

zando las materias sólidas, principalmente en la fabricación de *poudrette*.

Obligan, por tanto, todos ellos á manipulaciones incómodas con las materias de las alcantarillas; á recibir éstas en grandes depósitos de decantación, de los que las célebres *voiries* de París son un ejemplo, y constituyen, en suma, un peligro constante para la salud pública, que origina reclamaciones frecuentes de los pueblos próximos.

(Se continuará.)

MEMORIA

SOBRE LA CADENA FLOTANTE DE LAS MINAS DE HIERRO DE DÍCIDO

(PROVINCIA DE SANTANDER)

POR A. BRÜLL

(Mémoires et Compte-rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils; 2.º semestre, 1889.)

(Conclusión.)

CAPÍTULO VII.

EXPLANACIÓN, OBRAS DE ARTE.

La plataforma tiene un ancho de 3 metros en desmonte y terraplén. Por encima de B hay una larga trinchera en roca, cuya importancia se ha procurado disminuir para reducir los gastos y la duración de las obras. Para ello se ha elevado el nivel en B á 1^m,50 sobre el terreno natural, aumentando los terraplenes en la parte inferior.

La trinchera ha quedado reducida á 90 metros de longitud, y 2^m,80 de profundidad máxima.

Antes de D hay otra trinchera en roca de 50 metros de longitud, y dos metros de profundidad máxima; para llegar á este resultado se ha puesto una pendiente de 0^m,32 en 82,35 metros.

Además del túnel de fábrica de 29 metros que pasa por debajo de la cantera de Bilbao á Santander, hay otra galería de 104 metros de longitud. Empieza á unos 60 metros después del punto C, está en línea recta y en pendiente de 0^m,12 por metro.

Esta galería no era necesaria, pero el camino de cable aéreo que tenía la mina en el momento de construirse la cadena flotante, presentaba en este sitio un apoyo importante que no se podía quitar, hasta que funcionase el nuevo sistema de transporte. Se bajó un poco el perfil, y se construyó un túnel en vez de un desmonte. Este túnel está sin revestir, y tiene 2^m,30 de ancho y 1^m,90 de altura.

Entre F y G se encuentra un puente sobre el viaducto de Mioño. Tiene

82 metros de longitud; está establecido con seis tramos formados con vigas armadas sobre palizadas de madera. Los pilotes están hincados en la arena y cascajo que forma el lecho del río. Las vigas y las palizadas son de pino del Norte. El pozo vertical está representado en las figs. 1 y 2, lám. 121; tiene 13^m,50 de altura y una sección de 2^m,75 por 1^m,50.

Este pozo se apoya, penetrando un poco, sobre el escarpe que está al lado de la carretera; está revestido por completo de fábrica. En la parte inferior, en uno de los frentes, hay dos vanos que dan paso á las vías que van desde el pozo á la estación E; en los dos costados los muretes descansan sobre vigas de hierro en doble T, quedando unos huecos que facilitan las maniobras de los vagones.

El pozo tiene guías de madera, unidas por colas de milano y cuñas ó traviesas colocadas de dos á dos metros.

El entramado que sostiene la rueda del ascensor está fijo á la fábrica del pozo.

CAPÍTULO VIII.

VÍA, APOYOS DE LA CADENA.

La vía tiene 0^m,46 de ancho entre bordes interiores de carriles. La distancia entre los ejes de las dos vías es de 1^m,20.

Para asegurar al camino de hierro una explotación satisfactoria y una larga duración, hubieren bastado carriles de 8 kilogramos por metro lineal, apoyados en traviesas separadas 0^m,80 de eje á eje; pero la mina de Dícido tenía en almacén un gran número de carriles americanos, metal Bessemer, de mucho mayor peso, y se ha preferido utilizar estos carriles en lugar de comprar otros más ligeros.

Las cuatro filas de carriles se apoyan en traviesas de roble de 2^m,20 de largo y 0^m,15 \times 0^m,09 de escuadría. En las pendientes fuertes se han construido, de trecho en trecho, muretes transversales, de piedra y cemento, fundados en roca, á los cuales se sujetan las traviesas por medio de piezas de hierro.

En las estaciones las dos vías no están al mismo nivel; cada una tiene sus traviesas, y están separadas por muretes de piedra en seco.

En las estaciones se construyen los apoyos de la cadena flotante. Tiene que tener gran solidez, porque las tensiones normales de las cadenas son grandes, y pueden aumentar mucho, por los choques que pueden producirse en cualquier punto del sistema móvil.

La fuerza viva de masas en movimiento es grande, aunque la velocidad sea pequeña; se toman, como base del cálculo, tensiones tres veces mayores que las normales en cada estación. Se prescinde siempre de la dismi-

nación de tensión que puede producir otra cadena en dirección opuesta, para tener en cuenta la rotura de alguna cadena.

Las figs. 3 y 4, lám. 121, representan la estación C', en que se ha instalado un freno y un regulador, y que las tensiones son mayores.

Dos fuertes macizos de mampostería, con mortero de cemento, descansando en sólidos cimientos, sirven de apoyo á las polcas; están á uno y otro lado de las vías y tienen 5 ó 6 metros de longitud por 1^m,50 de espesor. Otros muros más ligeros se construyen á continuación ó á cierta distancia, para sostener los rodillos de apoyo de las cadenas y las barras que aseguran la separación de los vagones.

Como se hace en el Lancashire, en cada macizo se entierran en el cimiento dos durmientes de 0^m,25 de escuadría por 3^m,50 de longitud, y se dejan en la fábrica unos orificios verticales para recibir fuertes pasadores de hierro de toda la altura del muro. Estos pasadores unen á los durmientes la carpintería superior, y hácese que todo el macizo contribuya á la resistencia del sistema.

Dos durmientes transversales, adosados uno á otro, y de la misma escuadría, se empotran en la parte inferior de los macizos, de manera que su cara superior quede al nivel de los carriles.

A consecuencia de las dificultades que presentaba el terreno en A', esta estación se ha construido por completo de madera.

El entramado superior de madera consiste en una viga armada formada por dos ó tres piezas de 0^m,25 de escuadría, contenidas á pequeña distancia por tacos y riostras.

El tejuelo del árbol de poleas se uno por medio de pasadores al doble durmiente transversal, y el cojinete vertical de este árbol se aplica contra la viga armada, de suerte que la tensión resultante de los cuatro ramales de cadena tienda á apretar el árbol contra la madera, sin imponer ningún esfuerzo á los pasadores de unión.

De una manera análoga se construyen los entramados que contienen los rodillos y barras de separación. Toda la madera empleada ha sido pino del Norte.

CAPÍTULO IX.

MATERIAL.

§ 1.º *Cadenas.*—Las cadenas son de las ordinarias de eslabones cortos, no reforzados. Han sido fabricadas con mucho esmero, de hierro núm. 4 del Norte, por M. Turtob, de Aurin.

Se emplean 5,000 metros de cadena de 25 milímetros y 700 metros de 18 milímetros,

En la de 25 milímetros los eslabones tienen una longitud interior de $3,5 d$; siendo d el diámetro del hierro después de hecha la cadena; el ancho interior es de $1,5 d - 0,01 d^2$.

La cadena de 25 pesa $12^{\text{kg}},650$ por metro, y la de 18, $6^{\text{kg}},606$. En los ensayos de recepción se ha producido la rotura bajo una tracción de $28^{\text{kg}},48$ á $30^{\text{kg}},51$ por milímetro cuadrado de la doble sección. Sometida la cadena á 16 kilogramos de tracción por milímetro cuadrado de la doble sección no ha experimentado deformación permanente.

§ 2. *Vagones.*—El vagón está representado por las figs. 5, 6, 7 y 8, lám. 121.

Tienen la suficiente solidez para resistir á los choques que sufren en la carga, ó durante las maniobras.

La carga normal es de 400 kilogramos, y la capacidad de 288 litros.

Las dimensiones interiores de la caja son las siguientes:

Longitud.	1 metro
Ancho.	$0^{\text{m}},64$
Profundidad.	$0^{\text{m}},45$

La caja es de álamo, consolidada exteriormente por hierros planos de 50 milímetros por 5, é interiormente por un hierro de ángulo de $\frac{50 \times 50}{6}$.

El bastidor de roble se compone de dos largueros de $0^{\text{m}},10 \times 0^{\text{m}},06$ y $1^{\text{m}},30$ de longitud, y tres traviesas de 8 centímetros por 6, ensambladas á media madera.

Dos hierros de ángulo de $\frac{50 \times 50}{6}$ por cada lado, y otros dos por detrás unen la caja al bastidor.

Dos escuadras de $\frac{60 \times 60}{6}$ unidas á los largueros, se encorvan y suben oblicuamente por la cara anterior, y sobresalen de la caja.

En la parte superior de estas escuadras se roblona una placa de hierro forjado de 30 milímetros de espesor, en la cual se corta la horquilla.

El corte se compone de una ranura vertical un poco más ancha que el diámetro del hierro de la cadena, y un ensancho, formado por dos planos inclinados, destinado á guiar al eslabón, que se coloca verticalmente en la ranura.

Todos los herrajes han sido hechos por MM. Lavary y Compañía, constructores de vagones en Quimperlé (Finisterre).

Los ejes son de acero Bessemer, de 40 milímetros de diámetro, y llevan acuñadas ruedas de acero fundido de 271 milímetros de diámetro en la circunferencia de rodadura. El cuerpo de la rueda es curvilíneo y aligerado

con cinco orificios circulares. Un par de ruedas con su eje pesan 24 kilogramos

Los cojinetes de fundición, en los cuales giran los ejes, van unidos á los largueros. Por debajo del eje llevan una banda semicircular, cuya anchura es la mitad de la longitud del husillo.

De suerte que el vagón no se separa de los ejes al bascular en el muelle de embarque, y el husillo queda accesible para el engrase.

Las ruedas y ejes han sido suministradas por la fábrica de Remscheid (Prusia Renana), que es una especialidad en este género de trabajos.

El engrase es automático. En cuatro puntos, tanto en la vía ascendente como en la descendente, los husillos encuentran un cepillo circular, cuya parte baja se sumerge en un depósito de aceite, y que gira por la acción misma del paso de los ejes. El cepillo circular se hace más ó menos móvil, alojando gradualmente los tornillos que unen los cojinetes de su eje.

§ 3. *Poleas*.—Las estaciones son de diversos géneros, según que lleven freno, que sirvan para la transmisión del movimiento de una cadena á otra, ó bien solo para cambiar de dirección la cadena.

En la sección I, A es la estación freno y A' una estación con dos poleas locas, por donde se pueden meter y quitar vagones.

En la sección II, la estación freno está en B, y manda las dos líneas A'B y BC', que funcionan juntas ó separadas; las estaciones A' y C' son de término y provistas de poleas locas. Pero al mismo tiempo C es la cabeza de línea de la sección III, formada por la línea CD_C; la polea de D_C es loca.

En fin, la sección IV tiene su estación principal en D_E; las estaciones E, F y G son de transmisión, y la última polea de cambio de dirección está en H.

En cada estación hay un árbol vertical que gira sobre un tejuelo en su base, y se apoya en un cojinete en la parte superior. Las diferentes poleas se acuñan en estos árboles ó quedan locas alrededor.

Los árboles son de acero Bessemer dulce; tienen las dimensiones suficientes para resistir en las condiciones más desfavorables; el esfuerzo por milímetro cuadrado no pasa de 3 kilogramos en servicio normal. En C' se ha llegado á un árbol de 160 milímetros de diámetro.

Los tejuelos son robustos y provistos de una anilla de bronce de 30 milímetros de espesor. El eje se apoya en un grano de acero templado. Los cojinetes superiores son también muy sólidos.

Las poleas que deben ser arrastradas ó arrastrar á la cadena son poleas dentadas para la cadena de 25 milímetros y de horquillas para las cadenas pequeñas.

Las poleas dentadas (fig. 1, lám. 122), son semejantes á las que se em-

plean en las minas de Mariemont y Bascoup; constan de una rueda fuerte de fundición A, cuyo cubo B se acuña en el árbol por medio de dos clavijas CC, colocadas á 120° una de otra, y cuya llanta D lleva 21 cajas cuadradas E de 85 milímetros de lado. En estas cajas deslizan á rozamiento dulce los dientes de acero F, que presentan en su extremo la forma del eslabón. Por medio de tornillos G de 25 milímetros de diámetro se aprietan estos dientes contra la corona I, fundida con la rueda, y que lleva unas cajas H en las cuales se alojan los dientes. Una roldana K, sistema Bellenille, impide que se aflojen las tuercas.

Esta movilidad de los dientes en sentido de los radios, permite atender al aumento progresivo del paso de la cadena por el desgaste de los eslabones en sus puntos de contacto. Para aumentar el paso de la rueda basta aflojar el tornillo y colocar en la base del diente una roldana hendida de la tón del espesor conveniente.

Para cada rueda existen 21 juegos de 6 roldanas de 1, 2, 4, 8, 16 y 32 milímetros de espesor; de suerte que los dientes pueden sobresalir desde 1 á 63 milímetros, que corresponde á un desgaste de 4 milímetros en el hierro de 25 que forma la cadena.

El diámetro medio de las poleas es tal, que los dos ramales de cadena quedan á 1^m,20, es decir, á la separación de las vías de eje á eje. Cada polea de éstas pesa 1.000 kilogramos. En la estación B hay una polea para la cadena de BC' y otra para la de BA'.

Las poleas de horquillas para las cadenas de 18 milímetros están representadas en la fig. 2, lám. 122. La llanta tiene una garganta que recibe las cadenas. Quince horquillas de acero se introducen en ranuras trazadas según los radios, y se sujetan por una cola fileteada que atraviesa la llanta, y con dobles tuercas.

Cada polea pesa 310 kilogramos, y tiene un diámetro de 1^m,200. Cuando la polea no tiene más objeto que cambiar la dirección de la cadena, se le da la forma que indica la fig. 3, lám. 122. Estas poleas pueden ser locas ó acuñadas en el árbol. Pesan 380 kilogramos para la cadena de 25 milímetros, y 300 para la de 18. Ambas dan á los ramales una separación de 1^m,200.

§ 4. *Rodillos*.—En la proximidad de las poleas se ponen ruedecillas de eje horizontal para elevar la cadena y mantenerla al nivel de la polea.

Esta elevación permite que se separen los vagones de la cadena, y para que las vagonetas no tengan que recorrer solas un gran camino y baste un operario para vigilar todos los movimientos, se ponen los rodillos cerca de las poleas.

Las ruedecillas tienen 130 milímetros de diámetro, y están formados por dos platillos de acero de 95 milímetros de longitud, acuñado en un eje

de 35 milímetros y dejando una separación de 29 milímetros. En la ranura se colocan los eslabones verticales, y los horizontales descansan en los platinos y los hacen girar. Los ejes de estas ruedecillas giran en cojinetes de bronce.

Los rodillos colocados á la salida de la polca están montados en una placa de acero de 20 milímetros de espesor, que se une por medio de pasadores á la carpintería á través de dos ventanas que permiten subir ó bajar el rodillo. Los rodillos colocados en la entrada se establecen sobre las barras de detener las vagonetas. Estas barras tienen 75 milímetros por 18.

En el pozo E, el desnivel de las cadenas se obtiene por medio de dos ruedas de 0^m,500 de diámetro, sobre las cuales se apoyan las cadenas en la parte superior, y otras dos ruedas semejantes en la parte inferior. (Véase fig. 4, lám. 121.)

§ 5. *Frenos*.—Las ruedas de los frenos están acuñadas en los ejes de las estaciones A, B, C' y D, por encima de los cojinetes. Estas ruedas tienen 1^m,360 de diámetro (fig. 4, 5 y 6, lám. 122) y una garganta algo cóncava, para que se apliquen bien las zapatas.

Los frenos son de los llamados de grua. La banda de acero tiene 60 milímetros de ancho y 12 de espesor; las zapatas de olmo tienen 90 milímetros de altura.

En cada extremo de la banda hay roblonado un tornillo de 45 milímetros de diámetro, que un estribo con dobles tuercas permite acercar, á medida que se desgastan las zapatas, á otro tornillo articulado á la palanca de maniobra.

Los brazos de palanca unidos á la banda son muy pequeños, y la palanca muy grande, de modo que con una fuerza regular se produce un apretado enérgico.

Cuando los frenos están libres, un peso suspendido al extremo de la palanca los mantiene apretados. Para disminuir ó anular su acción se levanta el peso por medio de un torno. Dejando el torno sujeto por su escape, se mantiene una cierta presión entre las zapatas y la rueda.

§ 6. *Regulador de velocidad*.—Los frenos son necesarios para parar el sistema, pero no son convenientes para moderar la velocidad. No dejaría de ofrecer inconvenientes el consumir en rozamientos un trabajo de más de 12 caballos de vapor.

Se modera la velocidad, como en las minas de Styria y Carintia, por medio de reguladores de paletas.

El eje de los reguladores es horizontal, y gira seis veces más deprisa que las poleas, ó sea á cien vueltas por minuto. La transmisión del movimiento se hace por una rueda cónica de engranaje fundida en la rueda del freno, y un piñón acuñado en el eje del regulador (fig. 5, lám. 122).

Este eje, en partes cuadradas de 80 milímetros de lado, recibe ocho brazos de hierro de 100 milímetros por 25, que cogen planchas de 30 milímetros de espesor, formando así las cuatro paletas.

Las planchas tienen 1^m,20 de largo, y se sujetan á los pares de brazos que distan 0^m,900 de eje á eje. Añadiendo ó quitando planchas se obtiene la velocidad de marcha que se desea. Para cambiar esta velocidad sin parar, basta apretar ó aflojar ligeramente el freno.

Todo el material de las estaciones descrito en los § 3, 4, 5 y 6, excepto las ruedas dentadas, ha sido construido por MM. Henihmaun y Dreyer, de Bochum (Wesfalia).

CAPÍTULO X.

GASTO DE CONSTRUCCIÓN. EXPLOTACIÓN.

El ferrocarril de cadena flotante de Dícido ha costado 325.000 pesetas. Pero si se tiene en cuenta que los carriles empleados son de un tipo muy pesado, y que ha reinado cierto lujo en todas las obras, se puede afirmar que un camino semejante podría establecerse por 300.000 pesetas, ó sea por 100.000 pesetas por kilómetro.

El camino empezó á funcionar en Marzo de 1883, y el primer mes transportó, á pesar de varias paradas por fiestas y lluvias, 4.300 toneladas. El día 12 de Abril se transportaron 521 toneladas.

Después la explotación ha continuado sin interrupción. Las exigencias de las minas y del embarque determinan la importancia de los transportes. El transporte medio es de 300 toneladas diarias.

Con este movimiento, aún pequeño, el precio medio del transporte de la tonelada es de 0,63 pesetas, comprendiendo los gastos, conservación de la vía y material, y el interés y amortización de los gastos de primer establecimiento.

Este precio, bastante satisfactorio, bajará el día en que el desarrollo de las canteras y la mejora de los embarques, permitan al camino de hierro transportar diariamente 500 ó más toneladas.

RESUMEN.

Estos especiales caminos de hierro, cuyos primeros modelos se vieron en el Lancashire, permiten, como acaba de demostrarse, con un gasto inicial moderado, asegurar el transporte regular y económico de masas importantes, á bastante distancia y en países muy accidentados. Los recursos infinitos de este sistema son aún bastante desconocidos; la cadena flotante puede prestar grandes servicios en la explotación de minas y de canteras, y en la ejecución rápida y económica de grandes obras públicas.

Fig. 3. Estacion freno. C. (Escala de 1/1000)
Corte por el eje de las vias.

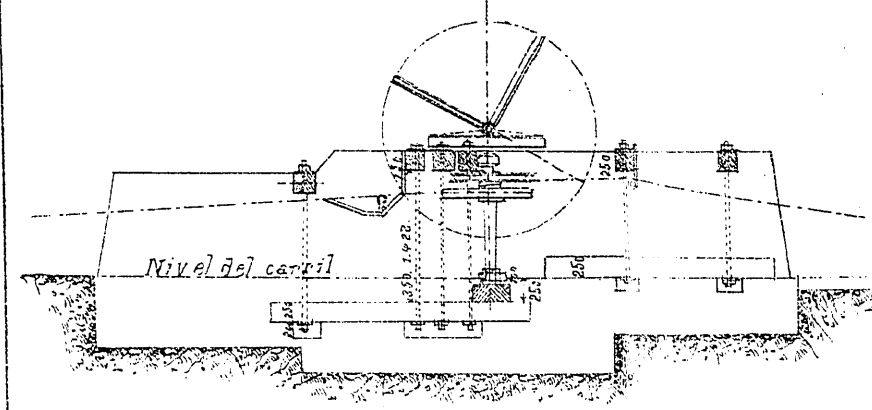


Fig. 4. Plano.

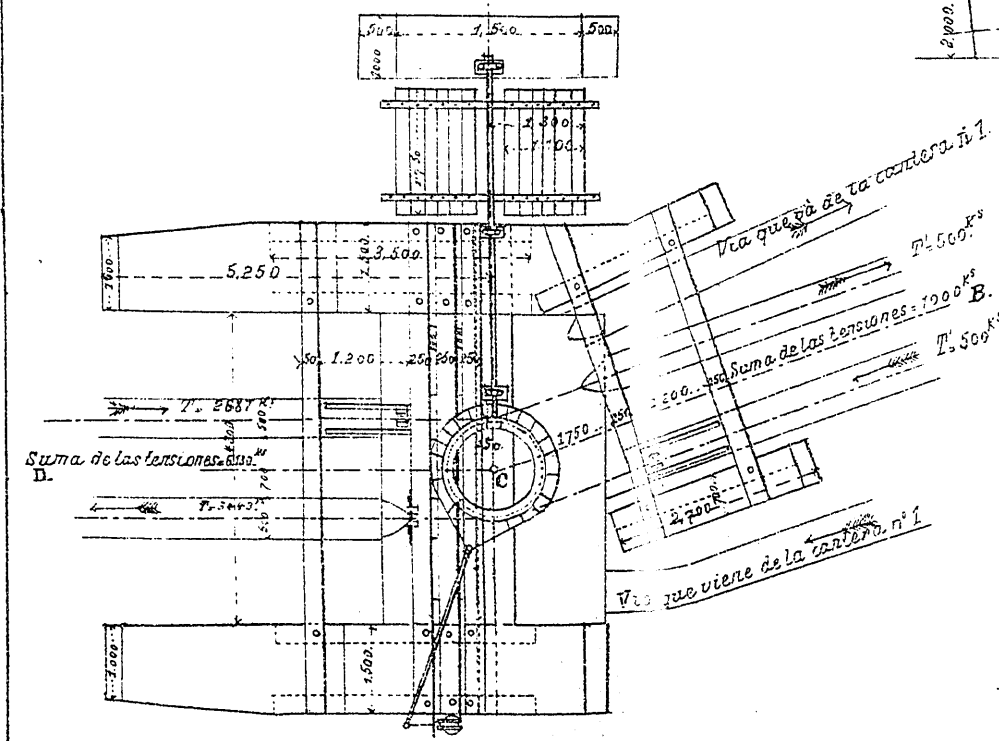


Fig. 1. Travesía de la carretera de Santander á Bilbao. (Escala de 1/200)

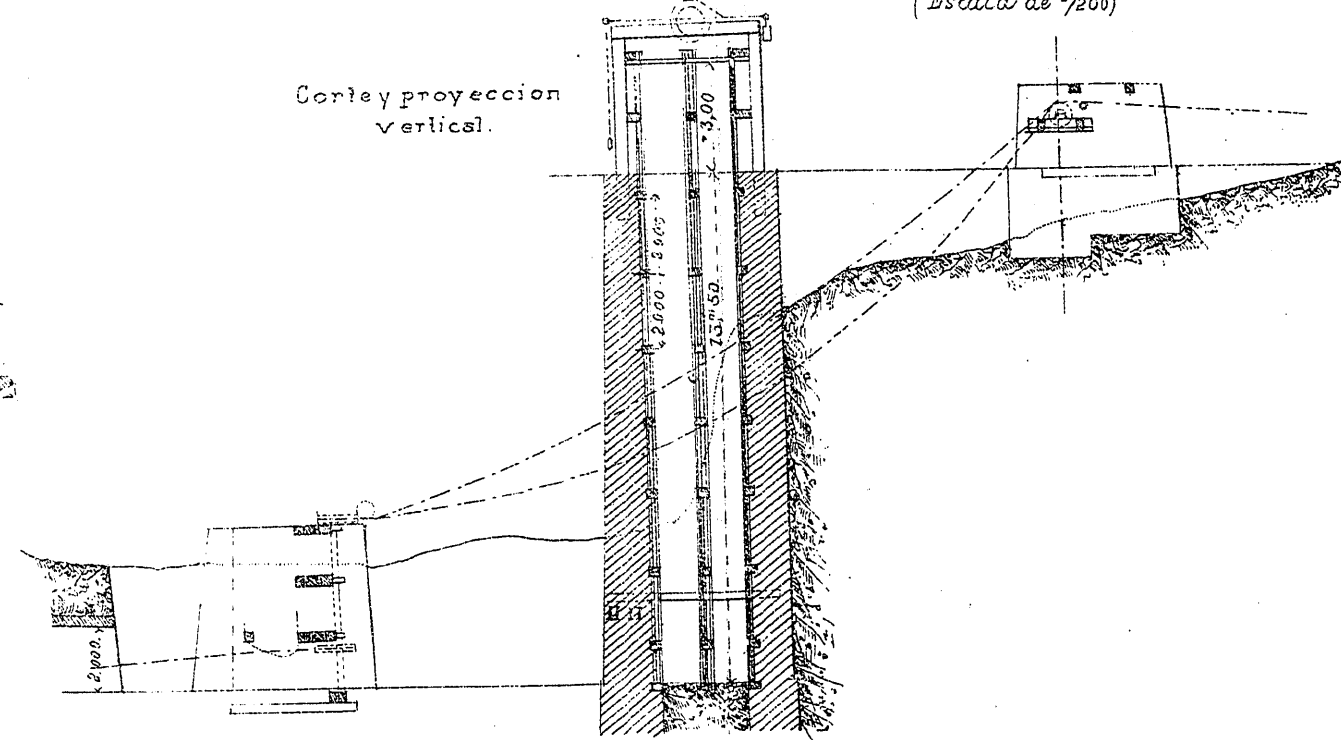


Fig. 2. Plano.

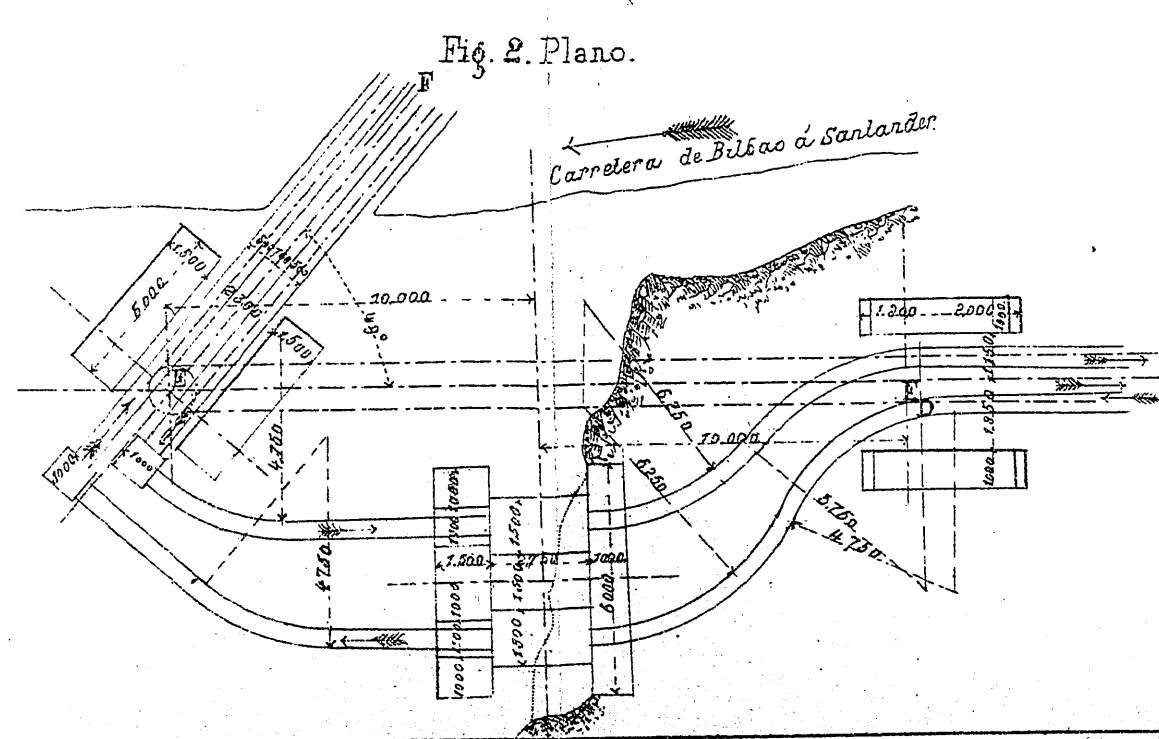


Fig. 5. Proyeccion y corte longitudinal.

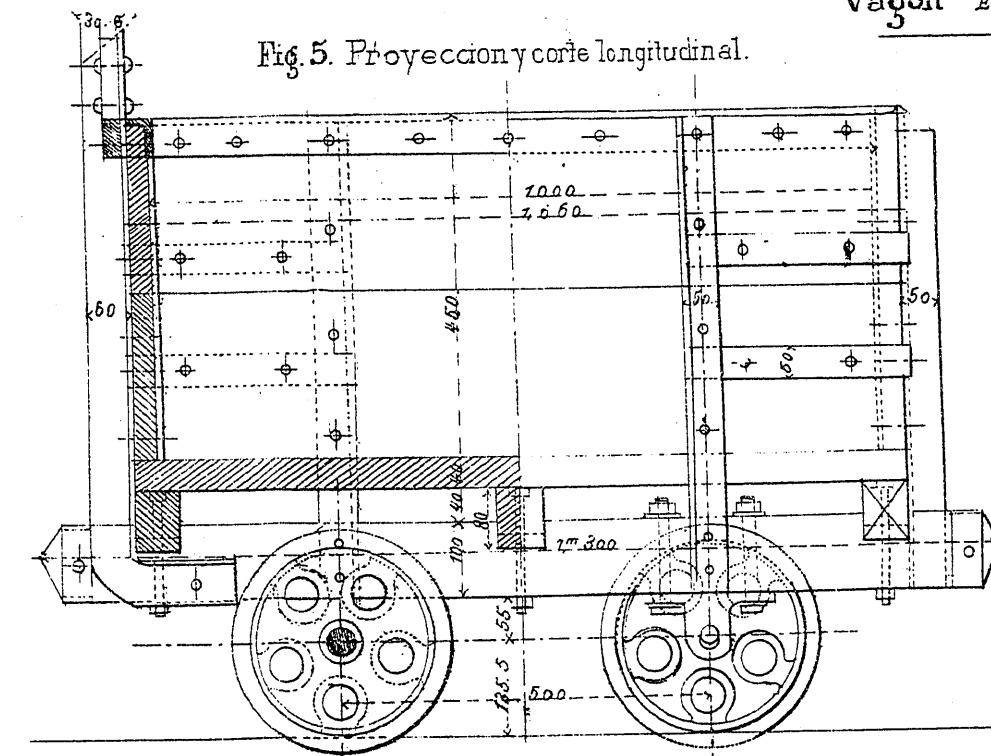


Fig. 7. Plano.

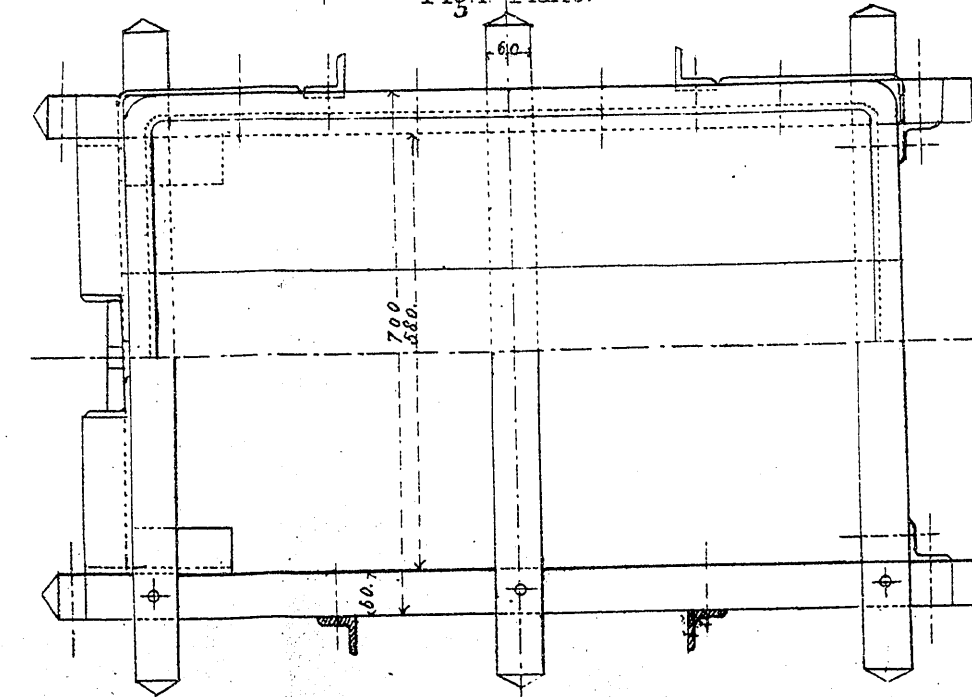


Fig. 6. Costado.

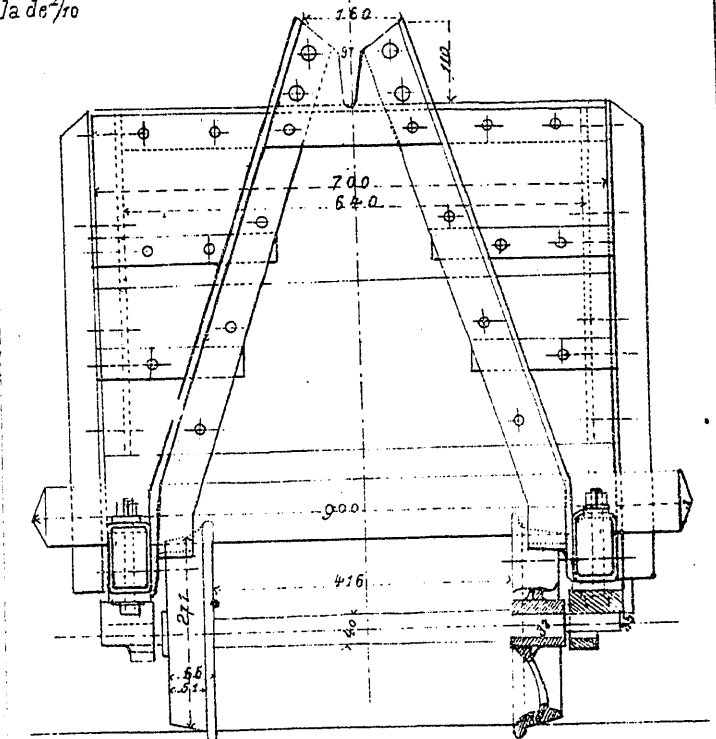


Fig. 8. Cojinete Alzado

(Escala de 1/4) Corte a b.

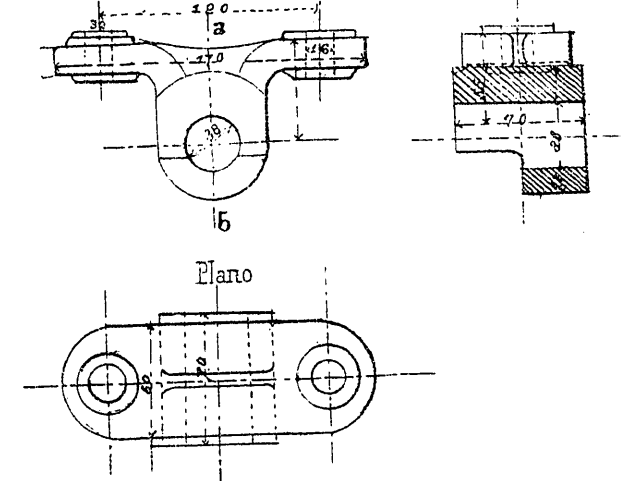


Fig. 1-Determinación del perfil de las vías en las estaciones.

Estación B.
Escala de las abscisas 1/200
Escala de las ordenadas 1/20.

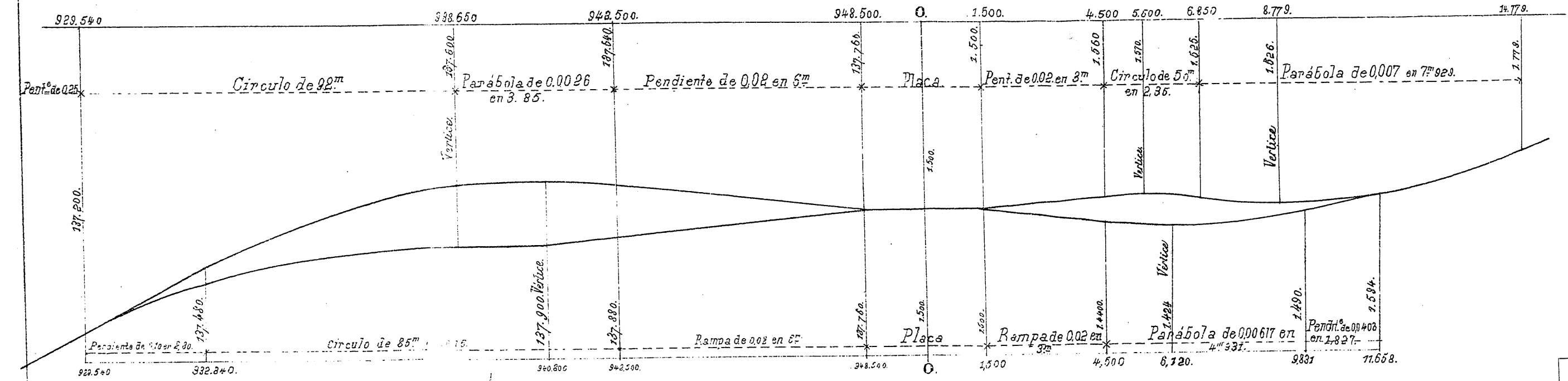


Fig. 5-Perfiles de las estaciones D_E y D_C

Via de vagones viejos.

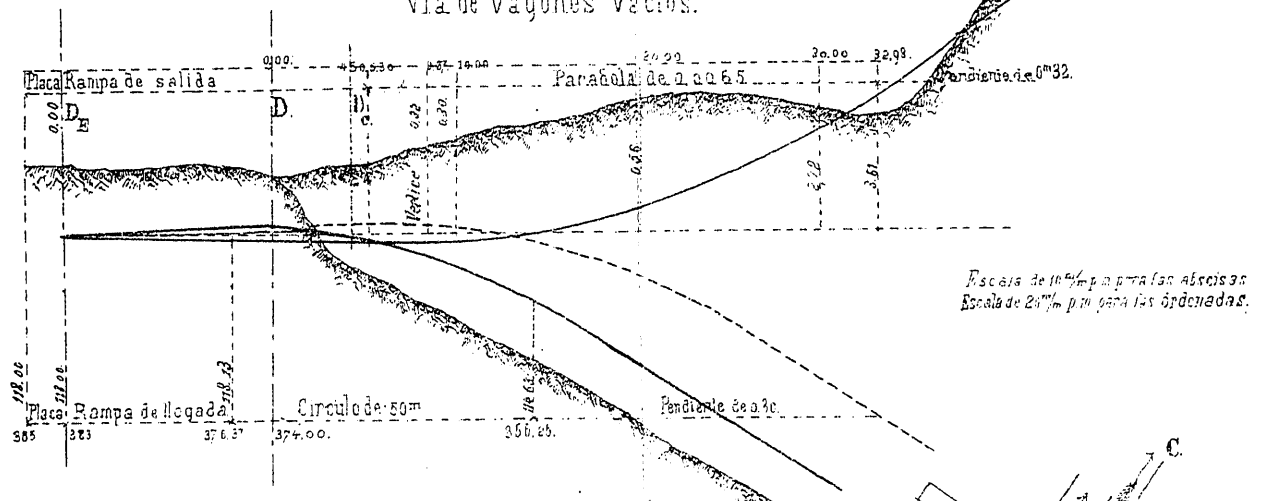


Fig. 3 Union de las vías de la estación G.

Escala de 1/200.

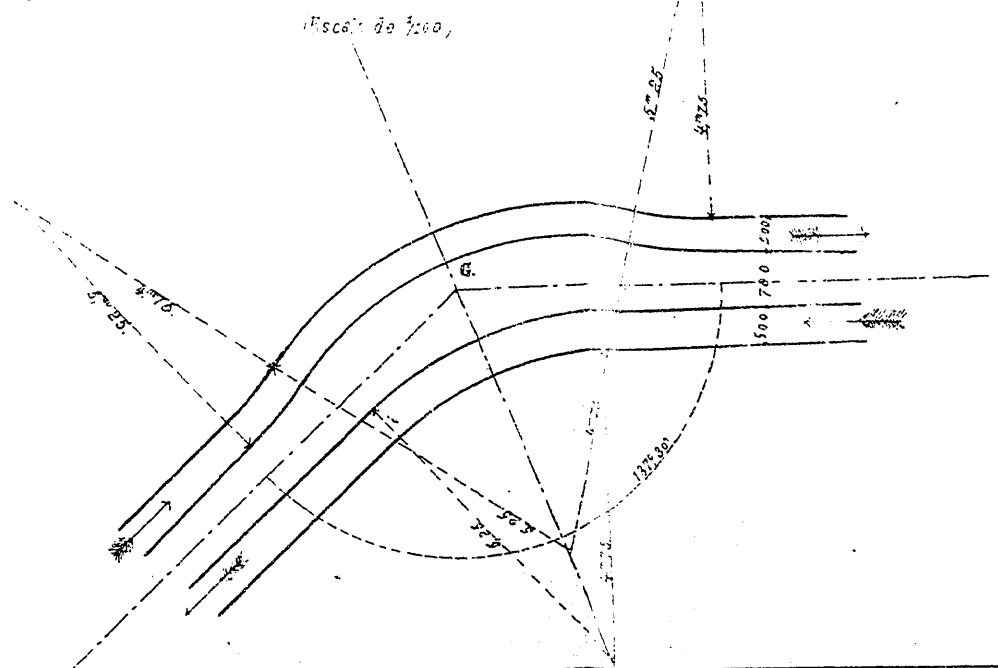


Fig. 2. Plano de las vías de la estación B.

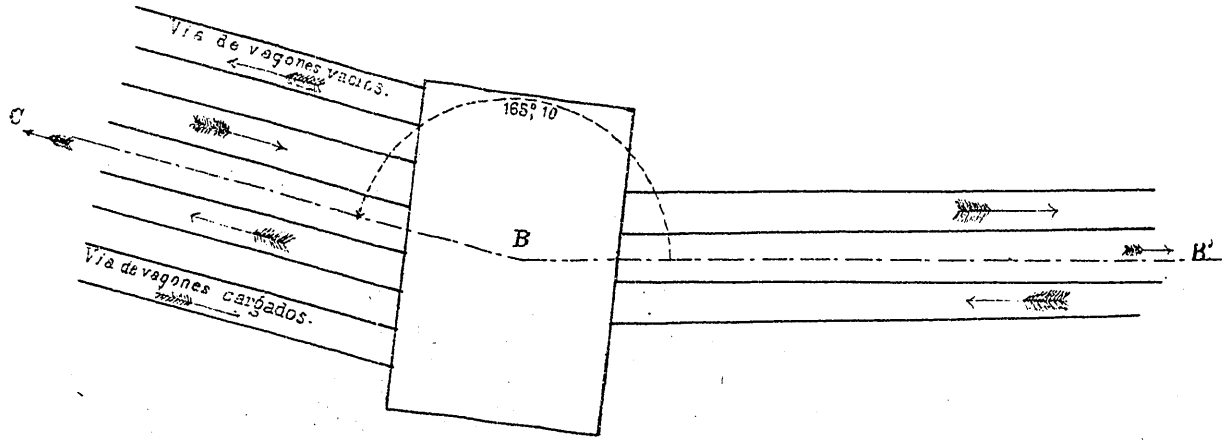
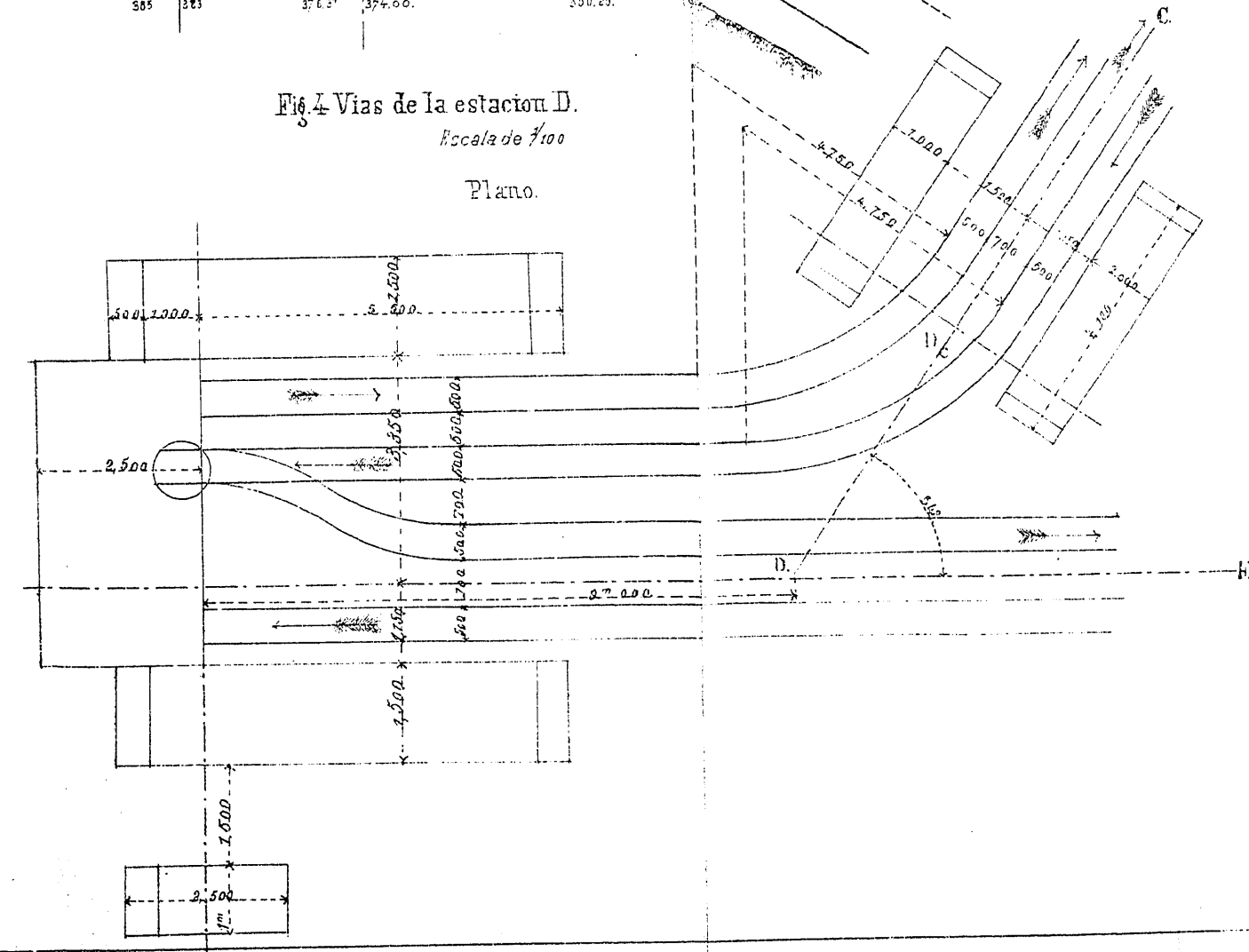


Fig. 4 Vías de la estación D.

Escala de 1/100

Plano.



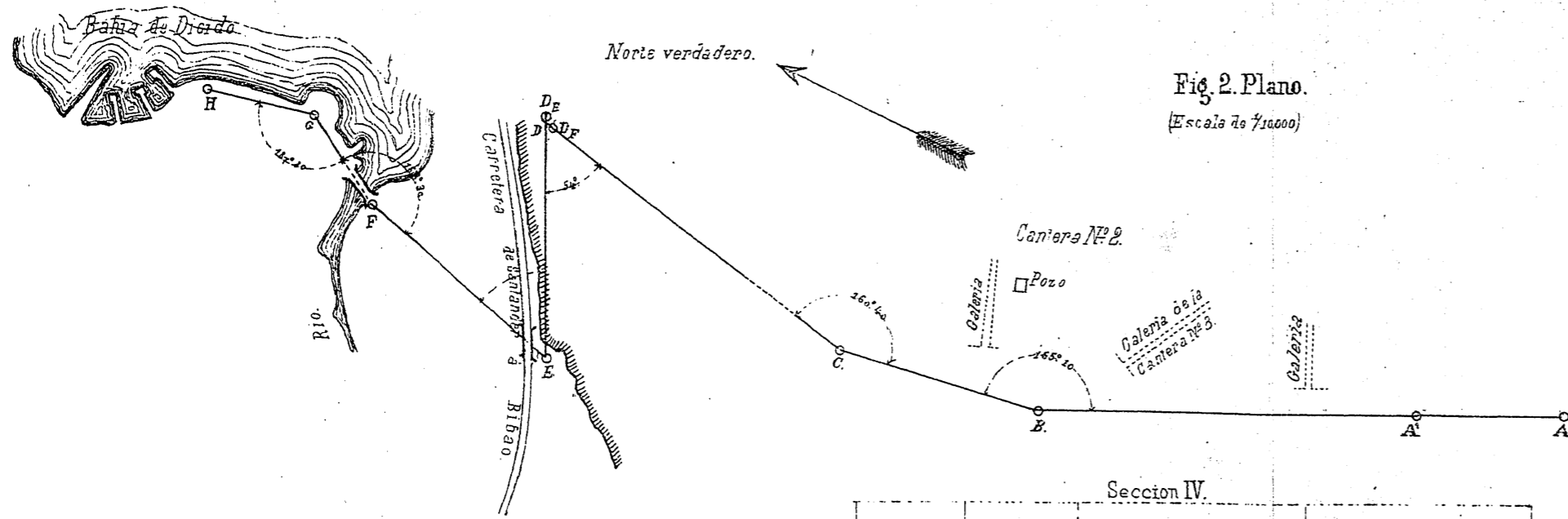
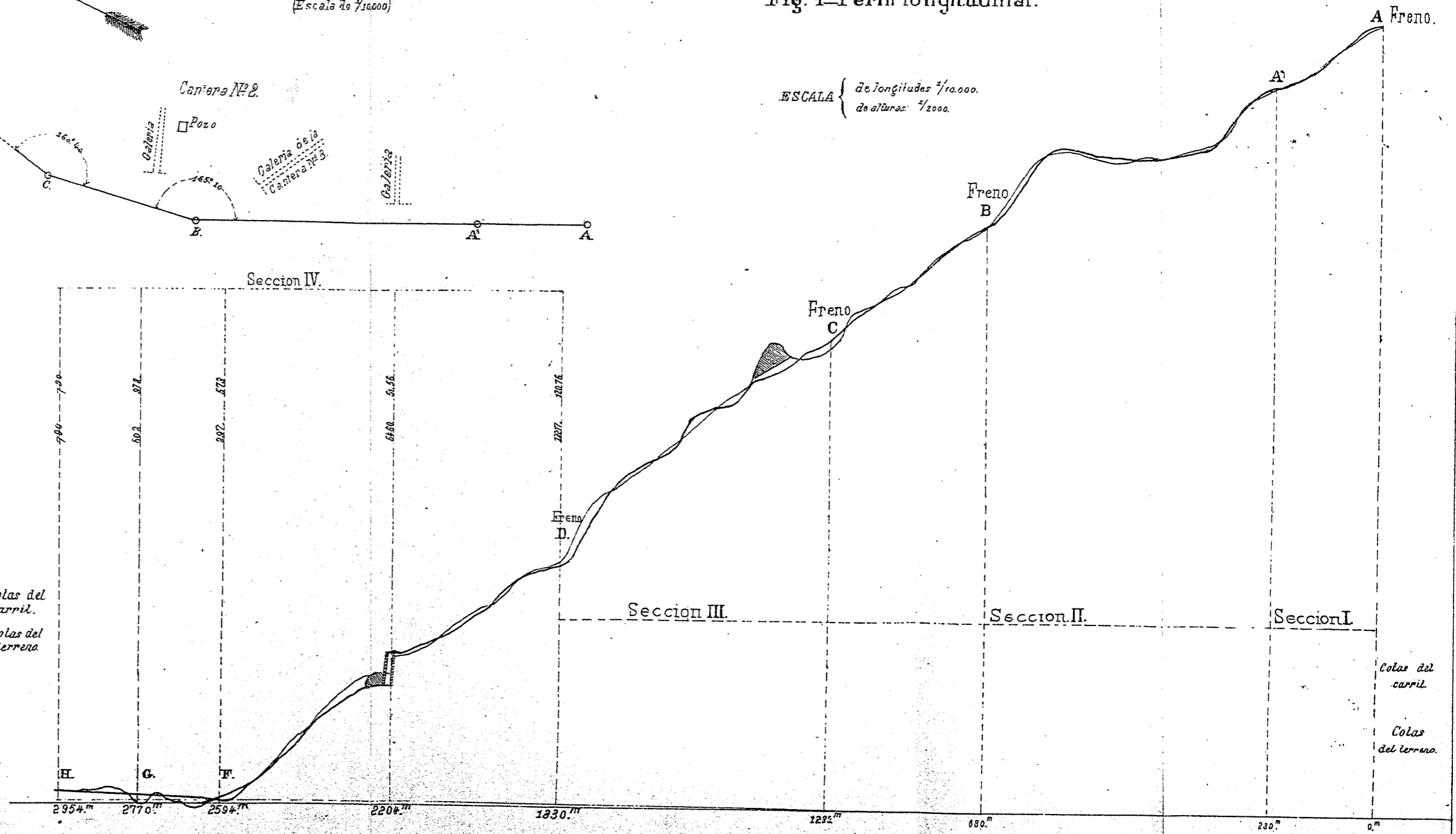


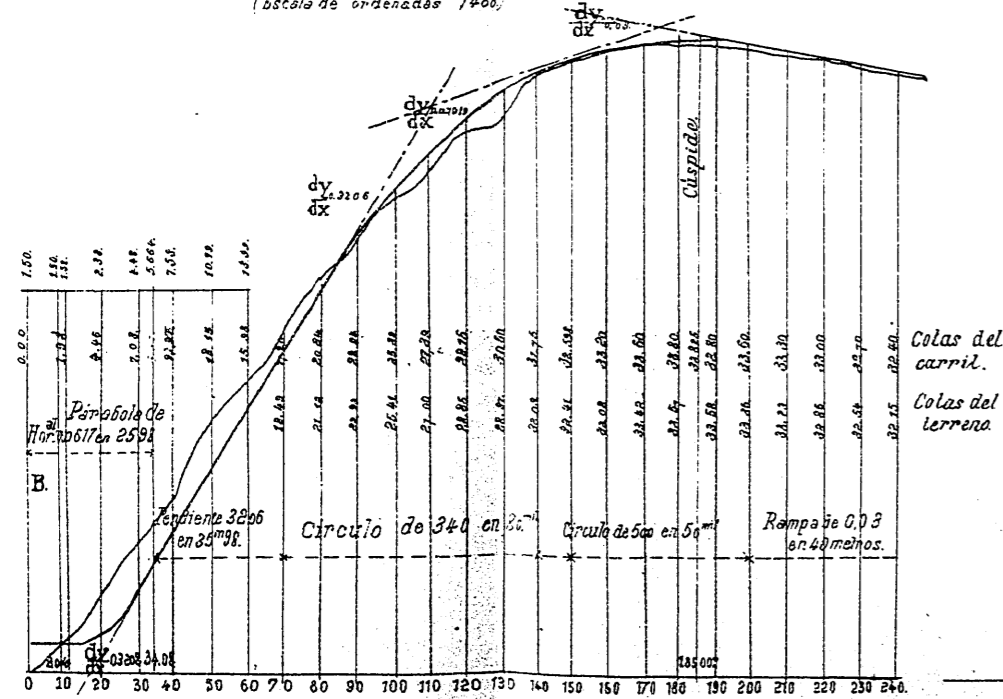
Fig. 1—Perfil longitudinal.

ESCALA { de longitudes 1/10.000.
de alturas 1/2000.



Trazado del perfil longitudinal Fig. 3ª

(Escala de abscisas 1/20.000.)
(Escala de ordenadas 1/400.)



Freno y transmisión del regulador. (Escala de 2/3)

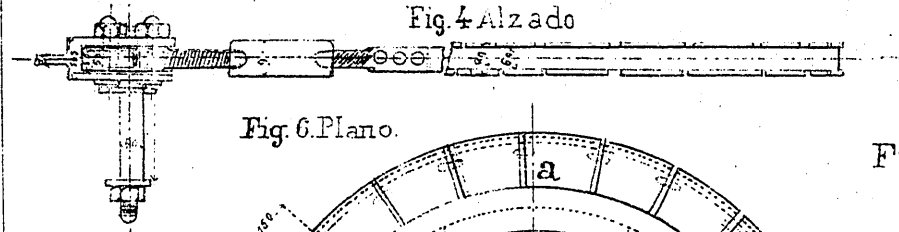


Fig. 6. Plano.

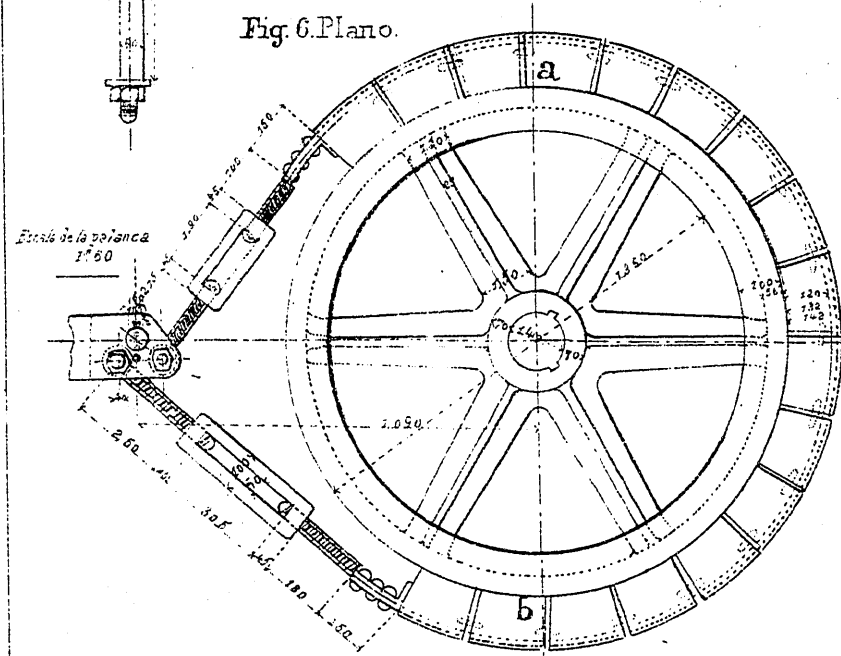


Fig. 5 Corte a b.

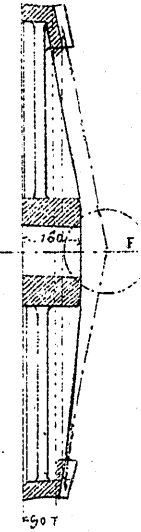


Fig. 7. Rueda del ascensor.

Escala de 1/2

Plano.

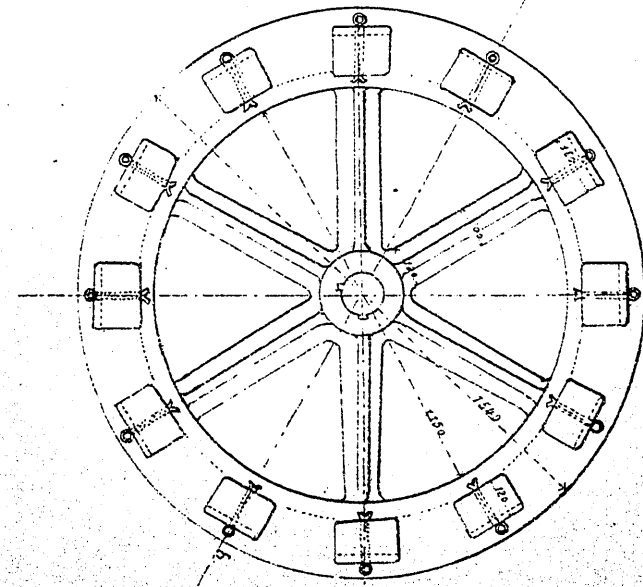


Fig. 8. Corte a b.

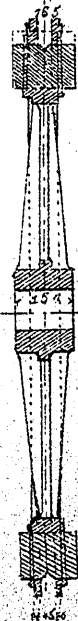
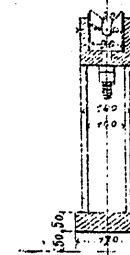


Fig. 2. Polea de horquillas para cadena de 18 mm

Corte a b.



Alzado

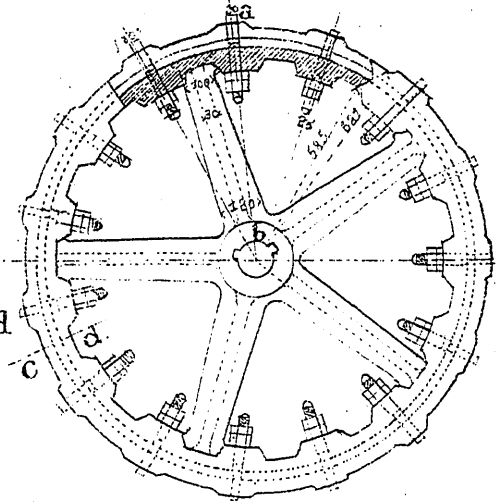


Fig. 3. Corte cd.



Fig. 1. Rueda de cajas para cadena de 25 mm

Escala de 1/2

