

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

MADRID, 30 DE NOVIEMBRE DE 1884

4.^a Série.

Tomo 2.^o

Número 22.

AÑO XXXII DE LA PUBLICACION

SUMARIO.

Ferro-carriles de vía ancha y de vía estrecha, por D. P. de Alzola.—Provincia de Pontevedra. Memoria referente á los caminos provinciales hasta fin de Marzo de 1884, por D. Manuel de la Fuente.

FERRO-CARRILES DE VIA ANCHA Y DE VIA ESTRECHA.

VIII.

CAPÍTULO II.

LA VÍA ESTRECHA EN EUROPA Y EXÁMEN COMPARATIVO DE LOS GASTOS DE EXPLOTACION.

(Continuacion.)

En la misma provincia de Valencia se ha trasformado en los últimos años en ferro-carril el tranvía de Carcagente á Gandía, de 35 kilómetros, y la Compañía se felicitaba del cambio que, como no podía ménos de suceder, ha producido excelentes resultados por la mayor baratura de la explotacion con motor de vapor.

Hay en la Isla de Mallorca una pequeña red de ferro-carriles de vía de 0^m,915, que comprende la línea de Palma á Manacor y ramal de Puebla con 77 kilómetros en explotacion. Esta isla mide 3.618 kilómetros superficiales, área que es equivalente á un cuadrado de 60 kilómetros de lado, siendo su poblacion de 209.000 habitantes, y encuentro en este caso perfectamente adecuada la vía angosta, no sólo por hallarse separada por el Mediterráneo, de la red española, sino por la limitada extension de la mayor de las Baleares; es decir, que hay ventajas económicas en abono de aquella vía, sin los inconvenientes que resultan de intercalarlas en medio de una red normal ya creada.

El Sr. Estada publicó hace algunos años una reseña de la seccion de Palma á Inca, de 29 kilómetros, que es la primera que se construyó. El terreno debe ser excelente, porque el trazado tiene alineaciones rectas de 3

y 4 kilómetros con curvas de 600 y 800 metros de radio, siendo de 350 las más cerradas y de 0,013 las pendientes más fuertes, y á pesar de estas condiciones técnicas, que están lejos de reunir varias de las principales líneas anchas españolas, el movimiento de tierras fué solamente de 3,30 metros cúbicos por metro lineal.

Veamos ahora los resultados de la explotación en los dos últimos años: ⁽¹⁾

	Año 1882.	Año 1883.
Número de viajeros.	313.868	318 505
Id. de toneladas.	62.476	75.164
Cabezas de ganado.	20.017	20.905
Producto bruto por kilómetro, pesetas.	7.177	8.251
Coefficientes de gastos de explotación.	46,9	43,2
Producto por tren kilómetro, pesetas	2,64	2,93
Gasto por id. id.	1,24	1,27
Tarifa media de viajeros, pesetas.	0,038	0,038
Id. de mercancías.	0,10	0,083

Del exámen de estos datos se deduce que los ferro-carriles de Mallorca constituyen un buen tipo de caminos de interés local, pues con el modesto producto bruto de 7.177 y 8.251 pesetas, se explotaron respectivamente con el gasto de 46,9 y 43,2 por 100, si bien hay que advertir que su trazado es inmejorable. Las tarifas de viajeros son módicas y las de mercancías de 0,10 y 0,083 pesetas por kilómetro recorrido, si bien resultan elevadas comparadas con las que se perciben en la mayor parte de las líneas extranjeras, son sin embargo aceptables para caminos de poco tráfico, y los resultados obtenidos en esta pequeña red son más satisfactorios que la mayoría de los consignados anteriormente para otras naciones; no obstante, para juzgar del asunto con completo conocimiento de causa, se necesitan datos más detallados.

La diferencia esencial que hay entre la vía ancha y la estrecha, consiste en que una vez construida aquélla y dotada con los elementos con que generalmente se han instalado las líneas españolas, aunque hayan empezado con el escaso producto de 6 á 8.000 pesetas por kilómetro, han contado en general con la potencia de tráfico necesaria para aumentar considerablemente el movimiento sin nuevos gastos que vayan á recargar el capítulo de construcción. Por el contrario, las vías estrechas análogas á

(1) Memoria leída en la Junta de accionistas celebrada en Palma en 29 de Febrero de 1884.

las citadas anteriormente, se montan con tal estrechez y se escatiman tanto todas las instalaciones, que desde los primeros años se entra en el periodo de las ampliaciones para suplir á las insuficiencias del material fijo y móvil, de los apartaderos y vías de las estaciones, llevándose comunemente estos desembolsos á la cuenta del establecimiento; de modo que es preciso estar en estas interioridades para ahondar el asunto, y tambien hay que dejar pasar los primeros años de explotacion para conocer los recargos que originan la renovacion de la vía y las grandes reparaciones de las máquinas y vehículos, que tanto han influido en varios caminos angostos de otros países.

Voy ahora á consignar algunos datos concernientes á los ferro-carriles mineros, que comunican la cuenca de Triano y adyacentes con los fondeaderos de la ría de Bilbao, y que están destinados principalmente á la enorme exportacion de mena de hierro que se realiza por este puerto, y á surtir á los altos hornos instalados en la margen izquierda de la ría.

Ya el año 1875 publicó la REVISTA una descripcion de estas vías férreas con su plano correspondiente, segun el estado en que entónces se encontraban. Posteriormente se ampliaron con algunas otras noticias y los tipos adoptados para la seccion transversal de la vía en algunos de estos caminos ⁽¹⁾, dedicándole tambien en 1882 el Director gerente de la Orconera ⁽²⁾ un folleto más extenso, que abarca en compendio los diversos medios de arrastre del distrito minero; y como ahora se cuenta con la experiencia adquirida en la explotacion, no deja de ser interesante dar á conocer estos datos, que revisten verdadera novedad, por la diferencia esencial que hay entre estas líneas, que hacen grandísimos arrastres, con la generalidad de las líneas estrechas, por las que circulan trenes de muy poco peso.

Las vías férreas del distrito minero de Bilbao son cuatro, á saber: tres estrechas, la de Galdames á Sestao, de la Orconera á Luchana y de las minas Conchas, y la ordinaria llamada de Triano, de Ortuella al Desierto, pues aún cuando se construyó tambien otro camino para la exportacion de mena del Regato, como ésta resultó muy pobre, no llegó á ponerse en explotacion.

Las dos primeras pertenecen á Compañías inglesas, y tienen todos los elementos necesarios para una explotacion activa, que son el tráfico descendente en su totalidad, doble vía y una construccion sólida en todos los detalles, amplias estaciones de carga y embarque, hallándose además dotadas las cuatro líneas de abundante material móvil, y puede juzgarse de la

(1) - *Nouvelles annales de la construction*. C. A. Opperman, 1877.

(2) - *The Iron Ore district of Bilbao* by Mr William Gill C. E.

importancia del movimiento por los siguientes datos relativos á las toneladas de mineral que transportaron en los tres últimos años:

AÑOS.	GALDAMES. Doble vía estrecha.	ORCONERA. Doble vía estrecha.	FRANCO-BELGA. Simple vía estrecha.	TRIANO. Simple vía ancha.
1881	443.265	740.257	199.000	1.161.025
1882	630.172	936.250	292.000	1.639.513
1883	602.352	1.017.530	350.000	1.498.877

Como se ve, el tráfico de estas líneas es enorme, y siendo tambien las tarifas muy elevadas (de 0,25 á 0,30 pesetas por tonelada y kilómetro), resulta un rendimiento colosal y que excede al de las mejores líneas extranjeras, por lo ménos para la Orconera y la vía de la Diputacion; pero como es consiguiente, estas vías angostas no tienen nada de económicas.

El ferro-carril de Galdames, de 22 kilómetros de longitud y vía de 1^m,14, se construyó para la explotacion de las minas de hierro de este nombre; pero no habiendo correspondido su potencia á los cálculos de los iniciadores, la Compañía que empezó á explotar en 1876, ha arrostrado bastantes dificultades, consagrándose ahora casi exclusivamente á los arrastres que le proporcionan las canteras del monte de Triano, con un recorrido medio de 9,5 kilómetros.

Las curvas ocupan el 55 por 100 del desarrollo del camino, siendo el rádio mínimo de 80 metros y de 0^m,12 la elevacion del rail exterior sobre el interior en las mismas; la pendiente es variable, llegando en su máximo á 0,0225. Las obras más importantes de la línea son los cargaderos longitudinales de Sestao, y el túnel del mismo nombre, de 620 metros de longitud.

El gasto de establecimiento de esta vía férrea ha sido el siguiente:

	Pesetas.
Preliminares, medios auxiliares y material de dragado.	503.900
Expropiacion de terrenos.	686.675
Coste de la línea principal.	7.205.700
Estacion de Sestao, con inclusion de los cargaderos, muelles y dragado.	1.514.125
Material móvil.	1.516.075
Edificios y talleres.	1.055.950
TOTAL.	12.482.425

Es decir, que el coste por kilómetro de la línea, con exclusion de los gastos que han originado los ramales y planos inclinados, asciende á la considerable suma de 567.381 pesetas por kilómetro, á pesar de que el trazado se ciñe bastante á las ondulaciones del terreno á causa de lo reducidos que son los radios de las curvas. Influyen, sin duda, en lo elevado de aquella cifra, que en esta clase de caminos, la cabeza, ó sea la estacion de embarque, es necesariamente desproporcionada con el cuerpo de la línea, así como el material móvil, que consta de 7 locomotoras grandes, 4 pequeñas, 528 wagones de mineral y 14 de balasto.

La vía es tambien muy sólida, formada de rails de acero de 28 kilogramos, y las máquinas mayoresson de seis ruedas acopladas con 27 toneladas de peso, más otras 5 del carreton giratorio, sistema Bogie, ó sean en junto nada ménos que 32 toneladas, y suben 30 wagones vacíos, que pesan á razon de 3.300 kilogramos, trasportando en el descenso doble carga útil.

La velocidad ordinaria de la marcha de los trenes es de 15 kilómetros por hora, y no seria prudente aumentarla á no ser proveyéndose de locomotoras más adecuadas al objeto. El consumo de carbon de 20 kilogramos por tren kilómetro, con inclusion del que se emplea en toda clase de maniobras, y el coste de aquél es de 3,63 pesetas, á lo que hay que agregar nada ménos que 6,50 pesetas por carga y descarga. El producto del arrastre de 30 wagones cargados á razon de 6.600 kilogramos de mineral, ó sean 198 toneladas, aun á 0,25 pesetas por kilómetro, representa el considerable ingreso de 49,5 pesetas, y aunque se prescinda de los viajes de retorno, que nada producen, siempre resultará la mitad de aquella cifra, es decir, 24,75 pesetas de recaudacion por tren kilómetro, que sale completamente fuera del producto de todas las líneas generales.

Las *terminal charges*, que naturalmente están incluidas en los precios de tarifa, ascienden á 0,625 pesetas por tonelada ⁽¹⁾ para la mencionada carga y descarga.

El número mayor de trenes hechos en un día, ha sido de 20 en cada sentido, y el tiempo mínimo que se deja trascurrir entre dos trenes descendentes, es de 10 minutos.

El balance de la Compañía en 31 de Diciembre de 1883 ⁽²⁾, abarca el capital de £ 676.036, en el cual representan una suma importante los negocios mineros, que va abandonando, para concretarse casi exclusivamente á los arrastres. En el último ejercicio se distribuyó á las acciones preferen-

(1) Los datos de la explotacion los debo á la amabilidad de Mr. N. Kennedy, director de *Bilbao River and cantabrian Railway C.^e*

(2) Report of the Directors and balance Sheet.

tes, que representan una pequeña parte del capital, el dividendo de 6 por 100 y el 4 á las acciones ordinarias, que se cotizan actualmente á £ 7, ó sea en baja respecto del valor nominal de 10.

Para que pueda explicarse este resultado, dados los grandes rendimientos del camino, hay que tener en cuenta que las minas de Galdames son mucho ménos ricas de lo que se esperaba, que por lo tanto, es casi improductiva la mitad de la vía férrea, y esto, unido á los elevados cánons de los concesionarios primitivos y fundadores de la Compañía y á otras causas, han hecho que esta Sociedad no haya obtenido el brillante éxito de sus vecinas, y especialmente de la *Orconera iron ore C.^a L.^a*.

El año 1871 me encargó la casa de Ibarra el proyecto de esta vía férrea, destinada á la explotacion de las ricas minas de aquel nombre y algunas otras del monte de Triano. Empezaron por adquirir ámplios terrenos destinados á la estacion de embarque de minerales en el excelente fondeadero de la ría de Bilbao en Luchana, y el trazado tenía que desarrollarse por las faldas de los montes de Baracaldo, surcadas por profundas barrancadas para subir 200^m á la mina *César*, de la mencionada cuenca de Triano, y á 330^m para el grupo de la Orconera, contándose para ello con un desarrollo bastante limitado.

Opté al efecto por la vía estrecha de 1^m,00, que en este caso estaba completamente justificada por las razones siguientes: 1.º Por tratarse de un ramal aislado destinado á la exportacion marítima y á surtir la fábrica de hierro de dichos señores, que no había de tener ninguna conexion con la red de ferro-carriles. 2.º Porque debiendo ser todo el tráfico descendente y por rampas bastante fuertes, la vía estrecha tendría por esta singularidad mayor potencia que una línea normal en que predominase el movimiento ascendente. 3.º La disposicion de los cargaderos de mineral no permitían el uso cómodo de wagones de gran peso, y 4.º Siendo el terreno sumamente quebrado, los menores rádios de la vía estrecha habían de permitir ceñirse más al terreno y obtener la economia consiguiente en la construccion de las obras del camino, dando además sus ondulaciones mayor desarrollo á la línea, y por consiguiente una pendiente algo más suave.

Para el proyecto, empecé por fijar sobre el arroyo de Granada, á 160 metros sobre el nivel de baja mar viva y á 9,5 kilómetros de Luchana, el emplazamiento de la estacion intermedia á fin de servir ambos grupos de minas, y como en los kilómetros primeros de la vega del Nervion el terreno es completamente llano, establecí en los 7,5 restantes una rampa uniforme de 0,0225 con un descanso horizontal intermedio. Claro está que para el ingeniero es algo más difícil trazar las vías férreas con una rasante constante; pero es la solucion científica y la que debe adoptarse en casos como este, para no forzar las rampas sobre el declive medio, que por cier-

to es bien fuerte, y en la construccion de la línea conservó la misma traza del proyecto con alguna ligera variante.

El ferro-carril desde Luchana á la estacion de Granada es de doble vía, y consta además de tres ramales, á saber: el del monte de Triano, de 2 kilómetros, cuya explanacion y obras de fábrica están tambien construidas para dos vías; tiene una rampa de 0,02 hasta la mina *Concha*, y otra de 0,0025 para llegar á la *César*; el plano inclinado de la Orconera de 1.011 metros de longitud y 0,178 de pendiente media con dos curvas intermedias que hacen del mismo una obra muy notable como problema de mecánica, cuya maquinaria proyectó el Ingeniero inglés Mr. J. P. Roe, y el ramal de Luchana á la fábrica de los Sres. de Ibarra de 1.800 metros y de simple vía.

La traza de la línea férrea es sumamente ondulada, ocupando las curvas el 53 por 100 del desarrollo del camino, con rádios mínimos de 120 metros y alineaciones rectas que descienden hasta 24 metros, sustituidas en parte por enlaces parabólicos; y á pesar de estas condiciones de establecimiento, que revelan una línea tan tortuosa, y del minucioso estudio que se hizo para adaptar el eje á los accidentes del terreno, las obras son de gran entidad, comprendiendo la línea principal 8 túneles (el mayor de 230 metros de longitud), enormes muros de sostenimiento, terraplenes que cubican en algun barranco hasta 40.000 metros cúbicos, y sobre todo los trabajos de la estacion de Luchana fueron tambien de consideracion, tanto por las difíciles cimentaciones de los muelles y cargaderos sobre una capa de fango de espesor indefinido, como por el movimiento de tierras de los grandes terraplenes que en forma de abanico afluyen á los cuatro embarcaderos de mineral, con dos vías en cada uno de aquéllos, una en pendiente para los wagones cargados y otra en contrapendiente para los vacíos.

Los cargaderos distan entre sí 97^m,00, y su altura sobre el nivel de pleamar viva equinocial es de 6^m,15, que se escatimó bastante por el enorme cubo de los terraplenes, obligando á emplear un sistema nuevo para el embarque de minerales, consistente en una plataforma volada con una tolva y un telescopio metálico, habiéndose llegado á embarcar 2.740 toneladas en un día de trabajo por uno solo de los cargaderos, y 5.375 toneladas en 12 horas y 3 de éstos. Los modelos de estos aparatos los expuso la Compañía en la Exposicion de Minería. El muelle tiene cerca de 500 metros de longitud, y el dragado del fondeadero se hizo dejando un calado de 5^m,00 en baja mar equinocial para el atraque de vapores de 2.500 toneladas. El ramal de Gallarta, ó sea el de Triano, tiene otros dos túneles, y el plano inclinado de la Orconera fué tambien muy costoso por sus obras, y especialmente por su potente maquinaria, habiendo llegado á bajar en 10 horas de trabajo 3.600 toneladas.

Los tipos que adopté para las secciones transversales en desmonte, terraplen y túnel, se han representado en las figuras 10, 11 y 12, y se refieren á la doble vía de la línea principal, demostrando hasta qué punto puede escatimarse la latitud de la plataforma en desmonte, puesto que es sólo de 6,5 metros, con inclusion de las cunetas; los terraplenes tienen 7,00 metros en la coronacion, que podría reducirse bastante para caminos de poco tráfico, y el cubo de los túneles es de 26 metros cúbicos por metro lineal sin revestimiento, que sólo fué necesario en una pequeña parte de la longitud, y no obstante, las máquinas circulan aún con el peralte máximo de las curvas, que es de 0^m,10 sin dificultad, habiendo llegado á pasar en un solo día 48 trenes en cada sentido, tráfico que está distante de alcanzar ninguna vía férrea española de servicio general ⁽¹⁾.

Hay que advertir que como la vía es muy sólida y el balasto de 0^m,45 en vez de 0^m,30 que suele adoptarse en algunas vías estrechas, esto exigió traviesas más largas y mayores taludes; pero de todos modos, las secciones en desmonte y túnel resultan muy aprovechadas. En efecto; la primera tiene, quitando 2^m,50 de la segunda vía, tan sólo 4^m,00 con cunetas, mientras que segun las figuras 7, 8 y 9, en Córcega se dá en los desmontes en tierra 5^m,80, en roca 4^m,20, en los terraplenes con muros de sostenimiento 4^m,80 y sobre todo, en los túneles una seccion exagerada que mide superficiales en roca y 24,90 en tierra para una sola vía estrecha, ó sea 24,40 metros próximamente lo mismo que tienen en la Orconera para dos vías, con exclusion del revestimiento en ambos casos.

En Inglaterra suelen suprimir casi por completo las banquetas, reduciendo además los taludes del balasto, como puede verse en las figuras 18, 19 y 20, que se refieren á los ferro-carriles de Irlanda, y formando con dichos taludes terminados en curva las cunetas de los desmontes. En estas líneas la caja sólo tiene 3^m,35 para la vía estrecha y 4^m,27 para la ancha, que es muy inferior á la que se le dá ordinariamente en España, como hemos de ver más adelante. Para la doble vía estrecha se dan tan sólo 5^m,85 en desmonte en roca y 6^m,40 en terraplen.

(1) Los medios de trasporte de la cuenca minera de Triano son tan variados y notables en lo que concierne á caminos de hierro, sistemas de cargaderos, cimentaciones, muelles, planos inclinados, cadenas flotantes y tranvías aéreos, que constituyen un extenso campo para la publicacion de una obra muy interesante. Cuando terminé el ferrocarril de la Orconera la Comision de los *Anales de Obras publicas* se sirvió encomendarme tan honroso cometido; pero además de la magnitud de la empresa, me hizo desistir del propósito la falta de auxilios para la preparacion de las muchas laminas que requería el trabajo, y me permito llamar la atencion de los encargados de esa publicacion oficial para otros casos análogos; para que se venzan esos inconvenientes, á fin de que alternen en tan luminosa publicacion los notables proyectos que comunmente se insertan, con reseñas de obras construidas, pues dada la escasa venta que tienen en España esta clase de libros, sólo pueden darse á luz con estímulos oficiales.

El coste de la construccion de este camino de hierro con sus ramales, fué como sigue ⁽¹⁾ :

	Pesetas.
Expropiacion de terrenos, ejecucion de la línea principal y sus ramales con las vías y apartaderos, muelles, cargaderos y dragado.	6.856.152
Material móvil.	1.297.608
Edificios, talleres, maquinaria, boyas y accesorios. . . .	691.152
Plano inclinado.	1.145.064
TOTAL.	9.989.976

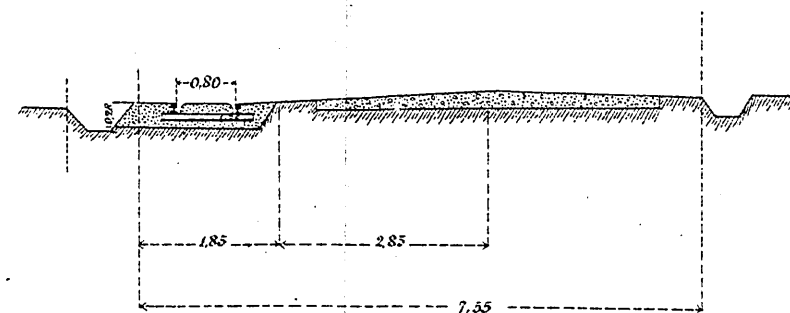
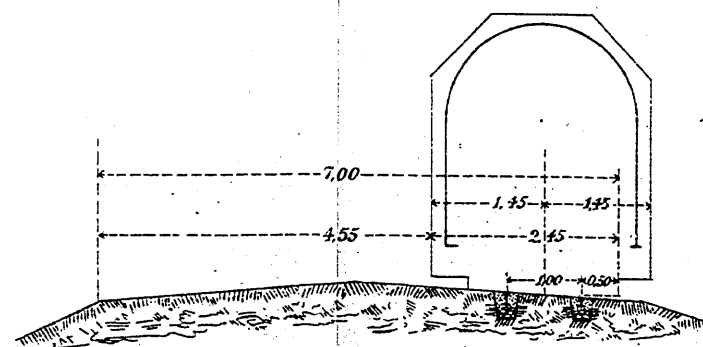
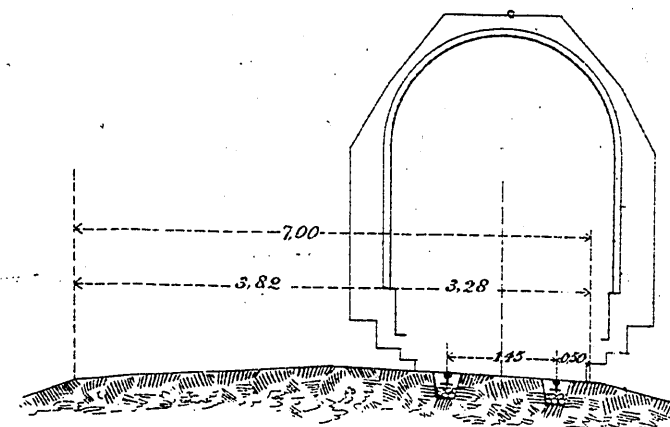
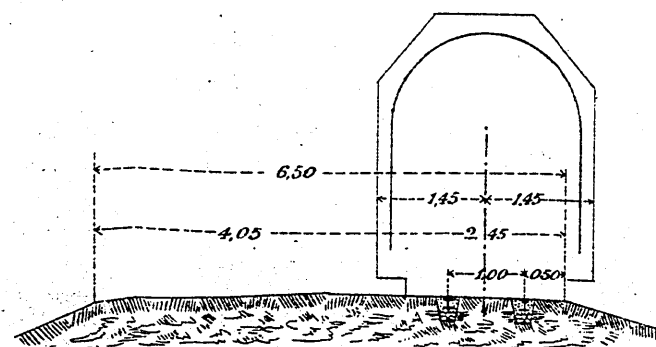
á lo cual hay que agregar 1.245 024 pesetas invertidas en los trabajos de preparacion y explotacion de las minas.

Si se segregan de la primera partida los gastos de dragado, muelles, cargaderos, terraplenes de la estacion de Luchana, etc., quedarán unos 4.500.000 pesetas para el coste de la línea propiamente dicha, que resulta, por lo tanto, á razon de 346.000 pesetas por kilómetro, más otras 100.000 del material móvil, cifras que revelan lo que llevo dicho, de que estos caminos, contruidos en un terreno sumamente quebrado y dotados ámpliamente para una circulacion tan extraordinaria, no se asemejan en nada á los llamados caminos económicos.

(Se continuará.)

P. DE ALZOLA.

(1) Exposicion nacional de Minería. Orconera Iron Ove C^y L^{da}. Madrid, 1883.

Figura 1.^a*Línea de Broelthal (Prusia)*Figura 3.^a*Tipo alemán para vía estrecha en carretera de 7.^m00*Figura 2.^a*Tipo alemán para vía ancha*Figura 4.^a*Tipo alemán para vía estrecha en carreteras de 6.^m50*

ESCALAS { *Figuras 1.^a 2.^a 3.^a 4.^a y 5.^a* 1:100
Figura 6.^a 1:25

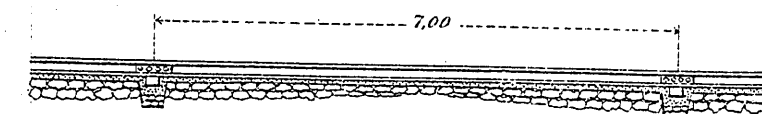
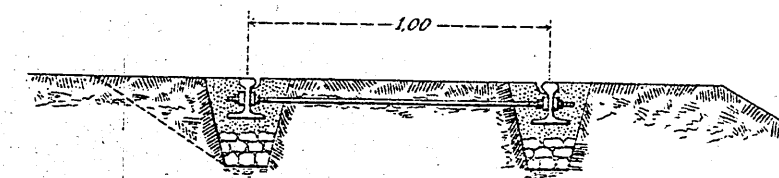
Figura 5.^a*Línea de Felda (Sajonia) - Perfil longitudinal*Figura 6.^a*Línea de Felda - Sección transversal*

Figura 7 (Córcega)

Desmante en tierra y terraplen

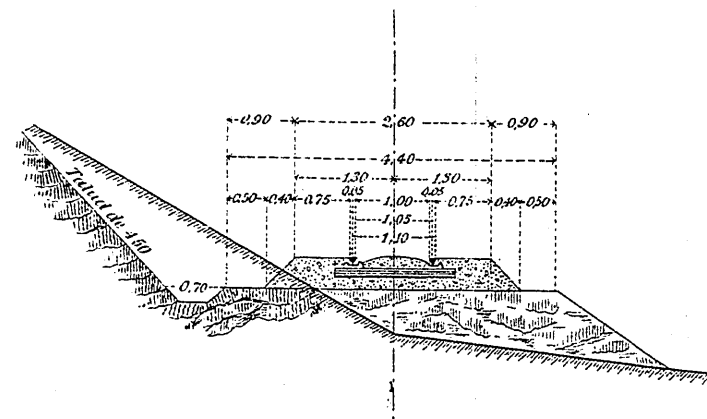


Figura 8.^a (Córcega)

Desmante en roca y muro de sostenimiento

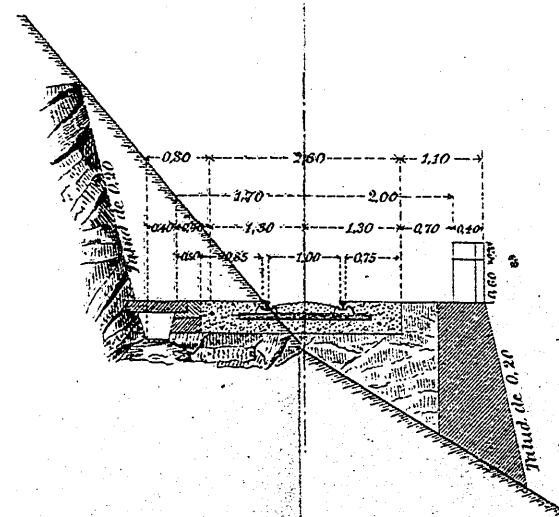
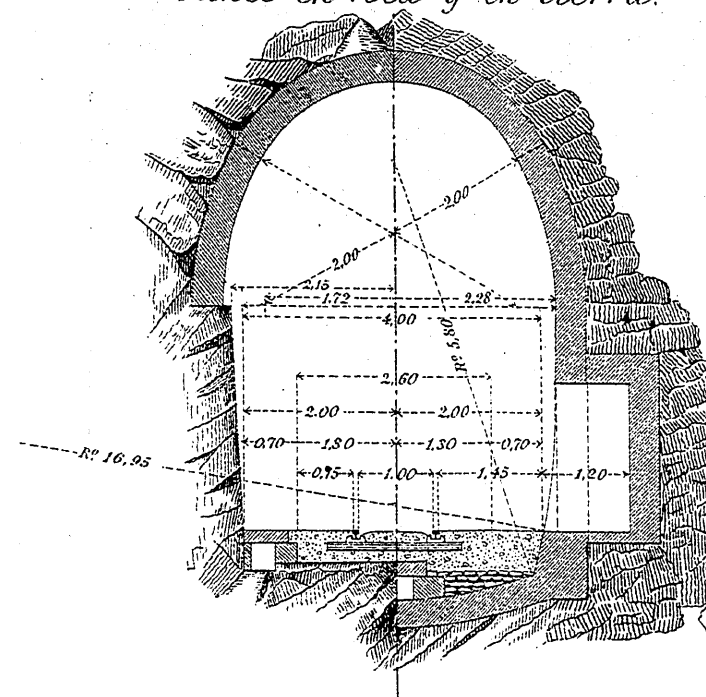


Figura 9ª (Córcega)

Tunel en roca y en tierra.



ESCALA DE 1:100.

Figura 10 (España)

Túnel de la Orconera en curva de 120^m de radio.

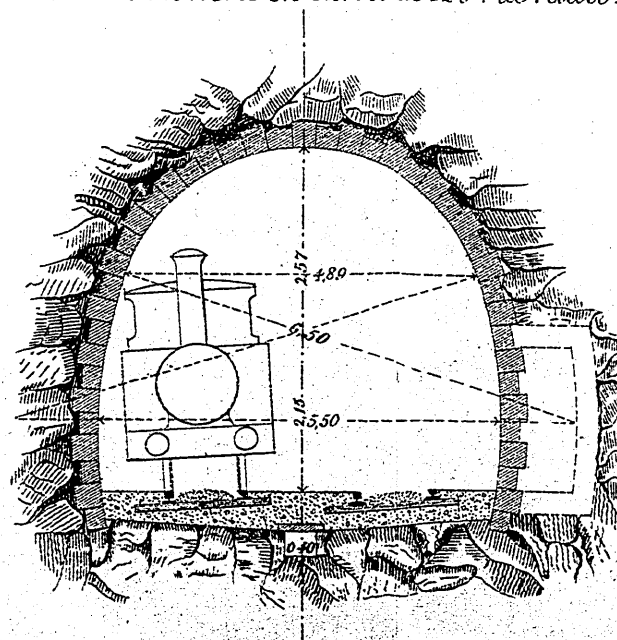


Figura 11.

*Desmante en roca floja y dura
la Orconera.*

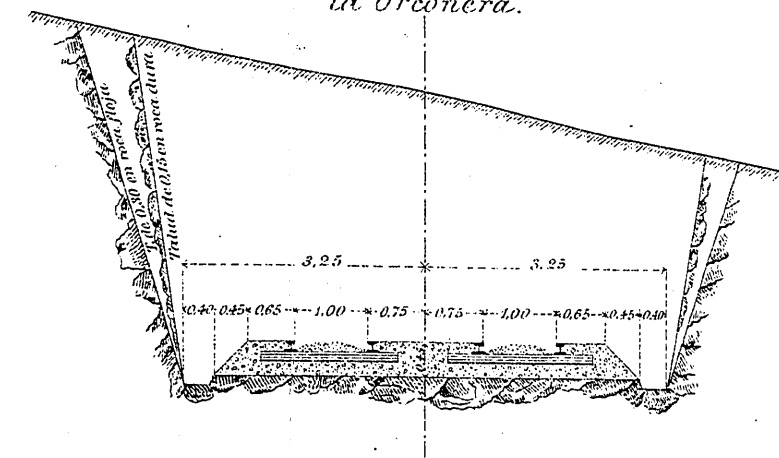


Figura 12.

Terraplen y muros de contención de la Orconera.

