4	15		
Grecia											
19	Ferrocarril de Ergastiria	20,00	apoyada	0	»	3,900	388	4	15		
Imperio Británico											
20	Ferrocarriles del Estado del Cabo.....	30,00	al aire	838	»		457	4	25		
21	Ferrocarril de Nilgiri.....	24,70	»	780	cantoneras	18,160	558	6	17		
22	Ferrocarriles de Nueva Zelanda	28,00	»	457	»			4			
Italia											
23	Tranvías Piamonteses	18,00	»	500	planas			4	15		
Paises Bajos											
24	Ferrocarriles de las Indias Holandesas	25,70	»		{ interior: plana exterior: cantonera	3,400 6,200	470 540	4	20		
25	» de Java	25,70	»		{ interior: plana exterior: cantonera	5,250 5,840	470 540	4	20		
26	Tranvías del Este de Java	21,00	»		cantoneras	11,000	460	4	17		
Rusia											
27	Ferrocarril de Moscow-Jaroslav	19,00	»	425	»			4	16		
Suiza											
28	Ferrocarril de Viège a Zermatt.....	24,20	»	490	»	11,000	600	4	20		
29	» del Yungfrau (seccion de adherencia).....	20,60	»	500	»		650	4	16		
Turquía											
30	Ferrocarriles de Tesalia.....	21,30	»	500	»		440	4	16		
31	Ferrocarril de Beyrouth-Damasco.....	27,60	»	450	»			4	20		

